POLÍTICA ECONÓMICA Y COSTOS AMBIENTALES

ROBERTO GONZÁLEZ ACOLT

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

Política económica y costos ambientales

Política económica y costos ambientales

Roberto González Acolt

Universidad Autónoma de Aguascalientes

Política económica
y costos ambientales

Primera edición 2009
Segunda edición 2015 (versión electrónica)

D.R. © Roberto González Acolt

D.R. © Universidad Autónoma de Aguascalientes
Av. Universidad 940
Ciudad Universitaria
Aguascalientes, Ags. 20131
www.uaa.mx/direcciones/dgdv/editorial/

ISBN 978-607-8457-09-0

Impreso y hecho en México
Made and printed in Mexico

ÍNDICE

Introducción 9

CAPÍTULO I
La matriz de contabilidad social y el modelo de equilibrio general computable 13
Introducción 13
La economía y el ambiente 13
La matriz de contabilidad social (MCS) 17
La matriz de contabilidad social extendida al ambiente 18
Características de un MEGA 18
Antecedentes del MEGA 19
Fortalezas y debilidades de los MEGAS 21
Los MEGAS en México aplicados a la problemática económico-ambiental 21

CAPÍTULO II
Construcción y aplicación de la matriz de contabilidad social extendida con datos ambientales para México 2001 (MCSA-MEX2001) 25
Introducción 25
Características de la MCSA-MEX2001 25
El modelo lineal de la MCSA-2001 28
Resultados y discusión 32
Conclusiones 37

CAPÍTULO III
Efectos de la política de liberalización comercial integral sobre los recursos naturales y el ambiente 39
Introducción 39
Características del modelo 39
Bloque de precios 45
Bloque de producción y productos 47
Bloque de instituciones 53
Bloque de restricciones al sistema (ecuaciones de equilibrio) 55
Resultados y discusión 58
Conclusiones 67

Bibliografía 71

Glosario 75

Anexos 77

INTRODUCCIÓN

Las economías de mercado tienen imperfecciones que producen males como el desempleo, la desigual distribución de la riqueza, la degradación ambiental, entre otros. Dichos males pueden ser corregidos por el Estado mediante diferentes instrumentos y políticas. Paradójicamente, muchas medidas de política macroeconómica adoptadas por el Estado para impulsar el crecimiento económico, el empleo y la distribución del ingreso han afectado negativamente el ambiente.

A partir de esta idea general surgió un interés particular entre los investigadores por analizar cómo las políticas macroeconómicas en México influyen en la degradación ambiental y el agotamiento de los recursos naturales.

Para abordar tal problemática, los modelos multisectoriales, como el lineal de la matriz de contabilidad social y el de equilibrio general computable o aplicable, constituyen una herramienta fundamental para evaluar cuantitativamente ex ante los efectos directos e indirectos de la política económica. Usar estos modelos resulta interesante debido a que su aplicación es novedosa, sencilla y eficaz en el análisis económico ambiental.

Particularmente, en esta investigación se elaboró una matriz de contabilidad social (MCS), a la cual se le agregó información del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) 1999-200 referente a los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente para el año 2001 (MCSA-MEX2001). La información de esta matriz se usó para aplicar dos modelos de equilibrio general:

a) Con el modelo lineal de la MCS extendida al ambiente se calcularon multiplicadores "ambientales" para analizar la influencia de una

variación de los instrumentos de la política económica sobre el uso de los recursos naturales y el ambiente.

b) El modelo de equilibrio general computable sirvió para simular el efecto en los recursos naturales y el ambiente de la política comercial de liberalización plena (cero aranceles).

La idea es cuantificar el efecto de las políticas económicas sobre el ambiente, no con la intención de restringir la actividad económica, sino de impulsar en el Estado medidas ambientales que realmente contribuyan a un desarrollo sustentable de la economía mexicana.

Son escasos los trabajos que abordan el efecto de las políticas económicas sobre el empleo de los recursos naturales y ambientales. Este estudio resulta relevante, pues aborda la problemática económico-ambiental desde una perspectiva diferente y sus resultados y conclusiones pueden ofrecer una visión distinta a quien toma las decisiones sobre el papel de las políticas que aplica o ejerce en la economía real.

El libro está estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo I se hace énfasis en los dos modelos económicos utilizados en este estudio. Se destacan las fortalezas y limitaciones de ambos modelos, así como sus aplicaciones a la problemática ambiental. En el capítulo II se evalúan los efectos de la política económica en México sobre los recursos naturales y el ambiente. Para ello se construyó una matriz de contabilidad social extendida con datos ambientales para México con año base 2001 (MCSA-MEX2001). El cálculo de multiplicadores ambientales de costos por agotamiento y degradación fue el principal instrumento utilizado para analizar el efecto de un aumento en las variables de política económica (gasto exógeno) sobre el uso de los recursos naturales y su influencia en el ambiente. Los resultados indican que los sectores con mayor incidencia en el ingreso nacional son también los que más contribuyen al agotamiento de los recursos naturales y al deterioro ambiental cuando reciben una inyección de gasto exógeno. Además, un incremento monetario de alguna variable exógena en todas las actividades productivas tiene su mayor impacto en la contaminación del aire. En el capítulo III se utiliza un modelo de equilibrio general computable para analizar la influencia de la liberalización total comercial, que se dio a partir de 2008 en México, sobre los costos por agotamiento de los recursos naturales (petróleo, recursos forestales y uso de agua subterránea) y por degradación del ambiente (erosión del suelo y contaminación del agua, aire y suelo). Los resultados indican que los efectos de la liberalización comercial sobre las actividades económicas no fueron homogéneos. Esta si-

tuación se reflejó en el uso de los recursos naturales y el ambiente por parte de las actividades económicas. Los sectores petrolero, ganadero y de la industria manufacturera presentaron los mayores aumentos en los costos por agotamiento de los recursos naturales. Por otra parte, las cuatro actividades económicas que mostraron los mayores costos por degradación del ambiente fueron la ganadería; industria manufacturera; electricidad, gas y agua; y transporte, almacenamiento y comunicaciones.

CAPÍTULO I
La matriz de contabilidad social y el modelo de equilibrio general computable

Introducción

La finalidad de este capítulo es ofrecer un panorama de la problemática entre la economía y el ambiente, y resaltar el papel del Estado que, mediante sus políticas económicas, influye en el agotamiento de los recursos naturales y el deterioro ambiental. Asimismo, se presentan algunos aspectos de la situación ambiental en México. Por último, se describen las características, aplicaciones, fortalezas y debilidades de los dos modelos utilizados en el estudio: el modelo lineal de la matriz de contabilidad social (MCS) y el modelo de equilibrio general computable (MEGA).

La economía y el ambiente

Desde que la economía es ciencia existe el debate sobre cómo lograr un mayor crecimiento económico; sin embargo, es con el auge y desarrollo de la economía ambiental, a partir del último cuarto del siglo XX, que se ha incorporado en el debate la necesidad de un crecimiento económico equitativo y ambientalmente balanceado.

En este debate existen dos posturas importantes; por un lado, la perspectiva malthusiana, resumida en un estudio denominado *The Limits to Growth* [Los límites del crecimiento], del año de 1972, y su continuación, *Beyond the Limits* [Mas allá de los límites] de 1992. Esta visión neomalthusiana subraya el límite físico absoluto de los recursos no renovables, el cual es considerado como la principal restricción al crecimiento económico futuro (Tietenberg, 2000). Y por el otro lado, la visión cornupina que resalta el papel del progreso

tecnológico y el mercado como mecanismos para contrarrestar el agotamiento de los recursos naturales.

En 1987 la Comisión Brundtland definió el "desarrollo sustentable" como aquel que permite lograr las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras. Otra definición muy similar es la expresada por el destacado economista Solow, quien entiende la sustentabilidad como la obligación de asegurarse que la próxima generación estará tan bien como la actual y garantizar que esto será permanente (Kolstand, 2001).

Desde entonces, la discusión sobre el desarrollo ha continuado con posturas más o menos controvertidas, que incorporan y tratan de integrar de la manera más apropiada las variables económicas y ambientales. Por ejemplo, dos enfoques de esta controversia son la interacción entre comercio y ambiente, y la relación entre políticas macroeconómicas y el ambiente.

En el caso concreto de la vinculación entre comercio y ambiente existe una postura que expresa que el comercio libre es parcialmente responsable de los problemas ambientales, ya que es probable que incremente la producción y el consumo de bienes y servicios ambientalmente negativos, lo que lleva a un incremento de la contaminación y la degradación ambiental. En contraste, promotores del comercio libre argumentan que el comercio internacional genera ganancias provenientes de la especialización y el intercambio entre los países involucrados en el comercio, y que el ingreso adicional recibido puede ser usado para la protección del ambiente.

En el caso de la relación entre políticas macroeconómicas y ambiente los economistas generalmente se han inclinado por una intervención del Estado, mediante sus instrumentos de política para regular, controlar, detener o evitar el deterioro ambiental que provocan los agentes económicos. No obstante, existe una visión que plantea que los problemas ambientales son causados por fallas de mercado y de intervención. Las fallas de intervención ocurren cuando las políticas gubernamentales no corrigen sino que crean o exacerban las fallas del mercado.

En México esta interacción entre ambiente y economía también ha sido contradictoria. Los primeros esbozos de la política ambiental surgen a partir de los años setenta cuando se empieza a legislar sobre desechos industriales, pero no se concreta hasta 1988 cuando se dio a conocer la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Esta etapa se sustentó principalmente en la aplicación de normas y castigos para corregir el deterioro ambiental, además de sentar las bases para la descentralización de la aplicación de las medidas ambientales por parte de las autoridades estatales

y municipales. En 1996 se modificó la LGEEPA, en esta reforma sobresale la incorporación de instrumentos económicos a la gestión ambiental y la inclusión de los conceptos de sustentabilidad y biodiversidad.

Asimismo, a inicios de los años setenta se crea la Subsecretaría de Mejoramiento del Medio Ambiente subordinada a la Secretaría de Salud; y no es sino hasta 1982 cuando se funda la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), que tenía como responsabilidad generar y aplicar la legislación ambiental. En 1994 la SEDUE se transforma en la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), que tenía entre sus principales funciones legislar y aplicar asuntos ambientales. También en los años noventa se establecieron el Instituto Nacional de Ecología (INE) con facultades normativas, y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), encargada de la inspección y vigilancia.

Algunos autores coinciden en que la respuesta fue tardía. Aunque tal respuesta consistió en la definición y formalización de la política ambiental y del fortalecimiento de la capacidad institucional para enfrentar los crecientes desafíos ambientales provenientes de los aumentos en los volúmenes de producción, de la tendencia a una mayor producción para el comercio internacional y de la cambiante composición de la producción, estos factores unidos han provocado una intensificación de la contaminación y mayores presiones en el uso de los recursos naturales (Urquidi, 2005; Barkin, 2004).

Igual que en muchas otras economías de mercado, el Estado tiene una presencia significativa en el crecimiento económico en México, mediante una participación directa en la actividad económica y por medio de sus políticas económicas. En el último aspecto cabe rescatar, por ejemplo, la política comercial que, a partir de mediados de los años ochenta, se ha caracterizado por una liberalización comercial, que ha tenido su máxima expresión con la entrada de México al Acuerdo General sobre Comercio y Aranceles (GATT, por sus siglas en inglés) y con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN).

Generalmente, cuando se hace referencia a estas políticas macroeconómicas, la reflexión parte del probable crecimiento económico y del mejoramiento del bienestar de la población a partir de mayores ingresos producto de la expansión de la actividad económica. Empero, se comenta muy poco acerca del efecto de estas políticas en el uso de los recursos naturales y en los activos ambientales.

Las escasas investigaciones acerca del efecto del TLCAN sobre el ambiente en México demuestran un aumento en la degradación ambiental a partir del TLCAN (El Obeid, 2002). Guevara (2004) utiliza la información del Sistema

de Cuentas Económicas y Ecológicas de México y muestra cómo el costo ambiental aumentó en aproximadamente 13% en el periodo 1994-2004 (cuadro I.1). Aunque el autor aclara que el deterioro ambiental no se debe completamente al TLCAN, es claro que la degradación ambiental creció a partir de la firma de dicho acuerdo.

Aunado a los datos anteriores, el cuadro I.2 presenta el crecimiento de las tasas de deterioro ambiental de los recursos naturales en los últimos años. Se observa la disminución de los activos forestales en el periodo 1999-2004, con una tasa media anual negativa de 0.4%, que ubica a México como el cuarto país en América Latina con la mayor tasa de deforestación (cuadro I.2). En el mismo lapso, las reservas de petróleo disminuyeron 4.2% y tan sólo en el año 2004, se redujeron en 2.3%. De continuar esta tendencia de consumo, en 29 años se agotará este energético (INEGI, 2004a).

Cuadro I.1

Costos ambientales promedio a precios constantes (2001 = 100)

Costos (millones de dólares)	Periodos	
	1988-1993	1994-2004
Por agotamiento	7 382	4 761
Por degradación	39 811	48 596
Costo ambiental total	47 193	53 358

Fuente: tomado de Guevara (2004: 249).

Cuadro I.2

Balance físico de los recursos naturales (1999-2004) en México

Recursos	Unidad de medida	1999	2004	TMCA
Forestal (bosques).	millones de m^3 de madera de rollo	4 831	4 735	-0,4
Petróleo (reservas totales).	millones de barriles	58 204	46 914	-4,22
Agua (sobreexplotación).	millones de m^3	5 776	6 455	2,25
Contaminación del aire por emisiones primarias.	miles de toneladas	46 352	51 387	2,08
Contaminación del suelo por residuos sólidos municipales.	miles de toneladas	33 415	37 466	2,32
Contaminación del agua (descargas de agua residual).	millones de m^3	20 159	21 785	1,56
Erosión de suelos (pérdida de nutrientes).	miles de toneladas	689 599	718 766	0,83

TMCA = Tasa media de crecimiento anual.
Fuente: tomado de INEGI (2004a).

En el mismo periodo, la disponibilidad de agua subterránea tuvo una tasa media de sobreexplotación de 2.3% debido a la extracción excesiva para diversos usos económicos. México se ubica en el octavo lugar mundial por este concepto, tan sólo debajo de las principales potencias industrializadas (INEGI, 2004a).

Por otra parte, en el periodo 1999-2004, los niveles de emisores de diversos contaminantes sobre el aire, el suelo y el agua aumentaron a una tasa promedio anual de 2.1, 2.3 y 1.5%, respectivamente, mientras que la erosión de suelos tuvo una pérdida de nutrientes a una tasa promedio anual de 0.8%.

La matriz de contabilidad social (MCS)

La MCS es una matriz cuadrada con un sistema de registro simple y de doble entrada, donde las cuentas se disponen en filas y columnas. Las filas representan los ingresos o entradas por el agente o sector económico, y las columnas, los gastos o salidas. Los ingresos y gastos deben estar en equilibrio. Esto implica que el total del ahorro, la demanda agregada y el ingreso sean igual al total de la inversión, la oferta y el gasto.

Una manera de obtener información útil es mediante el modelo lineal MCS, que supone propensiones medias fijas, capacidad ociosa y comportamiento lineal de la producción. Este modelo expresa las variables endógenas (cuentas endógenas) como función lineal de las exógenas (cuentas exógenas). Una cuenta endógena es aquella en la que los cambios en su nivel de gasto se deben a una variación en el ingreso, mientras que una cuenta exógena es aquella en que las afectaciones en sus gastos son independientes de una alteración en el ingreso; generalmente estas últimas se determinan fuera del sistema económico o son instrumentos de política económica.

La MCS tiene las características de representar esquemáticamente el flujo circular del ingreso, de satisfacer la ley de equilibrio general walrasiano, de expresar claramente las relaciones estructurales socioeconómicas de la economía analizada, de mostrar un nivel de desagregación intermedia y de constituir el soporte estadístico para el desarrollo de un modelo de equilibrio general aplicado.

La construcción de una MCS está en función de los objetivos del estudio del investigador, por lo tanto, no existe una manera única de organizar y desagregar los datos en la MCS (Sadoulet y De Janvry, 1995). Por ejemplo, si en una investigación interesa analizar el efecto de un aumento en una variable exógena sobre el ingreso de los hogares (multiplicadores contables), es necesario hacer un desglose detallado del número y característica de los hogares en la MCS.

La matriz de contabilidad social extendida al ambiente

Una de las extensiones interesantes en la MCS es la incorporación de cuentas ambientales, que tiene uno de sus precedentes en el trabajo desarrollado por Leontief (1970), quien agregó los contaminantes en términos físicos al modelo insumo-producto. Partiendo de esta idea, en los años noventa se creó la SAMEA (Social Accounting Matrix and Environmetal Accounts), esta matriz muestra el flujo circular de la economía en unidades monetarias y su vertiente ambiental en términos físicos, que incluye insumos ambientales, emisiones y vertidos a la naturaleza (Rodríguez *et al.*, 2005).

Rodríguez y Llanes (2004) utilizan una SAMEA para España con el objetivo de calcular lo que ellos denominan multiplicadores domésticos SAMEA, y que son la base para estudiar la influencia del gasto público en la producción y el deterioro ambiental, este último en términos físicos.

Características de un MEGA

El modelo de equilibrio general computable o aplicado (MEGA) es una herramienta analítica que los tomadores de decisiones y académicos han utilizado para estudiar los efectos de distintas políticas económicas. Por ejemplo, estos modelos han servido para estudiar las reformas fiscales, la liberalización comercial y más recientemente en cuestiones ligadas al ambiente y los recursos naturales.

Un MEGA es un conjunto de ecuaciones que integran un modelo de equilibrio económico que intenta aproximarse al funcionamiento de una economía real, con la finalidad de estimar ex ante el impacto cuantitativo de un cambio de determinada política (fiscal, comercial, ambiental). El fundamento teórico de estos modelos se basa en el análisis de equilibrio general walrasiano, elaborado rigurosamente por Debreu a finales de los años cincuenta y por Arrow y Hahn en 1971 (O´Ryan y Millar, 2000).

Las características fundamentales de estos modelos son las siguientes:

1) Generalmente incorporan cuatro agentes económicos que interactúan: consumidores, productores, gobierno y resto del mundo.
2) Se supone que los productores y consumidores maximizan beneficios y utilidades, respectivamente.
3) La mayoría de estos modelos asume competencia perfecta y son estáticos, aunque en años recientes se han construido modelos que incorporan competencia imperfecta o aspectos dinámicos.

4) Los sectores productivos en el modelo dependen del tipo de aplicación y de la desagregación que presente la matriz insumo-producto.
5) La tecnología usada por los productores presenta rendimientos constantes de escala.
6) El equilibrio en todos los mercados se da cuando, dado un conjunto de precios y cantidades, la demanda es igual a la oferta.
7) Se supone neutralidad monetaria, es decir, que las variaciones monetarias no afectan las variables reales.

Los pasos a seguir en el análisis de problemas económicos empleando un MEGA se pueden resumir de la siguiente manera: se parte de un modelo teórico que intenta replicar el funcionamiento de una economía real. En el modelo se especifican los agentes económicos y los supuestos que se desprenden de las características propias de este tipo de modelos. En este nivel es necesario contar con la base de datos que fundamentalmente provienen de una matriz de contabilidad social y de otras fuentes de información, tales como las elasticidades de Armington.

Una vez que se tiene el sistema de ecuaciones y la base de datos, el paso siguiente es la calibración del modelo, que consiste en determinar el valor de los parámetros desconocidos de tal manera que el sistema de ecuaciones replica la base de datos como una solución de equilibrio del modelo (Gómez, 2002). Por lo tanto, la calibración permite disponer de un equilibrio de referencia.

Con el modelo calibrado se lleva a cabo la simulación de las políticas mediante la modificación de alguna variable exógena de equilibrio inicial. Después del cambio, el sistema de ecuaciones presenta una nueva solución de equilibrio, el cual puede ser sometido a dos tipos de análisis de sensibilidad. El primero consiste en comprobar la robustez del equilibrio (estabilidad y unicidad), buscando que la solución de equilibrio con otro algoritmo conduzca a otro óptimo local. El segundo estriba en verificar que los resultados no estén afectados por los parámetros exógenos utilizados (principalmente las elasticidades). Por último, una vez hecho el análisis de sensibilidad, se contrastan los resultados de los nuevos equilibrios obtenidos en las simulaciones con el equilibrio de referencia para, de esta forma, derivar las conclusiones sobre los efectos de las políticas.

Antecedentes del MEGA

La historia del MEGA se remonta al análisis de los coeficientes fijos de insumo producto (I-O) de Leontief entre los años de 1940 y 1950. Los modelos

insumo-producto incorporan algunos aspectos de la teoría del equilibrio general, para estudiar las relaciones productivas de una economía; sin embargo, en el MEGA, a diferencia de los modelos insumo-producto, los precios de los bienes se establecen simultáneamente por la oferta y la demanda (Sobarzo, 2003).

En la literatura consultada existe un consenso que Johansen (1960) y Harberger (1962) fueron los precursores en desarrollar, por separado, un MEGA. Johansen utilizó un modelo con 19 sectores aplicado a la economía de Noruega, con el objetivo de identificar las fuentes de crecimiento de ese país en el periodo 1948-1953; y Harberger empleó un modelo con dos sectores productivos, uno corporativo y otro no corporativo aplicado a los Estados Unidos en 1950, con la finalidad de estimar la incidencia de un impuesto a los ingresos corporativos (Kehoe y Prescott, 1995). Gómez (2002) señala que Johansen desarrolló en su modelo un sistema de ecuaciones de equilibrio general que tenía solución a través de su linealización, aunque más tarde, en 1967, Scarf pudo resolver un sistema de ecuaciones no lineales sin recurrir a la linealización, mediante un algoritmo diseñado por él mismo. La importancia del trabajo de Scarf es haber sentado las bases para el desarrollo de nuevos algoritmos que facilitaron la aplicación y resolución en computadora de los modelos de equilibro general, lo que permitió su multiplicación y utilización para el análisis de diversas políticas (Gómez, 2002). En los años ochenta el Banco Mundial desarrolló el *software* conocido como GAMS (General Algebraic Modeling System), el cual permite formular problemas de programación lineal y no lineal.

En México, la aplicación de los modelos de equilibrio general al análisis de la economía nacional tiene su origen a finales de la década de los setenta, con los trabajos de Sidaoui y Sine, y de Serra Puche. Posteriormente, en los años ochenta, el Banco de México estableció el MEGAMEX (Modelo de Equilibrio General Aplicado para la Economía Mexicana), cuyos fundamentos se basaron principalmente en los trabajos de Serra Puche y Kehoe. Desde entonces ha crecido el número de trabajos bajo el enfoque de equilibrio general aplicado. La mayoría de estos trabajos se han canalizado al análisis del sistema impositivo, la política comercial y el sector rural de la economía (Chapa, 2000; Núñez, 2003).

Fortalezas y debilidades de los MEGAS

Entre las ventajas que ofrece el MEGA está que:

1) Resuelve problemas no lineales.
2) Obtención de precios en forma endógena debido al equilibrio de la oferta y la demanda.
3) Incluye varios mercados.
4) Modela y analiza la estructura de una economía.
5) Incorpora variables estructurales que reflejan el desempeño de una economía de forma más realista.
6) Cuantifica la eficiencia económica y los impactos de las políticas utilizadas para la simulación.

Estos modelos utilizan la economía en un año base (modelo estático), y de ahí se parte para simular los efectos de ciertas políticas, las cuales modifican la estructura económica, posteriormente se confrontan resultados y estructuras. Por lo tanto, estos modelos no recogen la senda de comportamiento que han seguido las variables, consecuentemente su uso con propósito de pronóstico es limitado. De hecho, al utilizar los datos de sólo un año, la base teórica estadística de estos modelos es muy limitada, lo que difiere de los modelos econométricos que tienen una base estadística más fuerte y se sustentan en el comportamiento de las variables en el tiempo.

Entre otras limitaciones del MEGA se encuentra el hecho de que generalmente supone que el ahorro determina la inversión, y por lo mismo no incluye el comportamiento de esta última. No suele incorporar una estructura financiera ni aspectos monetarios y además, en muchos casos, los valores de ciertos parámetros exógenos (básicamente elasticidades) son tomados de la estimación de otros modelos, principalmente econométricos, que por lo común tienen diferentes grados de desagregación.

Los MEGAS en México aplicados a la problemática económico-ambiental

A continuación se presentan tres estudios que utilizan la metodología de equilibrio general para analizar la problemática ambiental en la economía mexicana.

Fernández (1999), con base en un modelo de equilibro general computable sustentado en la teoría de precios de Sraffa, analiza la influencia que

ejercerían sobre la economía y el medio ambiente dos distintos sistemas impositivos: un impuesto ecológico neutral y un impuesto ecológico no neutral.

En ambas políticas impositivas se considera la aplicación de un impuesto ecológico, cuyo monto varía de acuerdo con el volumen de contaminación producida por los sectores manufactureros. Así, a sectores como manufacturas complejas y manufacturas simples se les aplica un impuesto ecológico de 0.1% (monto mínimo), mientras que el sector de abonos y fertilizantes pagaría un impuesto ecológico de 5% (monto máximo).

Tanto en el caso de la aplicación del impuesto ecológico neutral como no neutral, los resultados son una disminución de la contaminación; sin embargo, el valor bruto de la producción de los sectores se reduce en términos reales, principalmente de los que más contaminan. Por último, Fernández simula un incremento en la tasa de impuesto ecológico en un intervalo de 0 a 15%. El resultado también es una reducción de la contaminación, un aumento en el índice de precios y una caída en el valor bruto de la producción total.

Por su parte, Rodríguez (2003) utiliza el modelo Boyd-M[1] para estudiar las consecuencias que tendría en la economía mexicana y en las emisiones de carbono la eliminación de los subsidios en el sector eléctrico. Su tesis central es que la supresión de los subsidios a la electricidad de forma total o parcial tendrá como consecuencia una caída en el consumo de este energético en todos los sectores económicos, lo que promoverá un ahorro de energía y, por lo mismo, menores emisiones de carbono, con lo que se generará un ambiente más limpio.

Rodríguez considera tres escenarios: (1) remoción total del subsidio al sector eléctrico, (2) disminución parcial del subsidio en 50% y (3) el sector agrícola es subsidiado al igual que los hogares que están en los deciles 1 al 2 de ingresos, que son los más bajos, mientras que al resto de los sectores económicos se les elimina por completo el subsidio. En los tres casos, el periodo de estudio comprende de 2000 a 2015. En los tres escenarios se añaden dos políticas: la primera es un cambio tecnológico en el sector del gas natural y la segunda consiste en incorporar el cambio tecnológico tanto en el sector de gas natural como en el sector eléctrico.

En términos generales y sin considerar los cambios tecnológicos, sus resultados demuestran que la eliminación de subsidios conlleva lo siguiente:

1 Rodríguez (2003: 51) argumenta que el modelo Boyd-M "fue diseñado para investigar las diferentes estrategias que se pudieran llevar a cabo en el sector energético mexicano, así como el impacto que tendrían diversas políticas fiscales y ambientales en el uso de combustibles, el bienestar de los consumidores y la tasa de crecimiento de las emisiones".

caída en el PIB, incremento en el nivel de precios, disminución en el bienestar de los agentes económicos, aumento en los ingresos del gobierno y reducción en las emisiones de carbono. Cabe destacar que cuando se incorpora el cambio tecnológico en el gas natural y electricidad a los tres escenarios, el resultado es una mayor emisión de carbono.

El Obeid (2002) realiza una síntesis de los resultados de casos de estudios empíricos sobre los vínculos entre crecimiento y ambiente para Indonesia, Costa Rica y México. Para el caso de México presenta dos trabajos (Beghin *et al.*, 1995; Beghin *et al.*, 1997).

El primer estudio abarca los 94 sectores de la economía y el segundo se concentra exclusivamente en el sector agrícola, el cual es desagregado en 22 subsectores. En ambos estudios se utiliza un modelo de equilibro general computable para analizar las implicaciones económicas y ambientales del comercio y de la política ambiental referente a los desechos químicos y el agua. La calibración de los modelos está basada en datos contenidos en una matriz de contabilidad social.

Son tres los escenarios manejados en los dos estudios: liberalización comercial, política ambiental y una combinación de los anteriores. Cada escenario tiene un periodo de referencia de 20 años (1990-2010). En el escenario de la liberalización comercial se impone un mejoramiento en los términos de intercambio (precio de las exportaciones/precio de las importaciones) para minimizar los costos de transacción de la integración comercial. Además, los aranceles *ad valorem* son eliminados progresivamente de sus niveles de referencia. La política ambiental incluye la implementación de impuestos ambientales que tiene como objetivo reducir la emisión de contaminantes. El tercer escenario combina las dos políticas anteriores y examina los efectos de estas políticas sobre la eficiencia y el ambiente.

En el primer estudio de caso, la liberalización comercial y el mejoramiento de los términos de intercambio incrementan el PIB real en 3.2% y, en promedio, los principales contaminantes aumentan en la misma proporción. Esto implica que el efecto escala[2] es el dominante para todos los contaminantes y la mayoría de los sectores productivos. En el segundo caso de estudio, referente al sector agrícola, la liberalización comercial conduce a un aumento de 2.2% en el PIB real y la producción lo hace en 2.8%. Las exportaciones e importaciones se elevan en 20.4 y 30.5%, respectivamente.

2 El efecto escala surge cuando el mayor comercio e inversión, debido a la liberalización comercial, causa una expansión de la actividad económica, y si la naturaleza de la actividad permanece sin cambio entonces el monto generado de contaminantes tenderá a crecer.

La producción agrícola decrece en 3.5%, especialmente en maíz, fríjol, sorgo, cebada y soya. Sin embargo, la producción de algunos productos agrícolas aumenta con el comercio libre, como es el caso del café, la miel y el tabaco. La caída en la producción de algunos productos agrícolas con la liberalización comercial lleva a una disminución de la emisión de contaminantes. Por lo tanto, la reducción en la contaminación es debida a la caída en la producción y no como un resultado del uso de insumos ambientalmente más limpios.

En el escenario de la política ambiental, los resultados para el primer caso de estudio muestran que el impuesto sobre los tóxicos liberados en el agua es el que tiene un efecto significativo, ya que el PIB real disminuye en 4.4%, mientras que las exportaciones e importaciones caen en 4.2 y 3.4%, respectivamente. En el segundo caso de estudio, el impuesto a los contaminantes tóxicos en la tierra es el que más afecta negativamente al PIB real (1.1%) y a la producción (-2.5%). Sin embargo, el impuesto a los contaminantes tóxicos del agua es el que más afecta negativamente a la producción total agrícola (-5.5%) y tiene un efecto declinante en la producción de trigo (-11.5%), sorgo (-20.3%), soya (-12.0%) y cebada (-8.5%). También el impuesto ambiental a los contaminantes tóxicos en el agua tiene un efecto en el comercio debido a que las importaciones de bienes intensivos en contaminantes aumentan, ya que este impuesto disminuye la producción pero no el consumo.

El último escenario que combina las dos políticas tiene un efecto positivo en el crecimiento económico, el PIB real crece en un rango de 1.9% y 3.2%, dependiendo del tipo de impuesto ambiental aplicado. De esta manera, las exportaciones aumentan 20% en promedio, mientras que las importaciones lo hacen 30%. Para el segundo caso de estudio, los resultados de este escenario es una declinación de la producción total agrícola, donde la combinación de un impuesto a los contaminantes tóxicos del agua junto con la liberalización comercial es la que originan una mayor caída en la producción agrícola (-8.9%).

CAPÍTULO II
Construcción y aplicación de la matriz de contabilidad social entendida con datos ambientales para México 2001 (MCSA-MEX2001)

Introducción

El propósito de este capítulo es mostrar la forma en que se elaboró la matriz de contabilidad social extendida con datos ambientales para México con año base 2001 (MCSA-MEX2001). Esta matriz se usó para estimar multiplicadores contables y ambientales con la intención de analizar cómo afectan las políticas económicas al uso de los recursos naturales y cuál es su influencia en el ambiente. Otro uso que tendrá esta matriz, y que se presenta en el próximo capítulo, es servir como base de datos para calibrar el modelo de equilibrio general computable.

Características de la MCSA-MEX2001

La construcción de la MCSA-MEX2001 tuvo dos componentes básicos: a) matriz de contabilidad social, la cual se estructuró a partir del modelo básico de equilibrio general computable presentado por Lofgren *et al.* (2002) y Lofgren (2003a, 2003b) y del IFPRI (The International Food Policy Research Institute); y, b) incorporación de los datos ambientales provenientes del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) 1999-2004 del INEGI. Esto originó que la MCSA-MEX2001 tuviera ocho tipos de cuentas: 1) actividades, que cuenta con trece sectores productivos; 2) productos, integrado por trece bienes; 3) recursos naturales y ambiente; 4) dos factores de producción: trabajo y capital; 5) dos instituciones: hogares y gobierno; 6) capital, que abarca el ahorro y la inversión; 7) tres tipos de impuestos: directos, indirectos y aranceles; y 8) sector externo.

Elaborar la MCSA-MEX2001, con base en el diseño de Lofgren *et al.* (2002) y Lofgren (2003a, 2003b), implicó hacer una distinción entre actividades y productos. Una actividad puede generar uno o más productos, mientras que un producto puede ser hecho por una o más actividades. Esta separación permite a las actividades producir múltiples bienes; por ejemplo, la actividad ganadera puede producir leche y queso; por su parte, un producto puede ser elaborado por múltiples actividades.

Los principales conceptos de la metodología del SCEEM que se incorporaron en la MCSA-MEX2001 fueron:

1) Activos económicos producidos. Bienes de capital utilizados para elaborar otros bienes y servicios. Estos activos nacen del proceso productivo y son fabricados por las unidades de producción, como la maquinaria, el equipo, etcétera.
2) Activos económicos no producidos. Bienes que provienen de la naturaleza y son empleados en el proceso productivo, como el petróleo y recursos naturales en general. A diferencia de los activos económicos producidos, éstos no se originan en el proceso productivo.
3) Activos ambientales no producidos. Activos naturales como el aire, los océanos, etc., que no son utilizados directamente en la producción, pero se ven afectados por las actividades económicas.
4) Costos por agotamiento de los recursos naturales. Son los cálculos monetarios del desgaste de los recursos naturales producto de la actividad económica.
5) Costos por degradación del ambiente. Son estimaciones monetarias en las que se tendría que incurrir para remediar o prevenir el deterioro ambiental ocasionado por las actividades productivas.

En el SCEEM los costos por agotamiento de los recursos naturales incluyen cambios en el volumen de los recursos naturales, uso de agua subterránea y agotamiento del petróleo. El método utilizado para estimar estos costos es el de "renta neta", que representa el gasto necesario para conservar el recurso natural en condiciones aceptables para que continúe generando ingresos. Asimismo, los costos por degradación del ambiente comprenden la erosión del suelo y la contaminación del agua, aire y suelo. En este caso, el método utilizado para calcular estos costos es el "costo de mantenimiento", que consiste en estimar los costos en que se incurre por impedir el deterioro o restablecer la calidad de estos recursos. Así, la contaminación del agua se estimó a partir del registro de descargas de contaminantes a lagos, lagunas,

ríos, estuarios, etc.; en la contaminación del aire se estimaron las emisiones primarias, como bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, monóxido de carbono y partículas suspendidas; la contaminación del suelo se calculó mediante el registró de la erosión del suelo y residuos peligrosos (INEGI, 2004).

A continuación se describen, con detalle, las ocho cuentas de la MCSA-MEX2001.

Cuenta de actividades o producción. Registra en las columnas los gastos, como la compra de materias primas y el pago a los factores de producción trabajo y capital. Además, como elemento novedoso se agregaron los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente, dado que estos activos son usados o afectados directa e indirectamente por las actividades productivas. En las filas se contabilizan los ingresos que provienen de las ventas en el mercado doméstico. Debido a que por el lado del gasto (columnas) se incorporaron los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente, es necesario que este "gasto" se recupere en el valor de la producción como ingreso.

Cuenta de bienes o productos. Registra en las columnas la compra de la producción doméstica y las importaciones; y el pago de impuestos indirectos: impuesto al valor agregado (IVA) y los aranceles. Los ingresos, contabilizados en las filas, provienen de las ventas de bienes intermedios para las actividades en el mercado doméstico, ventas de bienes finales para las familias y el gobierno; ventas de los bienes de inversión para la cuenta de capital, y ventas domésticas al resto del mundo (exportaciones).

Cuenta de activos económicos y ambientales no producidos –recursos naturales y ambiente–. Se incluye para cuadrar la MCSA-2001, las filas contienen los "ingresos" monetarios provenientes del pago de las actividades productivas por el desgaste de los recursos naturales y la degradación del ambiente. En las columnas se asientan los "gastos", representados por los cálculos monetarios por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente.

La cuenta de los factores productivos comprende el trabajo y el capital, ambos factores reciben pagos provenientes de la venta de sus servicios para las actividades (filas). Estos ingresos son distribuidos a las familias en forma de salarios y beneficios (columnas).

Cuenta de instituciones, incluye familias y gobierno. Los ingresos de las familias se derivan de los pagos que reciben como factores de la producción y de las transferencias provenientes del gobierno y el resto del mundo; sus egresos consisten en los gastos de consumo y en el pago al impuesto sobre la

renta. La diferencia entre los ingresos y egresos de las familias constituye el ahorro privado, el cual es registrado en la columna de su respectiva cuenta. Por su parte, los ingresos del gobierno proceden de los impuestos sobre la renta, impuestos al valor agregado, aranceles y de las transferencias que reciben del resto del mundo. Los gastos del gobierno abarcan su consumo en bienes y servicios, y las transferencias que realizan a las familias. Los ingresos menos los gastos del gobierno conforman el ahorro público que es anotado en la columna de su cuenta.

La cuenta de capital estima el ahorro y la inversión de la economía. El gasto de inversión, asentado en las columnas, es financiado con el ahorro interno (privado y público) y el ahorro externo. Ambos ahorros son registrados en las filas de esta cuenta.

La cuenta de impuestos se desglosa de la siguiente manera: a los productos se les cargan dos clases de impuestos: el impuesto al valor agregado y aranceles; las familias, por su lado, pagan el impuesto sobre la renta. El gobierno recibe como ingreso el pago de estos impuestos.

Finalmente, la cuenta del resto del mundo, sus ingresos (filas) contabilizan las importaciones, y sus egresos (columna) las exportaciones y las transferencias hechas a las familias y al gobierno del país doméstico. El ahorro de esta cuenta es igual a sus ingresos menos sus gastos.

Las principales fuentes de información utilizadas para alimentar con datos a la MCSA-MEX2001 procedieron de SCEEM 1999-2004, Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM) 1999-2004, Banco de México, Cuenta Pública 2001 y del GTAP (Global Trade Analysis Project) de la Universidad de Purdue. Esta última base de datos es del año 2001 y como contiene la matriz de transacciones intermedias implicó no sólo emplear esta información, sino tomar el mismo año como periodo base en el estudio. Además, debido a que el SCEEM maneja trece actividades productivas, la elaboración de la MCSA-MEX2001 incluyó el mismo número de sectores económicos. En el anexo 1, se presenta la estructura de la MCSA-MEX2001.

El modelo lineal de la MCSA-2001

Con base en la MCSA-MEX2001 se formuló el modelo lineal y se consideraron como variables endógenas las cuentas de actividades, productos, factores, y agotamiento de los recursos naturales y degradación del ambiente. Además de analizar cuánto ingreso generan, se estimó cómo se ven afectados los recursos naturales y el ambiente ante un aumento en el gasto de las familias, un incremento del gasto público, un cambio en la cuenta de capital, una variación en

los impuestos o una modificación en el sector externo. Estas últimas cuatro cuentas (instituciones –hogares y gobierno–, capital, impuestos y sector externo) son consideradas como exógenas y representan instrumentos de política económica.

El cuadro II.1 muestra la división de las cuentas endógenas y exógenas de la MCSA-MEX2001. La matriz X_{mm} incluye las transacciones entre las cuentas endógenas; X_{kk} abarca los intercambios entre las cuentas exógenas y es conocida como matriz de residuales; X_{mk} contiene los flujos de cuentas exógenas a endógenas, y X_{km} abarca los pagos de las cuentas endógenas a exógenas.

Cuadro II.1

División de la MCSA-MEX2001 entre cuentas endógenas y exógenas

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">MCSA-MEX2001</th><th colspan="5">Cuentas endógenas (m)</th><th colspan="4">Cuentas exógenas (k)</th><th>Total</th></tr>
<tr><th>Actividades</th><th>Productos</th><th>Activos económicos y ambientales no productivos</th><th>Factores</th><th>Instituciones</th><th>Capital</th><th>Impuestos</th><th>Sector externo</th><th>Total</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Cuentas endógenas (m)</td><td>Actividades</td><td colspan="4" rowspan="4">X_{mm}</td><td colspan="4" rowspan="4">X_{mk}</td><td rowspan="4">X_m</td></tr>
<tr><td>Productos</td></tr>
<tr><td>Agotamiento de los recursos naturales y degradación del medio ambiente</td></tr>
<tr><td>Factores</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Cuentas exógenas (k)</td><td>Instituciones</td><td colspan="4" rowspan="4">X_{km}</td><td colspan="4" rowspan="4">X_{kk}</td><td rowspan="4">X_k</td></tr>
<tr><td>Capital</td></tr>
<tr><td>Impuestos</td></tr>
<tr><td>Sector externo</td></tr>
<tr><td>Total</td><td>Total</td><td colspan="4">X_m</td><td colspan="4">X_k</td><td></td></tr>
</table>

Fuente: elaboración con base en Defourny y Thorbecke (1984).

En el cuadro II.1 el ingreso total de una cuenta endógena (X_{mm}) se puede derivar como la suma de las transacciones de las cuentas endógenas (X_{mj}) más la suma de las transacciones de las cuentas exógenas (X_{kj}). De tal forma que:

Ecuación II.1

$$X_m = \sum_{j=1}^{m} X_{mj} + \sum_{j=1}^{k} X_{kj}$$

En términos matriciales

Ecuación II.2

$$X_m = X_{mm} \cdot i_m + X_{mk} \cdot i_k$$

Donde i es un vector unitario.

A partir del cuadro II.1 se puede obtener la matriz de propensiones medias a gastar, "A", que es resultado de dividir las transacciones de la MCSAMEX2001 por los totales de las columnas correspondientes, y cuyo coeficiente característico A_{ij} se define como la proporción del gasto total de la cuenta j que se canaliza a la cuenta i, o como la proporción del ingreso total de la cuenta i proveniente de la cuenta j. El cuadro II.2 muestra la matriz A.

Cuadro II.2
Matriz de coeficientes MCSA-MEX2001

MCSA-MEX2001		Cuentas endógenas (m)				Cuentas exógenas (k)				Total
		Actividades	Productos	Activos económicos y ambientales no productivos	Factores	Instituciones	Capital	Impuestos	Sector externo	Total
Cuentas endógenas (m)	Actividades	A_{mm}				A_{mk}				1
	Productos									
	Agotamiento de los recursos naturales y degradación del medio ambiente									
	Factores									
Cuentas exógenas (k)	Instituciones	A_{km}				A_{kk}				1
	Capital									
	Impuestos									
	Sector externo									
Total	Total	1				1				

Fuente: elaboración con base en Defourny y Thorbecke (1984).

donde:

Ecuación II.3

$$A_{mm} = X_{mm} \bullet \hat{X}_{m}^{-1}$$

Ecuación II.4

$$A_{mm} = X_{mk} \bullet \hat{X}_{k}^{-1}$$

El simbolo ^ en las ecuaciones II.3 y II.4 denota una matriz diagonalizada. Al considerar las expresiones II.2, II.3 y II.4, las "m" variables endógenas se pueden formular como:

Ecuación II.5

$$X_m = A_{mm} \bullet X_m + A_{mk} \bullet X_k$$

Resolviendo para X_m:

Ecuación II.6

$$X_m = [1\text{-}A_{mm}]^{-1} \bullet A_{mk} \bullet X_k = M_{xm}$$

$$\text{donde: } M = [1\text{-}A_{mm}]^{-1} \text{ y } X_m = A_{mk} \bullet X_k \bullet$$

La expresión II.6 es el vector de los ingresos o gastos exógenos dirigidos a cada una de las cuentas endógenas. Por su parte, M constituye la matriz de multiplicadores MCSA-MEX2001, donde cada elemento M_{ij} muestra el impacto multiplicador en la variable endógena debido al aumento de una unidad en la variable exógena. Por ejemplo, para el caso de la cuenta de recursos naturales y ambiente, los elementos de esa matriz representan el efecto multiplicador en los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente del sector productivo "i" cuando aumenta la demanda exógena del sector "j" en una unidad monetaria.

Resultados y discusión

En el anexo 2, se presenta la matriz de multiplicadores de la MCSA-MEX2001. El cuadro II.3 muestra un resumen de los principales resultados de la matriz de multiplicadores. La interpretación de la primera fila revela que un incremento en alguna de las variables exógenas en una unidad monetaria, por ejemplo un peso, induce a un aumento en la producción en el sector agrícola de 1.09 pesos, una subida en los costos de agotamiento de los recursos naturales y de la degradación del ambiente de 0.02 y 0.03 centavos, y una expansión en toda la economía de 3.08 pesos; y así sucesivamente para cada uno de los sectores.

El efecto difusión (columna final del cuadro II.3) se calcula como las sumas de las correspondientes columnas de la matriz de multiplicadores de la MCSA-MEX2001, e indica el aumento en el ingreso en toda la economía ante una inyección exógena unitaria en una cuenta concreta. Obsérvese (cuadro II.3) que los sectores 8 (electricidad, gas y agua), 2 (ganadería) y 11 (transporte, almacenamiento y comunicaciones) son los que originan los mayores

efectos de difusión en la economía, ocasionando un aumento total en la economía de 4.44, 4.25 y 3.73 unidades monetarias respectivamente por cada unidad monetaria exógena que reciben. Sin embargo, estos sectores son los que tienen una mayor repercusión en el agotamiento de los recursos naturales y la degradación del ambiente cuando reciben una inyección monetaria de alguna variable exógena.

Cuadro II.3
Principales resultados de la matriz de multiplicadores de la MCSA-MEX2001

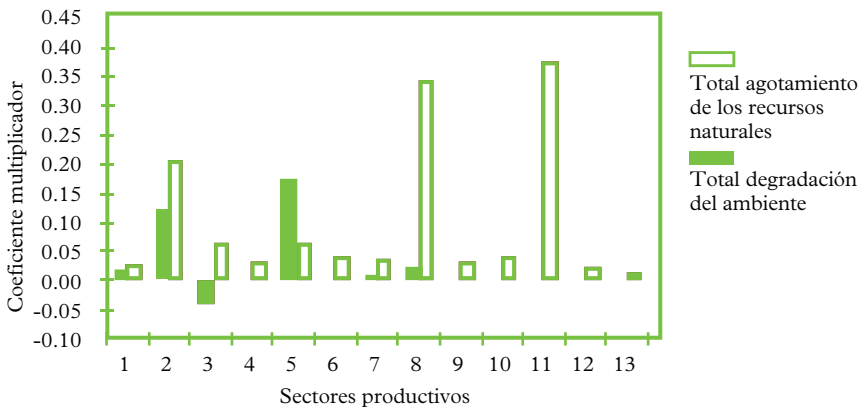
Sectores	Coeficientes de los multiplicadores						
	Efecto en el propio sector	Total actividades	Total productos	Total agotamiento de los recursos naturales	Total degradación del ambiente	Total factores	Efecto difusión
Agricultura (1)	1,09	1,54	0,62	0,02	0,03	0,88	3,08
Ganadería (2)	1,23	2,12	0,97	0,13	0,21	0,82	4,25
Silvicultura (3)	1,02	1,30	0,33	-0,04	0,06	0,94	2,61
Caza y pesca (4)	1,00	1,82	0,96	0,00	0,03	0,82	3,64
Petróleo (5)	1,21	1,82	0,67	0,18	0,07	0,91	3,64
Resto de la minería (6)	1,20	1,76	0,83	0,00	0,04	0,89	3,52
Industria manufacturera (7)	1,46	1,86	1,00	0,01	0,04	0,81	3,71
Electricidad, gas y agua (8)	1,13	2,22	1,03	0,02	0,35	0,83	4,44
Construcción (9)	1,00	1,80	0,95	0,00	0,03	0,81	3,60
Comercio, restaurantes y hoteles (10)	1,05	1,55	0,60	0,00	0,04	0,91	3,10
Transporte, almacenamiento y comunicaciones (11)	1,43	1,87	0,58	0,00	0,38	0,90	3,73
Otros servicios, excepto administración pública (12)	1,14	1,44	0,48	0,00	0,02	0,93	2,88
Administración pública(13)	1,02	1,32	0,37	0,00	0,02	0,94	2,65

Fuente: elaboración propia con base en el anexo 2. En paréntesis se enumera el sector económico respectivo.

La ganadería, sector 2, (con 0.13) y el petróleo, sector 5, (con 0.18), son los que más contribuyen a los costos de agotamiento de los recursos naturales

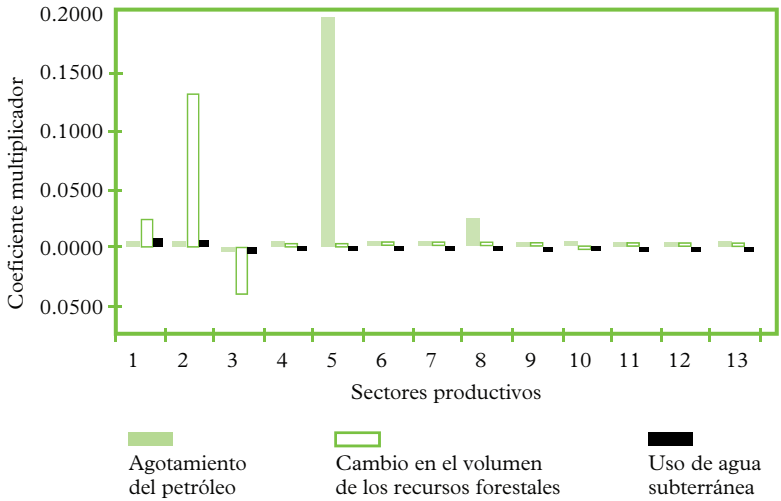
cuando se presenta una inyección monetaria exógena en esos sectores. Sin embargo, cuando tal estímulo monetario exógeno se canaliza a la silvicultura existe una reducción en los costos por agotamiento de los recursos naturales dado que existe una inversión destinada a mejorar el capital natural. Asimismo, si el gasto exógeno unitario se canaliza al sector 8 (electricidad, gas y agua) y al 11 (transporte, almacenamiento y comunicaciones), existe un incremento en los costos de deterioro ambiental con 0.35 y 0.38, respectivamente (figura II.1).

Figura II.1
Costos por agotamiento de los recuersos naturales y por degradación del ambiente de los sectores productivos ante un aumento de gasto exógeno



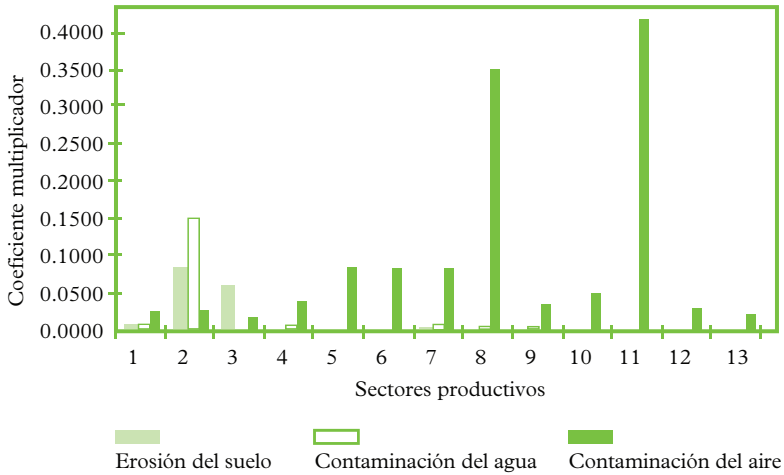
Una relación más detallada entre las actividades productivas y los elementos que forman parte de los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente se encuentra en las figuras II.2 y II.3. Obsérvese en la figura II.2 que la actividad ganadera (sector 2), el componente que más explica su contribución a los costos por agotamiento de los recursos naturales es el cambio en el volumen de los recursos forestales, por lo tanto, al destinarse un peso de gasto exógeno a este sector, la disminución de los recursos naturales será de aproximadamente 0.13 centavos, de los cuales casi 0.12 centavos se deberán a la deforestación.

Figura II.2
Relación entre sectores productivos y componentes del costo por agotamiento de los recursos naturales



La ganadería (figura II.3), en comparación con las demás actividades económicas, muestra los mayores multiplicadores en la erosión de suelo y contaminación del agua, ubicándose como la tercera actividad con mayor participación total en la degradación ambiental. Por su parte, la expansión de la actividad petrolera (sector 5), es principalmente la que tiene una mayor aportación en la caída de las reservas de crudo. Los sectores 11 (transporte, almacenamiento y comunicaciones) y 8 (electricidad, gas y agua) son los que más contribuyen a la contaminación del aire, que es prácticamente el único factor que define su participación en los costos por degradación del ambiente. La industria manufacturera (sector 7), aunque con un multiplicador relativamente bajo en el total de degradación del ambiente, es la segunda actividad productiva vinculada a una mayor contaminación del agua (figura II.3).

Figura II.3
Relación entre sectores productivos y componentes del costo por agotamiento de los recursos naturales



Con la información anterior es posible crear algunos escenarios de política para contestar ciertas interrogantes. Por ejemplo, ante una subida del gasto exógeno que incida en todos los sectores productivos, ¿cuál de los factores que forman parte de los activos económicos y ambientales no producidos se verá más afectado? Para contestar tal cuestionamiento, se supuso un aumento de 10% en el gasto de la cuenta de los hogares, gobierno, capital y exportaciones de manera independiente. Los efectos sobre los componentes en los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente se presentan en el cuadro II.4.

Los resultados revelan que cualquiera de las cuatro políticas de gasto que se realice, su efecto siempre será mayor en la contaminación del aire. En términos generales, la expansión del gasto de los hogares contribuyó en mayor medida al costo por agotamiento de los recursos naturales y por degradación ambiental, lo cual se debe a la dinámica que tuvo y tiene este gasto en la economía mexicana, que en proporción al PIB representa aproximadamente 70%. Por su lado, el crecimiento de las exportaciones incide significativamente en el agotamiento del petróleo, esto se explica por la importancia relativa que tienen todavía las exportaciones de crudo en la economía mexicana.

Cuadro II.4
Efecto en los componentes por costos de agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente de un aumento de 10% en el gasto exógeno (millones de pesos).

Recursos naturales y ambiente	Cuentas			
	Hogares	Gobierno	Capital	Exportaciones
Agotamiento del petróleo	943	63	280	2 527
Cambios en el volumen de los recursos forestales	849	132	274	526
Uso de agua subterránea	162	15	36	93
Erosión del suelo	671	41	175	399
Contaminación del agua	1 591	107	483	1 065
Contaminación del aire	35 111	2 139	3 849	5 294

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Los sectores de la ganadería y el petróleo, cuando reciben una inyección de gasto exógeno, son los que más influyen en los costos de agotamiento de los recursos naturales. Como es lógico, el aumento de la actividad petrolera repercute fundamentalmente en la caída de las reservas petroleras, mientras que la expansión de la actividad ganadera afecta los recursos forestales mediante la deforestación. Este último sector también tiene una participación importante en el deterioro ambiental, al tener multiplicadores de costos elevados en la erosión del suelo y la contaminación del agua.

Los sectores 11 (transporte, almacenamiento y comunicaciones) y 8 (electricidad, gas y agua) coadyuvan a una mayor contaminación del aire cuando reciben una unidad monetaria de alguna variable exógena. Los sectores 11 y 8, junto con la ganadería, son las actividades con mayores efectos en el ingreso nacional al aumentar el gasto en alguna variable exógena, pero también, fruto de ese aumento, son las que más aportan a la subida en los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente.

Un aumento relativo del gasto exógeno con influencia en todas las actividades económicas va a tener su principal efecto en el costo por degradación del ambiente, al causar que la contaminación del aire se eleve.

Los resultados sugieren la necesidad de diseñar una política ambiental orientada hacia los sectores 11 (transporte, almacenamiento y comunicaciones) y 8 (electricidad, gas y agua), que son los que más contribuyen al deterioro ambiental, y el sector 2 (ganadería) que aporta más al costo por agotamiento de los recursos naturales, sin que esto implique una restricción en el dinamismo económico de estos sectores.

La investigación muestra únicamente la influencia de la política económica –vía gasto exógeno–, sobre los recursos naturales y el ambiente; sin embargo, el gasto de los agentes económicos puede responder a otros factores. Por ejemplo, en el gasto de las familias inciden también las preferencias o riqueza de las mismas. Por simplicidad y metodología, el presente trabajo supone que esos factores permanecen constantes. El incorporar este supuesto permite analizar la contribución, aunque no la proporción, del impacto de la política económica en los recursos naturales y el ambiente.

El modelo desarrollado es estático, debido a que la estructura de la MCSA-MEX2001 es para un solo año (2001), por lo que su empleo es de corto a mediano plazo, lo cual limita el análisis para estudiar la relación dinámica entre crecimiento del ingreso per cápita y el mejoramiento ambiental a largo plazo mediante una curva en forma de U invertida –la curva ambiental de Kuznets (CAK)–. No obstante, como muestra Nadal (2007), la economía mexicana tardará, posiblemente, entre cuatro y siete décadas para alcanzar la zona máxima de intensidad ambiental y empezar la transición hacia mayores niveles de ingreso per cápita y disminución del deterioro ambiental como lo indica la CAK. Por tanto, tomando el contexto del estudio de Nadal, los resultados de la presente investigación dan evidencia concreta del agotamiento de los recursos ambientales y del deterioro ambiental que alcanzaría la economía mexicana al aumentar el ingreso en la etapa en que este aumento significará un mayor deterioro ambiental como lo establece la CAK.

CAPÍTULO III
Efectos de la política de liberalización comercial integral sobre los recursos naturales y el ambiente

Introducción

La finalidad de este capítulo es analizar el efecto que la eliminación arancelaria tiene en el uso de los recursos naturales y el ambiente mediante un modelo de equilibrio general computable. El primer paso consiste en presentar detalladamente los parámetros, las variables y las ecuaciones empleadas en el modelo, especificando cómo son integrados los recursos naturales y el ambiente. Posteriormente se realiza la simulación suponiendo cero aranceles en la economía, y se analizan la influencia de esta política sobre los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación ambiental.

Características del modelo

En este apartado se explica el modelo de equilibrio general que se aplicará, permenorizando las ecuaciones, las variables y los parámetros a utilizar. La parte económica del modelo construido en este estudio es similar a la forma estándar de los modelos de equilibrio general aplicable o computable (MEGA) para los países en desarrollo. En la construcción del MEGA se utilizó la versión desarrollada por Lofgren (2003a, 2003b) y Lofgren *et al.* (2002) del IFPRI (International Food Policy Research Institute). Sin embargo, a este modelo se le agregaron los recursos naturales y el ambiente como insumos intermedios. Los recursos naturales comprenden el agotamiento del petróleo, los cambios en el volumen de los recursos forestales y el uso del agua subterránea; estos recursos se emplean como insumos naturales en el proceso productivo; es decir, no incluyen ningún proceso productivo. El ambiente incluyó la degradación del suelo, agua y aire, los cuales son empleados directamente por las actividades

económicas, aunque sí se ven afectados por éstas. En el modelo, estos activos ambientales se integraron como insumos intermedios al proceso de producción por cuestión de análisis. Lo anterior permitió visualizar cómo se ve afectada la "cantidad demandada" al variar las actividades productivas. Las características básicas del modelo construido se describen a continuación.

- Cada productor representa una actividad. Se asume que los productores maximizan los beneficios, los cuales se definen como la diferencia entre los ingresos y los costos de los factores y los insumos productivos y ambientales. La maximización de los beneficios se restringe a una tecnología de producción en la cual se supone que los productores en cada actividad combinan producción doméstica e importaciones mediante el supuesto de Armington. A su vez la producción doméstica utiliza insumos intermedios –dentro de los cuales se incluyen los recursos naturales y el ambiente– y el valor agregado. El valor agregado se modela como una función Cobb Douglas con rendimientos constantes a escala, mientras que la demanda de insumos se determina de acuerdo a proporciones fijas mediante una función tipo Leontief.
- Como parte de la decisión de maximización de beneficios, cada actividad demanda factores de producción en el punto donde el ingreso marginal del producto de cada factor es igual a su precio (salario). En el modelo, las instituciones son representadas por las familias, las empresas, el gobierno y el resto del mundo. Las familias reciben sus ingresos indirectamente de las empresas, en pago a su aportación como factores de producción, y de las transferencias de otras instituciones. Las familias usan estos ingresos para pagar impuestos directos, ahorrar, consumir y hacer transferencias a otras instituciones. Las decisiones de consumo son modeladas de acuerdo a una función de utilidad de sistema lineal del gasto.
- Las empresas sirven como conducto entre la cuenta del factor capital y otras instituciones. Éstas reciben el ingreso del capital menos los pagos que hace el capital al resto del mundo, así como las transferencias gubernamentales. El ingreso de las empresas se destina a impuestos indirectos, ahorro y transferencias.
- Los ingresos del gobierno provienen de la suma de los impuestos que recaba y las transferencias de otras instituciones. El gobierno usa sus ingresos para adquirir bienes para su consumo y para hacer transferencias. El consumo del gobierno es fijo en términos reales mientras que las transferencias hacia otras instituciones son indexadas por el índice

de precios al consumidor (IPC). El ahorro del gobierno –la diferencia entre sus ingresos y gasto– es un residual flexible.

- Finalmente, se tiene al resto del mundo. Las transferencias pagadas entre el resto del mundo y las instituciones domésticas y factores son todos fijos en moneda extranjera. El ahorro externo –déficit de la cuenta corriente– es la diferencia entre los gastos e ingresos en moneda extranjera.

El modelo incluye tres equilibrios macroeconómicos: el balance del gobierno, el balance externo y el balance ahorro-inversión. En el balance del gobierno, el ahorro del gobierno –diferencia entre los ingresos gubernamentales corrientes y los gastos gubernamentales corrientes– es un residual flexible, mientras todas las tasas de impuestos son fijas. El balance externo se expresa en moneda extranjera. Se supone un tipo de cambio flexible, mientras el ahorro externo es fijo.

En el balance ahorro-inversión, el ahorro determina la inversión. El ahorro total es la suma del ahorro doméstico de las familias, el gobierno y el resto del mundo; este último expresado en moneda doméstica. El total de la inversión es la suma del gasto de inversión más una variable ficticia denominada Walras, que permite igualar el número de variables con el número de ecuaciones del modelo.

La producción doméstica se distribuye entre exportaciones y ventas domésticas bajo el supuesto de que los oferentes maximizan sus ingresos por ventas dado un nivel agregado de producción, esto está sujeto a la imperfecta transformabilidad entre exportaciones y ventas domésticas que se expresa por una función de elasticidad constante de transformación (CET). En los mercados internacionales, la demanda de exportaciones es infinitamente elástica dados los precios internacionales. El precio recibido por los oferentes domésticos de las exportaciones es expresado en moneda doméstica.

El modelo consta de 28 ecuaciones, divididas en cuatro bloques: precios, producción, instituciones y condiciones de equilibrio. En el cuadro III.1 se presentan la lista de notaciones, parámetros y variables que sirven como referencia al conjunto de ecuaciones que se describen a continuación.

Cuadro III. 1

Conjuntos	
Símbolo	Explicación
$a \varepsilon A$	actividades.
$c \varepsilon C$	productos.
$m \varepsilon URA$	recursos naturales y activos ambientales.
$c \varepsilon CM (\subset C)$	bienes importados.
$c \varepsilon CNM (\subset C)$	bienes no importados.
$c \varepsilon CE (\subset C)$	bienes exportados.
$c \varepsilon CNE (\subset C)$	bienes no exportados.
$f \varepsilon F$	factores.
$h \varepsilon H (\subset I)$	hogares.
$i \varepsilon I$	instituciones (hogares, gobierno y resto del mundo).
Parámetros	
Símbolo	Explicación
ad_a	parámetro de eficiencia de la función de producción.
aq_c	parámetro de desplazamiento de la función de la oferta compuesta (función Armigton).
at_c	parámetro de desplazamiento de la función de transformación del producto (CET).
cpi	índice de precios al consumidor.
$cwts_c$	peso relativo de cada bien en el índice de precios al consumidor (cpi).
ica_{ca}	cantidad de c como insumo intermedio por unidad de actividad a.
ima_{ma}	cantidad de m como insumo intermedio por unidad de actividad a.
mps_h	proporción del ingreso disponible de los hogares destinado al ahorro.
pwe_c	precio de exportación (moneda extranjera US$).
pwm_c	precio de importación (moneda extranjera US$).
qg_c	demanda del gobierno.

Cuadro III. 1 (continuación)

Parámetros

Símbolo	Explicación
$\overline{qinv_c}$	demanda de inversión en el año base.
$shry_{hf}$	proporción del ingreso proveniente del factor f hacia los hogares h.
te_c	impuesto a las exportaciones.
tm_c	aranceles a las importaciones.
tq_c	impuesto a las ventas.
$tr_{ii'}$	transferencias de la institución i´ a la institución i.
ty_h	impuesto al ingreso.
α_{fa}	participación en el valor agregado del factor f en la actividad a.
β_{ch}	participación del bien c en el consumo de los hogares h.
δ_c^q	parámetro de participación de la función de oferta compuesta (función Armington).
δ_c^t	parámetro de participación de la función de transformación (CET).
θ_{ac}	producción del bien c por unidad de actividad a.
ρ_c^q	exponente de la oferta compuesta (función Armington).
ρ_c^t	exponente de la función de transformación de la producción (CET).
σ_c^q	elasticidad de sustitución de la función de oferta compuesta (función Armington).
σ_c^t	elasticidad de transformación de la función de transformación del producto (CET).

Cuadro III. 1 (continuación)

Variables	
Símbolo	Explicación
EG	gastos del gobierno.
EXR	tipo de cambio en moneda doméstica por dólar.
FSAV	ahorro externo.
IADJ	factor del ajuste de las inversiones.
PA_a	precio para la actividad.
PD_c	precio doméstico de la producción doméstica.
PE_c	precio de exportación (en moneda doméstica).
PM_c	precio de importación (en moneda doméstica).
PQ_c	precio del bien compuesto.
VAP_a	valor agregado o precio neto de la actividad a.
PX_c	precio al productor.
QA_a	cantidad producida en actividad a.
QD_c	producción doméstica vendida en el mercado doméstico.
QE_c	exportaciones.
QF_{fa}	cantidad de demanda del factor f en la actividad a.
QFS_f	oferta total del factor f .
QH_{ch}	consumo de hogares.
$QINT_{ca}$	cantidad del bien c como materia prima de la actividad a.
$QINT_{ma}$	cantidad del bien m como materia prima de la actividad a.
$QINV_c$	demanda de inversiones.
QM_c	importaciones.
QQ_c	cantidad ofrecida para los demandantes del bien doméstico (oferta compuesta).
QX_c	producción doméstica.
WALRAS	variable ficticia (igual a cero en el equilibrio).
WF_f	salario promedio (precio en renta) del factor f.
$WFDIST_{fa}$	parámetro de distorsión del factor f en la actividad a.
YFh_f	transferencia del ingreso del factor f a los hogares h.
YG	ingresos del gobierno.
YH_h	ingresos de los hogares.

Bloque de precios

Se suponen calidades heterogéneas en los bienes de diversos orígenes y destinos (exportados, importados y la producción interna usada domésticamente). Este bloque consiste de seis ecuaciones en las que los precios modelados endógenamente están relacionados con otros precios (endógenos y exógenos) y otras variables del modelo. Los precios de importación y de exportación se definen de la siguiente manera:

Precios de las importaciones:

$$PM_c = (1 + tm_c) \cdot \quad \cdot \quad m_c$$

$$\begin{bmatrix} c \\ m \quad \tau \\ (\quad) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t \\ t \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} t \quad c \quad m \\ (\quad) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c \\ m \quad \tau \\ (\quad) \end{bmatrix}$$

Precios de las exportaciones:

$$PE_c = (1 - te_c) \cdot EXR \cdot pwe_c$$

$$\begin{bmatrix} precio \\ exportaciones \\ (pesos) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ajuste \\ tarifario \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} tipo\ de\ cambio \\ (pesos\ x\ dólar) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} precio \\ exportaciones \\ (dólar) \end{bmatrix}$$

La absorción –gasto total doméstico valorado a precios domésticos– es la suma del gasto de productos domésticos y consumo de productos importados, incluyendo un ajuste por el impuesto de las ventas. El precio compuesto, PQ_c, es pagado por los hogares, gobierno, productores e inversionistas en el mercado doméstico.

Absorción:

$$PQ_c \cdot QQ_c = \left[PD_c \cdot QD_c + (PM_c \cdot QM_c)_{|c \in CM} \right] (1 + tq_c)$$

$$[absorción] = \left(\begin{bmatrix} precio\ ventas \\ domesticas \quad \times \\ cantidad\ vendida \\ domestica \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} precio \\ importaciones \\ \times cantidad \\ importada \end{bmatrix} \right) \cdot \begin{bmatrix} ajuste\ al \\ impuesto\ de \\ las\ ventas \end{bmatrix}$$

El valor de la producción doméstica a precios de productor es igual a la suma de la producción doméstica vendida en el mercado doméstico y el valor de las exportaciones en moneda local.

Valor de la producción doméstica:

$$PX_c \cdot QX_c = PD_c \cdot QD_c + (PE_c \cdot QE_c)_{|c\varepsilon CE}$$

$$\begin{bmatrix} \textit{precios del} \\ \textit{productor x} \\ \textit{cantidad producida} \\ \textit{domésticamente} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \textit{precio de ventas} \\ \textit{domésticas x cantidad} \\ \textit{vendida en el mercado} \\ \textit{local} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \textit{precio de las} \\ \textit{exportaciones} \\ \textit{x cantidad} \\ \textit{exportada} \end{bmatrix}$$

Por último, para este bloque se añaden el precio de las actividades productivas y el valor agregado, este último precio es igual a la actividad productiva menos los costos intermedios, que incluyen los costos ambientales. Como el valor agregado está en función del precio del productor, entonces los recursos naturales y el ambiente son fijados a este último precio.

Precio de las actividades:

$$PA_a = \sum_{c\varepsilon C} PX_c \cdot \theta_{ac}$$

$$\begin{bmatrix} \textit{precio de la} \\ \textit{actividad} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \textit{precio del} \\ \textit{productor x} \\ \textit{rendimiento de la} \\ \textit{producción} \end{bmatrix}$$

Precio neto o valor agregado:

$$PVA_a = PA_a - \sum_{c\varepsilon C} PQ_c \cdot ica_{ca} - \sum PA_c ima_{ca}$$

$$\begin{bmatrix} \textit{precio} \\ \textit{valor} \\ \textit{agregado} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \textit{precio de la} \\ \textit{actividad} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \textit{costos de los} \\ \textit{insumos} \\ \textit{x unidad} \\ \textit{de actividad} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \textit{costos de los} \\ \textit{recursos naturales} \\ \textit{y el ambiente} \\ \textit{x unidad de actividad} \end{bmatrix}$$

Bloque de producción y productos

Este bloque es integrado por diez ecuaciones y abarca cuatro categorías: la producción doméstica y el uso de insumos (incluye los recursos naturales y el ambiente); la distribución de la producción doméstica en el mercado doméstico, en consumo interno y exportaciones; la agregación de la oferta en el mercado doméstico (integrada por las importaciones y la producción doméstica vendida en el mercado interno) y la definición de demanda para el intercambio de insumos que es generado por el proceso de distribución.

La función de producción es la clásica de Cobb Douglas. La producción está en función de los factores productivos y de los parámetros α_{fa} y *ad*, el primero mide la respuesta de la actividad *a* ante variaciones de los factores (elasticidades), y el segundo mide el volumen de actividad a que se obtiene al utilizar una unidad de cada factor (productividad del factor).

Función de producción:

$$QA_a = ad_a \cdot \prod_{f \varepsilon F} QF_{fa}^{a_{fa}}$$

$$\begin{bmatrix} nivel\ de \\ actividad \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} factores\ de \\ producción \end{bmatrix}$$

La demanda de factores por las actividades se da en un punto donde el costo marginal de cada factor es igual al ingreso marginal de producto.

Demanda de factores:

$$WF_f \cdot = \frac{a_{fa} \cdot PVA_a \cdot QA_a}{QF_{fa}}$$

$$\begin{bmatrix} costo\ marginal \\ del\ factor\ f\ en \\ la\ \ actividad\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ingreso\ del \\ producto\ marginal \\ del\ factor\ f\ en\ la \\ actividad\ a \end{bmatrix}$$

Por razones metodológicas la demanda intermedia se divide en dos: la demanda de insumos de bienes que está en función de las actividades productivas, y representa la forma tradicional en que los insumos productivos son incorporados a la función de producción en los modelos de equilibrio general estándar y la demanda de los recursos naturales y el ambiente como insumos intermedios por las actividades económicas. En las dos ecuaciones la demanda intermedia depende del nivel de actividad. El hecho de que la demanda intermedia no se presente en una sola ecuación sirve para distinguir los insumos intermedios que surgen del proceso de producción, de aquellos insumos que son utilizados o se ven afectados en la producción de bienes, pero que no nacen de proceso productivo alguno.

Demanda intermedia:

$$QINT_{ca} = ica_{ca} \cdot QA_a$$

$$\begin{bmatrix} demanda \\ intermedia \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} nivel\ de \\ actividad \end{bmatrix}$$

$$QIN_{ma} = ima_{ma} \cdot QA_a$$

$$\begin{bmatrix} demanda \\ intermedia \\ de\ recursos\ naturales \\ y\ activos\ ambientales \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} nivel\ de \\ actividad \end{bmatrix}$$

La elaboración de bienes por parte de las actividades productivas representa la producción doméstica. Mientras que la oferta agregada es la cantidad de producto disponible para la demanda interna. El bien doméstico no es sustituto perfecto del bien importado, el grado de substitución se estima mediante una elasticidad de substitución constante (ESC).

Función producción doméstica:

$$QX_c = \sum_{a \in A} \theta_{ac} \cdot QA_a$$

$$\begin{bmatrix} producción \\ doméstica \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} nivel\ de \\ actividad \end{bmatrix}$$

Función oferta agregada (Armington):

$$QQ_c = aq_c \cdot (\delta_c^q \cdot QM_c^{-\rho_c^q} + (1-\delta_c^q) \cdot QD_c^{-\rho_c^q})^{\frac{-1}{\rho_c^q}}$$

$$\begin{bmatrix} composición\ de \\ la\ oferta \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} cantidad\ importada, \\ uso\ \ de\ la \\ producción\ doméstica \end{bmatrix}$$

Annabi *et al.* (2006) hacen una revisión de la literatura de los diferentes tipos de elasticidades utilizadas en los modelos de equilibrio general computable para países en desarrollo. De ese trabajo se extrajeron las estimaciones hechas para México de Roland-Holst *et al.* en 1994,[1] Sobarzo (1991) y Huff *et al.* (1997).[2] El cuadro III.2 muestra los valores de los parámetros ESC utilizados en este trabajo.

1 El trabajo al cual se refiere Annabi *et al.* es Roland-Holst, D.W., K. A. Reinert, y Shiells (1994). A General Equilibrium Analysis of North American Economic Integration, in Modeling Trade Policy: Applied General Equilibrium Assessment of North American Free Trade, ed. J. F. Francois, and C.R. Shiells. New York, Cambridge University Press, pp. 47-82.

2 Las estimaciones presentadas en este trabajo pertenecen al proyecto SALTER, que es un modelo de equilibrio general aplicado a la economía mundial, desarrollado por la Industry Commission en Canberra, Australia.

Cuadro III.2
Elasticidad constante de sustitución por sector económico

Sectores	CES (elasticidad constante de sustitución)	Fuente
Agricultura	2,25	Roland-Holst
Ganadería	2,80	Huff *et al.*
Silvicultura	0,78	Roland-Holst
Caza y Pesca	2,80	Huff *et al.*
Petróleo	0,58	Roland-Holst
Resto de la minería	0,50	Sobarzo
Industria manufacturera	0,62	Roland-Holst
Electricidad, gas y agua	2,80	Huff *et al.*
Construcción	1,90	Huff *et al.*
Comercio, restaurantes y hoteles	1,20	Roland-Holst
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	1,20	Roland-Holst
Otros servicios, excepto administración pública	1,90	Huff *et al.*
Administración pública	1,90	Huff *et al.*

Elaboración basada en Annabi *et al.* (2006).

Las cantidades importadas (QM_c) están inversamente relacionadas con los precios de importación. Observe en la ecuación que ante un aumento en la tasa precio doméstico-importado se genera un incremento en la tasa importaciones-demanda doméstica. Esta ecuación, junto con la absorpción y la función oferta agregada, constituyen las condiciones de primer orden para la minimización de costos dado los precios domésticos y de importación sujetos a la función Armington y a una cantidad fija del bien compuesto.

Tasa importaciones-demanda doméstica:

$$\frac{QM_c}{QD_c} = \left(\frac{PD_c}{PM_c} \cdot \frac{\delta_c^q}{1-\delta_c^q} \right)^{\frac{1}{1+\rho_c^q}}$$

$$\begin{bmatrix} tasa\ importaciones - \\ demanda\ doméstica \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} tasa\ precios \\ domésticos - precios \\ de\ las\ importaciones \end{bmatrix}$$

Para bienes que no son importados, la oferta agregada es igual a la producción doméstica.

Oferta agregada para bienes no importados:

$$QQ_c = QD_c$$

$$\begin{bmatrix} composición\ de \\ la\ oferta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} uso\ de\ la \\ producción\ doméstica \end{bmatrix}$$

La siguiente ecuación expresa la imperfecta transformación entre las exportaciones y ventas domésticas. Es decir, la producción doméstica se canaliza tanto al mercado interno como a las exportaciones; sin embargo, el bien domestico no es sustituto perfecto del exportado. El grado de substitución se calcula a través de la función de elasticidad de substitución de transformación (EST).

Función producto transformación (EST):

$$QX_c = at_c \cdot (\delta_c^t \cdot QE_c^{\rho_c^t} + (1-\delta_c^t) \cdot QD_c^{\rho_c^t})^{\frac{1}{\rho_c^t}}$$

$$\begin{bmatrix} producción \\ doméstica \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} cantidad\ exportada, \\ uso\ de\ la \\ producción\ doméstica \end{bmatrix}$$

Al igual que en el caso de las ESC, la determinación de los valores de las EST se obtuvieron de estimaciones realizadas en otros trabajos. El cuadro III.3 presenta las estimaciones de los parámetros EST que tienen las actividades económicas y la fuente de información de donde provienen los valores. Los

estudios donde aparecen los valores de estos parámetros se citan en el trabajo de Annabi *et al.* (2006).

Cuadro III.3
Elasticidad constante de transformación por sector económico

Sectores	CET (elasticidad constante de transformación)	Fuente
Agricultura	3,78	Roland-Holst
Ganadería	0,33	Kapuscinki
Silvicultura	1,05	Roland-Holst
Caza y pesca	0,87	Sadoulet
Petróleo	0,89	Roland-Holst
Resto de la minería	0,60	Devarajan
Industria manufacturera	0,50	Roland-Holst
Electricidad, gas y agua	2,00	Sobarzo
Construcción	0,40	Devarajan
Comercio, restaurantes y hoteles	1,10	Roland-Holst
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	1,10	Roland-Holst
Otros servicios, excepto administración pública	0,40	Devarajan
Administración pública	1,50	Lofgren

Fuente: elaboración basada en Annabi *et al.* (2006.)

La combinación óptima entre exportaciones y ventas domésticas se detalla en la siguiente ecuación. Las cantidades exportadas (QE_c) están directamente relacionadas con los precios de exportación. Además, esta ecuación aunada a las ecuaciones de oferta agregada para bienes no importados y la función producto transformación, constituyen las condiciones de primer orden para la maximización del ingreso de los productores dado los precios domésticos y de exportación sujetos a una función EST y a una cantidad fija de la producción doméstica.

Tasa exportaciones-oferta doméstica:

$$\frac{QE_c}{QD_c} = \left(\frac{PE_c}{PD_c} \cdot \frac{1-\delta_c^t}{\delta_c^t} \right)^{\frac{1}{\rho_c^t - 1}}$$

$$\begin{bmatrix} tasa\ exportaciones - \\ oferta\ doméstica \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} tasa\ precios \\ de\ las\ exportaciones - \\ precios\ domésticos \end{bmatrix}$$

Para bienes que no son exportados, su producción doméstica es igual a la producción doméstica vendida en el mercado interno.

Transformación producto para bienes no exportables:

$$QX_c = QD_c$$

$$\begin{bmatrix} oferta \\ doméstica \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ventas\ de\ la \\ producción \\ doméstica \end{bmatrix}$$

Bloque de instituciones

El bloque de instituciones lo conforman seis ecuaciones en las cuales se presentan las fuentes de ingreso y gastos de las familias, las empresas y el gobierno.

La siguiente ecuación muestra las transferencias que reciben las familias de los factores de la producción.

Ingreso de los factores:

$$YF_{hf} = shry_{hf} \cdot \sum_{a \varepsilon A} WF_f \cdot WFDIST_{fa} \cdot QF_{fa}$$

$$\begin{bmatrix} transferencias\ del \\ ingreso\ de\ los \\ factores\ a\ las \\ familias \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} participación\ en\ el \\ ingreso\ de\ las \\ familias \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} factor \\ ingreso \end{bmatrix}$$

El ingreso de los hogares proviene de los salarios, rentas y transferencias.

Ingreso de los hogares:

$$YH_h = \sum_{f \in F} YF_{hf} + tr_{h,\,gov} + EXR \cdot tr_{h,\,row}$$

$$\begin{bmatrix} \text{ingreso de} \\ \text{los hogares} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{factor} \\ \text{ingreso} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{transferencias del} \\ \text{gobierno y resto} \\ \text{del mundo} \end{bmatrix}$$

La demanda de bienes de los hogares aparece en la siguiente ecuación.

Consumo de los hogares:

$$QH_{ch} = \frac{\beta_{ch} \cdot (1 - mps_h) \cdot (1 - ty_h) \cdot YH_h}{PQ_c}$$

$$\begin{bmatrix} \text{demanda de} \\ \text{los hogares} \\ \text{del bien } c \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} \text{ingreso de los hogares,} \\ \text{precio compuesto} \end{bmatrix}$$

La demanda de inversión es la cantidad de inversión del año base multiplicada por un factor de ajuste, este último es exógeno.

Demanda de inversión:

$$QINV_c = \overline{qinv_c} \cdot IADJ$$

$$\begin{bmatrix} \text{demanda de} \\ \text{inversión para} \\ \text{el bien } c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{inversión del} \\ \text{año base } x \\ \text{factor de} \\ \text{ajuste} \end{bmatrix}$$

El ingreso total del gobierno está conformado por sus ingresos provenientes de los impuestos más las transferencias del resto del mundo.

Ingresos del gobierno:

$$YG = \sum_{h \varepsilon H} ty_h \cdot YH_h + EXR \cdot tr_{gov,\, row} + \sum_{c \varepsilon C} tq_c \cdot (PD_c \cdot QD_c + (PM_c \cdot QM_c)_{|c \varepsilon CM})$$

$$+ \sum_{c \varepsilon CM} tm_c \cdot EXR \cdot pwm_c \cdot QM_c + \sum_{c \varepsilon CE} te_c \cdot EXR \cdot pwe_c \cdot QE_c$$

$$\begin{bmatrix} ingresos\ del \\ gobierno \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} impuestos \\ directos \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} transferencias\ del \\ resto\ del\ mundo \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} impuesto \\ ventas \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} tarifas \\ importaciones \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} impuesto \\ exportaciones \end{bmatrix}$$

El gasto total del gobierno es la suma de sus gastos en consumo y las transferencias que realiza a las familias.

Gastos del gobierno:

$$EG = \sum_{h \varepsilon H} tr_{h,\, gov} + \sum_{c \varepsilon C} PQ_c \cdot qg_c$$

$$\begin{bmatrix} gastos\ del \\ gobierno \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} transferencias \\ familias \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} consumo \\ gobierno \end{bmatrix}$$

Bloque de restricciones al sistema (ecuaciones de equilibrio)

Las condiciones de equilibrio están compuestas por cinco ecuaciones: dos de ellas expresan micro restricciones en el equilibrio de los mercados de productos y factores, otras dos muestran las macro restricciones en el equilibrio del sector externo y del ahorro-inversión y la última ecuación establece que el modelo es homogéneo de grado cero en los precios y que el precio agregado es igual a uno.

La oferta de trabajo y capital son iguales a su demanda. Existe libre movilidad del factor trabajo entre actividades. Además, el capital asignado es específico para cada actividad.

Mercado de factores:

$$\sum_{a \varepsilon A} QF_{fa} = QFS_f$$

$$\begin{bmatrix} demanda\ del \\ factor\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} oferta\ del \\ factor\ f \end{bmatrix}$$

En el mercado de productos hay igualdad entre las cantidades ofrecidas y demandadas del bien compuesto. El lado de la demanda incluye términos endógenos. El equilibrio en este mercado se da mediante cambios relativos en los precios domésticos.

Mercado de productos:

$$QQ_c = \sum_{a \varepsilon A} QINT_{ca} + \sum_{h \varepsilon H} QH_{ch} + qg_c + QINV_c$$

$$\begin{bmatrix} composición \\ de\ la\ oferta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} composición\ de\ la \\ demanda;\ suma \\ demanda\ intermedia, \\ de\ hogares, del\ gobierno, \\ de\ la\ inversión \end{bmatrix}$$

La cuenta corriente impone la restricción de igualdad de las ganancias y los gastos de divisas del país. El ahorro externo (FSAV) es igual al déficit de la cuenta corriente y se asume como fijo.

Balanza de la cuenta corriente:

$$\sum_{c \varepsilon C} pwe_c \cdot QE_c + \sum_{i \varepsilon I} tr_{i,\,row} + FSAV = \sum_{c \varepsilon CM} pwm_c \cdot QM_c$$

$$\begin{bmatrix} ingreso \\ exportaciones \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} transferencias\ del \\ resto\ del\ mundo\ a \\ familias\ y\ gobierno \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} ahorro \\ externo \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} gasto \\ importaciones \end{bmatrix}$$

El ahorro y la inversión total son iguales. El ahorro total es la suma del ahorro de las familias, gobierno y resto del mundo, este último expresado en

moneda local. La inversión total es el gasto de inversión más una variable ficticia llamada WALRAS, en equilibrio esta última variable es igual a cero.

Balanza ahorro-inversión:

$$\sum_{h \varepsilon H} mps_h \cdot (1 - ty_h) \cdot YH_h + (YG - EG) + EXR \cdot FSAV = \sum_{c \varepsilon C} PQ_c \cdot QINV_c + WALRAS$$

$$\begin{bmatrix} ahorro \\ familias \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} ahorro \\ gobierno \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} ahorro \\ externo \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} gasto \\ inversión \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} WALRAS \\ variable \\ ficticia \end{bmatrix}$$

La última ecuación del modelo es el precio del numerario. Teóricamente implica que el modelo es homogéneo de grado cero en los precios y que el precio agregado es igual a uno.

Normalización de los precios:

$$\sum_{c \varepsilon C} PQ_c \cdot cwts_c = cpi$$

$$\begin{bmatrix} precios \\ ponderados \end{bmatrix} = [CPI]$$

El modelo fue construido y calibrado con la ayuda del paquete de cómputo GAMS (General Algebraic Modeling System). La calibración resultó aceptable y proporcionó el equilibrio inicial sobre el cual se aplicó la simulación. La eliminación de aranceles en la economía mexicana fue el escenario utilizado en la simulación por los siguientes motivos:

1) En las negociaciones del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) se acordó que a partir del año 2008 algunos de los bienes y servicios, que se han mantenido protegidos desde la entrada en vigor de este acuerdo comercial, tendrán que eliminar sus aranceles. Dado que es una política de próxima aplicación en México, se analizaron sus efectos sobre los recursos naturales y el ambiente.
2) En la mayor parte de la literatura revisada se encontró que las investigaciones que analizan los efectos del TLCAN lo hacen sobre sus impactos sectoriales y el bienestar de la población; sin embargo, son contados los estudios que examinan los impactos ambientales

del acuerdo comercial entre México, Estados Unidos y Canadá. De ahí que utilizar esta política en la simulación permitió dar un enfoque, además de novedoso, de un fenómeno que no se ha estudiado plenamente y que es importante en el desarrollo sustentable de la economía mexicana.

Resultados y discusión

Los resultados muestran un escaso impacto de la política de cero aranceles en las variables económicas (cuadro III.4). Esto se explica porque la caída más significativa de las tarifas arancelarias se dio en los años ochenta y noventa con la culminación de la entrada de México al GATT (hoy Organización Mundial del Comercio, OMC) y con la firma del TLCAN (Chapa, 2000).

Cuadro III.4
Efectos de la eliminación arancelaria sobre las variables macroeconómicas

Variable	Cambio porcentual
Producto Interno Bruto	0,30
Consumo privado	0,83
Consumo del gobierno	0,42
Inversión	0,28
Exportaciones	1,15
Importaciones	2,35

Fuente: elaboración propia.

Como es de suponerse, la política de cero aranceles implica que los precios de las importaciones disminuyan, y por tanto, las importaciones en bienes y servicios aumenten en 2.35%. Sin embargo, este gasto mayor presiona a que el tipo de cambio se deprecie ligeramente de 1 a 1.026, lo que lleva a una elevación en las exportaciones de bienes y servicios en 1.15%. El mayor dinamismo de las importaciones y exportaciones implica que la inversión, el consumo privado y público se eleven en 0.28%, 0.83% y 0.42%, respectivamente. El incremento en estas variables macroeconómicas da como resultado una expansión del PIB en 0.3%.

El crecimiento de la demanda agregada repercutió en un incremento en los demás precios de la economía. Los precios domésticos crecieron en

0.29%, mientras que el precio de las actividades y del productor aumentaron en 0.33% y 0.30%. La variación de estos dos últimos precios originó que el precio neto o valor agregado creciera en 0.60%. El cambio en el precio neto y el leve repunte global de la actividad productiva presionaron para que los precios de los factores productivos –trabajo y capital– se elevaran 0.6% y, como es de esperarse, el ingreso de los factores también se favorece positivamente. El cambio en el ingreso del factor capital (0.59%) es ligeramente mayor al del factor trabajo (0.55%).

Como resultado del aumento en los ingresos que percibieron los factores productivos, las familias mejoraron sus ingresos en 0.56%. En contraste, la eliminación de los aranceles afectó los ingresos del gobierno, los cuales disminuyeron 4.7%.

Un efecto relevante ocurrió a nivel sectorial, la agricultura, la construcción, otros servicios y la administración pública experimentaron ligeros descensos en su nivel de actividad y por lo mismo en su producción doméstica y en la venta en el mercado interno de esta producción (cuadro III.5). Sin embargo, la oferta compuesta de estos bienes, conformada por las importaciones y la venta de la producción doméstica se incrementó; es decir, el efecto adverso sobre las actividades mencionadas se explica por las mayores importaciones que realizan estos sectores.

Cuadro III.5
Efectos de la liberalización comercial sobre los sectores productivos

Sectores	Cambio porcentual (producción doméstica)	Cambio porcentual (venta producción doméstica)	Cambio porcentual (oferta compuesta)
Agricultura	-0,157	-0,222	0,220
Ganadería	0,127	0,125	0,198
Silvicultura	0,157	0,157	0,161
Caza y pesca	0,125	0,275	0,291
Petróleo	0,205	0,180	0,180
Resto de la minería	0,131	0,128	0,127
Industria manufacturera	0,176	0,122	0,343
Electricidad, gas y agua	0,194	0,188	0,163
Construcción	0,014	0,004	0,014
Comercio, restaurantes y hoteles	0,129	0,129	0,166

Cuadro III.5 (continuación)

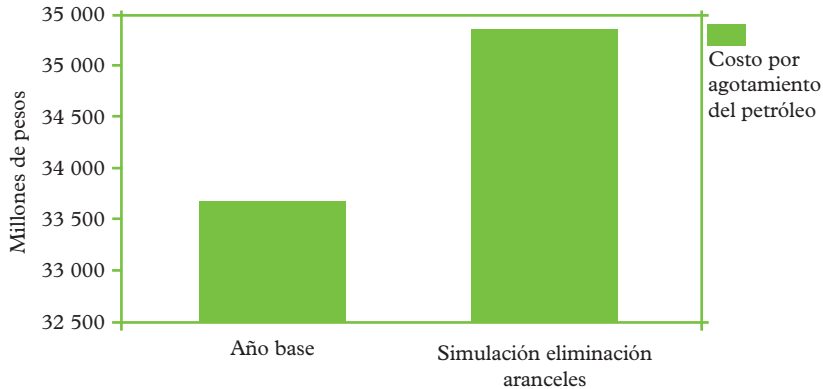
Sectores	Cambio porcentual (producción doméstica)	Cambio porcentual (venta producción doméstica)	Cambio porcentual (oferta compuesta)
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,034	0,034	0,234
Otros servicios, excepto administración pública	-0,470	-0,470	0,253
Administración pública	-0,331	-0,331	0,090

Fuente: elaboración propia.

Estos efectos sectoriales también influyeron en la demanda intermedia que realizan las actividades económicas y, como es de suponerse, los sectores económicos que presentaron una expansión contribuyeron a un mayor agotamiento de los recursos naturales y degradación del ambiente. A continuación se presenta, de manera detallada, el efecto que tiene la eliminación arancelaria sobre los recursos naturales –agotamiento del petróleo, cambios en el volumen de los recursos forestales y uso de agua subterránea–, y el ambiente –erosión del suelo, contaminación del agua y aire–.

La figura III.1 muestra cómo el agotamiento del petróleo aumenta cuando se sigue la política de cero aranceles en la economía mexicana. En promedio, los costos de agotamiento de este recurso aumentaron en 0.20%, lo cual se explica por el incremento de las exportaciones de este sector en 0.22%, y al crecimiento que tiene en la demanda como insumo por los demás sectores productivos.

Figura III.1
Efectos de la eliminación arancelaria sobre los costos por agotamiento del petróleo



La influencia de la eliminación arancelaria sobre el volumen de los recursos forestales se presenta en el cuadro III.6. No obstante, las tasas de crecimiento que se presentan (cuadro III.6) difieren cualitativamente en cuanto a sus efectos en los activos forestales. La expansión de la actividad ganadera se realizó principalmente mediante el desmonte de los bosques, como lo implican sus mayores costos por agotamiento de los activos forestales, expuestos en la figura III.2. En contraste, el sector silvícola exhibió costos por agotamiento negativos (figura III.3), lo que sugiere acciones o factores positivos que mejoran el desempeño de este activo natural.

Cuadro III.6
Variación porcentual en el volumen de los recursos forestales al aplicarse un arancel cero

Actividades	Cambio porcentual
Agricultura	-0,15
Ganadería	0,83
Silvicultura	0,26
Construcción	0,02
Administración pública	-0,33

Fuente: elaboración propia.

Figura III.2
Efectos de la eliminación arancelaria sobre el volumen de los recursos forestales (ganadería)

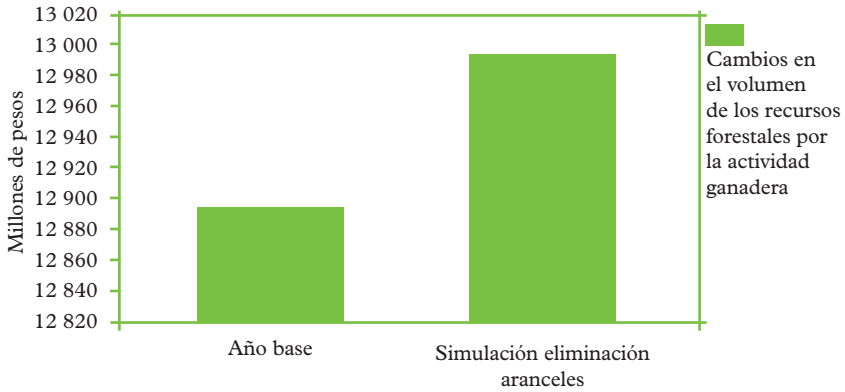
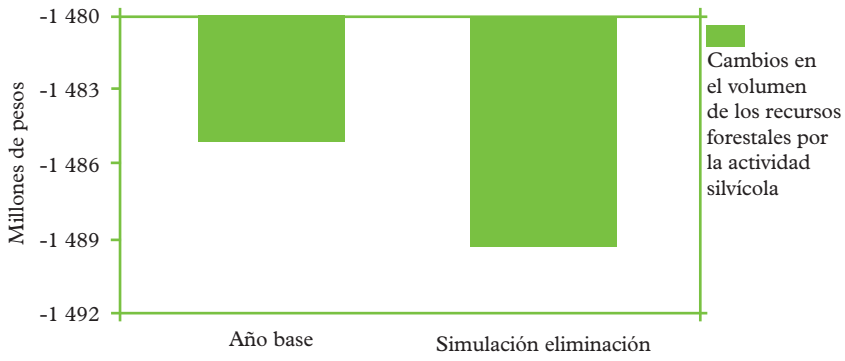


Figura III.3
Efectos de la eliminación arancelaria sobre el volumen de los recursos forestales (silvicultura)



Los cambios relativos en la explotación del agua subterránea que provocan la expansión de las actividades productivas se presentan en el cuadro III.7, en donde se observa que la industria manufacturera y la ganadería muestran tasas de crecimiento positivas en los costos por agotamiento en el uso de este recurso natural (figuras III.4 y III.5). La agricultura, que en términos absolutos

es uno de los sectores que mayor agua consume, presenta una caída relativa en la cantidad demandada de este recurso, por la disminución de su actividad productiva.

Cuadro III.7
Variación porcentual en el costo por agotamiento del uso de agua subterránea al aplicarse un arancel cero

Actividades	Cambio porcentual
Agricultura	-0,15
Ganadería	0,83
Industria manufacturera	0,86
Otros servicios, excepto administración pública	-0,47
Administración pública	-0,33

Fuente: elaboración propia.

Figura III.4
Efectos de la eliminación arancelaria sobre el costo por agotamiento en el uso de agua subterránea (industria manufacturera)

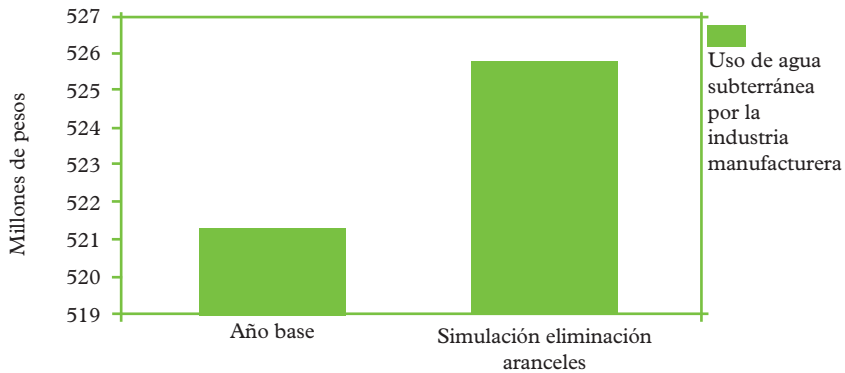
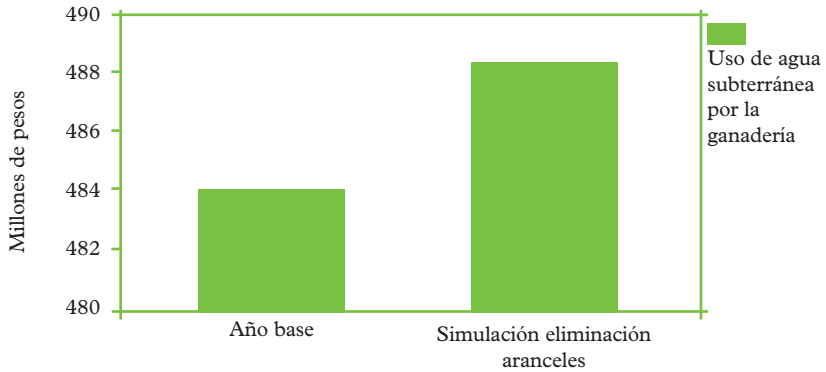


Figura III.5
Efectos de la eliminación arancelaria sobre el costo por agotamiento en el uso de agua subterránea (ganadería)



Las tres actividades productivas que más aportaron a la contaminación del suelo, específicamente a la erosión, en el orden que aparecen, son: la ganadería, la silvicultura y la agricultura. La erosión del suelo se profundizó en la ganadería y la silvicultura, lo cual puede deberse al crecimiento de estas actividades productivas al darse la eliminación arancelaria; sin embargo, la degradación del suelo se revirtió ligeramente en el sector agrícola debido probablemente al efecto adverso que le originó la política comercial aplicada (cuadro III.8). Las figuras III.6 y III.7 ilustran los costos de degradación del suelo, en ellas se observa cómo el sector ganadero produce costos que casi cuadruplican a los del sector silvícola. Estos costos mayores, aunados a su mayor tasa de crecimiento por degradación del recurso (0.83%), implican que cuando se expande el sector agrícola, sus efectos adversos en el suelo son mucho mayores que aquellos que se presentan en la silvicultura.

Cuadro III.8
Variación porcentual en los costos por erosión del suelo al aplicarse un arancel cero

Actividades	Cambio porcentual
Agricultura	-0,05
Ganadería	0,83
Silvicultura	0,26

Fuente: elaboración propia.

Figura III.6
Efectos de la eliminación arancelaria sobre el costo por degradación del suelo (ganadería)

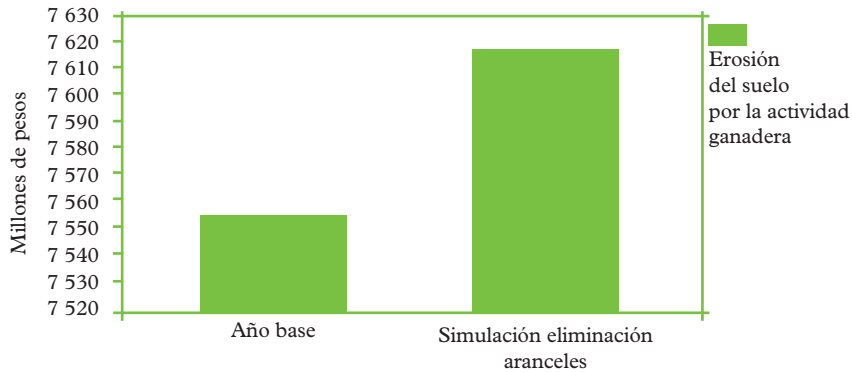
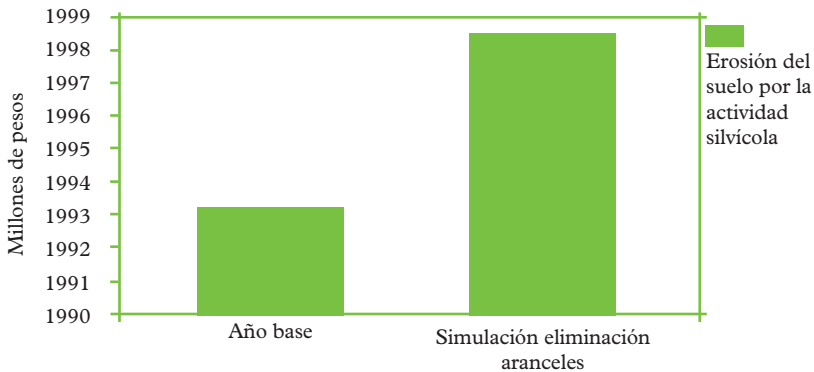


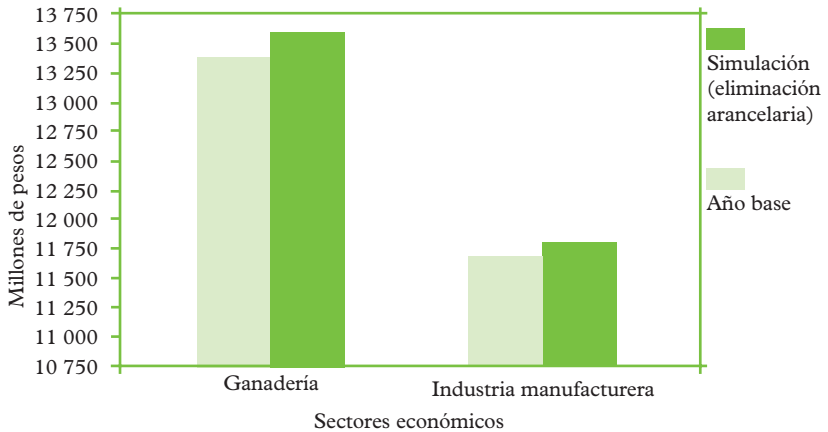
Figura III.7
Efectos de la eliminación arancelaria sobre el costo por degradación del suelo (silvicultura)



De acuerdo al Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (2004), la ganadería y la industria manufacturera son los sectores que en su proceso de producción ocasionan contaminación del agua. La liberalización comercial integral llevó a un pequeño incremento en el nivel de actividad de estos sectores y, como consecuencia, la degradación de este recurso ambiental se elevó en 0.65% (ganadería) y 0.94% (industria manufacturera). La figura

III.8 presenta los costos por degradación del agua en que incurren ambas actividades productivas.

Figura III.8
Efectos de la eliminación arancelaria en los costos por contaminación del agua en la ganadería e industria manufacturera



El cuadro III.9 presenta el incremento en la degradación del aire por parte de los sectores económicos al darse la política de cero aranceles. Puede verse cómo tres industrias (petróleo, electricidad, gas y agua, y manufacturas) tienen prácticamente las mismas tasas de crecimiento en la contaminación del aire. Dado que el sector electricidad, gas y agua tienen los mayores costos por degradación de este elemento ambiental, este sector productivo es el que más contribuyó a la contaminación del aire.

Cuadro III.9
Aumento en los costos por contaminación del aire al aplicarse una política comercial de cero aranceles

Actividades	Cambio porcentual
Petróleo	0,20
Industria manufacturera	0,18
Electricidad, gas y agua	0,19
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,14
Otros sevicios, excepto administración pública	-0,37

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Los impactos de la liberalización comercial plena sobre los costos por agotamiento y por degradación para los sectores económicos se puede resumir de la siguiente manera:

- Con la eliminación arancelaria, el sector petrolero se expande, lo cual se debe a mayores exportaciones y a que la cantidad demandada como insumo intermedio aumenta por parte de las actividades económicas que ganan con la liberalización comercial. Como resultado, los costos por agotamiento del ritmo de explotación del recurso aumentan (0.20%) y el costo por contaminación del aire que genera el sector crece (0.20%).
- Un sector ganador de la política comercial de cero aranceles es la ganadería, con un crecimiento en su nivel de actividad y de sus exportaciones de 0.12% y 0.19%. Pero, su crecimiento e intensificación productiva involucran una mayor demanda de tierras para pastoreo (0.83%), una afectación en la calidad del suelo (0.83%) y un costo mayor por contaminación del agua (0.83%). Esto coloca al sector como una actividad económica que al crecer agota los recursos forestales (desmonte de bosques) y degrada la tierra y el agua (erosión del suelo y contaminación del agua).
- La industria manufacturera aumenta su producción y nivel de actividad en 0.17%, sus exportaciones crecen 0.29%, como resultado de la política comercial de eliminación de aranceles. Sin embargo, su leve dinamismo económico involucra costos mayores por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente. La extracción de agua subterránea para el uso de esta actividad productiva se eleva en 0.86%; mientras que la mayor degradación ambiental que origina el sector se manifiesta en incrementos en los costos por contaminación del agua y aire en 0.86 y 0.18%.
- El sector electricidad, agua y gas, también se ve favorecido con el desmantelamiento de los aranceles, ya que crece su nivel de actividad (0.19%) y sus exportaciones (0.65%). En el aspecto ambiental, el crecimiento del sector ocasiona un aumento en el costo por contaminación del aire en 0.19%.
- Transporte, almacenamiento y comunicaciones constituyen otra actividad productiva afectada positivamente por la liberalización completa comercial. Su nivel de actividad se eleva en 0.12% y las

exportaciones en 0.09%. El leve dinamismo económico del sector produce mayor degradación ambiental al generar más costos por la contaminación del aire.

- La silvicultura es un sector que se beneficia de la liberalización comercial integral. Esta actividad crece en 0.15% y sus exportaciones en 0.11%. Sin embargo, su crecimiento económico no implica, en términos netos, un agotamiento de los recursos forestales, debido a que el incremento corriente de los bosques en el sector supera al desmonte y la producción maderable del sector silvícola. El saldo de esta situación es un costo negativo por degradación del recurso por parte de la silvicultura. Aunque si se hace un balance general de los efectos sobre el volumen de los recursos forestales debidos al aumento en la actividad económica de los sectores al darse la liberalización completa comercial, el resultado es un mayor agotamiento de estos recursos forestales debido a que su utilización económica, principalmente por la ganadería y en menor medida la construcción, superan a la acumulación de este recurso lograda en la actividad silvícola.
- La actividad agrícola prácticamente no se vio favorecida con la liberalización comercial integral, su nivel de actividad cayó ligeramente en 0.21%, y aunque sus exportaciones aumentaron (0.32%), sus importaciones crecieron en mayor medida (2.44%). El escaso dinamismo económico del sector implicó una menor demanda de insumos naturales y ambientales, que se refleja en una caída de los costos por agotamiento (recursos forestales y agua subterránea) y costos por degradación (erosión del suelo) por parte de este sector productivo.

Considerando las diferencias en el tipo de modelo utilizado, el periodo de análisis y los objetivos planteados, algunos de los resultados obtenidos son muy similares a los encontrados en el trabajo de Beghin *et al.* (ver El Obeid, 2002). En ambos estudios se demuestra que la expansión económica debida a la liberalización comercial implicó una mayor contaminación (Beghin *et al.* 2002) y mayores costos de agotamiento y degradación; es decir, predomina el efecto escala en la apertura comercial. En Beghin *et al.* 2002, el escenario de la liberalización comercial en México condujo a una disminución en la producción de algunos productos agrícolas y por lo mismo a una caída en la emisión de contaminantes. En esta investigación, los resultados demuestran que la acti-

vidad agrícola sufre una ligera caída de manera general producto de la política comercial de cero aranceles y, por lo tanto, los costos por agotamiento y por degradación disminuyen. En ambos casos, la reducción de la contaminación y de los costos ambientales se debe a la caída en la producción y no al uso de insumos ambientalmente más limpios.

Este estudio no es adecuado para evaluar políticas de abatimiento en los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente; sin embargo, permite identificar los sectores económicos que más contribuyen al crecimiento de estos costos cuando son influidos por algún cambio de política económica, lo cual puede servir a los tomadores de decisiones a planear políticas que incidan en un comportamiento más favorable al uso de los recursos naturales y al ambiente por parte de estas actividades económicas.

Por otro lado, cuando se estudian los efectos de las políticas económicas siempre se resalta la influencia en las principales variables macroeconómicas, como el empleo, el consumo, la inversión y el PIB. Empero, raramente se analiza el papel de estas políticas económicas en el aspecto ambiental. El estudio proporciona una visión a los tomadores de decisiones de las consecuencias directas e indirectas que tienen las políticas que implementan en la esfera económica sobre el uso de los recursos naturales y el ambiente. Para el gobierno esto no debe de implicar la falta de acciones o medidas que contribuyan al crecimiento económico, pero sí que debe considerar estrategias para evitar un mayor deterioro ambiental y agotamiento de los recursos naturales que tales políticas originan. Es decir, así como el Estado regula y aplica medidas para corregir los costos que las empresas o individuos imponen a la sociedad fuera del mercado, como es el caso de la contaminación del aire, agua y tierra, debe desarrollar una política ambiental que contemple instrumentos para mitigar el agotamiento de los recursos naturales y la degradación ambiental que provocan sus políticas macroeconómicas, sin que el crecimiento económico se vea afectado.

El presente estudio utilizó el modelo de equilibrio general aplicado para evaluar los efectos de la política comercial integral –eliminación de aranceles–, sobre los recursos naturales y el ambiente. El modelo económico usado es estándar y fue ligeramente modificado para incluir los insumos provenientes de la naturaleza y el ambiente. Sin embargo, este modelo no es útil para evaluar políticas de abatimiento de la contaminación o de cambio en la conducta por parte de las empresas hacia tecnologías más limpias. Por tanto, si se desea evaluar la política económica y ambiental de manera conjunta para alcanzar el desarrollo sustentable, el modelo requiere la incorporación de otro tipo de

variables ambientales, como los impuestos a la contaminación, los subsidios por abatimiento de la contaminación, las actividades privadas y públicas destinadas a la limpieza ambiental.

Algunos estudios han aplicado el modelo de equilibrio general computable en comunidades o regiones (Taylor *et al.*, 1999). De estas experiencias se desprende la posibilidad de usar y adaptar un modelo de equilibrio general con las características que se presentan en esta investigación para una comunidad rural, con el objetivo de evaluar cómo las políticas nacionales, regionales o locales inciden en el uso de un bien natural o servicio ambiental propiedad de los habitantes de la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

Annabi, N., Cockburn, J. y Decaluwé, B. (2006). *Functional Forms and parametrization of CGE models.* Working Paper 4.

BANXICO [Banco de México]. (2001). *Informe anual 2001*. México.

Barkin, D. (2004). La responsabilidad ambiental de las empresas en México. *Comercio Exterior*, *10*(54), 1040-1055.

Beghin J., Roland-Holst, D. y Van der Mensbrugghe, D. (1995). Trade Liberalization and the Environment in the Pacific Basin: Coordinated Approaches to Mexican Trade and Environment Policy. *American Journal of Agricultural Economics, 77,* 778-85.

Beghin J., Dessus S., Roland-Holst, D. y Van der Mensbrugghe, D. (1997). The Trade and Environmental Nexus in Mexican Agriculture. A General Equilibrium Analysis. *Agricultural Economics*, *17,* 115-31.

Beghin, J., Bowland B., Dessus S., Roland-Holst, D. y Van der Mensbrugghe, D. (2002). Growh, trade and the environment nexus in Chile: A comprehensive assessment. En Beghin, J., Roland-Host, D. y Van der Mensbrugghe (Eds.), *Trade and the Environmental in General Equilibrium: Evidence from Developing Economies* (pp. 139-165). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Chapa, J.C. (2000). *Análisis de la apertura comercial en México mediante modelos multisectoriales, 1970-93*. Trabajo de investigación para obtener el grado de doctor en Ciencias Económicas. Universidad de Barcelona.

Defourny, J., y Thorbecke, E. (1984). Structural path analysis and multiplier decomposition within a social accounting matrix framework. *Economic Journal, 94,* 111-136.

El Obeid, A. (2002). Synthesis of case studies on Indonesia, Mexico y Costa Rica. En Beghin, J., Roland-Host, D. y Van der Mensbrugghe (Eds.),

Trade and the Environmental in General Equilibrium: Evidence from Developing Economies (pp. 233-250). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers

Fernández, O. (1999). Efectos de la aplicación de un impuesto ecológico neutral en México: Análisis mediante un modelo de equilibrio general computable. En Mercado, A. (Coord.). *Instrumentos económicos para un comportamiento empresarial favorable al ambiente en México* (pp. 145-178). México: Colegio de México/FCE.

Gómez, A. (2002). Simulación de políticas económicas: Los modelos de equilibrio general aplicado. *Papeles de Trabajo, 35/02*. Instituto de Estudios Fiscales. Ministerio de Economía y Hacienda. España.

Guevara, A. (2004). Reflexiones acerca del TLCAN y su efecto ambiental en México. En Casares, E. y Sobarzo, H. (Comps.). *Diez años del TLCAN en México* (pp. 243-272). México: FCE.

GTAP (General Trade Analysis Project). (2001). Data base. Universidad de Purdue.

Huff, K. M., Hanslow, K., Hertel, T. W. y Tsigas, M. E. (1997). GTAP behavioral parameters. En Hertel, T. (Ed.), *Global Trade Analysis: Modeling and Applications* (pp. 124-148). Cambridge University Press.

INEGI [Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática] (2004a). *Sistema de cuentas económicas y ecológicas de México (SCEEM) 1999-2004.* México: Autor.

INEGI (2004b). *Cuentas de bienes y servicios 1999-2004. Sistema de Cuentas Nacionales de México.* México: Autor.

INEGI (2004c). *Cuentas por sectores institucionales 1999-2004. Sistema de Cuentas Nacionales de México.* México: Autor.

Kehoe, T. y Prescott, E. (1995). Introduction to the symposium: The discipline of applied general equilibrium. *Economic Theory, 6*, 1-11.

Kostand, C. (2001). *Economía ambiental*. México: Oxford University Press. México.

Leontief, W. (1970). Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach. *Review of Economics and Statistics, 52*, 262-271.

Lofgren, H., Harris, R., y Robinson, S. (2002). A standard computable general equilibrium (CGE) model in GAMS. *Microcomputers in policy research 5*. Washington: International Food Policy Research Institute.

Lofgren, H. (2003a). Exercises in general equilibrium modeling using GAMS. *Microcomputers in policy research 4a*. Washington: International Food Policy Research Institute.

Lofgren, H. (2003b). Key to exercises in CGE modelling using GAMS. *Microcomputers in policy research 4a*. Washington: International Food Policy Research Institute.

Nadal, A. (2007). Medio ambiente y desarrollo sustentable en México. En Calva, J.L., (Comp.), *Sustentabilidad y desarrollo ambiental* (pp. 1-24). México: UNAM/Tauros.

Núñez, G. (2003). *Un análisis estructural y de equilibrio general de la economía mexicana*. Memoria para optar al grado de doctor en Economía Aplicada. Universidad Autónoma de Barcelona.

O´Ryan, R., De Miguel, C. y Millar, S. (2000). *Ensayo sobre equilibrio general computable: Teoría y aplicaciones*. Santiago: Universidad de Chile.

Rodríguez, C. y Llanes, G. (2004). *Gasto público y eficiencia ecoambiental en la economía española*. Documento de trabajo. Fundación de estudios de economía aplicada (Fedea) 04:38.

Rodríguez, C., Llanes, G. y Cardenete, M.A. (2005). *La SAMEA y la eficiencia económica y ambiental en España*. Documento de Trabajo. Centro de Estudios Andaluces 09:26.

Rodríguez, J.I. (2003). *El impacto de eliminar los subsidios a la electricidad en México: Implicaciones económicas y ambientales mediante un modelo de equilibrio general computable*. Tesis de maestría en Economía. UDLA-Puebla.

Sadoulet, E. y De Janvry, A. (1995). *Quantitative development policy analysis*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Sobarzo, H. (2003). Modelos de equilibrio general aplicado y la dimensión regional. En Callicó, J. (Comp.). *Insumo-producto regional y otras aplicaciones* (pp. 41-53). México: UAM.

Sobarzo, H. (1991). *A general equilibrium analysis of the gains from trade for the mexican economy of a North American Free Trade Agreement*. México: El Colegio de México.

SHCP [Secretaría de Hacienda y Crédito Público]. (2001). *Informes sobre la situación económica, las finanzas públicas y la deuda pública*. México: Autor.

Taylor, J., Yúnez-Naude, A. y Hampton, S. (1999). Agricultural Policy Reforms and Village Economies: A Computable General-Equilibrium Analysis from Mexico. *Journal of Policy Modeling 21*(4).

Tietenberg, T. (2000). *Environmental and natural resource economics* (5ª ed.) Addison-Wesley.

Urquidi, V. (2005). El intercambio comercial y el desarrollo sustentable. *Comercio Exterior*, *8*(55), 648-653.

GLOSARIO

Curva ambiental de Kutznets (CAK)
Muestra la relación entre crecimiento del ingreso per cápita y deterioro ambiental. Las economías en una etapa inicial presentan un crecimiento del ingreso vinculado a un mayor deterioro ambiental; probablemente, esto se debe a que el objetivo fundamental de la sociedad es la creación de fuentes de trabajo y mayores ingresos. Posteriormente se alcanza una etapa donde los cambios estructurales y la tecnología permiten que el crecimiento del ingreso esté acompañado de una mayor calidad ambiental.

Equilibrio general walrasiano
El economista Francés Leon Walras (1834-1910) demostró que el equilibrio general de la economía se logra cuando los diversos precios se nivelan a partir de las interacciones de todos los mercados de bienes y factores de producción.

Supuesto de Armigton
Asume que los bienes de diferentes países son sustitutos imperfectos, lo que explica que los países importen bienes pero con cualidades diversas. Para mayor detalle de su aplicación en los MEGA ver Annabi *et al*. (2006).

Modelo insumo producto
Modelo ideado por el economista Wassily Leontief, basado en el enfoque de equilibrio general walrasiano. El modelo detalla las relaciones de compra y venta entre los sectores económicos. Los principales supuestos del modelo son: rendimientos constantes de escala y homogeneidad de las actividades productivas. Asume que los cambios en la demanda final son exógenos y la relación de las variables es estática.

La función de producción Cobb Douglas
$Q = AK^{\alpha}L^{\beta}$. Donde A, α y β son constantes positivas; Q es el nivel de producción; K y L son los factores de producción capital y trabajo. Esta función es útil para mostrar cualquier grado de rendimientos de escala dependiendo de los valores α y β. Para entender cómo es utilizada esta función en los MEGA, ver Annabi *et al*. (2006).

Función de producción Leontief
Supone que los factores se combinan en proporciones fijas al producir un bien.

Elasticidad de substitución
Entre dos bienes, i y j, mide la variación en la demanda relativa de los dos debido a la variación en su precio relativo. Si la elasticidad de substitución es nula, los dos bienes son considerados como complementarios perfectos; y si es infinita, como substitutos perfectos. Cuando la elasticidad está entre esos dos valores extremos, los productos son juzgados como sustitutos imperfectos. La elasticidad substitución es similar a la elasticidad transformación, sin embargo, esta última se aplica a las decisiones de oferta.

Precio del numerario (o bien estándar)
Es cuando uno de los precios de los bienes en la economía es igual a 1. En este caso, es el precio con el cual medimos los otros precios.

Función homogénea de grado cero
Función de producción en la cual un aumento proporcional, digamos λ, en los insumos productivos, aumenta la producción en la jesima potencia de λ.

ANEXOS

Anexo 1.
Estructura de la MCSA-MEX2001

MCSA-MEX2001		Actividades	Productos	Activos económicos y ambientales no producidos		Factores	
		Sectores productivos	Sectores productivos			Trabajo	Capital
Actividades	Sectores productivos		Oferta total	Agotamiento de los activos económicos no producidos	Agotamiento de los activos ambientales no producidos		
Productos	Sectores productivos	Insumos intermedios					
Agotamiento de los recursos naturales	Petróleo, cambios en el volumen de los recursos forestales, y agua	Costos por agotamiento de los recursos naturales					
Degradación del medio ambiente	Tierra, agua, y aire	Costos por degradación del medio ambiente					
Factores	Trabajo	Pago a factores					
	Capital	Pago a factores					
Instituciones	Familias					Ingreso de factores	Ingreso de factores
	Gobierno						
Capital	Ahorro-inversión						
Impuestos	Impuesto al ingreso						
	Impuesto a las ventas		Impuesto a las ventas				
	Aranceles		Aranceles				
Sector externo	Resto del mundo		Importaciones				
Total							

Fuente: elaboración propia.

Instituciones		Capital	Impuestos			Sector externo	Total
Familias	Gobierno	Ahorro-inversión	Impuesto al ingreso	Impuesto a las ventas	Aranceles	Resto del mundo	
Demanda privada	Demanda del gobierno	Demanda de inversion				Exportaciones	
	Transferencias a las familias					Transferencias a las familias	
			Impuesto al ingreso	Impuesto a las ventas	Aranceles	Transferencias al gobierno	
Ahorro privado (suma de fila 7 menos suma columna 7)	Ahorro del gobierno (suma de fila 8 menos suma columna 8)					Ahorro externo (suma de fila 13 menos suma columna 13)	
Impuesto al ingreso							

Anexo 2.
Matriz de multiplicadores de la MCSA-MEX2001

MCSA-MEX2001		Actividades		
		Agricultura	Ganadería	Silvicultura
Actividades	Agricultura	1,09	0,35	0,00
	Ganadería	0,02	1,23	0,01
	Silvicultura	0,00	0,00	1,02
	Caza y pesca	0,00	0,00	0,00
	Petróleo	0,01	0,01	0,00
	Resto de la minería	0,00	0,01	0,00
	Industria manufacturera	0,25	0,35	0,14
	Electricidad, gas y agua	0,02	0,02	0,00
	Construcción	0,00	0,00	0,00
	Comercio, restaurantes y hoteles	0,06	0,06	0,05
	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,06	0,06	0,05
	Otros servicios, excepto administración pública	0,03	0,03	0,02
	Administración pública	0,00	0,01	-0,00
Productos	Agricultura	0,10	0,39	0,01
	Ganadería	0,01	0,01	0,00
	Silvicultura	0,00	0,00	0,00
	Caza y pesca	0,00	0,00	0,00
	Petróleo	0,01	0,01	0,00
	Resto de la minería	0,00	0,01	0,00
	Industria manufacturera	0,34	0,40	0,19
	Electricidad, gas y agua	0,02	0,02	0,00
	Construcción	0,00	0,00	0,00
	Comercio, restaurantes y hoteles	0,06	0,06	0,05
	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,04	0,04	0,04
	Otros servicios, excepto administración pública	0,03	0,03	0,03
	Administración pública	0,00	0,00	0,00
Agotamiento de los recursos naturales	Agotamiento del petróleo	0,00	0,00	0,00
	Cambios en el volumen de los recursos forestales	0,01	0,12	-0,04
	Uso de agua subterránea	0,01	0,01	0,00
Degradación del medio ambiente	Erosión del suelo	0,00	0,07	0,05
	Contaminación del agua	0,00	0,12	0,00
	Aire	0,02	0,02	0,01
Factores	Trabajo	0,49	0,44	0,21
	Capital	0,39	0,38	0,73

Actividades					
Caza y pesca	Petróleo	Resto de la minería	Industria manufacturera	Electricidad, gas y agua	Construcción
0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01
0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01
0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	1,21	0,01	0,03	0,14	0,01
0,00	0,03	1,20	0,02	0,04	0,04
0,43	0,19	0,23	1,46	0,40	0,46
0,01	0,08	0,06	0,02	1,13	0,01
0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	1,00
0,16	0,11	0,07	0,12	0,06	0,09
0,11	0,11	0,10	0,09	0,37	0,10
0,07	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05
0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01
0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01
0,01	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01
0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,04	0,01	0,03	0,12	0,01
0,00	0,03	0,21	0,02	0,04	0,04
0,59	0,26	0,31	0,62	0,55	0,63
0,01	0,08	0,07	0,02	0,13	0,01
0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
0,17	0,12	0,07	0,12	0,06	0,09
0,08	0,05	0,07	0,06	0,06	0,08
0,07	0,04	0,07	0,05	0,05	0,06
0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,01
0,00	0,18	0,00	0,00	0,02	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
0,03	0,07	0,04	0,03	0,34	0,03
0,23	0,16	0,29	0,25	0,25	0,39
0,59	0,74	0,60	0,56	0,57	0,42

Anexo 2. (continuación)

MCSA-MEX2001		Actividades	
		Comercio, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones
Actividades	Agricultura	0,01	0,01
	Ganadería	0,01	0,01
	Silvicultura	0,00	0,00
	Caza y pesca	0,00	0,00
	Petróleo	0,01	0,01
	Resto de la minería	0,00	0,00
	Industria manufacturera	0,19	0,22
	Electricidad, gas y agua	0,01	0,03
	Construcción	0,00	0,00
	Comercio, restaurantes y hoteles	1,05	0,06
	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,14	1,43
	Otros servicios, excepto administración pública	0,13	0,09
	Administración pública	0,02	0,01
Productos	Agricultura	0,01	0,01
	Ganadería	0,00	0,00
	Silvicultura	0,00	0,00
	Caza y pesca	0,00	0,00
	Petróleo	0,00	0,01
	Resto de la minería	0,00	0,00
	Industria manufacturera	0,26	0,30
	Electricidad, gas y agua	0,01	0,01
	Construcción	0,00	0,00
	Comercio, restaurantes y hoteles	0,05	0,06
	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,11	0,09
	Otros servicios, excepto administración pública	0,13	0,09
	Administración pública	0,02	0,01
Agotamiento de los recursos naturales	Agotamiento del petróleo	0,00	0,00
	Cambios en el volumen de los recursos forestales	0,00	0,00
	Uso de agua subterránea	0,00	0,00
Degradación del medio ambiente	Erosión del suelo	0,00	0,00
	Contaminación del agua	0,00	0,00
	Aire	0,04	0,38
Factores	Trabajo	0,24	0,23
	Capital	0,67	0,68

Actividades	
Otros servicios, excepto administración pública	Administración pública
0,00	0,01
0,00	0,01
0,00	0,00
0,00	0,00
0,00	0,00
0,00	0,00
0,15	0,15
0,01	0,01
0,00	0,00
0,05	0,03
0,08	0,05
1,14	0,04
0,00	1,02
0,00	0,01
0,00	0,00
0,00	0,00
0,00	0,00
0,00	0,00
0,00	0,00
0,20	0,20
0,01	0,01
0,00	0,00
0,05	0,03
0,06	0,04
0,15	0,04
0,00	0,02
0,00	0,00
0,00	0,00
0,00	0,00
0,00	0,00
0,00	0,00
0,02	0,01
0,29	0,61
0,64	0,33

Anexo 2. (continuación)

MCSA-MEX2001		Productos		
		Agricultura	Ganadería	Silvicultura
Actividades	Agricultura	0,92	0,33	0,00
	Ganadería	0,02	1,16	0,01
	Silvicultura	0,00	0,00	1,00
	Caza y pesca	0,00	0,00	0,00
	Petróleo	0,01	0,01	0,00
	Resto de la minería	0,00	0,01	0,00
	Industria manufacturera	0,21	0,33	0,14
	Electricidad, gas y agua	0,02	0,01	0,00
	Construcción	0,00	0,00	0,00
	Comercio, restaurantes y hoteles	0,05	0,06	0,05
	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,05	0,06	0,05
	Otros servicios, excepto administraciòn pública	0,02	0,02	0,02
	Administración pública	0,00	0,01	-0,00
Productos	Agricultura	1,08	0,37	0,01
	Ganadería	0,01	1,01	0,00
	Silvicultura	0,00	0,00	1,00
	Caza y pesca	0,00	0,00	0,00
	Petróleo	0,01	0,01	0,00
	Resto de la minería	0,00	0,01	0,00
	Industria manufacturera	0,29	0,38	0,19
	Electricidad, gas y agua	0,02	0,01	0,00
	Construcción	0,00	0,00	0,00
	Comercio, restaurantes y hoteles	0,05	0,06	0,05
	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,04	0,04	0,04
	Otros servicios, excepto administración pública	0,02	0,03	0,03
	Administración pública	0,00	0,00	0,00
Agotamiento de los recursos naturales	Agotamiento del petróleo	0,00	0,00	0,00
	Cambios en el volumen de los recursos forestales	0,01	0,11	-0,04
	Uso de agua subterránea	0,01	0,01	0,00
Degradación del medio ambiente	Erosión del suelo	0,00	0,07	0,05
	Contaminación del agua	0,00	0,11	0,00
	Aire	0,02	0,02	0,01
Factores	Trabajo	0,42	0,42	0,21
	Capital	0,33	0,36	0,72

Productos						
Caza y pesca	Petróleo	Resto de la minería	Industria manufacturera	Electricidad, gas y agua	Construcción	Comercio, restaurantes y hoteles
0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01
0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00
0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	1,20	0,01	0,02	0,13	0,01	0,00
0,00	0,02	1,15	0,01	0,03	0,04	0,00
0,41	0,19	0,22	1,06	0,37	0,46	0,18
0,01	0,08	0,06	0,01	1,03	0,01	0,01
0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
0,16	0,11	0,06	0,08	0,06	0,09	1,02
0,10	0,11	0,10	0,06	0,34	0,10	0,13
0,06	0,04	0,06	0,03	0,04	0,05	0,12
0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01
0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00
0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	1,04	0,01	0,02	0,11	0,01	0,00
0,00	0,03	1,20	0,01	0,03	0,04	0,00
0,57	0,26	0,30	1,45	0,50	0,63	0,25
0,01	0,08	0,06	0,01	1,11	0,01	0,01
0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
0,16	0,12	0,07	0,09	0,06	0,09	1,05
0,08	0,05	0,07	0,05	0,05	0,08	0,11
0,07	0,04	0,07	0,03	0,04	0,06	0,13
0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
0,00	0,17	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
0,03	0,07	0,04	0,02	0,31	0,03	0,04
0,22	0,16	0,28	0,18	0,23	0,39	0,24
0,57	0,74	0,57	0,40	0,52	0,42	0,65

Anexo 2. (continuación)

MCSA-MEX2001		Productos		
		Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Otros servicios, excepto administración pública	Administración pública
Actividades	Agricultura	0,01	0,00	0,01
	Ganadería	0,01	0,00	0,01
	Silvicultura	0,00	0,00	0,00
	Caza y pesca	0,00	0,00	0,00
	Petróleo	0,01	0,00	0,00
	Resto de la minería	0,00	0,00	0,00
	Industria manufacturera	0,21	0,14	0,14
	Electricidad, gas y agua	0,03	0,01	0,01
	Construcción	0,00	0,00	0,00
	Comercio, restaurantes y hoteles	0,05	0,04	0,03
	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	1,35	0,07	0,05
	Otros servicios, excepto administración pública	0,08	1,07	0,04
	Administración pública	0,01	0,00	0,96
Productos	Agricultura	0,01	0,00	0,01
	Ganadería	0,00	0,00	0,00
	Silvicultura	0,00	0,00	0,00
	Caza y pesca	0,00	0,00	0,00
	Petróleo	0,01	0,00	0,00
	Resto de la minería	0,00	0,00	0,00
	Industria manufacturera	0,28	0,19	0,19
	Electricidad, gas y agua	0,01	0,01	0,01
	Construcción	0,00	0,00	0,00
	Comercio, restaurantes y hoteles	0,05	0,05	0,03
	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	1,09	0,06	0,04
	Otros servicios, excepto administración pública	0,09	1,14	0,04
	Administración pública	0,01	0,00	1,02
Agotamiento de los recursos naturales	Agotamiento del petróleo	0,00	0,00	0,00
	Cambios en el volumen de los recursos forestales	0,00	0,00	0,00
	Uso de agua subterránea	0,00	0,00	0,00
Degradación del medio ambiente	Erosión del suelo	0,00	0,00	0,00
	Contaminación del agua	0,00	0,00	0,00
	Aire	0,36	0,02	0,01
Factores	Trabajo	0,21	0,28	0,57
	Capital	0,64	0,60	0,31

Anexo 2. (continuación)

MCSA-MEX2001		Agotamiento de los activos económicos no producidos		
		Petróleo	Recursos forestales	Agua subterránea
Actividades	Agricultura	0,01	0,42	0,68
	Ganadería	0,01	1,11	0,26
	Silvicultura	0,00	-0,10	0,00
	Caza y pesca	0,00	0,00	0,00
	Petróleo	1,21	0,01	0,01
	Resto de la minería	0,03	0,01	0,01
	Industria manufactuera	0,19	0,35	0,52
	Electricidad, gas y agua	0,08	0,02	0,02
	Construcción	0,01	0,04	0,00
	Comercio, restaurantes y hoteles	0,11	0,06	0,07
	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,11	0,06	0,07
	Otros servicios, excepto administraciòn pública	0,04	0,03	0,04
	Administración pública	0,03	0,08	0,03
Productos	Agricultura	0,01	0,37	0,14
	Ganadería	0,00	0,01	0,01
	Silvicultura	0,00	0,00	0,00
	Caza y pesca	0,00	0,00	0,00
	Petróleo	0,04	0,01	0,01
	Resto de la minería	0,03	0,01	0,01
	Industria manufactuera	0,26	0,41	0,41
	Electricidad, gas y agua	0,08	0,02	0,02
	Construcción	0,01	0,00	0,00
	Comercio, restaurantes y hoteles	0,12	0,06	0,07
	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,05	0,05	0,05
	Otros servicios, excepto administración pública	0,04	0,03	0,03
	Administración pública	0,04	0,00	0,00
Agotamiento de los recursos naturales	Agotamiento del petróleo	1,18	0,00	0,00
	Cambios en el volumen de los recursos forestales	0,00	1,11	0,03
	Uso de agua subterránea	0,00	0,01	1,01
Degradación del medio ambiente	Erosión del suelo	0,00	0,06	0,02
	Contaminación del agua	0,00	0,11	0,03
	Aire	0,07	0,02	0,02
Factores	Trabajo	0,16	0,48	0,43
	Capital	0,74	0,34	0,42

Activos económicos y ambientales			Factores	
Degradación de los activos ambientales no producidos				
Tierra	Contaminación del agua	Aire	Trabajo	Capital
0,33	0,21	0,01	0,00	0,00
0,92	0,68	0,01	0,00	0,00
0,20	0,01	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,02	0,03	0,00	0,00
0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
0,30	0,86	0,25	0,00	0,00
0,01	0,02	0,09	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,06	0,09	0,06	0,00	0,00
0,06	0,07	1,34	0,00	0,00
0,03	0,03	0,09	0,00	0,00
0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
0,30	0,23	0,01	0,00	0,00
0,01	0,02	0,01	0,00	0,00
0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,01	0,02	0,01	0,00	0,00
0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
0,36	0,50	0,32	0,00	0,00
0,01	0,02	0,02	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,06	0,09	0,06	0,00	0,00
0,04	0,05	0,09	0,00	0,00
0,03	0,04	0,09	0,00	0,00
0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,08	0,06	0,00	0,00	0,00
0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
1,06	0,04	0,00	0,00	0,00
0,09	1,07	0,00	0,00	0,00
0,02	0,02	1,37	0,00	0,00
0,40	0,35	0,23	1,00	0,00
0,45	0,46	0,67	0,00	1,00

Política económica
y costos ambientales

Primera edición 2009
Segunda edición 2015 (versión electrónica)

El cuidado de la edición estuvo a cargo
del Departamento Editorial de la Dirección General de Difusión
de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.