

**Revista Internacional de
Contaminación Ambiental**

Revista Internacional de Contaminación
Ambiental

ISSN: 0188-4999

rvp@atmosfera.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México
México

GONZÁLEZ ACOLT, Roberto; GONZÁLEZ GUILLÉN, Manuel de Jesús
EFECTOS DE LA POLÍTICA COMERCIAL EN LOS RECURSOS NATURALES Y EL AMBIENTE
Revista Internacional de Contaminación Ambiental, vol. 26, núm. 2, mayo, 2010, pp. 151-163
Universidad Nacional Autónoma de México
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37014383006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

EFFECTOS DE LA POLÍTICA COMERCIAL EN LOS RECURSOS NATURALES Y EL AMBIENTE

Roberto GONZÁLEZ ACOLT¹ y Manuel de Jesús GONZÁLEZ GUILLÉN²

¹ Departamento de Economía. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Avenida Universidad No. 940. Edificio 32. Aguascalientes, Ags. CP. 20100, correo electrónico: rgonza@correo.uaa.mx

² Colegio de Postgraduados. km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México. CP 56230, correo electrónico: manueg@colpos.mx

(Recibido julio 2008, aceptado agosto 2009)

Palabras clave: modelo de equilibrio general computable, matriz de contabilidad social, costos por agotamiento de los recursos naturales, costos por degradación del ambiente

RESUMEN

Este estudio analiza la influencia de la liberalización comercial total, que se dará a partir de 2008 en México, sobre los costos por agotamiento de los recursos naturales (petróleo, recursos forestales, uso de agua subterránea) y por degradación del ambiente (erosión del suelo y contaminación del agua, aire y suelo), usando un modelo de equilibrio general computable. Los resultados indican que los efectos de la liberalización comercial sobre las actividades económicas no fueron homogéneos. Esta situación se reflejó en el uso de los recursos naturales y el ambiente por parte de las actividades económicas. Los sectores Petróleo, Ganadería e Industria manufacturera presentaron los mayores aumentos en los costos por agotamiento de los recursos naturales. Sin embargo, la Ganadería, la Industria manufacturera, la Electricidad, el gas y el agua y el Transporte, almacenamiento y comunicaciones, fueron las cuatro actividades económicas que mostraron los mayores costos por degradación del ambiente.

Key words: computable general equilibrium model, social accounting matrix, natural resources depletion costs, environmental degradation costs

ABSTRACT

This paper analyzes the consequences of trade liberalization in México for 2008, regarding the natural resources depletion costs (oil extraction, forestry resources, and groundwater use) and the environmental degradation costs (soil erosion, water, air and soil pollution) by means of a computable general equilibrium model. The results show that the trade liberalization consequences on economic activities were not homogeneous. This situation was due to the natural resources and environment uses in the economic activities. Oil extraction, Livestock farming and Manufacturing industry sectors had the greatest increases in the natural-resources depletion costs. Therefore, Livestock farming, Manufacturing industry, Electricity, gas and waterworks and Transportation, storage and communications sectors had the greatest increases in the environment degradation costs.

INTRODUCCIÓN

Desde el surgimiento de la economía como ciencia ha existido el debate sobre cómo puede contribuir a un mayor crecimiento económico. Con el auge y desarrollo de la economía ambiental, a partir del último cuarto del siglo XX, se ha incorporado al debate la necesidad de un crecimiento y desarrollo económico equitativo y ambientalmente balanceado.

Desde entonces, la discusión sobre el desarrollo ha continuado con posturas más o menos controvertidas, incorporando y tratando de integrar las variables económicas y ambientales. Por ejemplo, entre comercio y ambiente existe una posición que expresa que el comercio libre es parcialmente responsable de los problemas ambientales, ya que es probable que éste incremente la producción y el consumo de bienes y servicios ambientalmente negativos, conduciendo 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 y que el ingreso adicional recibido puede ser usado para la protección del ambiente.

Nordström y Vaughan (1999) hacen una revisión de algunos modelos teóricos y aplicados que estudian la relación entre comercio y ambiente. Se destacan tres efectos de la liberalización comercial sobre el ambiente:

- 1) Composición. La estructura productiva se modifica, como consecuencia de la liberalización del comercio. Los recursos productivos se reasignan de acuerdo con la ventaja comparativa.
- 2) Escala. El aumento del comercio cambia la escala de producción. La mayor actividad económica eleva la demanda de los recursos productivos e incrementa la contaminación.
- 3) Técnico. Los cambios favorables en el ingreso inducen a una reducción en la contaminación por unidad de producción.

Nordström y Vaughan (1999) describen los resultados del modelo de Copeland y Taylor –basado en el comercio entre países con diferentes estándares ambientales–, donde el efecto composición disminuye la contaminación en el Norte (países desarrollados) y aumenta en el Sur (países en desarrollo). Por su parte, el efecto escala, reflejado en la expansión de la actividad económica, incrementa la contaminación en

los dos conjuntos de países. El aumento en el ingreso, por su parte, induce a una mayor disposición a pagar para abatir los costos de la contaminación. Es posible que el efecto técnico contrarreste el efecto escala; sin embargo, no puede anular el efecto composición y escala juntos, con lo que se concluye que la liberalización comercial podría disminuir la contaminación en el Norte y aumentarla en el Sur.

Por otro lado, siguiendo otro estudio de Copeland y Taylor (1994), la liberalización comercial entre el Norte y el Sur conlleva a que los países del Norte –con una ventaja comparativa en industrias que tienden a ser inherentemente limpias– disminuyan sus problemas ambientales; en contraste, los países del Sur –con industrias contaminantes– incrementan su deterioro ambiental (Nordström y Vaughan 1999).

Empíricamente, no existe evidencia de que los países en desarrollo se estén especializando en industrias contaminantes debido a regulaciones ambientales menos estrictas; en oposición, los países desarrollados han afianzado su posición en industrias contaminantes. Esto favorece la hipótesis de la ventaja comparativa clásica sobre la propuesta de las diferencias en los estándares ambientales (Nordström y Vaughan 1999).

Por lo anterior, surge la necesidad de contar con herramientas que permitan estimar el efecto de las actividades y políticas económicas sobre el uso de los recursos naturales y del ambiente, con la finalidad de evaluar y minimizar los impactos negativos dentro del contexto de un desarrollo sustentable. En este sentido, los modelos de equilibrio general computable o aplicable (MEGA) resultan de utilidad, pues se han aplicado para evaluar los efectos de las políticas comerciales sobre el ambiente. Beghin *et al.* (2002) analizan los efectos en el ambiente de las políticas comerciales y ambientales, y de los acuerdos comerciales para el caso de Chile, a través del desarrollo y aplicación de un MEGA multirregional y dinámico. En el caso concreto de la entrada de Chile al TLCAN, los resultados estimados sugieren que será benéfico para el ambiente; sin embargo, un caso totalmente distinto se deriva de su ingreso al Mercosur.

Por otra parte, Townsend y Ratnayake (2000) analizan la magnitud de los efectos de la liberalización comercial en el bienestar y el nivel de emisiones de dióxido de carbón para Nueva Zelanda y el grado en que esos efectos están influenciados por la política ambiental. Recurren a un modelo simple de equilibrio general computable de corte neoclásico para una economía pequeña y abierta, enfocado al comercio internacional y al ambiente. Los escenarios de la política simulada en el contexto de la liberalización

comercial son dos: la aplicación de un impuesto a las emisiones de carbón y la ausencia de este tipo de impuestos.

Los resultados del primer escenario muestran que el nivel total de emisiones de contaminantes permanece sin cambios, y el efecto neto en el bienestar de los individuos es positivo. En el escenario dos, las emisiones de contaminantes se incrementan 3 %, con un efecto ambiguo en el bienestar: el libre comercio lo aumenta, mientras que el deterioro ambiental lo disminuye. La conclusión es que la liberalización comercial, acompañada por una política ambiental, causa mejores resultados en el bienestar y en el ambiente, en comparación con aquella política de libre comercio que no es seguida por un conjunto de acciones e instrumentos que mitiguen el daño ambiental.

En México se han realizado algunos estudios que utilizan los modelos de equilibrio general computable para analizar aspectos ambientales en la economía mexicana. Fernández (1999) estudia la influencia que ejercerían sobre la economía y el ambiente dos sistemas impositivos distintos: un impuesto ecológico neutral y otro no neutral. Rodríguez (2003) examina las consecuencias que tendría la eliminación de los subsidios en el sector eléctrico en la economía mexicana y en las emisiones de carbono. Con respecto a la relación entre liberalización comercial y el ambiente en México, Obeid (2002) presenta un resumen de dos estudios importantes realizados por Beghin *et al.* (1995, 1997). El primer estudio abarcó 94 sectores de la economía y el segundo se concentró exclusivamente en el sector agrícola. En ambos estudios se utilizó un modelo de equilibrio general computable para analizar las implicaciones económicas y ambientales del comercio y de la política ambiental. La calibración de los modelos se basó en datos contenidos en una matriz de contabilidad social.

En tales estudios se construyeron y analizaron tres escenarios bajo un periodo de referencia de 20 años (1990-2010). Los escenarios analizados fueron:

- A) Liberalización comercial. Supone 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 y elimina progresivamente los aranceles *ad valorem* de sus niveles de referencia.
- B) Política ambiental. El escenario incluyó la instrumentación de impuestos ambientales que tienen como objetivo reducir la emisión de contaminantes.
- C) Una combinación de ambos. Este escenario combina las dos políticas anteriores y examina sus efectos sobre la eficiencia y el ambiente.

En el primer estudio, bajo el escenario A, la liberalización comercial y el mejoramiento de los términos de intercambio incrementan el PIB real en 3.2 %; sin embargo, los principales contaminantes aumentan en promedio en la misma proporción. Esto implica que el efecto escala es el dominante para todos los contaminantes y la mayoría de los sectores productivos. En el segundo estudio, referente al sector agrícola, la liberalización comercial (escenario A) conduce a un aumento de 2.2 % en el PIB real y 2.8 % en la producción. Las exportaciones e importaciones se elevan en 20.4 y 30.5 %, respectivamente. La producción agrícola decrece en 3.5 %, especialmente en maíz, frijol, sorgo, cebada y soya. Sin embargo, la producción de algunos productos agrícolas como café, miel y tabaco aumenta con el comercio libre. La caída en la producción de algunos productos agrícolas con la liberalización comercial lleva a una caída en la emisión de contaminantes. Por tanto, la reducción en la contaminación se debe a la caída en la producción y no a consecuencia del uso de insumos ambientalmente más limpios.

En el escenario B sobre la política ambiental, los resultados para el primer caso de estudio muestran que el impuesto sobre los tóxicos liberados en el agua 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 %. En el segundo caso de estudio, el impuesto a los contaminantes tóxicos de la tierra es el que más afecta 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 a la producción total agrícola (-5.5 %), con un efecto declinante en la producción de trigo (-11.5 %), sorgo (-20.3 %), soya (-12.0 %) y cebada (-8.5 %). Este mismo impuesto ambiental tiene un efecto en el comercio debido a que las importaciones de bienes intensivos en contaminantes aumentan en tanto el impuesto disminuye la producción, mas no el consumo.

El escenario C, que combina las dos políticas, tiene un efecto positivo en el crecimiento económico: el PIB real crece en un intervalo de 1.9 % y 3.2 %, dependiendo del tipo de impuesto ambiental aplicado. Por otro lado, las exportaciones aumentan en promedio 20 %, mientras que las importaciones lo hacen en 30 %. Para el segundo caso de estudio, los resultados del escenario C indican una declinación de la producción total agrícola. La combinación de un impuesto a los contaminantes tóxicos del agua junto con la liberalización comercial origina una mayor caída en la producción agrícola (-8.9 %).

El presente estudio utiliza un MEGA con la fina-

alidad de contribuir al análisis y comprensión de los efectos del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) sobre los recursos naturales y el ambiente en México. A través del MEGA se estudia a nivel país el efecto de la eliminación arancelaria total en 2008 sobre los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Un MEGA es un conjunto de ecuaciones que integran un modelo de equilibrio económico, el cual 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 1950 y por Arrow y Hahn en 1971 (O’Ryan *et al.* 2000).

Las características fundamentales de estos modelos son:

1. Generalmente incorporan cuatro agentes económicos que interactúan: consumidores, productores, gobierno y resto del mundo.
2. Se supone que los productores y los consumidores maximizan beneficios y utilidades respectivamente.
3. La mayoría de estos modelos asume competencia perfecta y son estáticos; la tecnología usada por los productores presenta rendimientos constantes a escala. En años recientes se han construido modelos que incorporan competencia imperfecta, aspectos dinámicos o ambos.
4. Los sectores productivos en el modelo dependen del tipo de aplicación y de la desagregación que presente la matriz insumo-producto.
5. El equilibrio en todos los mercados ocurre cuando, dado un conjunto de precios y cantidades, la demanda es igual a la oferta.
6. Se supone neutralidad monetaria, es decir, que las variaciones monetarias no afectan a 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 una base de datos, que fundamentalmente proviene de una matriz de contabilidad social y de otras fuentes de información, tales como las elasticidades de Armington (Gómez 2005).

Una vez que se tiene el sistema de ecuaciones y la base de datos, el paso siguiente es la calibración del modelo, consistente 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 2005). 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: comprobar la robustez del equilibrio (estabilidad y unicidad), buscando que la solución de equilibrio con otro algoritmo conduzca a otro óptimo local; y segundo, verificar que los resultados no estén afectados por los parámetros exógenos utilizados (principalmente las elasticidades). Finalmente, 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 derivar las conclusiones sobre los efectos de las políticas.

La parte económica del modelo construido en este estudio es similar a la forma estándar de los MEGA para los países en desarrollo. En la construcción del MEGA se utilizó la versión desarrollada por Löfgren (2003a, b) y Löfgren *et al.* (2002). Sin embargo, a este modelo se le agregaron los recursos naturales y el ambiente como insumos intermedios.

Los recursos naturales son incluidos bajo la metodología del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) 1999-2004 (INEGI 2004), donde se estiman los costos monetarios del agotamiento del petróleo, cambios de los recursos forestales y uso del agua subterránea, producto de su empleo en la actividad productiva. La estimación se realiza mediante el método de “renta neta”, que representa el gasto necesario para conservar el recurso natural en condiciones aceptables para que continúe generando ingresos.

Los datos de “insumos ambientales” provienen, igualmente, del SCEEM. Incluyen los costos monetarios por degradación del suelo, agua y aire, los cuales son estimados por el método de “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 calculó mediante el registro de descargas de contaminantes a lagos, lagunas, ríos, estuarios, etcétera; la contaminación del aire se estimó a partir de las emisiones primarias, como bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, monóxido de carbono y partículas suspendidas; la contaminación del suelo se calculó por medio del registro de la erosión del suelo y residuos peligrosos.

En el modelo, estos activos naturales y ambientales se integraron como insumos intermedios al proceso de producción por cuestión de análisis. Lo anterior permitió visualizar la manera en que se ve afectada la “cantidad demandada” al variar las actividades productivas. Las características básicas del modelo construido se describen a continuación.

Cada productor está representado en 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 está restringida a una tecnología de producción en la cual se supone que los productores en cada actividad combinan la producción doméstica e importaciones mediante el supuesto de Armington¹. 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 Douglas² con rendimientos constantes a escala, mientras que la demanda de insumos se determina de acuerdo con proporciones fijas mediante una función tipo Leontief³. Las dos ecuaciones 9 del Anexo (http://www.atmosfera.unam.mx/editorial/contaminacion/acervo/vol_26_2/anexo.pdf), exhiben la demanda de insumos; la primera presenta la cantidad utilizada como insumo intermedio del producto en la actividad productiva y la segunda –que se agregó al modelo– muestra la cantidad de recursos naturales y ambiente que son utilizados como insumos intermedios por las actividades económicas. En ambas ecuaciones, los parámetros ica_{ca} e ima_{ma} son similares a los coeficientes técnicos de insumos intermedios de un modelo de insumo-producto, los cuales son modelados como funciones de insumo-

producto lineales; por lo tanto, estos parámetros o coeficientes son fijos, tal y como lo planteó 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). Las instituciones en el modelo son representadas por las familias, las empresas, el gobierno y el resto del mundo. Las familias reciben sus ingresos indirectamente de las empresas como pago de su retribución como factores de producción, así como 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 con una función de utilidad de sistema lineal del gasto.

Las empresas sirven como conducto entre la cuenta del factor capital y otras instituciones; 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 a otras instituciones.

Los ingresos del gobierno provienen de la suma de todos 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 a otras instituciones. El consumo del gobierno es fijo en términos reales, mientras que las transferencias hacia otras instituciones son indizadas por el índice de precios al consumidor (IPC). El ahorro del gobierno –la diferencia entre sus ingresos y gasto– es un residual flexible.

Por último, 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 construido incluye tres equilibrios macroeconómicos: el balance del gobierno, el balance externo y el balance ahorro-inversión. La producción doméstica es distribuida entre exportaciones y ventas domésticas, bajo el supuesto de que los oferentes maximizan sus ingresos por ventas

¹ Éste 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).

² La función de producción Cobb Douglas es dada por $Q = AK^\alpha L^\beta$. 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).

³ Este tipo de funciones supone que los factores se combinan en proporciones fijas al producir un bien.

dado un nivel agregado de producción, sujeto a la imperfecta transformabilidad entre exportaciones y ventas domésticas, expresado por una función de elasticidad constante de transformación (CET). En los mercados internacionales la demanda de exportaciones es infinitamente elástica debido a los precios internacionales. El precio de las exportaciones recibido por los oferentes domésticos es expresado en moneda doméstica.

El modelo consta de 27 ecuaciones, divididas en cuatro bloques: precios, producción, instituciones y condiciones de equilibrio (ver Anexo). En el bloque de precios se asumen 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.

Por su parte, el bloque de producción está 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.

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

Las condiciones de equilibrio están compuestas por cinco ecuaciones: dos de ellas expresan microrrestricciones en el equilibrio de los mercados de productos y factores, otras dos muestran las macrorrestricciones 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. Esta ecuación es lo que se denomina el numerario, donde la base de valorización no es un bien en particular, sino un compuesto de todos los bienes, por lo cual se tomó el IPC como el numerario (ecuación 27 del Anexo). Incorporar un bien compuesto evita los problemas que en el equilibrio general podría causar el seleccionar un bien libre como numerario (Henderson y Quandt 1978).

Para calibrar el modelo se construyó una matriz de contabilidad social extendida con datos ambientales para la economía mexicana en 2001. Esta matriz contiene trece actividades y productos; los costos por

agotamiento de los recursos naturales y por degradación ambiental; dos factores de producción: trabajo y capital; los representantes de las instituciones: hogares y gobierno; el ahorro y la inversión descritos en la cuenta del capital; tres tipos de impuestos: directos, indirectos y aranceles; y el sector externo. Los datos que alimentaron a la matriz de contabilidad fueron tomados del SCEEM 1999-2004, el Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM) 1999-2004, Banco de México, Cuenta Pública 2001, y del Proyecto de Análisis de Comercio Global (GTAP, por sus siglas en inglés) de la Universidad de Purdue.

Los datos que se extrajeron del SCEEM referentes a los costos ambientales por actividad económica, determinaron que fueran trece los sectores económicos incluidos en la matriz de contabilidad social extendida al ambiente. Asimismo, dadas las características de las estadísticas del SCEEM, no todas las actividades económicas incorporadas contienen costos ambientales (caza y pesca, resto de la minería, y comercio, restaurantes y hoteles), y sólo en seis sectores productivos se registraron con ambos costos –por agotamiento y por degradación–. El **cuadro I** muestra de manera detallada la información disponible entre las actividades productivas y los elementos que conforman los costos por agotamiento y por degradación. No obstante esta limitación de las estadísticas del SCEEM, fue posible analizar el efecto de la política de liberalización comercial plena sobre los recursos naturales y el ambiente en México.

Del trabajo de Annabi *et al.* (2006) se extrajeron las elasticidades hechas para México y países en desarrollo. El modelo fue construido y calibrado con la ayuda del paquete de cómputo General Algebraic Modeling System. La calibración resultó aceptable y proporcionó el equilibrio inicial sobre el cual se aplicó la simulación. Además, se realizó un análisis de sensibilidad a los resultados obtenidos de la simulación, asignando diferentes valores a las elasticidades de sustitución, lo que permitió comprobar que el equilibrio no es afectado significativamente por las elasticidades utilizadas.

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

CUADRO I. DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN: COSTOS AMBIENTALES Y SECTORES PRODUCTIVOS

Actividades económicas	Costos por agotamiento			Costos por degradación		
	Agotamiento del petróleo	Cambio de volumen de recursos forestales	Uso de agua subterránea	Erosión de suelo	Contaminación del agua	Contaminación del aire
Agricultura	—	Si	Si	Si	—	—
Ganadería	—	Si	Si	Si	Si	—
Silvicultura	—	Si	—	Si	—	—
Caza y pesca	—	—	—	—	—	—
Petróleo	Si	—	—	—	—	Si
Resto de la minería	—	—	—	—	—	—
Industria manufacturera	—	—	Si	—	Si	Si
Electricidad, gas y agua	—	—	—	—	—	Si
Construcción	—	Si	—	—	—	—
Comercio, restaurantes y hoteles	—	—	—	—	—	—
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	—	—	—	—	—	Si
Otros servicios (excepto administración pública)	—	—	Si	—	—	Si
Administración pública	—	Si	Si	—	—	—

analizaron sus efectos sobre los recursos naturales y el ambiente. En este estudio se considera la eliminación de aranceles dentro del TLCAN como la política de liberalización comercial integral y no sólo entre los países que forman parte de este acuerdo comercial. Este supuesto no se aleja de la realidad, pues México realiza aproximadamente 80 % de su comercio exterior con Estados Unidos y Canadá.

- 2) En la mayor parte de la literatura revisada se encontró que se analizan los efectos del TLCAN según sus impactos sectoriales y el bienestar de la población; sin embargo, son contados los estudios que examinan los impactos ambientales de dicho acuerdo comercial. Utilizar esta política en la simulación permitió dar un enfoque 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 II**). 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 II. EFECTO 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 con datos de la simulación de cero aranceles del MEGA

Como es de suponer, 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, dado el supuesto de tipo de cambio flexible en el modelo, 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 0.3 %. La variación de estos dos últimos precios originó que el precio neto o valor agregado creciera en 0.6 %. El cambio en el precio neto junto al 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, construcción, otros servicios y administración pública experimentaron ligeros descensos en su nivel de actividad, y en consecuencia en su producción doméstica y su venta en el mercado interno (**Cuadro III**). 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.

Estos efectos sectoriales también influyeron en la demanda intermedia que realizan las actividades económicas; como es de suponerse, los sectores económicos que presentaron una expansión contribuyeron a un mayor agotamiento de los recursos

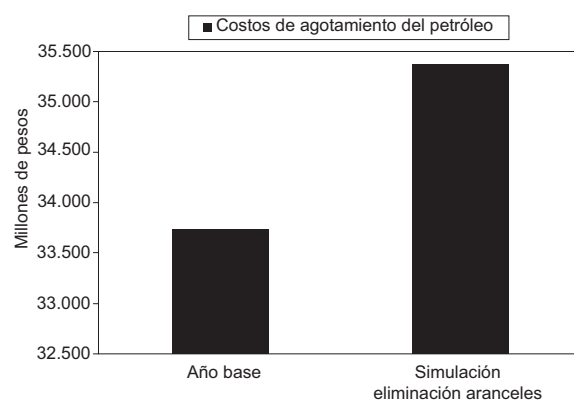


Fig. 1. Efectos de la eliminación arancelaria en los costos por agotamiento del petróleo

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 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 0.2 %, 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.

La influencia de la eliminación arancelaria sobre

CUADRO III. 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
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 con datos de la simulación de cero aranceles del MEGA

el volumen de los recursos forestales se presenta en el **cuadro IV**. No obstante, las tasas de crecimiento presentadas 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 indican sus mayores costos por agotamiento de los activos forestales. En contraste, el sector silvícola exhibió costos por agotamiento negativos, lo que sugiere acciones o factores positivos que mejoran el desempeño de este activo natural.

CUADRO IV. VARIACIÓN PORCENTUAL EN EL VOLUMEN DE LOS RECURSOS FORESTALES AL APLICARSE UN ARANCEL CERO

Actividad	Cambio porcentual
Agricultura	-0.15
Ganadería	0.83
Silvicultura	0.26
Construcción	0.02
Administración pública	-0.33

Fuente: elaboración propia con datos de la simulación de cero aranceles del MEGA

Los cambios relativos en la explotación del agua subterránea que provocan la expansión de las actividades productivas se presentan en el **cuadro V**, donde se observa que la industria manufacturera y la ganadería presentan tasas de crecimiento positivas en los costos por agotamiento en el uso de este recurso natural. 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 V. VARIACIÓN PORCENTUAL EN EL COSTO POR AGOTAMIENTO DEL USO DE AGUA SUBTERRÁNEA AL APLICARSE UN ARANCEL CERO

Actividad	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 con datos de la simulación de cero aranceles del MEGA

Las tres actividades productivas que más aportaron a la contaminación del suelo, específicamente a la erosión, en el orden que aparecen, son: ganadería, silvicultura y 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 con el sector agrícola debido probablemente al efecto adverso que le originó la política comercial aplicada (**Cuadro VI**). El sector ganadero produce costos que casi cuadruplican a los del sector silvícola; aunados a su mayor tasa de crecimiento por degradación del recurso (0.83 %), éstos implican que sus efectos adversos en el suelo son mucho mayores que aquéllos que se presentan en la silvicultura cuando se expande el sector agrícola.

CUADRO VI. VARIACIÓN PORCENTUAL EN LOS COSTOS POR EROSIÓN DEL SUELO AL APLICARSE UN ARANCEL CERO

Actividad	Cambio porcentual
Agricultura	-0.05
Ganadería	0.83
Silvicultura	0.26

Fuente: elaboración propia con datos de la simulación de cero aranceles del MEGA

De acuerdo con el SCEEM (INEGI 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; como consecuencia, la degradación de este recurso ambiental se elevó en 0.65 % (ganadería) y 0.94 % (industria manufacturera). La **figura 2** presenta los costos por degradación del agua en que incurren ambas actividades productivas.

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

Los impactos de la liberalización comercial plena sobre los costos por agotamiento y por degradación

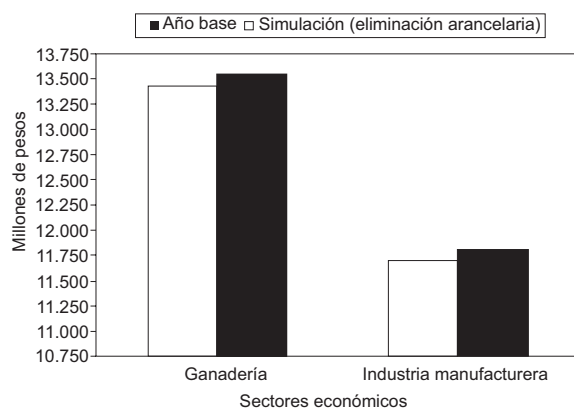


Fig. 2. Efectos de la eliminación arancelaria en los costos por contaminación del agua (ganadería e industria manufacturera)

CUADRO VII. AUMENTO EN LOS COSTOS POR CONTAMINACIÓN DEL AIRE AL APLICARSE UNA POLÍTICA COMERCIAL DE CERO ARANCELES

Actividad	Cambio porcentual
Petróleo	0.20
Industria manufacturera	0.18
Electricidad, gas y agua	0.19
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0.14
Otros servicios (excepto administración pública)	-0.37

Fuente: elaboración propia con datos de la simulación de cero aranceles del MEGA

para los sectores económicos se pueden resumir de la siguiente manera:

- Con la eliminación arancelaria, el sector petrolero se expande, lo cual es producto de mayores exportaciones y del aumento en la cantidad demandada como insumo intermedio 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, así como el costo por contaminación del aire que genera el sector (0.2 % en ambos casos).
- Un sector ganador de la política comercial de cero aranceles es la ganadería, con un crecimiento en su nivel de actividad y sus exportaciones de 0.12 y 0.19 %, respectivamente. Sin embargo, su crecimiento e intensificación productiva involucra una mayor demanda de tierras para pastoreo, una afectación en la calidad del suelo y un costo mayor por contaminación del agua (0.83 % en los tres casos). Esto coloca al sector como

una actividad económica que al crecer agota los recursos forestales (desmante 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 %; asimismo, 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 consumo 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 es 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 es otra actividad productiva afectada positivamente por la liberalización comercial completa. 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 supera al desmante y la producción maderable que realiza el sector silvícola. El saldo de esta situación es un costo negativo por degradación del recurso por parte de la silvicultura. Si se hace un balance general de los efectos sobre el volumen de los recursos forestales debidos al aumento en la actividad económica que tuvieron los sectores al darse la liberalización completa comercial, el resultado es un mayor agotamiento de dichos recursos debido a que su utilización económica –principalmente por la ganadería y en menor medida la construcción– superan a la acumulación lograda en la actividad silvícola.
- La agricultura prácticamente no fue 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 período de análisis y los objetivos planteados, algunos de los resultados obtenidos son muy similares a los encontrados en el trabajo de Beghin *et al.* (2002). En ambos estudios se demuestra que la expansión económica, debido a la liberalización comercial, implicó una mayor contaminación 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 en consecuencia a una caída en la emisión de contaminantes. En esta investigación, los resultados demuestran que la actividad agrícola de manera general sufre una ligera caída, 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 como un resultado del 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 contribuyen más al crecimiento de estos costos cuando son influidos por algún cambio de política económica. Esto puede servir a los tomadores de decisiones para 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. Sin embargo, rara vez 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. Esto no debe implicar para el gobierno la falta de acciones o medidas que contribuyan al crecimiento

económico, sino que al diseñar sus políticas debe considerar estrategias para evitar un mayor deterioro ambiental y agotamiento de los recursos naturales. 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 suelos, 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 sea afectado.

CONCLUSIONES

Se evaluaron los efectos de la eliminación de aranceles sobre el agotamiento de los recursos naturales y la degradación del ambiente mediante un modelo de equilibrio general computable para la economía mexicana en el año 2001. Se utilizó la política comercial debido a que, dentro de las negociaciones del TLCAN, en 2008 todos los sectores que se incluyeron en el acuerdo comercial tendrán que eliminar sus aranceles a las importaciones. La investigación enfoca el análisis de esta medida dentro de una perspectiva diferente a como lo abordan otras investigaciones al considerar los impactos en los recursos naturales y el ambiente.

El modelo muestra que la política comercial aplicada generó un leve repunte en las principales variables macroeconómicas, como el consumo, la inversión, las exportaciones y el PIB; sin embargo, sus efectos en los sectores productivos no fueron homogéneos dado que algunas actividades productivas ganaron al mostrar un crecimiento en su producción, mientras que otras actividades perdieron al caer ésta. El impacto heterogéneo sobre los sectores económicos también tiene efectos diversos en los activos naturales y ambientales, ya que su demanda como insumos intermedios depende del nivel de actividad económica que presenten los sectores productivos.

Los sectores Petróleo, Ganadería e Industria manufacturera presentaron los mayores aumentos en los costos por agotamiento de los recursos naturales al presentarse la liberalización comercial plena. El primer sector, como es de suponerse, elevó su nivel de extracción de crudo debido al aumento en sus exportaciones y al incremento en la demanda como insumo intermedio por las restantes actividades productivas. La ganadería contribuyó principalmente a disminuir los recursos forestales y a una mayor extracción en el uso de agua subterránea. Por su parte, la industria

manufacturera se ubicó como el principal sector en generar costos por agotamiento en el uso del agua subterránea.

Como consecuencia de la política comercial de cero aranceles, las actividades económicas que mostraron los mayores costos por degradación del ambiente fueron: Ganadería, Industria manufacturera, Electricidad, gas y agua, y Transporte, almacenamiento y comunicaciones. Una vez más, el sector ganadero se ubica entre las actividades que presentan los mayores costos por erosión del suelo y contaminación de agua. La industria manufacturera tiene en la contaminación del agua y aire su principal aporte a los costos por degradación del ambiente. Por último, los sectores Electricidad, gas y agua, y Transporte, almacenamiento y comunicaciones elevan los costos en la contaminación del aire.

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 en su objetivo de alcanzar el desarrollo sustentable, el modelo propuesto requiere la incorporación de otro tipo de variables ambientales, tales 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.

REFERENCIAS

- Annabi N., Cockburn J. y Decaluwé B. (2006). MPIA Working Paper 2006-04. Functional forms and parametrization of CGE models. Modeling and Policy Impact Analysis, Poverty and Economic Policy Research Network. Reporte técnico. Quebec, 44 pp.
- 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. *Am. J. Agri. Econ.* 77, 778-785.
- 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. *Agricul. Econ.* 17, 115-131
- Beghin J., Bowland B., Dessus S., Roland-Holst D. y van der Mensbrugghe D. (2002). Growth, trade and the environment nexus in Chile: a comprehensive assessment. En: *Trade and the environment in general equilibrium: evidence from developing economies* (J. Beghin, D. Roland-Holst. y D. van der Mensbrugghe, Ed.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 139-165.
- Chapa J. (2000). Análisis de la apertura comercial en México mediante modelos multisectoriales, 1970-93. Tesis de doctorado. Universidad de Barcelona. Barcelona, España.
- Copeland, B.R. y Taylor M.S. (1994). North-South Trade and the Environment. *Q. J. Econ.* 109, 755-787.
- Fernández O. (1999). Efectos de la aplicación de un impuesto ecológico neutral en México: análisis mediante un modelo de equilibrio general computable. En: *Instrumentos económicos para un comportamiento empresarial favorable al ambiente en México* (A. Mercado, Ed.). El Colegio de México, Fondo de Cultura Económica, México, pp. 145-178.
- Gómez A. (2005). Simulación de políticas económicas: los modelos de equilibrio general aplicado. *Información Comercial Española, Cuadernos Económicos* 69, 197-217.
- Henderson J. y Quandt R. (1978). *Teoría microeconómica: una aproximación matemática*. Ariel, Barcelona, 499p.
- INEGI (2004). Sistema de cuentas económicas y ecológicas de México (SCEEM) 1999-2004. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Reporte técnico. México. 189 pp.
- Löfgren H., Lee R. y Robinson S. (2002). *A standard computable general equilibrium (CGE) model in GAMS*. International Food Policy Research Institute, Microcomputers in Policy Research 5. Washington, 67 pp.
- Löfgren H. (2003a). *Exercises in general equilibrium modeling using GAMS*. International Food Policy Research Institute, Microcomputers in Policy Research 4a. Washington, 34 pp.
- Löfgren H. (2003b). *Key to exercises in CGE modeling using GAMS*. International Food Policy Research Institute, Microcomputers in Policy Research 4b. Washington, 66 pp.
- Nordström H. y Vaughan S. (1999). *Trade and Environment*. World Trade Organization, Special Studies 4. Ginebra, 109 pp.

- Obeid A. (2002). Synthesis of case studies on Indonesia, Mexico and Costa Rica. En: *Trade and the environment in general equilibrium: evidence from developing economies* (J. Beghin, D. Roland-Host. y D. Van der Mensbrugghe, Ed.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp. 233-250.
- O’Ryan R., de Miguel C.J. y Miller S. (2000). *Ensayo sobre equilibrio general computable: teoría y aplicaciones*. Universidad de Chile, Santiago, 54 pp.
- 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. Universidad de Las Américas, Puebla
- Taylor J.E., Yúnez-Naude A. y Hampton S. (1999). Agricultural policy reforms and village economies: a computable general-equilibrium analysis from Mexico. *J. Policy Model.* 21, 453-480.
- Townsend B. y Ratnayake R. (2000). *Trade liberalisation and the environment: a computable general equilibrium analysis*. World Scientific Publishing, Singapur, 149 pp.