



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA

**EFFECTOS DE LA POLÍTICA ECONÓMICA SOBRE LOS RECURSOS
NATURALES Y EL AMBIENTE**

ROBERTO GONZÁLEZ ACOLT

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2007

La presente tesis, titulada: **Efectos de la política económica sobre los recursos naturales y el ambiente**, realizada por el alumno: **Roberto González Acolt**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

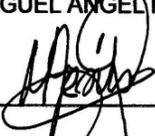
DOCTOR EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: 

DR. JAIME ARTURO MATUS GARDEA

ASESOR: 

DR. MIGUEL ÁNGEL MARTÍNEZ DAMIÁN

ASESOR: 

DR. MANUEL DE JESÚS GONZÁLEZ GUILLÉN

ASESOR: 

DR. JOSÉ A. VILLASEÑOR ALVA

ASESOR: 

DR. RAMÓN VALDIVIA ALCALÁ

Montecillo, Texcoco, México, 30 de noviembre de 2007

EFFECTOS DE LA POLÍTICA ECONÓMICA SOBRE LOS RECURSOS NATURALES Y EL AMBIENTE

Roberto González Acolt, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2007

Esta investigación se enfocó dentro de la problemática económica-ambiental con el interés de analizar cómo las políticas macroeconómicas en México, inciden en la utilización de los recursos naturales y el deterioro ambiental. Para abordar tal problemática, se utilizó el modelo lineal de la matriz de contabilidad social (MCS) y el de equilibrio general computable o aplicable (MEGA). Los resultados, con base en el modelo lineal MCS, muestran que los sectores ganadería y petróleo, cuando reciben una inyección de gasto exógeno, presentan los mayores costos por agotamiento de los recursos naturales. Similarmente, dos sectores: 1) transporte, almacenamiento y comunicaciones, y 2) electricidad, gas y agua, son los que tienen los mayores costos por degradación del ambiente al recibir un aumento de la demanda por alguna variable exógena. Con base en el MEGA se evaluó las consecuencias de la política de liberalización comercial de cero aranceles sobre la actividad económica y los recursos naturales y el ambiente. Los resultados muestran que ésta política comercial generó un leve repunte en las principales variables macroeconómicas, pero sus efectos en los sectores productivos no fueron homogéneos. Asimismo, producto de la liberalización comercial plena, los sectores petróleo, ganadería e industria manufacturera tuvieron los mayores aumentos en los costos por agotamiento de los recursos naturales, mientras que, las principales actividades económicas que mostraron los mayores costos por degradación del ambiente fueron: ganadería; industria manufacturera; electricidad, gas y agua; y transporte, almacenamiento y comunicaciones.

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

EFFECTS OF THE ECONOMIC POLICY ON NATURAL RESOURCES AND THE ENVIRONMENT

Roberto González Acolt, Ph.D.

Colegio de Postgraduados, 2007

This research was focused on the economic-environmental problem with the interest of analyzing how the macroeconomic policies in Mexico have an impact on the use of natural resources and the environmental deterioration. To approach such a problem, the social accounting matrix (SAM) lineal model and the computable general equilibrium (CGE) model were used. The results, based on the SAM lineal model, show that the sectors of cattle raising and oil extraction, when they receive an exogenous expense income, present the greatest costs for the depletion of natural resources. Similarly, two sectors: 1) transportation, storage, and communications, and 2) electricity, gas, and waterworks, are those that have the greatest costs for degradation of the environment when receiving an increase in demand from some exogenous variable. Based on the CGE, the consequences of the policy of commercial liberalization of zero tariffs (free trade) on the economic activity, and natural resources and the environment were evaluated. The results show that this commercial policy generated a light increase in the main macroeconomic variables, but its effects on the productive sectors were not homogeneous. Likewise, as a product of the full commercial liberalization, the oil extraction, cattle raising, and manufactory industry sectors had the greatest increases in the costs for depletion of natural resources, while the main economic activities that showed the greatest costs for degradation of the environment were: cattle raising; manufactory industry; electricity, gas and waterworks; transportation, storage, and communications.

Key words: social accounting matrix, applicable or computable general equilibrium model, costs for depletion of the natural resources, costs for degradation of the environment.

A mí padre, Dimas González; que mi logro personal le proporcione alegría en estos
momento difíciles

A mi madre, Luz del Carmen por ser mi ejemplo de tenacidad y lucha en la vida

En sentido literal, a mis tres angelitos (mis hijos): Roberto, Dimas y Elías

Y por supuesto a Gloria Angélica, compañera de viaje de mi nueva vida

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Aguascalientes por su apoyo incondicional al otorgarme una licencia de superación académica, y por darme la oportunidad de ser un mejor profesor-investigador.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por los recursos económicos asignados a mi formación de científico social, y por proporcionarme la ocasión de reencontrarme como becario dentro de su prestigioso patrón.

Al Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) de la SEP que me apoyó financieramente con una beca para realizar un postgrado de alta calidad

Al Colegio de Postgraduados, a los profesores que me impartieron cátedra y a mi Consejo Particular por contribuir en mi formación como científico social altamente competitivo.

Al Dr. Jaime A. Matus Gardea, mí Consejero profesor, de quién aprendí la teoría del equilibrio parcial y general aplicada al Comercio y a la Economía Internacional. Teoría que sirvió de guía e inspiración en mi trabajo de tesis doctoral; además, le agradezco su invaluable apoyo en la terminación de ésta tesis.

Al Dr. Manuel de Jesús González Guillén por su atención y tiempo dedicado a mejorar mi trabajo de investigación y por involucrarme en el apasionante campo de la economía de los recursos naturales y el ambiente.

CONTENIDO

	Página
CAPÍTULO I. LA MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL Y EL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE .	1
1.1 Introducción	1
1.2 Definición del problema	1
1.3 La matriz de contabilidad social (MCS) .	11
1.3.1 La matriz de contabilidad social extendida al ambiente ...	12
1.4 Análisis retrospectivo y actual de los MEGAS .	13
1.4.1 Características de un MEGA	13
1.4.2 Antecedentes del MEGA ..	16
1.4.3 Fortalezas y debilidades de los MEGAS	18
1.4.4 Los MEGAS en México aplicados a la problemática económico-ambiental	19
1.5 Propósitos y objetivos de la investigación	24
1.6 Literatura citada .	25
CAPITULO II. CONSTRUCCIÓN Y APLICACIÓN DE LA MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL EXTENDIDA CON DATOS AMBIENTALES PARA MEXICO 2001 (MCSA-MEX2001) .	28
2.1 Introducción	28
2.2 Características de la MCSA-MEX2001 .	28
2.3 Métodos y materiales ...	35
2.4 Resultados y discusión	39
2.5 Conclusiones .	46
2.6 Literatura citada .	48

CAPÍTULO III. EFECTOS DE LA POLÍTICA DE LIBERALIZACIÓN COMERCIAL INTEGRAL SOBRE LOS RECURSOS NATURALES Y EL AMBIENTE	.	50
3.1 Introducción	..	50
3.2 Características del modelo	.	50
3.2.1 Bloque de precios	..	58
3.2.2 Bloque de producción y productos	.	61
3.2.3 Bloque de Instituciones	.	69
3.2.4 Bloque de restricciones al sistema (ecuaciones de equilibrio)	..	72
3.3 La política económica utilizada en la simulación		75
3.4 Resultados y discusión	...	76
3.4.1 El agotamiento del petróleo		79
3.4.2 Cambio en el volumen de los recursos forestales	..	80
3.4.3 Uso de agua subterránea		82
3.4.4 Erosión del suelo	..	84
3.4.5 Contaminación del agua	..	86
3.4.6 Contaminación del aire		87
3.5 Conclusiones y discusión de los resultados		88
3.6 Literatura citada	...	92
 CAPITULO IV. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES	...	93
4.1 Conclusiones		93
4.2 Implicaciones del estudio	...	96
4.3 Limitaciones del modelo	.	97
4.4 Líneas futuras de investigación	98
ANEXO	..	100

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1.1 Costos ambientales promedio a precios constantes (2001=100)	8
Cuadro 1.2 Balance físico de los recursos naturales (1999-2004) en México	9
Cuadro 2.1 División de la MCSA-MEX2001 entre cuentas endógenas y exógenas	36
Cuadro 2.2 Matriz de coeficientes MCSA-MEX2001	38
Cuadro 2.3 Principales resultados de la matriz de multiplicadores de la MCSA-MEX 2001	40
Cuadro 2.4 Matriz de multiplicadores de costos por agotamiento y por degradación	43
Cuadro 2.5 Efecto en los componentes por costos de agotamiento y por degradación ante un aumento de 10% en el gasto exógeno (millones de pesos)	46
Cuadro 3.1 Elasticidad constante de sustitución por sector económico	65
Cuadro 3.2 Elasticidad constante de transformación por sector económico	68
Cuadro 3.3 Efectos de la eliminación arancelaria sobre las variables macroeconómicas	76
Cuadro 3.4 Efectos de la liberalización comercial sobre los sectores productivos	78
Cuadro 3.5 Variación porcentual en el volumen de los recursos forestales al aplicarse un arancel cero	81
Cuadro 3.6 Variación porcentual en el costo por agotamiento del uso de agua subterránea al aplicarse un arancel cero	83
Cuadro 3.7 Variación porcentual en los costos por erosión del suelo al aplicarse un arancel cero	85
Cuadro 3.8 Aumento en los costos por contaminación del aire al aplicarse una política comercial de cero aranceles	88

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 Costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente de los sectores productivos ante un aumento del gasto exógeno .	41
Figura 2.2 Relación entre sectores productivos y componentes del costo por agotamiento de los recursos naturales ..	44
Figura 2.3 Relación entre sectores productivos y componentes del costo por degradación del ambiente	45
Figura 3.1 Efectos de la eliminación arancelaria sobre los costos por agotamiento del petróleo ..	80
Figura 3.2 Efectos de la eliminación arancelaria sobre el volumen de los recursos forestales (Ganadería) ...	81
Figura 3.3 Efectos de la eliminación arancelaria sobre el volumen de los recursos forestales (Silvicultura) ..	82
Figura 3.4 Efectos de la eliminación arancelaria sobre el costo por agotamiento en el uso de agua subterránea (Industria Manufacturera) ..	83
Figura 3.5 Efectos de la eliminación arancelaria sobre el costo por agotamiento en el uso de agua subterránea (Ganadería) ...	84
Figura 3.6 Efectos de la eliminación arancelaria en los costos por degradación del suelo (Ganadería) .	85
Figura 3.7 Efectos de la eliminación arancelaria sobre los costos por degradación del suelo (Silvicultura) .	86
Figura 3.8 Efectos de la eliminación arancelaria en los costos por contaminación del agua en la ganadería e industria manufacturera .	87

CAPITULO I

LA MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL Y EL MODELO DE EQUILIBRIO

GENERAL COMPUTABLE

1.1 Introducción

La finalidad de este capítulo es ofrecer el planteamiento del problema, los propósitos y objetivos, y la revisión de la literatura referente a la matriz de contabilidad social (MCS) y a los modelos de equilibrio general aplicados o computables (MEGAS). En la sección 1.2 se plantea la definición del problema de la investigación. En el apartado 1.3 se describe las características y aplicaciones de la matriz de contabilidad social. La sección 1.4 presenta una breve semblanza del surgimiento de los MEGAS hasta su uso en la actualidad, detallando sus fortalezas y limitaciones, y algunas de las aplicaciones de estos modelos a la problemática económico-ambiental. En el punto 1.5 se plasman los objetivos de la investigación. Por último se finaliza con la literatura citada en la sección 1.6.

1.2 Definición del problema

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 adaptadas por el Estado para impulsar el crecimiento económico, el empleo y la distribución del ingreso han afectado negativamente al ambiente.

A partir de esta idea general existió un interés particular en la investigación por analizar que tan eficientes han sido las políticas macroeconómicas en México para detener la degradación ambiental y el agotamiento de los recursos naturales.

Para abordar tal problemática, los modelos multisectoriales, tales como el modelo lineal de la matriz de contabilidad social (MCS) y el modelo de equilibrio general computable o aplicable (MEGA), constituyen una herramienta fundamental para evaluar cuantitativamente ex-ante, los efectos directos e indirectos de la política económica. El interés de usar estos modelos se debe a que su aplicación es novedosa, sencilla y eficaz en el análisis económico ambiental.

La utilización de estos modelos permitiría contestar entre otras, las siguientes preguntas: ¿Qué tanto y en que forma afectan al ambiente las políticas macroeconómicas aplicadas en México? ¿Son las políticas macroeconómicas eficientes como instrumento para mitigar el deterioro de los recursos naturales y el ambiente?

Desde el surgimiento de la economía como ciencia siempre se ha presentado el debate sobre la manera de cómo las economías pueden lograr un mayor crecimiento económico; sin embargo, es con el auge y desarrollo de la economía ambiental principalmente, 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 posiciones importantes; por un lado, la perspectiva Maltusiana, resumida en un estudio denominado “The Limits to Growth” (Los Límites del Crecimiento) en el año de 1972 y su continuación, “Beyond the Limits” (Mas allá de los Límites) en 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, 2004). Por 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 desarrollo que permite lograr las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras. 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, incorporando y tratando de integrar de la manera más apropiada las variables económicas y ambientales. Por ejemplo, dos enfoques

particulares de esta controversia es 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 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 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 generalmente los economistas se han inclinado por una intervención del Estado en la economía para responder a las fallas del mercado. En las economías actuales se pueden distinguir tres funciones económicas del Estado:

- 1) Incrementa la eficiencia al frenar la competencia imperfecta y fomentar la competencia, además de regular y de controlar algunas externalidades negativas como la contaminación y proporcionar bienes y servicios públicos;

- 2) Fomenta la redistribución del ingreso mediante su política fiscal; por ejemplo, aplicando impuestos progresivos sobre el ingreso y la riqueza y realizando transferencias a los grupos más pobres; y
- 3) Mediante sus políticas macroeconómicas fomenta la estabilidad y el crecimiento económico.

Sin embargo, 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 al contrario, crean o exacerban las fallas del mercado.

Esta interacción entre ambiente y economía en México también ha sido contradictoria. Los primeros esbozos de la política ambiental surgen a partir de los años setentas cuando en México se empieza a legislar sobre desechos industriales; pero se concreta hasta el año de 1988 cuando se dio a conocer la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Esta etapa fundamentalmente se sustentó 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 sobresaliendo en esta reforma la incorporación de instrumentos económicos a la gestión ambiental y la incorporación de los conceptos de sustentabilidad y biodiversidad.

Asimismo, a inicios de los años setentas se crea la Subsecretaría de Mejoramiento del Medio Ambiente subordinada a la Secretaría de Salud; y no es sino hasta 1982 cuando se crea 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) y entre sus principales funciones es legislar y aplicar asuntos ambientales. También en este periodo de los noventa se creó el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) teniendo el primero facultades normativas y la segunda la inspección y vigilancia.

Algunos autores coinciden en la tardía respuesta de 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, 2000).

El crecimiento económico en México, al igual que en muchas otras economías de mercado, el Estado tiene una presencia significativa 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 se ha caracterizado a partir de mediados de 1980 por una liberalización comercial, que ha

tenido su máxima expresión con la entrada de México al GATT y con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Recientemente se viene planteando una reforma fiscal que pretende un mayor apuntalamiento en el crecimiento económico.

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 actividad económica. Sin embargo, escasamente se comenta el efecto de estas políticas en el uso de los recursos naturales y en los activos ambientales.

Las escasas investigaciones realizadas para analizar el efecto del TLCAN sobre el ambiente en México demuestran un aumento en la degradación ambiental a partir del TLCAN (El Obeid., 2002¹). Guevara (2004) utiliza la información del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México y muestra como el costo ambiental aumentó en aproximadamente 13% en el período 1994-2004 (**Cuadro 1.1**). 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 1.2** presenta el crecimiento de las tasas de deterioro ambiental de los recursos naturales en los últimos años. Se

¹ En el apartado de esquema de fundamentos de esta investigación se realiza una descripción más detallada del trabajo de El obeid.

observa la disminución de los activos forestales en el período 1999-2004, con una tasa media anual negativa de 0.4%, ubicando a México en el cuarto país en América Latina con la mayor tasa de deforestación (**Cuadro 1.2**). En el mismo lapso, las reservas de petróleo disminuyeron un 4.2% y tan sólo en el 2004, éstas se redujeron en 2.3%. De seguir presentándose esta tendencia de consumo, en 29 años se agotará este energético (INEGI, 2004).

Cuadro 1.1 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).

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

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

Cuadro 1.2 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 (2004). *Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) 1999-2004*.

Dado el panorama anterior, vale la pena cuestionar lo siguiente ¿Qué tanto han contribuido las políticas macroeconómicas a la depreciación de estos recursos naturales y a la degradación del ambiente en México? Tal pregunta resulta difícil de contestar. Sin embargo, este trabajo estudia la implicación en los recursos naturales y activos ambientales de diversas políticas económicas en México.

En la investigación el análisis se efectuó mediante la aplicación de modelos multisectoriales. Se construyó una Matriz de Contabilidad Social (MCS) a la cual se

le agregó información de costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente, y con base en ésta matriz se aplicó el modelo lineal MCS de multiplicadores contables, para examinar como los instrumentos de la política económica alteran el uso de los recursos naturales y el ambiente. Posteriormente, se diseñó un modelo de equilibrio general computable que integró como insumos los activos naturales y ambientales. El modelo es calibrado a partir de la MCS, y se estudió la influencia de la política de liberalización comercial plena sobre los costos ambientales totales.

La idea es cuantificar el efecto de las políticas económicas sobre el ambiente, no es con la intención de restringir la actividad económica, sino de que el Estado también impulse 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. Dada esa deficiencia, este estudio es relevante debido a que aborda la problemática económico ambiental desde una perspectiva diferente. Además, una utilidad de esta investigación es que sus resultados y conclusiones pueden ofrecer una visión distinta al tomador de decisiones sobre el papel de las políticas que aplica o ejerce en la economía real.

1.3. 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, sea igual al total de la inversión, oferta y 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 cambios en su nivel de gasto se deben a una variación en el ingreso, mientras que una cuenta exógena es aquella en que afectaciones en sus gastos son independientes de una alteración en el ingreso, generalmente estas últimas cuentas 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 esta 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). Por ejemplo, si en una investigación se está interesado en 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.

1.3.1. 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 input-output. Partiendo de esta idea, Keuning (1990) citado por Rodríguez *et al* (2005), propone la creación del SESAME (System of Economics and Social Accounting Matrices and Extensions) con el objetivo de combinar sintética y ordenadamente diversas cuentas satélites relacionadas con diferentes temas (demografía, trabajo, salud, turismo, medio ambiente, etc.) y expresadas en unidades monetarias o en otro tipo de unidades (de peso, de tiempo, etc.) y que están ligadas entre sí y con un núcleo central dado por las Cuentas Nacionales.

El SESAME en uno de sus módulos destaca la creación de una matriz de contabilidad nacional de cuentas ambientales, denominada NAMEA (National Accounting Matrix with Environmental Accounts), la cual articularía variables económicas con la contaminación. Las variables ambientales se expresarían en

términos físicos y las económicas en términos monetarios. La contaminación proveniente de las actividades económicas se integraría en una cuenta de emisiones. A partir de la NAMEA se desprende la SAMEA (Social Accounting Matriz and Environmental Accounts). Esta última matriz está conformada por dos elementos: la economía y el ambiente.

La SAMEA en su vertiente económica, está conformada por una matriz de contabilidad social, la cual muestra el flujo circular de la economía en unidades monetarias; mientras que en su vertiente ambiental, se encuentra una matriz de flujos en términos físicos, que incluye insumos ambientales, las emisiones y desechos o residuos vertidos a la naturaleza (Rodríguez *et al.*, 2005).

Los trabajos realizados por Rodríguez y Llanes (2004) y Rodríguez *et al.* (2005) utilizan la SAMEA para analizar algunos temas económico ambientales en España. Un aspecto característico de estos estudios es el cálculo de lo que los autores denominan multiplicadores domésticos SAMEA, que son la base para estudiar la influencia de las actividades económicas sobre la producción y el deterioro ambiental.

1.4 Análisis retrospectivo y actual de los MEGAS

1.4.1. 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 y 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 los años 50 y por Arrow y Hahn en 1971 (O’Ryan, 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 y/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 que conduzca a otro óptimo local. El segundo consiste en verificar que los resultados no estén afectados por los parámetros exógenos utilizados (principalmente las elasticidades). Una vez hecho el análisis de sensibilidad, por último se contrasta 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.

1.4.2. 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)

Existe un consenso en la literatura revisada 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 período 1948-1953; por su lado, 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 en su modelo desarrolló 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. La importancia del trabajo de Scarf, es sentar las bases para el desarrollo de nuevos algoritmos que facilitaron la aplicación y resolución en computadora de los modelos de equilibrio general permitiendo su multiplicación y utilización para el análisis de diversas políticas (Gómez, 2002). En los años ochentas 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 setentas, con los trabajos de Sidaoui y Sine, y de Serra Puche. Posteriormente en los años ochentas, 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. Así, desde la década de los ochentas hasta la actualidad, 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).

1.4.3. Fortalezas y debilidades de los MEGAS.

Las ventajas que ofrece el MEGA incluye:

- 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) incorporan variables estructurales que reflejan el desempeño de una economía de forma más realista; y
- 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 la base teórica estadística de estos modelos es muy limitada al utilizar los datos de solo un año, 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 es que generalmente suponen que el ahorro determina la inversión, y por lo mismo no incluye el comportamiento de esta última. No suelen 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.

1.4.4. 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 (1993) con base en un modelo de equilibrio 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 considera la aplicación de un impuesto ecológico cuyo monto varía de acuerdo al volumen de contaminación producida por los sectores manufactureros. Así, 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 al 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-M² 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 de forma total o parcial a la electricidad 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 período de estudio comprende de 2000

² 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"

al 2015. En los tres escenarios se añaden dos políticas: la primera es un cambio tecnológico en el sector del gas natural, y en la segunda, se incorpora 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: una caída en el PIB, incremento en el nivel de precios, una disminución en el bienestar de los agentes económicos, un aumento en los ingresos del gobierno y una reducción en las emisiones de carbono. Cabe destacar que cuando se incorporan 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 estudio empíricos sobre los vínculos entre crecimiento y ambiente para Indonesia, Costa Rica y México. Para el caso de México presenta un resumen de dos trabajos hechos en 1995 y 1997 por Beghin *et al*³ (1995).

El primer estudio abarca toda la economía comprendiendo 94 sectores y el segundo se concentra exclusivamente en el sector agrícola, el cual es desagregado dentro de 22 subsectores. En ambos estudios se utiliza un modelo de equilibrio general computable para analizar las implicaciones económicas y ambientales del

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

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

comercio y de la política ambiental referente a los desechos químicos y del 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 dos escenarios 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 escala⁴ 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 del 2.2% en el PIB real y la

⁴ El efecto escala surge cuando el mayor comercio e inversión, debido a la liberalización comercial, causan 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.

producción lo hace en 2.8%. 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 aumenta con el comercio libre, como es el caso del café, miel y tabaco. La caída en la producción de algunos productos agrícolas con la liberalización comercial lleva a una caída en la emisión de contaminantes. Por lo tanto, la reducción en la contaminación es debido 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, es el impuesto a los contaminantes tóxicos en la tierra 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. Por otro lado, en promedio las exportaciones aumentan un 20% mientras que las importaciones lo hacen por un 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%).

1.5 Propósitos y objetivos de la investigación

General:

Evaluar cuantitativamente los efectos de algunos instrumentos de política económica sobre el uso de los recursos naturales y los activos ambientales, con la finalidad de contribuir al entendimiento de la problemática ambiental en México.

Específicos:

- 1) Elaborar una matriz de contabilidad social, donde se pueda incorporar las cuentas de los costos ambientales totales provenientes del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) 1999-2004;
- 2) Mediante un modelo lineal de la matriz de contabilidad social extendida al ambiente, calcular los 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;

- 3) Construir un modelo de equilibrio general que permita predecir los efectos de la política de liberalización comercial integral sobre los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente.

Los resultados y conclusiones obtenidas en este trabajo se esperan contribuyan a entender la problemática económico ambiental en México. Además este trabajo con sus limitaciones propias, pueda servir de referencia para futuras líneas de investigación.

1.6 Literatura citada

- Barkin, D. (2004).** La responsabilidad ambiental de las empresas en México. Comercio Exterior. Vol. 54 (10): 1040-1055.
- 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. 373 p.
- El Obeid, A. (2002).** Synthesis of case studies on Indonesia, México y Costa Rica. En Beghin, J; Roland-Host, D. y Van der Mensbrugghe (edt). *Trade and the Environmental in General Equilibrium: Evidence from Developing Economies*. Kluwer Academic Publishers. U.S.A. pp 233-250.
- 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 (coordinador). *Instrumentos económicos para un comportamiento empresarial favorable al ambiente en México*. México: Colegio de México y FCE. pp. 145-178.

- Gómez, A. (2002).** Simulación de políticas económicas: Los modelos de equilibrio general aplicado. Papeles de Trabajo núm. 35/02, Instituto de Estudios Fiscales. Ministerio de Economía y Hacienda. España. 28 p.
- Guevara, A. (2004).** Reflexiones acerca del TLCAN y su efecto ambiental en México. En Casares, E y Sobarzo, H (compiladores). *Diez años del TLCAN en México*. México: Lecturas 95, FCE. pp. 243-272.
- INEGI (2004).** Sistema de cuentas económicas y ecológicas de México (SCEEM) 1999-2004, México, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 189 p.
- Kehoe, T y E. Prescott. (1995).** Introduction to the symposium: The discipline of applied general equilibrium. *Economic Theory*, 6, pp. 1-11.
- Kostand, C. (2001).** Economía ambiental. Oxford University Press. México. pp. 33-55.
- Leontief, W. (1970).** Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach, *Review of Economics and Statistics*. 52: 262-271.
- 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. 203 p.
- O’Ryan, R, C. De Miguel, y S. Millar. (2000).** Ensayo sobre equilibrio general computable: Teoría y aplicaciones. Universidad de Chile. 54 p.
- Rodríguez, C y G. Llanes. (2004).** Gasto público y eficiencia ecoambiental en la economía española. Documento de Trabajo. Fundación de estudios de economía aplicada (Fedea) 04:38.
- Rodríguez, C., G. Llanes, y M.A. Cardenete. (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. 90 p.

Sadoulet, E y A. De Janvry. (1995). Quantitative development policy analysis. Johns Hopkins University Press. Baltimore. pp: 273-301.

Sobarzo, H (2003). Modelos de equilibrio general aplicado y la dimensión regional. En Insumo-producto regional y otras aplicaciones. División de Ciencias Sociales y Humanidades, UAM Azcapotzalco. México, pp. 41-53.

Tietenberg, T. (2000). Environmental and natural resource economics. 5a. ed. Addison-Wesley. pp: 1-15.

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

CAPÍTULO II

CONSTRUCCIÓN Y APLICACIÓN DE LA MATRIZ DE CONTABILIDAD

SOCIAL EXTENDIDA CON DATOS AMBIENTALES PARA MEXICO 2001

(MCSA-MEX2001)

2.1 Introducción

El propósito del capítulo es la elaboración de una matriz de contabilidad social extendida con datos ambientales para México con año base 2001 (MCSA-MEX2001). La finalidad es que esta matriz sirva como base para calibrar el modelo de equilibrio general computable. También se usará esta matriz para estimar multiplicadores contables y ambientales con la intención de analizar cómo afectan las políticas económicas al uso de los recursos naturales y su influencia en el ambiente.

2.2. Características de la MCSA-MEX2001

La construcción de la MCSA-MEX2001 esta basada en dos componentes básicos: (a) Matriz de Contabilidad Social, la cual se estructuró a partir del modelo básico de equilibrio general computable presentado por Lofgren (2003)¹ del IFPRI (The Internacional Food Policy Research Institute); (b) incorporación de los datos ambientales provenientes del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) 1999-2004 de 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 el ambiente; (4) dos

¹ La versión de este modelo será el que se tomará como base en nuestro estudio, pero ampliado con el tratamiento del medio ambiente y los recursos naturales.

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.

Seguir el diseño de la matriz de contabilidad social propuesto en el texto de Lofgren 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 los productos leche y queso, por su parte un producto puede ser elaborado por múltiples actividades.

Por otro lado, incluir una cuenta ambiental relacionada con los recursos naturales y el ambiente en la MCSE-MEX2001 con información del SCEEM 1999-2004 induce a explicar como se incorporan las estadísticas ambientales en el Sistema de las Cuentas Nacionales de México (SCNM).

En términos generales el SCEEM es una extensión del SCNM y como tal es una cuenta satélite que integra las estadísticas económicas y ambientales, con el objetivo de crear y proporcionar información sobre las principales variables macroeconómicas vinculadas al agotamiento de los recursos naturales y el deterioro del ambiente, además de determinar cuantitativamente los costos de estas dos últimas variables. Por lo tanto, una de las grandes aportaciones del SCEEM es la incrustación de los recursos naturales y el ambiente al SCNM a partir de 1993. La

manera de cómo son integrados estos dos nuevas variables conlleva a una redefinición del concepto de activos en las cuentas nacionales, los cuáles quedan clasificados de la siguiente manera:

- 1) Activos Económicos producidos, son 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 es el caso de la maquinaria, el equipo, etcétera.
- 2) Activos económicos no producidos, son bienes que provienen de la naturaleza y son empleados en el proceso productivo. A diferencia de los activos económicos producidos, éstos no se originan en el proceso productivo y comprende activos como el petróleo y recursos naturales en general.
- 3) Activos ambientales no producidos, abarca activos como el aire, los océanos, bosques no sujetos a la explotación, etcétera. Este tipo de activos naturales no son utilizados directamente en la producción, sin embargo se ven afectados por las actividades económicas.

Obsérvese que los recursos naturales y el ambiente son activos no producidos, que son empleados o se ven afectados por las actividades productivas. El enfoque dado a este tipo de activos también se extiende a su balance, es decir, cambios en los activos, medidos como la diferencia entre su balance inicial o de apertura y su balance final o de cierre; estos cambios se agrupan en el concepto de acumulación neta de activos económicos –cambios en los activos económicos

producidos y no producidos-, y acumulación neta de activos ambientales – afectaciones en la calidad y cantidad de los recursos ambientales, provocados por la actividad económica.

Otro elemento importante en el novedoso tratamiento de los activos no producidos, fue que para incorporarlos con los demás flujos monetarios de la economía se les tuvo que asignar un valor monetario¹, lo cual dio motivo al cálculo de los costos por agotamiento de los recursos naturales, que son los cálculos monetarios del desgaste de los recursos naturales producto de la actividad económica; y, los costos por degradación del ambiente, que son estimaciones monetarias que se tendría que incurrir para remediar o prevenir el deterioro ambiental ocasionado por las actividades productivas.

La información estadística en términos físicos como monetarios del SCEEM, referente al agotamiento de los recursos naturales se limita al estudio del petróleo, recursos forestales y uso de agua subterránea; mientras que para la degradación del ambiente, se concreta en los temas de la erosión del suelo y la contaminación del agua, aire y suelo.

Considerando este contexto metodológico del SCEEM, la MCSA-MEX2001 agrega la cuenta ambiental que incluye el agotamiento de los recursos naturales (petróleo, recursos forestales y uso de agua subterránea) y la degradación ambiental

¹ Los métodos para proveer un valor monetario a estos activos fueron: renta neta, costo de uso y costo de mantenimiento. Para una explicación de estos métodos ver SCEEM en el apartado de marco conceptual y metodológico.

(erosión del suelo y la contaminación del agua, aire y suelo) en unidades monetarias, lo que la diferencia de una SAMEA². Por otra parte, dado que el SCEEM maneja trece actividades productivas, entonces en la elaboración de la MCSA-MEX2001 se contempló el mismo número de sectores económicos. A continuación se hace una descripción más detallada de las cuentas presentadas en la MCSA-MEX2001.

La cuenta de actividades o producción, contabiliza por el lado de gasto, es decir de las columnas, la compra de materias primas; el pago a los factores de producción trabajo y capital, que no es otra cosa que el valor agregado; y el agotamiento de los recursos naturales y la degradación del ambiente. Esta última subcuenta se justifica dado que estos activos económicos no producidos (petróleo y recursos naturales) y activos ambientales no producidos (aire, agua, suelo) son usados o afectados en el proceso de producción. Por otra parte, los ingresos de las actividades, visto por el lado de las filas, provienen de sus ventas en el mercado domestico. Sin embargo, dado que las actividades por el lado del gasto 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, por lo que en la fila de esta cuenta se añadió el flujo de agotamiento y degradación de los activos económicos y ambientales no producidos como un “ingreso”.

La cuenta de bienes o productos, por el lado de las columnas, registra la compra de la producción doméstica y las importaciones; y el pago de impuestos

² Como se anotó en el capítulo 1, la SAMEA es una matriz que representa el flujo circular de la economía en unidades monetarias y los flujos ambientales en términos físicos.

indirectos como es el caso del Impuesto al Valor Agregado (IVA) y las tarifas a las importaciones (Aranceles). Los ingresos de esta cuenta 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 de mundo (exportaciones).

La cuenta de ambiente por el lado de las filas contiene los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente. Se registran de esta forma, ya que representarían los pagos que tendrían que hacer las actividades por el uso y daño de estos activos. Por el lado de las columnas se asienta el flujo de los activos económicos y ambientales no producidos

Los factores comprenden la cuenta del trabajo y el capital, los cuales 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).

Las instituciones incluyen familias y gobierno. Los ingresos de las familias se derivan de los pagos que reciben los factores de la producción y de las transferencias provenientes del gobierno y el resto del mundo, por su parte, 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 constituyen el ahorro privado el cual es registrado en la columna de su propia cuenta. Mientras que, 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 de 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.

Los productos pagan dos clases de impuestos: el impuesto al valor agregado y aranceles; por su parte las familias pagan el impuesto sobre la renta. El gobierno recibe como ingreso el pago de estos impuestos.

Finalmente aparece el 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 proceden de: SCEEM 1999-2004; 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 contiene la

matriz de insumo producto, que es una actualización de la que presento INEGI en 1978 y 1985. En el Anexo 2.1 y 2.2, se presentan las características y la matriz elaborada de la MCSA-MEX2001.

2.3. Métodos y materiales

Este trabajo consideró como variables endógenas a las cuentas de actividades, productos, factores, y el agotamiento de los recursos naturales y la degradación del ambiente³. Además de analizar cuanto ingreso generan, se estimó como 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, o una modificación en el sector externo. Estas últimas cuatro cuentas (hogares, gobierno, capital y sector externo) son consideradas como exógenas y representan instrumentos de política económica.

El **Cuadro 2.1** 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} muestra los intercambios entre las cuentas exógenas y es conocida como matriz de residuales; X_{mk} comprende los flujos de cuentas exógenas a endógenas, y X_{km} abarca los pagos de las cuentas endógenas a exógenas.

³ Agotamiento es la inadecuada extracción, sustracción, explotación, desgaste o pérdida de los recursos naturales lo que origina una disminución cuantitativa de estos. Degradación es cuando las actividades productivas originan un sin fin de agentes contaminantes que deterioran el ambiente.

Cuadro 2.1 División de la MCSA-MEX2001 entre cuentas endógenas y exógenas

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	X_{mm}				X_{mk}				X_m
	PRODUCTOS									
	AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES Y DEGRADACION DEL MEDIO AMBIENTE									
	FACTORES									
CUENTAS EXÓGENAS (k)	INSTITUCIONES	X_{km}				X_{kk}				X_k
	CAPITAL									
	IMPUESTOS									
	SECTOR EXTERNO									
TOTAL	TOTAL	X_m				X_k				-

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

En el **Cuadro 2.1** se observa como el ingreso total de una cuenta endógena (X_m) 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:

$$x_m = \sum_{j=1}^m x_{mj} + \sum_{j=1}^k x_{kj} \quad (2.1)$$

En términos matriciales

$$X_m = X_{mm} \cdot i_m + X_{mk} \cdot i_k \quad (2.2)$$

Donde i es un vector unitario

A partir del **Cuadro 2.1** se puede obtener la matriz de propensiones medias a gastar, "A", que es resultado de dividir las transacciones de la MCSA-MEX2001 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 2.2** muestra la matriz A,

dónde:

$$A_{mm} = X_{mm} \cdot \hat{X}_m^{-1} \quad (2.3)$$

$$A_{mk} = X_{mk} \cdot \hat{X}_k^{-1} \quad (2.4)$$

El símbolo $\hat{}$ en las ecuaciones (2.3) y (2.4) denota una matriz diagonalizada.

Considerando la expresión (2.2.), (2.3) y (2.4), las "m" variables endógenas se pueden formular como:

$$X_m = A_{mm} \cdot X_m + A_{mk} \cdot X_k \quad (2.5)$$

Resolviendo para X_m :

Cuadro 2.2 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 DEGRADACION 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).

$$X_m = [I - A_{mm}]^{-1} \cdot A_{mk} \cdot X_k = Mx_m \quad (2.6)$$

dónde $M = [I - A_{mm}]^{-1}$ y $x_m = A_{mk} \cdot X_k$.

La expresión (2.6) 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 MCS, donde cada elemento m_{ij} muestra el impacto multiplicador en la variable endógena debido a un aumento de una unidad en la variable exógena. Por ejemplo para el caso de la cuenta ambiental, 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 un peso.

2.4. Resultados y discusión

En el Anexo 2.3, se presenta la matriz de multiplicadores de la MCSA-MEX2001. Un resumen de los principales resultados de dicha matriz se muestra en el **Cuadro 2.3**. 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 en 1.09 pesos, un crecimiento en las actividades de 1.54 pesos, un incremento en los bienes de 0.62 centavos, una subida en los costos de agotamiento de los recursos naturales y de la degradación del ambiente en 0.02 y 0.03 centavos respectivamente, un mejoramiento en el ingreso de los factores de producción en 0.88 centavos y una expansión en toda la economía en 3.08 pesos; y así sucesivamente para cada uno de los sectores.

Cuadro 2.3 Principales resultados de la matriz de multiplicadores de la MCSA-MEX 2001

Sector	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 2.3. 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 contribuyeron 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 (véase Figura 2.1).

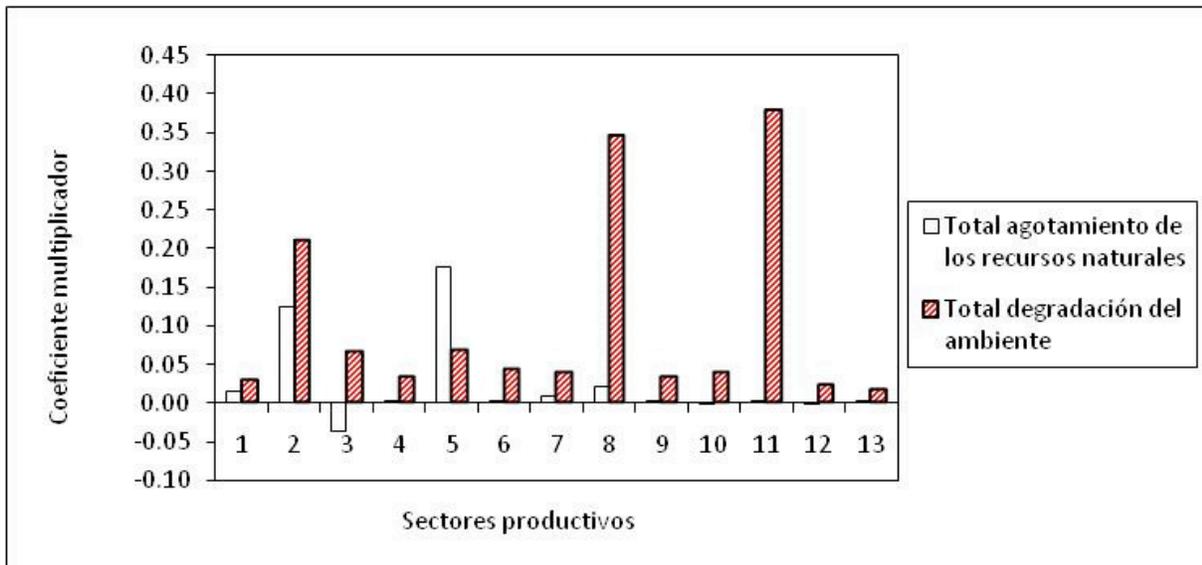


Figura 2.1 Costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente de los sectores productivos ante un aumento del gasto exógeno.

El efecto difusión (columna final del **Cuadro 2.3**) 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 2.3**) que los sectores 8 (electricidad, gas y agua), 2 (ganadería), y 11 (transporte, almacenamiento y comunicaciones) son los que originan los mayores efectos 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, como se anotó líneas arriba, también son los sectores con mayor efecto negativo en los activos económicos y ambientales no producidos cuando reciben una inyección monetaria de alguna variable exógena.

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 el **Cuadro 2.4**. Las Figuras 2.2 y 2.3 presentan por separado esta relación. Obsérvese en la Figura 2.2 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, y como se expresó anteriormente, al destinarse un peso de gasto exógeno a este sector, la caída de los recursos naturales será de aproximadamente 0.13 centavos, de los cuales casi 0.12 centavos se deberá a la deforestación. Por su parte, La expansión de la actividad petrolera (sector 5), como es de esperarse, es principalmente la que tiene una mayor aportación en la caída de las reservas de crudo.

Cuadro 2.4 Matriz de multiplicadores de costos por agotamiento y por degradación

Sector	Agotamiento de los recursos naturales			Degradación del medio ambiente		
	Agotamiento del petróleo	Cambios en el volumen de los recursos forestales	Uso de agua subterránea	Erosión del suelo	Contaminación del agua	Contaminación del aire
Agricultura (1)	0.0011	0.0085	0.0067	0.0042	0.0025	0.0210
Ganadería (2)	0.0012	0.1175	0.0065	0.0688	0.1211	0.0195
Silvicultura (3)	0.0005	-0.0357	0.0001	0.0493	0.0011	0.0143
Caza y pesca (4)	0.0014	0.0010	0.0002	0.0008	0.0022	0.0307
Petróleo (5)	0.1750	0.0005	0.0001	0.0004	0.0010	0.0657
Resto de la minería (6)	0.0018	0.0005	0.0001	0.0004	0.0012	0.0410
Industria manufacturera (7)	0.0043	0.0034	0.0005	0.0027	0.0075	0.0287
Electricidad, gas y agua (8)	0.0204	0.0009	0.0001	0.0007	0.0021	0.3436
Construcción (9)	0.0015	0.0020	0.0002	0.0009	0.0025	0.0295
Comercio, restaurantes y hoteles (10)	0.0007	0.0005	0.0001	0.0004	0.0010	0.0384
Transporte, almacenamiento y comunicaciones (11)	0.0017	0.0005	0.0001	0.0004	0.0011	0.3789
Otros servicios excepto administración pública (12)	0.0006	0.0004	0.0001	0.0003	0.0008	0.0218
Administración pública (13)	0.0005	0.0021	0.0002	0.0004	0.0010	0.0145

Fuente: elaboración propia con base en el Anexo 2.3.

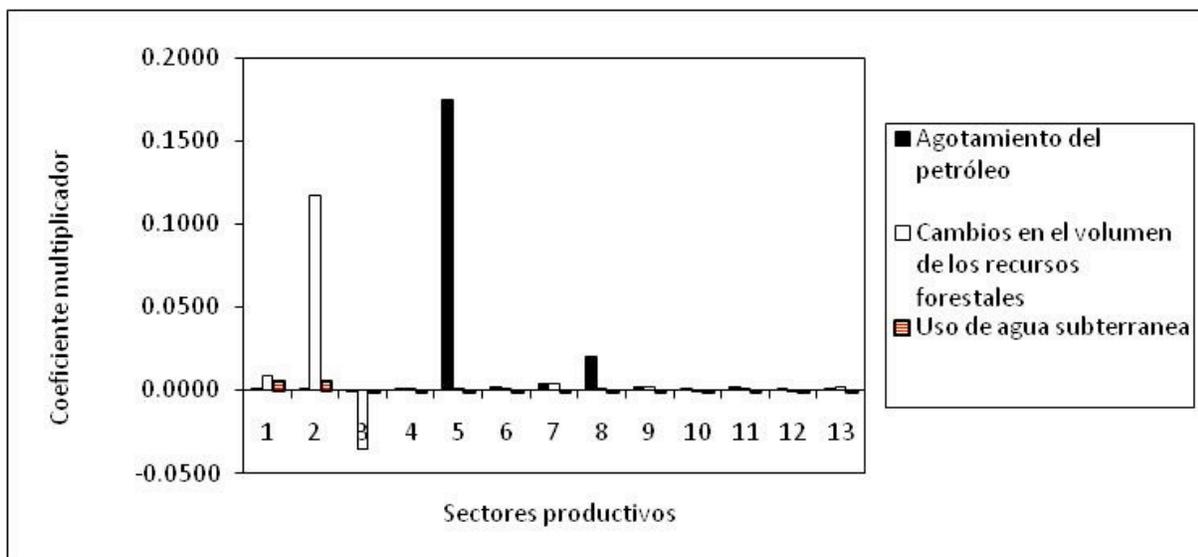


Figura 2.2 Relación entre sectores productivos y componentes del costo por agotamiento de los recursos naturales.

La ganadería (Véase Figura 2.3), en comparación con las demás actividades económicas, también 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. 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. (Véase Figura 2.3).

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 costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente se verá más afectado?. Para contestar tal pregunta, 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 2.5**. Los resultados revelan que cualquiera de las cuatro políticas de gasto que se realice, su efecto siempre será mayor en la contaminación del aire. El agotamiento del petróleo y el cambio en el volumen de los activos forestales son los siguientes componentes que más recienten el aumento en el gasto exógeno, su orden –segundo o tercero, va a depender de cual política de gasto se lleve a cabo.

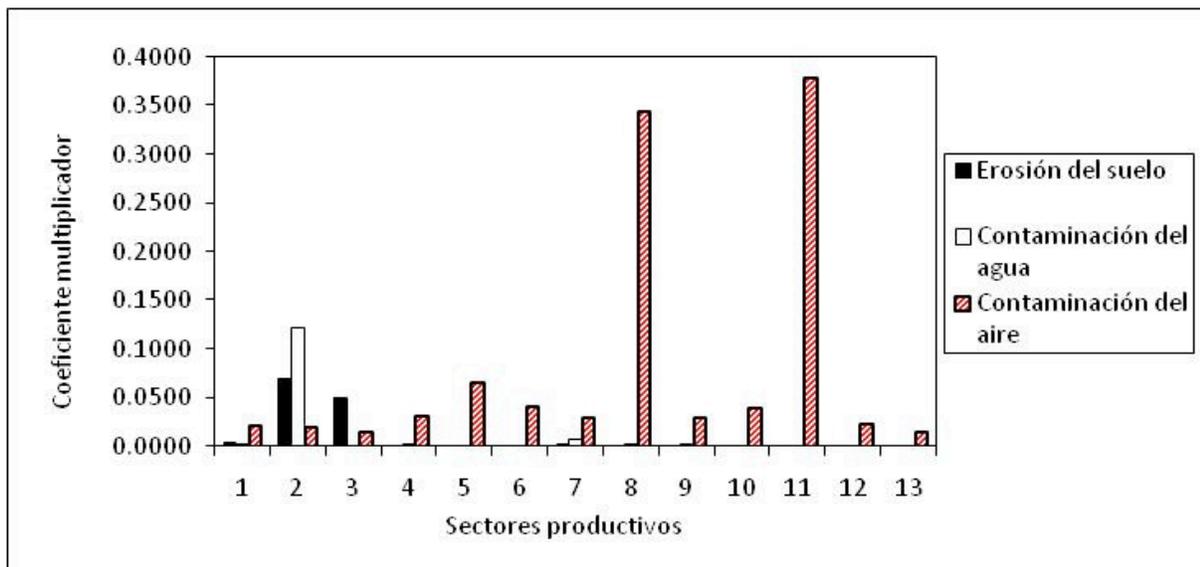


Figura 2.3 Relación entre sectores productivos y componentes del costo por degradación del ambiente.

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 un 70%. Por su lado, el crecimiento de las exportaciones incide significativamente en el agotamiento del petróleo, esto es explicado por la importancia que tienen todavía las exportaciones de crudo en la economía mexicana.

Cuadro 2.5 Efecto en los componentes por costos de agotamiento y por degradación ante 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	2527
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	1591	107	483	1065
Contaminación del Aire	35111	2139	3849	5294

Fuente: Elaboración propia

2.5. Conclusiones

Se elaboró la matriz de contabilidad social extendida con datos ambientales con año base 2001 (MCSA-MEX2001), contemplando trece actividades y productos; los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación ambiental; dos factores de producción: trabajo y capital; los hogares y el gobierno, representantes

de las instituciones; el ahorro y la inversión, descritos en la cuenta del capital; tres tipos de impuestos: directos, indirectos y aranceles; y el sector externo.

La matriz construida servirá de base como fuente estadística para el modelo de equilibrio general computable que se desarrollará en el próximo capítulo. Sin embargo, se hizo una aplicación de ésta para tener un primer acercamiento sobre la influencia del gasto exógeno en el uso de los recursos naturales y su efecto en el medio ambiente. Así se planteó el modelo lineal MCS, tomando en cuenta los activos económicos y ambientales no producidos (recursos naturales y medio ambiente), donde se derivó la matriz de multiplicadores, y de la cual se obtuvo, a partir de la inclusión de la cuenta ambiental, la matriz de multiplicadores de los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente.

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 de suponerse, 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 que tienen los mayores efectos en el ingreso nacional al aumentar el gasto de 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 podría 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.

2.6. Literatura citada

BANXICO (Banco de México). (2001). Informe anual 2001. México. 228 p.

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

GTAP (General Trade Analysis Project). (2001). Data base.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2004). Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México 1999-2004. México. 165 p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2004). Cuentas de bienes y servicios 1999-2004. Sistema de Cuentas Nacionales de México. México. 366 p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2004). Cuentas por sectores institucionales 1999-2004. Sistema de Cuentas Nacionales de México. México. 127 p.

Lofgren, H. (2003). Exercises in general equilibrium modeling using GAMS. Microcomputers in policy research 4a. Washington, D.C. International Food Policy Research Institute. 33 p.

SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito Público). (2001). Informes sobre la situación económica, las finanzas públicas y la deuda pública. México 147 p.

CAPÍTULO III

EFFECTOS DE LA POLÍTICA DE LIBERALIZACIÓN COMERCIAL INTEGRAL SOBRE LOS RECURSOS NATURALES Y EL AMBIENTE

3.1 Introducción

La finalidad de este capítulo es analizar el efecto de la eliminación arancelaria sobre el uso de los recursos naturales y el ambiente mediante un modelo de equilibrio general computable. El primer paso consistió en presentar detalladamente los productos, los parámetros, las variables y las ecuaciones empleadas en el modelo, especificando la manera de cómo son integrados los recursos naturales y el ambiente dentro de éste. Posteriormente se realiza la simulación suponiendo cero aranceles en la economía, y se analizan la influencia de esta política sobre los activos naturales y ambientales.

3.2 Características del modelo

En esta sección se explica el modelo de equilibrio general que se aplicará, detallando las ecuaciones, variables y parámetros a utilizar. La parte económica del modelo es similar a los modelos estándar de los modelos de equilibrio general aplicable o computable (MEGA) para los países en desarrollo, particularmente se toma 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 agregan los recursos naturales y el ambiente como insumos intermedios. Los primeros (recursos naturales) comprenden el agotamiento del petróleo, los cambios

en el volumen de los recursos forestales y el uso del agua subterránea; estos recursos son empleados en el proceso productivo, pero no provienen de proceso productivo alguno. Los segundos (ambiente) abarcan la degradación del suelo, agua y aire; y no son empleados directamente por las actividades económicas, aunque se ven afectados por éstas. En el modelo estos activos ambientales son integrados como insumos intermedios al proceso de producción por cuestiones de análisis, pues al incorporarlos de esta manera permite visualizar como se ve afectada su “demanda” al variar las actividades productivas.

El modelo intenta incluir un conjunto de rasgos que reflejen el comportamiento de una economía en desarrollo. Su especificación sigue la modelación neoclásico-estructuralista planteada para economías en desarrollo. Además, se suman características desarrolladas en los modelos del IFPRI, tales como el tratamiento explícito de los costos de transacción de los bienes que entran a la esfera el mercado y la separación entre actividades y productos que permite que una actividad produzca múltiples bienes y de que un bien sea producido por múltiples actividades (Lofgren 2002).

Las características básicas del modelo se describen a continuación. Cada productor está representado en una actividad. Se asume que los productores maximizan los beneficios que 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 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). 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, 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.²

¹ Bajo el supuesto de Armington se asume que los bienes de distintos países son sustitutos imperfectos, lo que explica que los países importen bienes pero con cualidades distintas.

² El sistema lineal del gasto es una generalización de la función Cobb Douglas que incorpora la idea de que el consumidor debe comprar una cierta cantidad mínima de cada bien (X_0, Y_0). Por lo tanto la función de utilidad es $U(X,Y) = (X-X_0)^\alpha(Y-Y_0)^\beta$; $X \geq X_0$ e $Y \geq Y_0$ y, $\alpha + \beta = 1$. Si introducimos el concepto de ingreso supernumerario (I^*), que representa la cantidad de poder adquisitivo que queda una vez comprada la cesta mínima: $I^* = I - P_X X_0 - P_Y Y_0$; por lo que las funciones de demanda son:

$$X = X_0 + \alpha I^* / P_X$$

$$Y = Y_0 + \beta I^* / P_Y$$

Así el consumidor gasta una fracción constante del ingreso supernumerario en cada bien una vez que ha comprado la canasta mínima.

Las empresas sirven como conducto entre la cuenta del factor capital y otras instituciones. Estas 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 son 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 indexadas 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 tenemos 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 es expresado en moneda extranjera. Se supone un tipo de cambio flexible, mientras el ahorro externo es fijo.

En el balance ahorro igual a inversión, se asume que el ahorro determina a 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, la cual permite que el número de variables sea igual al número de ecuaciones del modelo.

La producción doméstica es distribuida entre exportaciones y ventas domésticas bajo el supuesto de que los oferentes maximizan sus ingresos por ventas 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)³. En los mercados internacionales la demanda de exportaciones es infinitamente elástica dado los precios internacionales. El precio recibido por los oferentes domésticos de las exportaciones es expresado en moneda doméstica.

El modelo consta de 28 ecuaciones, que están divididas en cuatro bloques: precios, producción, instituciones y condiciones de equilibrio. A continuación se presentan la lista de notaciones, parámetros y variables que sirven como referencia al conjunto de ecuaciones que se describirán posteriormente.

³ La CET es análoga a la función Armington aplicada a las exportaciones.

Notación

$a \in A$	actividades
$c \in C$	productos
$m \in \text{URA}$	recursos naturales y activos ambientales
$c \in \text{CM}(\subset C)$	bienes importados
$c \in \text{CNM}(\subset C)$	bienes no importados
$c \in \text{CE}(\subset C)$	bienes exportados
$c \in \text{CNE}(\subset C)$	bienes no exportados
$f \in F$	factores
$h \in H(\subset I)$	hogares
$i \in I$	instituciones (hogares, gobierno y resto del mundo)

Parámetros

ad_a	parámetro de eficiencia en la función de producción
aq_c	parámetro de desplazamiento de la función de oferta compuesta (función Armington)
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
$\overline{qinv_c}$	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^g	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^g	exponente ($-1 < \rho_c^g < \infty$) de la oferta compuesta (función Armington)
ρ_c^t	exponente ($1 < \rho_c^t < \infty$) de la función de transformación de la producción (CET)
σ_c^g	elasticidad de sustitución en la función de oferta compuesta (función Armington)
σ_c^t	elasticidad de transformación de la función de transformación del producto (CET)

Variables

EG	gastos del gobierno
EXR	tipo de cambio en moneda domestica por dólar
FSAV	ahorro externo
IADJ	factor de ajuste de las inversiones
PA _a	precio para la actividad
PD _c	precio domestico de la producción doméstica
PE _c	precio de exportación (en moneda domestica)
PM _c	precio importación (en moneda doméstica)
PQ _c	precio del bien compuesto
PVA _a	valor agregado o precio neto de la actividad <i>a</i>
PX _c	precio al productor
QA _a	cantidad producida en actividad <i>a</i>
QD _c	producción doméstica vendida en el mercado doméstico
QE _c	exportaciones
QF _{fa}	cantidad de demanda del factor <i>f</i> en la actividad <i>a</i>
QFS _f	oferta total del factor <i>f</i>
QH _{ch}	consumo de hogares
QINT _{ca}	cantidad del bien <i>c</i> como materia prima de la actividad <i>a</i>
QINT _{ma}	cantidad del bien <i>m</i> como materia prima de la actividad <i>a</i>
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 de renta) del factor f
$WFDIST_{fa}$	parámetro de distorsión del factor f en la actividad a
YF_{hf}	transferencia del ingreso del factor f a los hogares h
YG	ingresos del gobierno
YH_h	ingresos de los hogares

3.2.1 Bloque de precios

Dado que suponemos una economía pequeña, es decir que es tomadora de precios en el mercado mundial, los precios internacionales se suponen exógenos. Los precios de importación y de exportación se definen de la siguiente manera:

Precios de las importaciones:

$$PM_c = (1 + tm_c) \cdot EXR \cdot p_{wm_c} \quad (3.1)$$

$$\begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{importa} - \\ \text{ciones} \\ \text{(pesos)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{ajuste} \\ \text{tarifario} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{tipo de cambio} \\ \text{(pesos x dolar)} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{importa} - \\ \text{ciones} \\ \text{(dolar)} \end{bmatrix}$$

Precios de las exportaciones:

$$PE_c = (1 - te_c) \cdot EXR \cdot pwe_c \quad (3.2)$$

$$\begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{exporta} - \\ \text{ciones} \\ \text{(pesos)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{ajuste} \\ \text{tarifario} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{tipo de cambio} \\ \text{(pesos x dolar)} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{exporta} - \\ \text{ciones} \\ \text{(dolar)} \end{bmatrix}$$

La absorción se define como el gasto total doméstico valorado a precios domésticos, y se expresa como la suma en el 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 demandantes en el mercado doméstico como son los hogares, gobierno, productores e inversionistas.

Absorción:

$$PQ_c \cdot QQ_c = \left[PD_c \cdot QD_c + (PM_c \cdot QM_c)_{c \in CM} \right] \cdot (1 + tq_c) \quad (3.3)$$

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

El valor de la producción doméstica a precios de productor para cada producto, es igual a la suma de la producción doméstica vendida en el mercado doméstico y el valor de las exportaciones expresadas en moneda local. Esta ecuación (3.4) muestra que la función CET (elasticidad de transformación constante)

es linealmente homogénea. Además de esta ecuación se obtiene el precio a los productores dividiendo entre QX a ambos lados de la ecuación.

Valor de la producción doméstica:

$$PX_c \cdot QX_c = PD_c \cdot QD_c + (PE_c \cdot QE_c)_{c \in CE} \quad (3.4)$$

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

Para este bloque de precios se añaden las siguientes dos ecuaciones:

Precio de las actividades:

$$PA_a = \sum_{c \in C} PX_c \cdot \theta_{ac} \quad (3.5)$$

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

Precio neto o valor agregado:

$$PVA_a = PA_a - \sum_{c \in C} PQ_c \cdot ica_{ca} - \sum PA_{c \text{ima}_{ca}} \quad (3.6)$$

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

El precio neto es igual al precio de la actividad menos los costos intermedios. Note en la ecuación (3.6) que en el costo de los recursos naturales y el ambiente se tomo en consideración el precio de la actividad, dado que este precio esta en función del precio del productor, podemos decir que los recursos naturales y el ambiente son fijados al precio del productor.

3.2.2 Bloque de producción y productos

Función de producción:

$$QA_a = ad_a \cdot \prod_{f \in F} QF_{fa}^{\alpha_{fa}} \quad (3.7)$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{nivel} \\ \text{de} \\ \text{actividad} \end{array} \right] = f \left[\begin{array}{l} \text{factores} \\ \text{de} \\ \text{producción} \end{array} \right]$$

La ecuación (3.7) representa la clásica función de producción Cobb Douglas, donde la producción esta 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).

Demanda de factores:

$$WF_f = \frac{a_{fa} \cdot PVA_a \cdot QA_a}{QF_{fa}} \quad (3.8)$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{costo marginal} \\ \text{del factor } f \text{ en} \\ \text{la actividad } a \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{ingreso del} \\ \text{producto marginal} \\ \text{del factor } f \text{ en la} \\ \text{actividad } a \end{array} \right]$$

La ecuación (3.8) expresa que 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 intermedia:

$$QINT_{ca} = ica_{ca} \cdot QA_a \quad (3.9)$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{demanda} \\ \text{intermedia} \end{array} \right] = f \left[\begin{array}{l} \text{nivel de} \\ \text{actividad} \end{array} \right]$$

$$QIN_{ma} = ima_{ma} \cdot QA_a \quad (3.10)$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{demanda} \\ \text{intermedia} \\ \text{de recursos naturales} \\ \text{y activos ambientales} \end{array} \right] = f \left[\begin{array}{l} \text{nivel de} \\ \text{actividad} \end{array} \right]$$

La demanda intermedia la expresamos en dos ecuaciones separadas. En la ecuación (3.9) la demanda de insumos de bienes esta 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. Por su parte la ecuación (3.10) muestra 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, lo que implica que en ambos casos los insumos sean considerados y se usen como factores de la producción. Una última consideración, el hecho que la demanda intermedia no se presente en una sola ecuación, sirve para distinguir los insumos intermedios que surgen del proceso de producción (ecuación 3.9), de aquellos insumos que son utilizados o se ven afectados en la producción de bienes pero que no nacen de proceso productivo alguno (ecuación 3.10).

Función producto:

$$QX_c = \sum_{a \in A} \theta_{ac} QA_a \quad (3.11)$$

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

La cantidad de la producción doméstica esta en función del nivel de actividad (ecuación 3.11).

Función oferta agregada (Armington):

$$QQ_c = aq_c \cdot (\delta_c^q \cdot QM_c^{-\rho_c^q} + (1 - \delta_c^q) \cdot QD_c^{-\rho_c^q})^{\frac{-1}{\rho_c^q}} \quad (3.12)$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{composición de} \\ \text{la oferta} \end{array} \right] = f \left[\begin{array}{l} \text{cantidad importada,} \\ \text{uso de la} \\ \text{producción doméstica} \end{array} \right]$$

La oferta agregada es la cantidad de producto disponible para los demandantes domésticos. Se asume substitución imperfecta entre las importaciones y la producción vendida domésticamente que se expresa en una función de agregación CES (elasticidad de substitución constante) en la cual el bien compuesto que es ofrecido domésticamente es “producido” por los bienes domésticos e importados que entran en esta función como “insumos” (ecuación 3.12).

La especificación de los valores de las CES ($\sigma_c^q = \frac{1}{1 + \rho_c^q}$) fueron tomados de las estimaciones hechas en otros modelos. En el trabajo de Annabi *et al* (2006) se hace una revisión de la literatura de los diferentes tipos de elasticidades que son 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 1994⁴, que se basan en un estudio de Sobarzo en 1992. Para los restantes valores CES de los demás sectores económicos se utilizaron las estimaciones de

⁴ 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.

Sobarzo (1991) y Huff et al (1997)⁵. El **Cuadro 3.1** muestra los valores de los parámetros CES que tienen las actividades productivas y la fuente de información donde se obtuvo éstos.

Cuadro 3.1 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

⁵ 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.

Tasa importaciones-demanda doméstica:

$$\frac{QM_c}{QD_c} = \left(\frac{PD_c}{PM_c} \cdot \frac{\delta_c^q}{1 - \delta_c^q} \right)^{\frac{1}{1 + \rho_c^q}} \quad (3.13)$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{tasa importaciones} \\ \text{demanda doméstica} \end{array} \right] = f \left[\begin{array}{l} \text{tasa precios} \\ \text{domésticos- precios} \\ \text{de las importaciones} \end{array} \right]$$

La ecuación (3.13) expresa la composición óptima entre importaciones y la producción doméstica. Observe en la ecuación que ante un aumento en la tasa precio doméstico-importado genera un incremento en la tasa importaciones-demanda doméstica. Esta ecuación junto con la (3.3) y (3.12) constituyen las condiciones de primer orden para la minimización de costos dado los precios domésticos y de importación y sujeto a la función Armington y a una cantidad fija del bien compuesto.

Oferta agregada para bienes no importados:

$$QQ_c = QD_c \quad (3.14)$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{composición de} \\ \text{la oferta} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{uso de la} \\ \text{producción doméstica} \end{array} \right]$$

Para bienes que no son importados, la función de Armington es reemplazada por la expresión (3.14), la oferta agregada es igual a la producción doméstica.

Función producto transformación (CET):

$$QX_c = at_c \cdot (\delta_c^t \cdot QE_c^{\rho_c^t} + (1 - \delta_c^t) \cdot QD_c^{\rho_c^t})^{\frac{1}{\rho_c^t}} \quad (3.15)$$

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

La imperfecta sustitución entre importaciones y la producción vendida domésticamente es similar a la imperfecta transformación entre la producción doméstica para exportaciones y ventas domésticas. En otras palabras, la producción doméstica se canaliza tanto al mercado interno como a las exportaciones y su grado de sustitución se manifiesta a través de la función CET (elasticidad de sustitución de transformación).

Al igual que en el caso de las CES, la determinación de los valores de las CET ($\sigma_c^t = \frac{1}{1 + \rho_c^t}$) se obtuvieron de estimaciones realizadas en otros trabajos. El **Cuadro 3.2** presenta las estimaciones de los parámetros CET que tienen las actividades económicas y la fuente de información donde provienen los valores. Los estudios donde aparecen los valores de estos parámetros son citados en el trabajo de Annabi *et al* (2006).

Cuadro 3.2 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

Tasa exportaciones-oferta doméstica:

$$\frac{QE_c}{QD_c} = \left(\frac{PE_c}{PD_c} \cdot \frac{1 - \delta_c^t}{\delta_c^t} \right)^{\frac{1}{\rho_c^t - 1}} \quad (3.16)$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{tasa exportaciones} - \\ \text{oferta doméstica} \end{array} \right] = f \left[\begin{array}{l} \text{tasa precios} \\ \text{de las exportaciones} - \\ \text{precios domésticos} \end{array} \right]$$

La ecuación (3.16) define la combinación óptima entre exportaciones y ventas domésticas. Esta ecuación junto con la (3.4) y (3.15) constituyen las condiciones de

primer orden para la maximización del ingreso de los productores dado los precios domésticos y de exportación y sujeto a la función CET y a una cantidad fija de la producción doméstica.

Una importante diferencia entre la ecuación tasa importaciones-demanda doméstica (3.13) y tasa exportaciones-oferta doméstica (3.16) es que las cantidades importadas (QM_c) están inversamente relacionadas con los precios de importación mientras que las cantidades exportadas (QE_c) están directamente relacionadas con los precios de exportación.

Transformación producto para bienes no exportables:

$$QX_c = QD_c \quad (3.17)$$

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

Para bienes que no son exportados, la función CET es reemplazada por la expresión (3.17), la producción vendida domésticamente es igual a la producción doméstica.

3.2.3 Bloque de Instituciones

Este bloque comprende las fuentes de ingreso y gastos de los hogares, el gobierno, y el resto del mundo.

Ingreso de los factores:

$$YF_{hf} = shry_{hf} \cdot \sum_{a \in A} WF_f \cdot WFDIST_{fa} \cdot QF_{fa} \quad (3.18)$$

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

La ecuación (3.18) define el ingreso total de cada factor.

Ingreso de los hogares:

$$YH_h = \sum_{f \in F} YF_{hf} + tr_{h, gov} + EXR \cdot tr_{h, row} \quad (3.19)$$

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

La ecuación (3.19) divide el ingreso de los hogares en salarios, rentas y transferencias.

Consumo de los hogares:

$$QH_{ch} = \frac{\beta_{ch} \cdot (1 - mps_h) \cdot (1 - ty_h) \cdot YH_h}{PQ_c} \quad (3.20)$$

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

La demanda de bienes por parte de los hogares se define en la ecuación (3.20).

Demanda de Inversión:

$$QINV_c = \overline{qinv_c} \cdot IADJ \quad (3.21)$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{demanda de} \\ \text{inversión para} \\ \text{el bien } c \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{inversión del} \\ \text{año base } x \\ \text{factor de} \\ \text{ajuste} \end{array} \right]$$

La demanda de inversión es igual a la cantidad de inversión del año base multiplicada por un factor de ajuste, este último se considera exógeno

Ingresos del gobierno:

$$\begin{aligned} YG = & \sum_{h \in H} ty_h \cdot YH_h + EXR \cdot tr_{gov, row} + \sum_{c \in C} tq_c \cdot (PD_c \cdot QD_c + (PM_c \cdot QM_c)_{c \in CM}) \\ & + \sum_{c \in CM} tm_c \cdot EXR \cdot pwm_c \cdot QM_c + \sum_{c \in CE} te_c \cdot EXR \cdot pwe_c \cdot QE_c \end{aligned} \quad (3.22)$$

$$\left[\begin{array}{l} \text{ingresos del} \\ \text{gobierno} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{impuestos} \\ \text{directos} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{transferencias del} \\ \text{resto del mundo} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{impuesto} \\ \text{ventas} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{tarifas} \\ \text{importaciones} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{impuesto} \\ \text{exportaciones} \end{array} \right]$$

El ingreso total del gobierno es la suma de sus ingresos provenientes de los impuestos y de las transferencias del resto del mundo.

Gastos del gobierno:

$$EG = \sum_{h \in H} tr_{h, gov} + \sum_{c \in C} PQ_c \cdot qg_c \quad (3.23)$$

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

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

3.2.4 Bloque de restricciones al sistema (ecuaciones de equilibrio)

Este bloque expresa las restricciones que debe cumplir la economía como un todo sin que estas sean consideradas por sus agentes individuales. Las dos restricciones que se contemplan son las micro restricciones y macro restricciones. Las primeras se aplican a los mercados de productos y factores, donde se asume que la flexibilidad de precios equilibra todos los mercados de bienes y factores. Las segundas se aplican al gobierno, la balanza de cuenta de ahorro e inversión, y al resto del mundo.

Para el gobierno, el ahorro se ajusta para mantener el balance de sus cuentas, mientras que la inversión se ajusta a los cambios en el valor total del ahorro. Para el resto del mundo, el equilibrio en su cuenta se puede mantener ya sea manteniendo el tipo de cambio flexible o ajustando el ahorro externo.

Mercado de factores:

$$\sum_{a \in A} QF_{fa} = QFS_f \quad (3.24)$$

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

La oferta de trabajo y capital debe ser igual a su demanda. Se supone desempleo con salarios reales fijos, libre movilidad del factor trabajo entre actividades. Además, el capital asignado es específico para cada actividad con pleno del mismo.

Mercado de productos:

$$QQ_c = \sum_{a \in A} QINT_{ca} + \sum_{h \in H} QH_{ch} + qg_c + QINV_c \quad (3.25)$$

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

La ecuación (3.25) impone la restricción de 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.

Balanza de la cuenta corriente:

$$\sum_{c \in C} p_{wec} \cdot QE_c + \sum_{i \in I} tr_{i, row} + FSAV = \sum_{c \in CM} p_{wmc} \cdot QM_c \quad (3.26)$$

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

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

Balanza ahorro-inversión:

$$\sum_{h \in H} mps_h \cdot (1 - ty_h) \cdot YH_h + (YG - EG) + EXR \cdot FSAV = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QINV_c + WALRAS \quad (3.27)$$

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

La ecuación (3.27) establece que el ahorro y la inversión total deben ser 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 la suma del gasto de inversión y una variable ficticia llamada WALRAS, esta última es igual a cero en equilibrio.

Normalización de los precios:

$$\sum_{c \in C} PQ_c \cdot cwtsc = cpi \quad (3.28)$$

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

Esta última ecuación es lo que se denomina numéraire. Teóricamente implica que el modelo es homogéneo de grado cero en los precios y que el precio agregado es igual a uno.

El modelo fue resuelto con la ayuda del paquete de cómputo GAMS (General Algebraic Modeling System).

3.3 La política económica utilizada en la simulación

El trabajo utilizó la política de liberalización comercial plena, -eliminación de aranceles-, por los siguientes dos 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 analizó 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 al 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.

3.4 Resultados y discusión

Los resultados muestran un escaso impacto de la política de cero aranceles en las variables económicas (**Cuadro 3.3**). Esto es explicado porque la caída más significativa de las tarifas arancelarias se dio en los años ochentas y noventas con la culminación de la entrada de México al GATT (hoy Organización Mundial del Comercio), y con la firma del TLCAN.

Cuadro 3.3 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

Elaboración propia

Como es de suponerse, la política de cero aranceles implica que los precios de las importaciones disminuyan, y por lo tanto las importaciones en bienes y

servicios aumenten en 2.35%. Sin embargo, este mayor gasto presiona a que el tipo de cambio se deprecie ligeramente de 1.0 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 implican 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 repercute en un incremento en los demás precios de la economía. Los precios domésticos crecen en 0.29%, mientras que-, el precio de las actividades y del productor aumentan en 0.33% y 0.30%. La variación de estos dos últimos precios originan que el precio neto o valor agregado crezca en 0.60%. El cambio en el precio neto junto al leve repunte global de la actividad productiva presionan a que los precios de los factores productivos -trabajo y capital- se elevan en 0.6%, y como es de esperarse, el ingreso de los factores también es favorecido 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 perciben los factores productivos, las familias mejoran sus ingresos en 0.56%. En contraste, la eliminación de los aranceles afecta los ingresos del gobierno, que disminuyen en 4.7%.

Un efecto relevante ocurre a nivel sectorial, la agricultura, construcción, otros servicios y administración pública experimentan 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 3.4**). Sin embargo, la oferta compuesta de estos bienes, conformada por las importaciones y la venta de la producción doméstica, se incrementa, lo que significa que este efecto adverso sobre las actividades mencionadas está explicado por las mayores importaciones que realizan estos sectores.

Cuadro 3.4 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

Elaboración propia

Estos efectos sectoriales también influyen en la demanda intermedia que realizan las actividades económicas y como es de suponerse los sectores económicos que presentan una expansión contribuyen 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-.

3.4.1 El agotamiento del petróleo

La Figura 3.1 muestra como el agotamiento del petróleo aumenta cuando se sigue la política de cero aranceles en la economía mexicana. En promedio los costos de agotamiento de éste recurso aumenta en 0.20%, lo cuál 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.

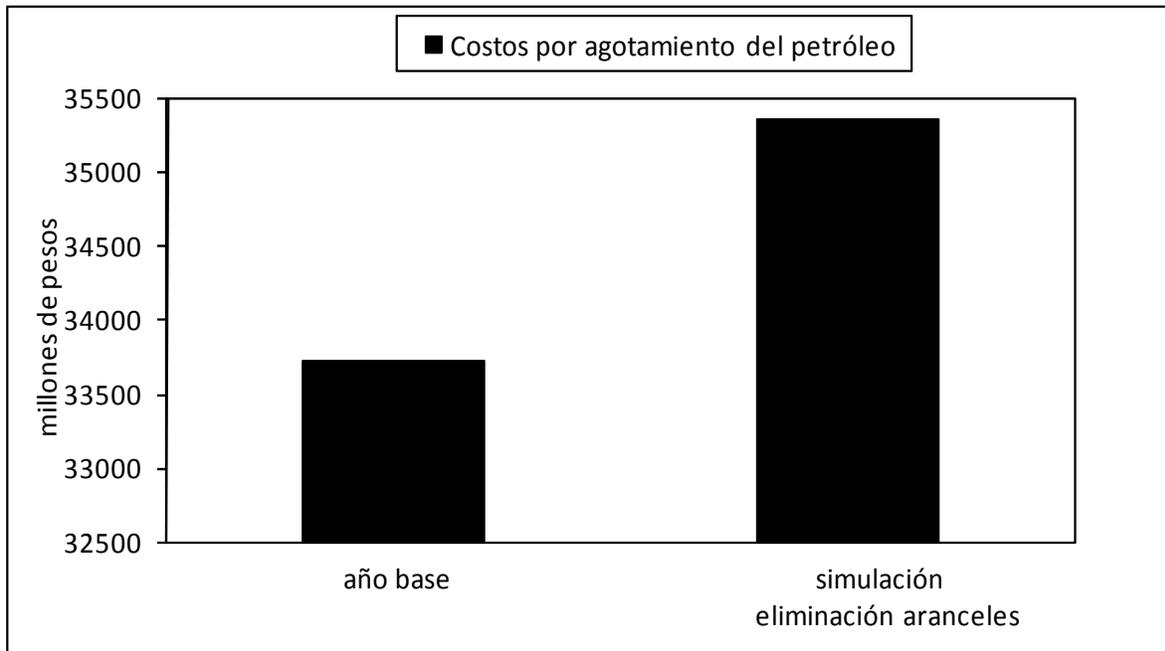


Figura 3.1. Efectos de la eliminación arancelaria sobre los costos por agotamiento del petróleo.

3.4.2 Cambio en el volumen de los recursos forestales

La influencia de la eliminación arancelaria sobre el volumen de los recursos forestales se presenta en el **Cuadro 3.5**. No obstante, las tasas de crecimiento que se presentan en ese cuadro difieren cualitativamente en cuanto a sus efectos en los activos forestales. La expansión de la actividad ganadera se realiza principalmente mediante el desmonte de los bosques, como lo implica sus mayores costos por agotamiento de los activos forestales, expuestos en la Figura 3.2. En contraste, el sector silvícola exhibe costos por agotamiento negativos (Figura 3.3), lo que sugiere acciones o factores positivos que mejoran el desempeño de este activo natural.

Cuadro 3.5 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

Elaboración propia

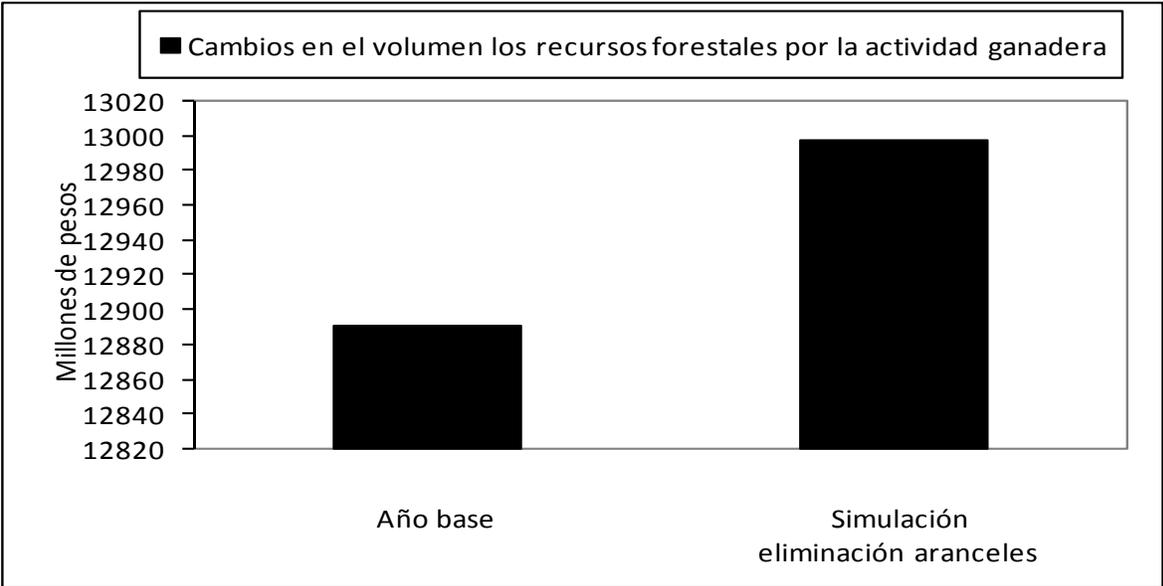


Figura 3.2 Efectos de la eliminación arancelaria sobre el volumen de los recursos forestales (Ganadería)

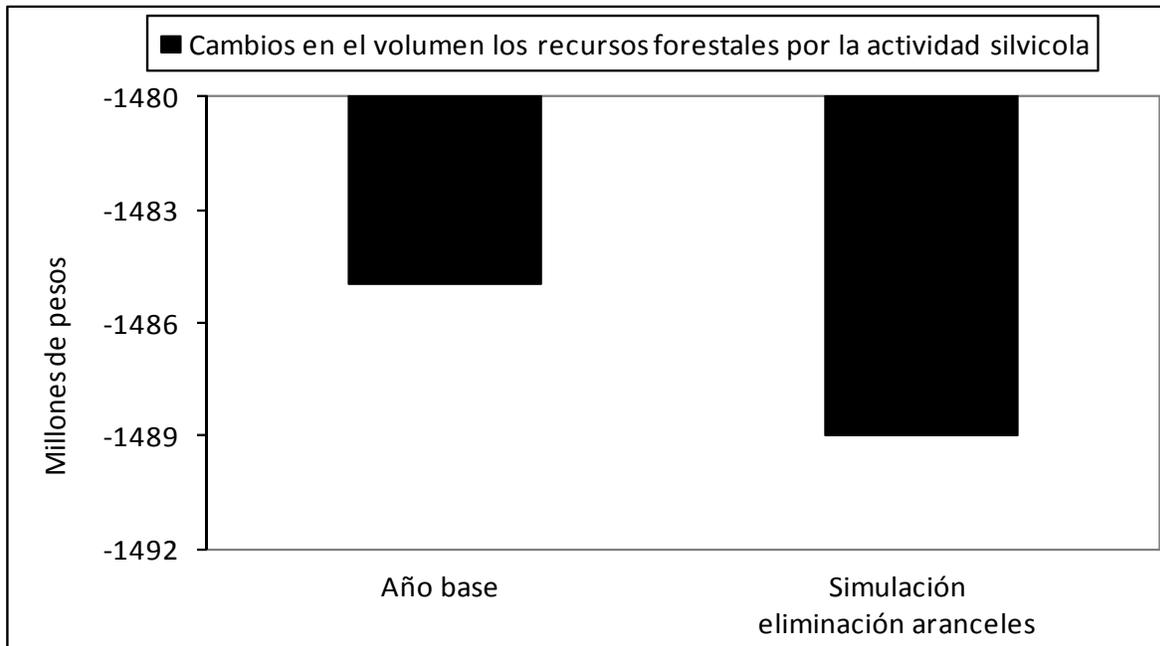


Figura 3.3 Efectos de la eliminación arancelaria sobre el volumen de los recursos forestales (Silvicultura)

3.4.3 Uso de agua subterránea

Los cambios relativos en la explotación del agua subterránea que provoca la expansión de las actividades productivas se presentan en el **Cuadro 3.6**. Obsérvese 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 3.4 y 3.5). La agricultura que en términos absolutos es uno de los sectores que mayor consume agua, presenta una caída relativa en la demanda de este recurso, por la disminución de su actividad productiva.

Cuadro 3.6 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

Elaboración propia

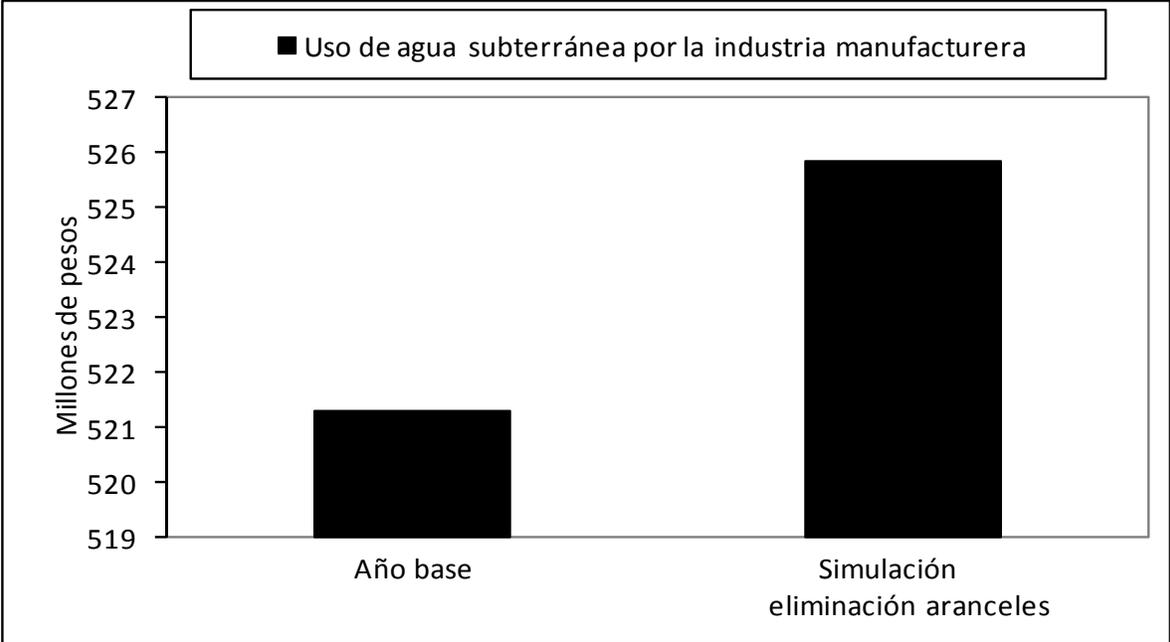


Figura 3.4 Efectos de la eliminación arancelaria sobre el costo por agotamiento en el uso de agua subterránea (Industria Manufacturera).

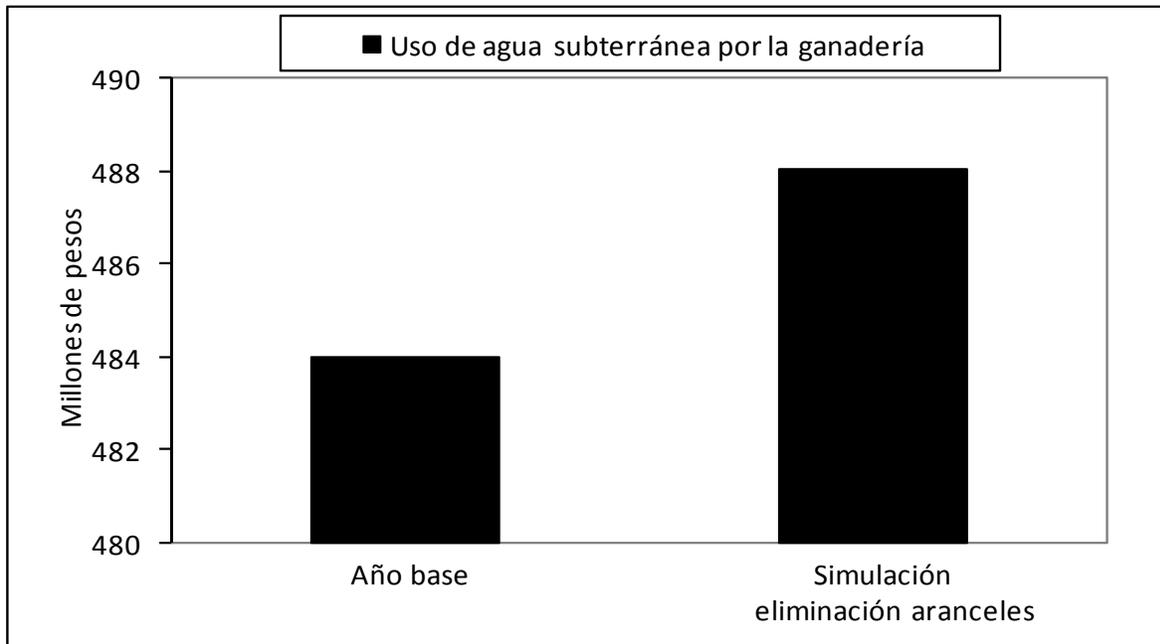


Figura 3.5 Efectos de la eliminación arancelaria sobre el costo por agotamiento en el uso de agua subterránea (Ganadería).

3.4.4 Erosión del suelo

Las tres actividades productivas que más aportan a la contaminación del suelo, específicamente a la erosión del suelo, son en este orden: la ganadería, la silvicultura y la agricultura. La erosión del suelo se profundiza en los dos primeros sectores económicos producto del crecimiento que muestran a causa de la eliminación arancelaria; muy diferente en la agricultura donde la degradación del suelo se revierte ligeramente, explicado por el efecto adverso que le origina la política comercial aplicada (**Cuadro 3.7**). Las Figuras 3.6 y 3.7 ilustran los costos de degradación del suelo, obsérvese como el sector ganadero tiene costos que casi cuadruplican a los que tiene el sector silvícola, que aunado a su mayor tasa de crecimiento por degradación del recurso (0.83%), implica que cuando se expande este sector sus efectos adversos en el suelo son mucho mayores que la silvicultura.

Cuadro 3.7 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

Elaboración propia

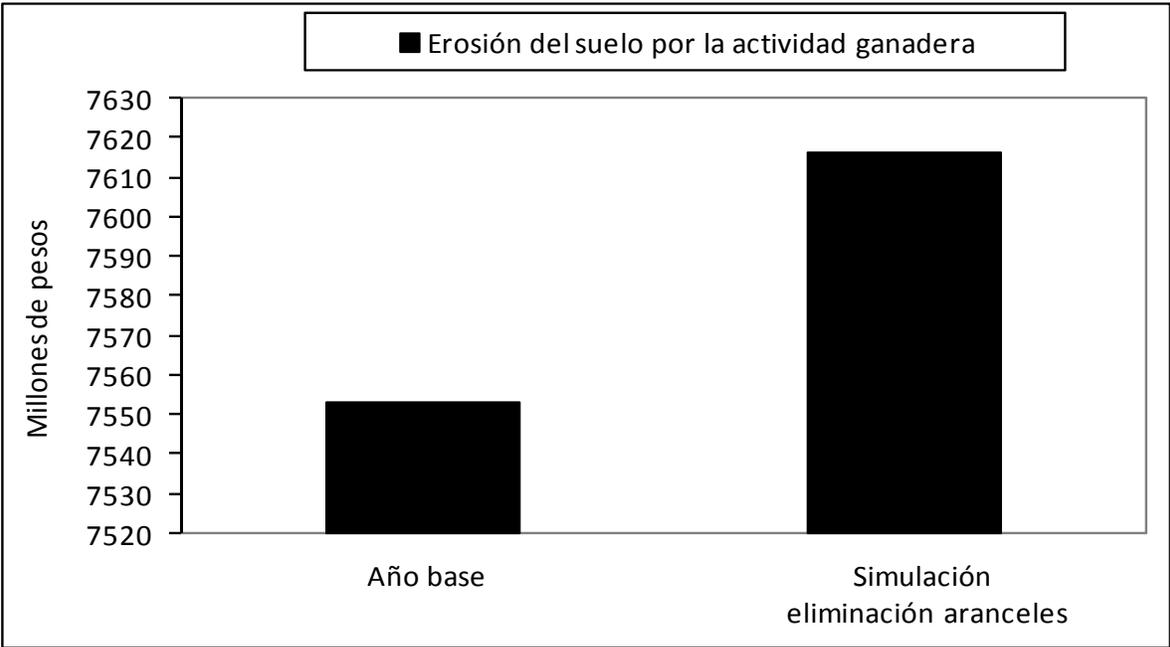


Figura 3.6 Efectos de la eliminación arancelaria en los costos por degradación del suelo (Ganadería).

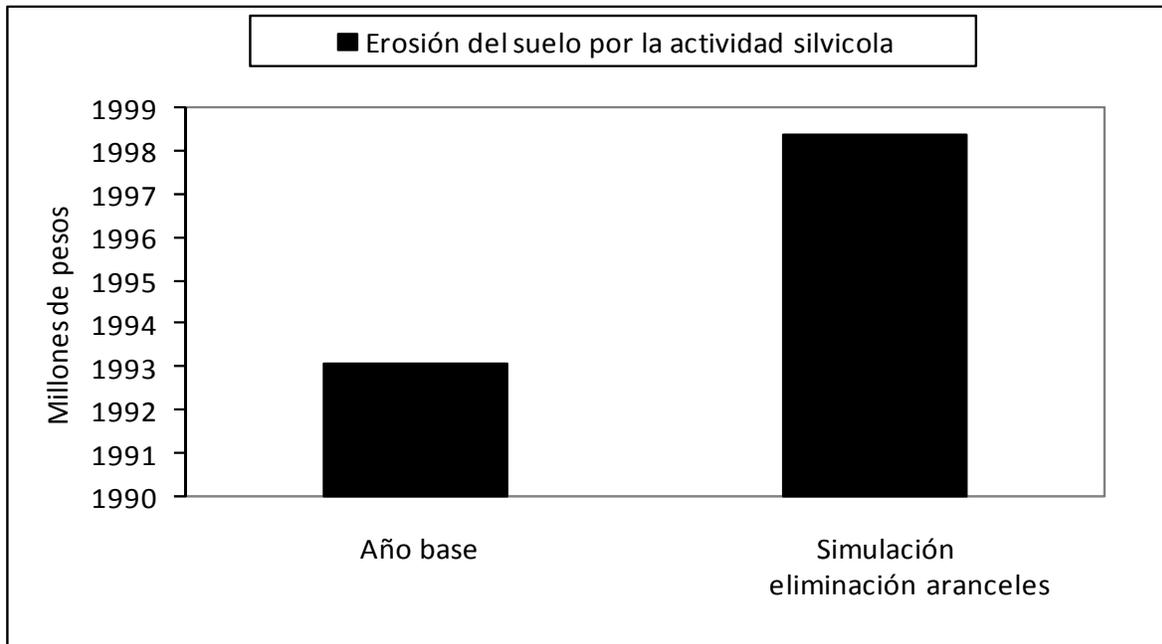


Figura 3.7 Efectos de la eliminación arancelaria sobre los costos por degradación del suelo (Silvicultura).

3.4.5 Contaminación del agua

La ganadería y la industria manufacturera, según la Cuentas Nacionales, 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 3.8 presenta los costos por degradación del agua en que incurren ambas actividades productivas.

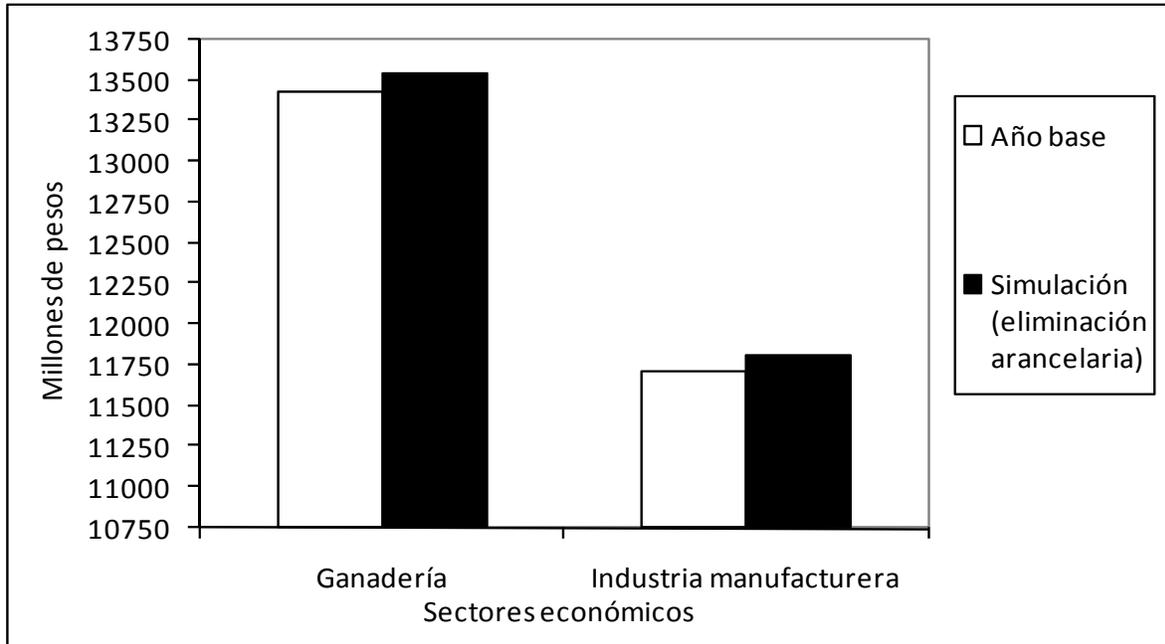


Figura 3.8 Efectos de la eliminación arancelaria en los costos por contaminación del agua en la ganadería e industria manufacturera.

3.4.5 Contaminación del aire

El **Cuadro 3.8** presenta el incremento en la degradación del aire por parte de los sectores económicos al darse la política de cero aranceles. Puede verse como 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, entonces esta actividad productiva es la que más contribuyó a la contaminación del aire.

Cuadro 3.8 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 servicios, excepto administración pública	-0.37

Elaboración propia

3.5 Conclusiones y discusión de los resultados

Para evaluar los efectos de la eliminación de aranceles sobre el agotamiento de los recursos naturales y la degradación del ambiente se diseñó y calibró un modelo de equilibrio general computable para la economía mexicana en el año 2001. Se utilizó la política comercial debido a que, en 2008 dentro de las negociaciones del TLCAN, 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; pero 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 su nivel de producción. El impacto heterogéneo sobre los sectores económicos, también tiene efectos diversos en los activos naturales y ambientales ya que su demanda como insumos intermedios va a depender del mayor o menor nivel de actividad económica que presenten los sectores productivos.

Con la eliminación arancelaria el sector petrolero se expande, producto de 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 involucra una mayor demanda de tierras para pastoreo (0.83%), una afectación en la calidad del suelo (0.83%) y un mayor costo 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 en 0.29%, como resultado de la política comercial de eliminación de aranceles. Sin embargo, su leve dinamismo económico involucra mayores costos 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 es favorecido con el desmantelamiento de los aranceles, pues 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 plena. 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 que realizó el sector silvícola. El saldo de esta situación es un costo negativo por degradación del recurso por parte de la silvicultura

Aunque si hacemos un balance general de los efectos sobre el volumen de los recursos forestales por parte del aumento en la actividad económica que tuvieron los sectores al darse la liberalización comercial plena, 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 cayo 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.

3.6 Literatura citada

Annabi, N., J. Cockburn, and B. Decaluwé. (2006). Functional Forms and parametrization of CGE models. Working Paper 4. 44 p.

Huff, K. M., K. Hanslow, T. W. Hertel and M. E. Tsigas (1997). GTAP behavioral parameters in Global Trade Analysis: Modeling and applications, ed. T. Hertel. Cambridge University Press. pp. 124-148.

Lofgren, H., R. Harris, and Robinson, S. (2002). A standard computable general equilibrium (CGE) model in GAMS. Microcomputers in policy research 5. Washington, D.C. International Food Policy Research Institute. 67 p.

Lofgren, H. (2003a). Exercises in general equilibrium modeling using GAMS. Microcomputers in policy research 4a. Washington, D.C. International Food Policy Research Institute. 33 p.

Lofgren, H. (2003b). Key to exercises in CGE modelling using GAMS. Microcomputers in policy research 4a. Washington, D.C. International Food Policy Research Institute. 37 p.

Sobarzo, H. (1991). A general equilibrium analysis of the gains from trade for the mexican economy of a North American Free Trade Agreement. México. Centro de Estudios Económicos, El Colegio de México. 15 p.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

4.1 Conclusiones

Se construyó una matriz de contabilidad social que integró información sobre el agotamiento de los recursos naturales y degradación del ambiente con la finalidad de analizar el efecto de las políticas económicas sobre los activos naturales y ambientales. La investigación se realizó en dos etapas.

En la primera etapa se utilizó esta matriz para analizar como son afectados los costos totales por agotamiento y degradación¹ debido a un cambio en el gasto exógeno, por ejemplo, un aumento del gasto público o incremento de las exportaciones. Para realizar el análisis se utilizó como herramienta el modelo lineal de la matriz de contabilidad social, con la que se obtuvieron, además de los multiplicadores contables, lo que se denominó como multiplicadores “ambientales”. Estos multiplicadores muestran las consecuencias en los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente en que incurre un determinado sector cuando se eleva la demanda exógena en una unidad monetaria.

Los principales resultados muestran que los sectores ganadería y petróleo, cuando reciben una inyección de gasto exógeno, son los que más influyen en los costos por agotamiento de los recursos naturales. Mientras que, el sector transporte,

¹ El SCEEM 1999-2004 los define como “Costos en que tendría que incurrir la sociedad en su conjunto, para remediar, restituir o prevenir el agotamiento y degradación de los recursos naturales y el medio ambiente, como resultado de los procesos de producción, distribución y de consumo humano”

almacenamiento y comunicaciones y el sector electricidad, gas y agua coadyuvan a los mayores costos de degradación del ambiente cuando reciben una unidad monetaria de alguna variable exógena. Estos dos sectores 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. Por otra parte, un aumento relativo del gasto exógeno con influencia en todas las actividades económicas va a tener su principal efecto en el ambiente, al causar que los costos de contaminación del aire se eleven.

En la segunda etapa de la investigación se utilizó una vez más la matriz construida para calibrar un modelo de equilibrio general computable con el propósito de estudiar el efecto de la eliminación de aranceles en la economía mexicana sobre los recursos naturales y el ambiente. Primero, los resultados obtenidos muestran un ligero impacto positivo en las principales variables macroeconómicas, que se explica porque el proceso más importante de la liberalización comercial se llevo a cabo a mediados de 1980, con la entrada de México al GATT (hoy OMC) y con la entrada del TLCAN en 1994.

Segundo, los efectos de la liberalización comercial sobre las actividades económicas no fueron homogéneos, ya que hubo sectores productivos que tuvieron un pequeño repunte económico, mientras que otros sectores bajaron levemente su

nivel de actividad económica. Esta situación se reflejó en el uso sobre los recursos naturales y el ambiente por parte de los sectores económicos.

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 (petróleo), como es de suponerse elevó su nivel de extracción de crudo, debido al aumento en sus exportaciones y del crecimiento de 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 mayores costos por agotamiento en el uso del agua subterránea.

Como consecuencia de la política comercial de cero aranceles, las principales 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 primeras 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.

4.2 Implicaciones del estudio

El 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 su influencia en las principales variables macroeconómicas como el empleo, el consumo, la inversión, el PIB. Sin embargo 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. Esto no debe de 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 que éstas 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.

4.3 Limitaciones del modelo

El modelo presenta las siguientes limitaciones:

- 1) Para calibrar el modelo de equilibrio general se tuvo que diseñar la matriz de contabilidad social, lo que implicó extraer datos de diversas fuentes estadísticas. Una información importante lo constituye la matriz insumo producto que registra las transacciones intermedias entre los sectores productivos. En México, el INEGI construyó una matriz insumo producto para la economía mexicana en 1978 y posteriormente hizo actualizaciones en 1980 y 1985 de ésta tomando como base la de 1978. En años recientes, consultorías privadas, investigadores y académicos de universidades, actualizaron la matriz insumo producto para México con base en la matriz construida y actualizada por INEGI. En la investigación la información sobre esta matriz provino del GTAP (Global Trade Analysis Project) de la universidad de Purdue, que también, se basa en una actualización de INEGI. Esta limitación debe tenerse presente, ya que la replicación correcta de una economía real por parte de un modelo de equilibrio general computable dependerá de la calidad de la información que alimenta los parámetros y las variables del modelo. Resolver este problema de información escapa a los objetivos planteados en la investigación.

- 2) El modelo de equilibrio general desarrollado en la investigación es estático al resolverse solo para el año 2001, por lo que su empleo es de corto a mediano plazo. Es decir, el modelo no puede ser usado para generar escenarios que pronostiquen la situación de la economía en 2020. En contraste la ventaja del modelo usado es *que permite analizar detenidamente los componentes de la estructura de la economía y su relación con los recursos naturales y el ambiente, cuando suceden cambios en los parámetros y variables exógenas.*

4.4 Líneas futuras de investigación

El modelo de equilibrio general aplicado sirvió para evaluar los efectos de la política comercial integral -eliminación de aranceles-, sobre los recursos naturales y el ambiente. Es un modelo económico estándar el cual 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 lo tanto, el modelo propuesto necesita que se incorporen otro tipo de variables ambientales para que de tal forma, se analice para evaluar la política económica y ambiental de manera conjunta en su objetivo de alcanzar el desarrollo sustentable.

Algunos estudios han aplicado el modelo de equilibrio general computable en comunidades o regiones¹. De estas experiencias se desprende la posibilidad de usar

¹ Taylor, Yúnez-Naude, y Hampton aplicaron un modelo de equilibrio general computable en una comunidad rural en el Estado de Michoacán. Ver 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).

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 como las políticas nacionales, regionales o locales inciden en el uso de un bien natural o servicio ambiental propiedad de los habitantes de la comunidad.

ANEXOS

Anexo 2.1 Estructura de la MCSA-MEX2001

MCSA 2001	Actividades		Productos Sector productivos	Activos económicos y ambientales no producidos		Factores		Instituciones		Capital	Impuestos		Sector externo	Total			
	Sectores productivos	Sectores productivos		Agotamiento de los activos económicos no producidos	Agotamiento de los activos ambientales no producidos	Trabajo	Capital	Familias	Gobierno	Ahorro-inversión	Impuesto al Ingreso	Impuesto a las ventas	Aranceles		Resto del mundo		
Productos	Sectores productivos	Insumos intermedios								demanda privada	demanda del gobierno	demanda de inversión				exportaciones	
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		transferencias a las familias						transferencias a las familias	
	Gobierno								ahorro privado (Suma de fila 7 menos suma columna 7)	transferencias del gobierno (Suma de fila 8 menos suma columna 8)						transferencias al gobierno	
Capital	Ahorro-inversión																ahorro externo (Suma de fila 13 menos suma columna 13)
Impuestos	Impuesto al Ingreso									Impuesto al Ingreso							
	Impuesto a las ventas									Impuesto a las ventas							
Sector externo	Aranceles																
	Resto del mundo																
Total																	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2.2 MCSA-MEX2001

MCSA-MEX2001	ACTIVIDADES										
	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Caza y pesca	Petróleo	Resto de la minería	Industria manufacturera	Electricidad, gas y agua	Construcción		
ACTIVIDADES	Agricultura										
	Ganadería										
	Silvicultura										
	Caza y pesca										
	Petróleo										
	Resto de la minería										
	Industria manufacturera										
	Electricidad, gas y agua										
	Construcción										
	Comercio, restaurantes y hoteles										
	Transporte, almacenamiento y comunicaciones										
	Otros servicios excepto administración pública										
	Administración pública										
	PRODUCTOS	Agricultura	18105.36	39962.61	12.76	13.65	0.27	0.13	89529.61	0.10	27.16
		Ganadería	145.53	96.02	0.21	1.23	0.14	0.09	90948.92	0.10	0.04
		Silvicultura	12.57	0.52	34.17	0.90	6.39	7.97	31661.14	7.74	51.07
		Caza y pesca	1.61	1.01	0.03	17.71	0.00	0.00	11661.99	0.00	0.07
		Petróleo	0.00	0.00	0.00	0.00	4929.78	43.76	70940.39	10846.06	0.07
		Resto de la minería	220.03	122.37	0.02	0.64	3544.92	13028.22	37278.04	2577.34	15768.05
		Industria manufacturera	44647.74	184462.3	4837.84	11438.19	23353.01	10608.31	1720216.68	30409.64	227536.00
Electricidad, gas y agua		3367.70	567.99	38.87	76.68	13420.55	3481.09	32672.74	11001.75	420.24	
Construcción		73.13	34.71	146.84	10.14	993.40	36.87	1352.99	58.44	238.34	
Comercio, restaurantes y hoteles		6851.83	2141.41	1503.20	3928.07	17811.06	2775.07	322211.27	748.62	25075.26	
Transporte, almacenamiento y comunicaciones		5614.47	1618.91	1122.70	1462.39	5521.13	2995.84	133303.28	1204.29	27058.55	
Otros servicios excepto administración pública		2146.38	594.42	511.74	1001.57	2505.24	2761.91	68099.87	553.84	14634.64	
Administración pública		0.99	2.01	0.29	0.86	6306.43	0.45	3476.82	65.92	5504.13	
Asotamiento del petróleo		0.00	0.00	0.00	0.00	33721.78	0.00	0.00	0.00	0.00	
AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES		Cambios en el volumen de los recursos forestales	1387.73	12890.46	-1485.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	477.66
DEGRADACION DEL MEDIO AMBIENTE		Uso de agua subterránea	1350.57	483.99	0.00	0.00	0.00	0.00	521.30	0.00	0.00
		Erosión del suelo	631.69	7553.17	1993.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Contaminación del agua	0.00	13426.89	0.00	0.00	0.00	0.00	11702.12	0.00	0.00
		Aire	0.00	0.00	0.00	0.00	3770.69	0.00	6644.79	24283.85	0.00
FACTORES		Trabajo	88901.25	25410.41	6915.07	3459.31	12473.25	13255.07	547999.05	11796.41	154739.86
	Capital	49923.51	14129.95	25769.34	9611.96	105061.88	25586.09	1242104.67	18748.07	88052.82	
INSTITUCIONES	Hogares										
	Gobierno										
	S-I										
IMPUESTOS	Impuestos directos										
	Impuestos indirectos										
	Arancales										
SECTOR EXTERNO	Resto del mundo										

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2.3 Matriz de multiplicadores de la MCSA-MEX2001

	ACTIVIDADES								
	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Caza y pesca	Petróleo	Resto de la minería	Industria manufacturera	Electricidad, gas y agua	Construcción
MCSA-MEX2001									
	Agricultura	1.09	0.35	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	Ganadería	0.02	1.23	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01
	Silvicultura	0.00	0.00	1.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	Caza y pesca	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Petróleo	0.01	0.01	0.00	0.01	1.21	0.03	0.14	0.01
	Resto de la minería	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.02	0.04	0.04
	Industria manufacturera	0.25	0.35	0.14	0.43	0.19	1.46	0.40	0.46
	Electricidad, gas y agua	0.02	0.02	0.00	0.01	0.08	0.02	1.13	0.01
	Construcción	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	1.00
	Comercio, restaurantes y hoteles	0.06	0.06	0.05	0.16	0.11	0.12	0.06	0.09
	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0.06	0.06	0.05	0.11	0.11	0.09	0.37	0.10
	Otros servicios excepto administración pública	0.03	0.03	0.02	0.07	0.04	0.06	0.04	0.05
	Administración pública	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01
	Agricultura	0.10	0.39	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01
	Ganadería	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03	0.01	0.01
	Silvicultura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	Caza y pesca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Petróleo	0.01	0.01	0.00	0.01	0.04	0.03	0.12	0.01
	Resto de la minería	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.02	0.04	0.04
	Industria manufacturera	0.34	0.40	0.19	0.59	0.26	0.62	0.55	0.63
	Electricidad, gas y agua	0.02	0.02	0.00	0.01	0.08	0.02	0.13	0.01
	Construcción	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	Comercio, restaurantes y hoteles	0.06	0.06	0.05	0.17	0.12	0.12	0.06	0.09
	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0.04	0.04	0.04	0.08	0.05	0.06	0.06	0.08
	Otros servicios excepto administración pública	0.03	0.03	0.03	0.07	0.04	0.05	0.05	0.06
	Administración pública	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.01
	Agotamiento del petróleo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.02	0.00
	Cambios en el volumen de los recursos	0.01	0.12	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Uso de agua subterránea	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Erosión del suelo	0.00	0.07	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Contaminación del agua	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	Aire	0.02	0.02	0.01	0.03	0.07	0.03	0.34	0.03
	Trabajo	0.49	0.44	0.21	0.23	0.16	0.25	0.25	0.39
	Capital	0.39	0.38	0.73	0.59	0.74	0.56	0.57	0.42
	TOTAL	3.08	4.25	2.61	3.64	3.64	3.52	4.44	3.60

Fuente: Elaboración propia

Continuación · Anexo 2.3 Matriz de multiplicadores de la MCSA-MEX2001

ACTIVIDADES				PRODUCTOS									
Comercio, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Otros servicios excepto administración pública	Administración pública	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Caza y pesca	Petróleo	Resto de la minería	Industria manufacturera	Electricidad, gas y agua	Construcción	
0.01	0.01	0.00	0.01	0.92	0.33	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	
0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	1.16	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	1.20	0.01	0.02	0.13	0.01	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	1.15	0.01	0.03	0.04	
0.19	0.22	0.15	0.15	0.21	0.33	0.14	0.41	0.19	0.22	1.06	0.37	0.46	
0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.08	0.06	0.01	1.03	0.01	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	1.00	
1.05	0.06	0.05	0.03	0.05	0.06	0.05	0.16	0.11	0.06	0.08	0.06	0.09	
0.14	1.43	0.08	0.05	0.05	0.06	0.05	0.10	0.11	0.10	0.06	0.34	0.10	
0.13	0.09	1.14	0.04	0.02	0.02	0.02	0.06	0.04	0.06	0.03	0.04	0.05	
0.02	0.01	0.00	1.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01	
0.01	0.01	0.00	0.01	1.08	0.37	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	1.04	0.01	0.02	0.11	0.01	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	1.20	0.01	0.03	0.04	
0.26	0.30	0.20	0.20	0.29	0.38	0.19	0.57	0.26	0.30	1.45	0.50	0.63	
0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.08	0.06	0.01	1.11	0.01	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	1.00	
0.05	0.06	0.05	0.03	0.05	0.06	0.05	0.16	0.12	0.07	0.09	0.06	0.09	
0.11	0.09	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08	0.05	0.07	0.05	0.05	0.08	
0.13	0.09	0.15	0.04	0.02	0.03	0.03	0.07	0.04	0.07	0.03	0.04	0.06	
0.02	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.02	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	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	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	
0.04	0.38	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.07	0.04	0.02	0.31	0.03	
0.24	0.23	0.29	0.61	0.42	0.42	0.21	0.22	0.16	0.28	0.18	0.23	0.39	
0.67	0.68	0.64	0.33	0.33	0.36	0.72	0.57	0.74	0.57	0.40	0.52	0.42	
3.10	3.73	2.88	2.65	3.61	5.02	3.56	4.51	4.61	4.36	3.70	5.05	4.60	

Fuente: Elaboración propia

Continuación . Anexo 2.3 Matriz de multiplicadores de la MCSA-MEX2001

PRODUCTOS				ACTIVOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES NO PRODUCTIVOS							FACTORES	
Comercio, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Otros servicios excepto administración pública	Administración pública	Agotamiento de los activos económicos no producidos			Degradación de los activos ambientales no producidos		Trabajo	Capital		
				Petróleo	Recursos forestales	Agua subterránea	Tierra	Contaminación del agua			Aire	
0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.42	0.68	0.33	0.21	0.01	0.00		
0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	1.11	0.26	0.92	0.68	0.01	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.20	0.01	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	1.21	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00		
0.18	0.21	0.14	0.14	0.19	0.35	0.52	0.30	0.86	0.25	0.00		
0.01	0.03	0.01	0.01	0.08	0.02	0.02	0.01	0.02	0.09	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
1.02	0.05	0.04	0.03	0.11	0.06	0.07	0.06	0.09	0.06	0.00		
0.13	1.35	0.07	0.05	0.11	0.06	0.07	0.06	0.07	1.34	0.00		
0.12	0.08	1.07	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.09	0.00		
0.02	0.01	0.00	0.96	0.03	0.08	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00		
0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.37	0.14	0.30	0.23	0.01	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	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	0.00	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	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00		
0.25	0.28	0.19	0.19	0.26	0.41	0.41	0.36	0.50	0.32	0.00		
0.01	0.01	0.01	0.01	0.08	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
1.05	0.05	0.05	0.03	0.12	0.06	0.07	0.06	0.09	0.06	0.00		
0.11	1.09	0.06	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.09	0.00		
0.13	0.09	1.14	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.09	0.00		
0.02	0.01	0.00	1.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	0.03	0.08	0.06	0.00	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.01	0.01	0.00	0.00	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	1.06	0.04	0.00	0.00		
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.03	0.09	1.07	0.00	0.00		
0.04	0.36	0.02	0.01	0.07	0.02	0.02	0.02	0.02	1.37	0.00		
0.24	0.21	0.28	0.57	0.16	0.48	0.43	0.40	0.35	0.23	1.00		
0.65	0.64	0.60	0.31	0.74	0.34	0.42	0.45	0.46	0.67	1.00		
4.01	4.52	3.71	3.50	4.64	5.17	4.43	4.86	5.00	4.77	1.00		

Fuente: Elaboración propia