

EFFECTO DE LAS POLÍTICAS ECONÓMICAS EN LOS RECURSOS NATURALES Y EL MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO

EFFECT OF ECONOMIC POLICIES ON NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT IN MÉXICO

Roberto González-Acolt^{1*}, J. Arturo Matus-Gardea² y Manuel González-Guillén³

¹Departamento de Economía. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Avenida Universidad No. 940. Edificio 32, Aguascalientes, Aguascalientes. (rgonza@correo.uaa.mx; rgonza@colpos.mx).

²Economía y ³Forestal. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México. (matusgar@colpos.mx), (manuelg@colpos.mx).

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue contribuir a evaluar los efectos de la política económica en México, en relación con los recursos naturales y el ambiente. Para ello se elaboró una matriz de contabilidad social extendida con datos ambientales para México con año base 2001 (MCSA-MEX2001). El cálculo de multiplicadores ambientales de costos por agotamiento y degradación fue el principal instrumento para analizar el efecto de un aumento en las variables de política económica (gasto exógeno) en el uso de los recursos naturales y su influencia en el ambiente. Se encontró que los sectores con mayor incidencia en el ingreso nacional contribuyen más al agotamiento de los recursos naturales y al deterioro ambiental cuando reciben una inyección de gasto exógeno. Además, un incremento monetario de alguna variable exógena en todas las actividades productivas tiene un mayor efecto en la contaminación del aire.

Palabras clave: Matriz de contabilidad social extendida con datos ambientales, multiplicadores ambientales por costos de agotamiento y degradación.

INTRODUCCIÓN

El Estado influye directamente en el crecimiento económico del país a través de su política económica. La discusión acerca de los efectos de esa política, se refiere generalmente al mayor bienestar que obtendría la población. Sin embargo, poco se analiza y cuestiona el efecto de esa política en el uso de los recursos naturales y activos ambientales.

Según El Obeid (2002), la degradación ambiental creció a partir del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Guevara (2004) señala que el costo ambiental se elevó 13% entre 1994 y 2004, aunque el deterioro ambiental no se puede atribuir directamente al TLCAN.

ABSTRACT

The purpose of the present study was to contribute to the evaluation of the effect of economic policy in México, in relation to the natural resources and the environment. An extended social accounting matrix was built with environmental data for México with base year 2001 (MCSA-MEX2001). The calculation of environmental multipliers of costs from depletion and degradation was the principal instrument for analyzing the effect of an increase in the variables of economic policy (exogenous expenditure) on the use of the natural resources and its influence on the environment. It was found that the sectors with highest incidence in the national income contributed the most to the depletion of the natural resources and environmental deterioration when they receive an injection of exogenous expenditure. Furthermore, a monetary increment of an exogenous variable in all of the productive activities has a greater effect on air pollution.

Key words: Social accounting matrix extended with environmental data, environmental multipliers from costs of depletion and degradation.

INTRODUCTION

The State has a direct influence on the economic growth of the country through its economic policy. The discussion of the effects of this policy generally refers to the greater well-being that would be obtained by the population. However, the effect of this policy on the use of the natural resources and environmental assets is seldom analyzed and questioned.

According to El Obeid (2002), environmental degradation has increased since the North American Free Trade Agreement (NAFTA). Guevara (2004) points out that the environmental cost increased by 13% between 1994 and 2004, although the environmental deterioration can not be directly attributed to NAFTA.

The results of the aforementioned studies concur in that the environmental situation has worsened in recent years. From 1999 to 2004, the forest assets decreased at a mean annual rate of 0.4%, placing México in

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: Octubre, 2007. Aprobado: Octubre, 2008.

Publicado como ENSAYO en *Agrociencia* 42: 847-855. 2008.

Los resultados de los estudios mencionados concuerdan en que la situación ambiental ha empeorado en años recientes. De 1999 a 2004, los activos forestales decrecieron a una tasa media anual de 0.4%, ubicando a México como el cuarto país en América Latina con la mayor tasa de deforestación. Las reservas de petróleo disminuyeron 4.2% y 2.3% sólo en 2004; de continuar esta tendencia de consumo, en 29 años probablemente se agotará este energético. La disponibilidad de agua subterránea tuvo una tasa media de sobreexplotación de 2.3%, lo que ubica a México en el octavo lugar mundial en este concepto, ligeramente debajo de las principales potencias industrializadas. El aumento promedio anual de niveles emisores de diversos contaminantes en aire, suelo y agua fue 2.1%, 2.3% y 1.5%; mientras que la pérdida anual promedio en suelos de nutrientes fue 0.8% (INEGI, 2004).

El objetivo de esta investigación fue analizar como influyen las políticas económicas⁴ en la depreciación de los recursos naturales y en la degradación del ambiente. Para ello se elaboró una matriz de contabilidad Social (MCS), agregando información de los recursos naturales y el ambiente con año base 2001 (MCSA-MEX2001), para obtener multiplicadores económicos y ambientales, así como para examinar la repercusión de las actividades económicas en los recursos naturales y ambientales.

La influencia de las políticas económicas se estudia desde el efecto directo e indirecto que tienen en el gasto de los agentes económicos (familias, empresas y gobierno). Por ejemplo, una variación de la oferta monetaria por el banco central (política monetaria), incide en la tasa de interés, que influencia a las decisiones de gasto de las familias, las empresas y del gobierno. La influencia de la política económica se expresa mediante la variación en el gasto autónomo o exógeno en un modelo.

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 incluyen 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, lo cual implica que el total del ahorro, la demanda agregada y el ingreso total sean iguales al total de la inversión, oferta y gasto total. El modelo lineal MCS permite obtener información, y supone propensiones medias fijas, capacidad ociosa y comportamiento lineal de la producción. Este modelo expresa las variables endógenas (cuentas endógenas) como función lineal de

fourth place in Latin America countries with the highest rate of deforestation. The petroleum reserves decreased by 4.2% and 2.3% only in 2004; if this rate of consumption continues, in 29 years this resource will probably be depleted. The availability of underground water had a mean rate of overexploitation of 2.3%, which places México in the eighth place in the world in this concept, slightly below the principal industrialized powers. The average annual increase of emission levels of diverse pollutants in the air, soil and water was 2.1%, 2.3% and 1.5%; whereas the average annual loss in soil nutrients was 0.8% (INEGI, 2004).

The objective of the present study was to analyze the influence of economic policies on the depreciation of the natural resources and on the degradation of the environment. A Social Accounting Matrix (SAM) was made for this purpose, adding information of the natural resources and the environment with base year 2001 (MCSA-MEX2001), to obtain economic and environmental multipliers, as well as to examine the repercussion of the economic activities on the natural and environmental resources.

The influence of economic policies is studied from the direct and indirect effect they have on the expenditure of the economic agents (families, businesses and government). For example, a variation of the monetary offer of the central bank (monetary policy), affects the interest rate, which influences the decisions of the expenditure of families, businesses and the government. The influence of economic policy is expressed through the variation in the autonomous or exogenous expenditure in a model.

The MCS is a squared matrix with a simple registration system of double input, where the accounts are arranged in rows and columns. The rows include the income or inputs per agent or economic sector, and the columns the expenditures or outputs. The incomes and expenditures should be in equilibrium, which implies that the total of savings, the added demand and the total income are equal to the total of the total investment, offer and expenditure. The MCS linear model makes it possible to obtain information, and assumes fixed mean propensions, idle capacity and linear behavior of production. This model expresses the endogenous variables (endogenous accounts) as a linear function of the exogenous variables (exogenous accounts). In endogenous accounts the changes at their level of expenditure are due to a variation in the income; while in an exogenous account the affectations in its expenditures are independent of an alteration in the

⁴La política económica es el conjunto de objetivos, metas e instrumentos que tiene el Estado para influir en la actividad económica. Generalmente se clasifica como: Política fiscal -gasto público e impuestos-, política monetaria -control de la oferta monetaria y el sistema financiero-, y política comercial.

las exógenas (cuentas exógenas). En cuenta endógena los cambios en su nivel de gasto se deben a una variación en el ingreso; mientras que en una cuenta exógena las afectaciones en sus gastos son independientes de una alteración en el ingreso, y esta cuenta se determina fuera del sistema económico o es instrumento de política económica.

Una extensión en la MCS es la incorporación de cuentas ambientales, al cual Leontief (1970) agregó los contaminantes (en términos físicos) al modelo input-output. Así, en los años noventa se creó la SAMEA (Social Accounting Matrix and Environmental Accounts), matriz que muestra el flujo circular de la economía en unidades monetarias y su vertiente ambiental en términos físicos, e incluye insumos ambientales, las emisiones y su efecto en la naturaleza.

Rodríguez *et al.* (2005) usaron una SAMEA para España, con el objetivo de calcular multiplicadores domésticos SAMEA, que son la base para estudiar la influencia de las actividades económicas en la producción y el deterioro ambiental, éste último en términos físicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La construcción de la MCSA-MEX2001 tuvo dos componentes básicos: a) Matriz de Contabilidad Social, estructurada a partir del modelo básico de equilibrio general computable de Lofgren (2003); b) los datos ambientales del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) 1999-2004 del INEGI. Así la MCSA-MEX2001 tuvo ocho tipos de cuentas: 1) actividades, con 13 sectores productivos; 2) productos, con 13 bienes; 3) recursos naturales y el ambiente; 4) dos factores de producción: trabajo y capital; 5) dos instituciones: hogares y gobierno; 6) capital, que abarca el ahorro y la inversión; 7) tres tipos de impuestos: directos, indirectos y aranceles; 8) sector externo.

La información del SCEEM implicó incorporar conceptos derivados de la metodología del SCEEM en la MCSA-MEX2001. Los principales conceptos considerados fueron: 1) activos económicos no producidos -bienes que provienen de la naturaleza y son empleados en el proceso productivo- como el petróleo y recursos naturales en general; 2) activos ambientales no producidos como el aire, los océanos, etcétera, no usados directamente en la producción, pero afectados por las actividades económicas; 3) costos por agotamiento de los recursos naturales -cálculos monetarios del desgaste de los recursos naturales producto de la actividad económica; 4) costos por degradación del ambiente, o sea, cálculos del costo para remediar o prevenir el deterioro ambiental ocasionado por las actividades productivas:

En el SCEEM, los costos por agotamiento de los recursos naturales incluyen cambios en el volumen de los recursos naturales, uso de agua subterránea y el agotamiento del petróleo. El método usado para calcular estos costos es el de renta neta, que es el gasto necesario para conservar al recurso natural en condiciones aceptables

income, and this account is determined outside the economic system or is an instrument of economic policy.

An extension in the MCS is the incorporation of environmental accounts, to which Leontief (1970) added the pollutants (in physical terms) to the input-output model. Thus, in the nineties the SAMEA (Social Accounting Matrix and Environmental Accounts) was created, a matrix which shows the circular flow of the economy in monetary units and its environmental aspect in physical terms, and includes environmental costs, emissions and their effect on nature.

Rodríguez *et al.* (2005) used a SAMEA for Spain, with the objective of calculating domestic SAMEA multipliers, which are the basis for studying the influence of the economic activities on production and environmental deterioration, the latter in physical terms.

MATERIALS AND METHODS

The construction of the MCSA-MEX2001 had two basic components: a) Social Accounting Matrix, structured from the basic model of computable general equilibrium of Lofgren (2003); b) the environmental data of the Economic and Ecological Accounting System of México (SCEEM) 1999-2004 of the INEGI. Thus, the MCSA-MEX2001 had eight types of accounts: 1) activities, with 13 productive sectors; 2) products, with 13 goods; 3) natural resources and the environment; 4) two production factors: work and capital; 5) two institutions: homes and government; 6) capital, which includes saving and investment; 7) three types of taxes: direct, indirect and tariffs; 8) external sector.

The inclusion of information of the SCEEM implied the incorporation of concepts derived from the methodology of the SCEEM in the MCSA-MEX2001. The principal concepts considered were: 1) non-produced economic assets- goods that come from nature and are employed in the productive process, such as petroleum and natural resources in general; 2) non-produced environmental assets such as the air, the oceans, etc., not used directly in production, but which are affected by the economic activities; 3) costs from the depletion of the natural resources - monetary calculations of the exhaustion of the natural resources resulting from the economic activity; 4) costs from the degradation of the environment, that is, calculations of the cost of repairing or preventing the environmental deterioration caused by the productive activities.

In the SCEEM, the costs from the depletion of the natural resources include changes in the volume of the natural resources, use of underground water and the depletion of petroleum. The method used to calculate these costs is of net income, which is the cost necessary to conserve the natural resource in acceptable conditions to continue generating income. Similarly, the costs from the degradation of the environment include soil erosion and the contamination of air, water and soil. In this case the method for calculating these costs was the cost of maintenance, which consists in calculating the costs for preventing deterioration or re-establishing the quality of these resources. Thus, water pollution was calculated

para continuar generando ingresos. Asimismo, los costos por degradación del ambiente comprenden la erosión del suelo y la contaminación del agua, aire y suelo. En este caso el método para calcular estos costos fue el costo de mantenimiento, que consiste en calcular los costos para impedir el deterioro o restablecer la calidad de estos recursos. Así, la contaminación del agua se calculó con el registro de descargas de contaminantes a lagos, lagunas, ríos, estuarios, etcétera.; en la contaminación del aire se calcularon las emisiones primarias como: bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, monóxido de carbono y partículas suspendidas; la contaminación del suelo se calculó mediante el registro de la erosión del suelo y residuos peligrosos.

Las fuentes de información para alimentar la MCSA-MEX2001 procedieron de: SCEEM 1999-2004; Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM) 1999-2004; Banco de México; Cuenta Pública 2001; y del GTAP (Global Trade Analysis Project) de la Universidad de Purdue. Esta última base de datos es de 2001, y como contiene la matriz de transacciones intermedias implicó no sólo usar esta información sino tomar 2001 como período base en el estudio. Como el SCEEM maneja trece actividades productivas, se consideró el mismo número de actividades para elaborar la MCSA-MEX2001.

Con base en la MCSA-MEX2001 se formuló el modelo lineal y las variables endógenas fueron las cuentas de actividades, productos, factores, y agotamiento de los recursos naturales y degradación del ambiente. Además de analizar cuánto ingreso generan, se evaluó el efecto en los recursos naturales y el ambiente ante un aumento en el gasto de las familias, un aumento del gasto público, un cambio en la cuenta de capital, una variación en los impuestos o una modificación en el sector externo. Estas últimas cuentas (hogares, gobierno, capital, impuestos y sector externo) se consideran exógenas y representan instrumentos de política económica.

En el Cuadro 1 se muestra la división de las cuentas endógenas y exógenas de la MCSA-MEX2001. La matriz X_{mm} incluye las transacciones entre las cuentas endógenas; X_{kk} abarca los intercambios entre las cuentas exógenas y es la matriz de residuales; X_{mk} comprende los flujos de cuentas exógenas a endógenas y X_{km} contiene los pagos de las cuentas endógenas a exógenas. En el Cuadro 1 el ingreso total de una cuenta endógena (X_{mm}) se puede derivar como la suma de las transacciones de las cuentas endógenas (x_{mj}) más la suma de las transacciones de las cuentas exógenas (x_{kj}). Así:

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

En términos matriciales:

$$X_m = X_{mm} \cdot i_m + X_{mk} \cdot i_k \quad (2)$$

donde, i es un vector unitario.

A partir del Cuadro 1 se puede obtener la matriz de propensiones medias a gastar, A , que resulta 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

with the record of dumping of contaminants in lakes, lagoons, rivers, estuaries, etc.; in air contamination the primary emissions were calculated such as: sulfur dioxide, nitrogen oxides, hydrocarbons, carbon monoxide and suspended particles; soil contamination was calculated through the record of soil erosion and dangerous residues.

The sources of information for feeding the MCSA-MEX2001 came from: SCEEM 1999-2004; Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM) 1999-2004; Banco de México; Public Account 2001; and the GTAP (Global Trade Analysis Project) of Purdue University. This latter data base is of 2001, and as it contains the matrix of intermediate transactions it implied not only using this information, but also taking 2001 as base period in the study. As the SCEEM manages thirteen productive activities, the same number of activities was considered for elaborating the MCSA-MEX2001.

Based on the MCSA-MEX2001, the linear model was formulated, and the endogenous variables were the accounts of activities, products, factors, and depletion of the natural resources and degradation of the environment. In addition to analyzing how much income they generate, an evaluation was made of the effect on the natural resources and the environment from an increase in the expenditure of the families, an increment of the public spending, a change in the account of capital, a variation in taxes or a modification in the external sector. These latter accounts (homes, government, capital, taxes and external sector) are considered exogenous and represent instruments of economic policy.

Table 1 shows the division of the endogenous and exogenous accounts of the MCSA-MEX2001. The matrix X_{mm} includes the transactions among the endogenous accounts; X_{kk} covers the exchanges among the exogenous accounts and is the matrix of residuales; X_{mk} includes the flows of exogenous to endogenous accounts and X_{km} contains the payments of the endogenous to the exogenous accounts. In Table 1 the total income of an endogenous account (X_{mm}) can be derived as the sum of the transactions of the endogenous accounts (x_{mj}) plus the sum of the transactions of the exogenous accounts (x_{kj}). Thus:

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

In matricial terms:

$$X_m = X_{mm} \cdot i_m + X_{mk} \cdot i_k \quad (2)$$

where, i is a unitary vector.

From Table 1, it is possible to obtain the matrix of mean propensions to be spent, A , which results from dividing the transactions of the MCSA-MEX2001 by the totals of the corresponding columns, and whose characteristic coefficient a_{ij} is defined as the proportion of the total expenditure of account j channeled to account i , or as the proportion of the total income of account i from account j . Thus:

$$A_{mm} = X_{mm} \cdot \hat{X}_m^{-1} \quad (3)$$

gasto total de la cuenta j canalizado a la cuenta i , o como la proporción del ingreso total de la cuenta i proveniente de la cuenta j . Así:

$$A_{mm} = X_{mm} \cdot \hat{X}_m^{-1} \quad (3)$$

$$A_{mk} = X_{mk} \cdot \hat{X}_k^{-1} \quad (4)$$

El símbolo $\hat{\cdot}$ en las ecuaciones (3) y (4) denota una matriz diagonalizada. Considerando las expresiones (2), (3) y (4) las m variables endógenas se formulan así:

$$X_m = A_{mm} \cdot X_m + A_{mk} \cdot X_k \quad (5)$$

Resolviendo para X_m :

$$X_m = [I - A_{mm}]^{-1} \cdot A_{mk} \cdot X_k = M X_k \quad (6)$$

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

La expresión (6) es el vector de los ingresos o gastos exógenos dirigidos a cada cuenta endógena. M es la matriz de multiplicadores de la MCSA-MEX2001, 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 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 en una unidad monetaria la demanda exógena del sector “j”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para ahorrar espacio no se presenta la MCSA-MEX2001 ni la matriz de multiplicadores derivados de ella. Sin embargo, en el Cuadro 2 se muestra un resumen de los principales resultados de la matriz de multiplicadores. La interpretación de la primera fila muestra que un aumento en alguna variable exógena en una unidad monetaria, por ejemplo un peso, induce un aumento en la producción en el sector agrícola de 1.09 pesos, un mayor costo de agotamiento de los recursos naturales y de la degradación del ambiente de 0.02 y 0.03 centavos, y una expansión en toda la economía de 3.08 pesos (Cuadro 2).

La ganadería (sector 2) (con 0.13) y el petróleo (sector 5), (con 0.18), contribuyen más a los costos de agotamiento de los recursos naturales cuando hay una inyección monetaria exógena en esos sectores. Sin embargo, cuando tal estímulo monetario exógeno se canaliza a la silvicultura (sector 3) se reducen los costos de agotamiento de los recursos naturales, porque hay una inversión para 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), aumentan los costos de deterioro ambiental en, 0.35 y 0.38 (Figura 1).

Cuadro 1. División de la MCSA-MEX2001 entre cuentas endógenas y exógenas.

Table 1. Division of the MCSA-MEX2001 among endogenous and exogenous accounts.

Cuentas	Endógenas	Exógenas	Total
Endógenas	X_{mm}	X_{mk}	X_m
Exógenas	X_{km}	X_{kk}	X_k
Total	X_m	X_k	—

† Elaboración con base en Defourny y Thorbecke (1984).

$$A_{mk} = X_{mk} \cdot \hat{X}_k^{-1} \quad (4)$$

The symbol $\hat{\cdot}$ in equations (3) and (4) denotes a diagonalized matrix. Considering the expressions (2), (3) and (4), the m variables are formed as follows:

$$X_m = A_{mm} \cdot X_m + A_{mk} \cdot X_k \quad (5)$$

Solving for X_m :

$$X_m = [I - A_{mm}]^{-1} \cdot A_{mk} \cdot X_k = M X_k \quad (6)$$

where $M = [I - A_{mm}]^{-1} \cdot A_{mk}$ and $x_m = A_{mk} \cdot X_k$

Expression (6) is the vector of the exogenous expenditures or income directed to each endogenous account. M is the matrix of multipliers of the MCSA-MEX2001, where each element m_{ij} shows the multiplier impact on the endogenous variable due to an increase of a unit in the exogenous variable. For example, for the environmental account the elements of this matrix represent the multiplier effect in the costs from the depletion of the natural resources and from the degradation of the environment of productive sector “i” when the exogenous demand of sector “j” increases in a monetary unit.

RESULTS AND DISCUSSION

In order to save space, neither the MCSA-MEX-2001 nor the multiplier matrix derived from it are shown. However, Table 2 presents a summary of the principal results of the multiplier matrix. The interpretation of the first row shows that an increase in an exogenous variable in a monetary unit, for example, one peso, induces an increase in production in the agricultural sector of 1.09 pesos, a higher cost of depletion of the natural resources and of the degradation of the environment of 0.02 and 0.03 cents, and an expansion throughout the whole economy of 3.08 pesos (Table 2).

Livestock breeding (sector 2) (with 0.13) and the petroleum (sector 5), (with 0.18), contribute more to the costs of depletion of the natural resources when there is an exogenous monetary injection in these

Cuadro 2. Principales resultados de la matriz de multiplicadores, 2001.
Table 2. Principal results of the matrix of multipliers, 2001.

Sectores	Coeficientes de los multiplicadores			
	Efecto en el propio sector	Agotamiento de los recursos naturales	Degradación del ambiente	Efecto difusión
Agricultura (1)	1.09	0.02	0.03	3.08
Ganadería (2)	1.23	0.13	0.21	4.25
Silvicultura (3)	1.02	-0.04	0.06	2.61
Caza y pesca (4)	1.00	0.00	0.03	3.64
Petróleo (5)	1.21	0.18	0.07	3.64
Resto de la minería (6)	1.20	0.00	0.04	3.52
Industria manufacturera (7)	1.46	0.01	0.04	3.71
Electricidad, gas y agua (8)	1.13	0.02	0.35	4.44
Construcción (9)	1.00	0.00	0.03	3.60
Comercio, restaurantes y hoteles (10)	1.05	0.00	0.04	3.10
Transporte, almacenamiento y comunicaciones (11)	1.43	0.00	0.38	3.73
Otros servicios excepto administración pública (12)	1.14	0.00	0.02	2.88
Administración pública (13)	1.02	0.00	0.02	2.65

† En paréntesis se enumera el sector económico respectivo.

El efecto difusión (Cuadro 2) se calcula como las sumas de las 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. Los sectores 8 (electricidad, gas y agua), 2 (ganadería), y 11 (transporte, almacenamiento y comunicaciones) originan los mayores efectos de difusión en la economía, con un aumento total de 4.44, 4.25 y 3.73 unidades monetarias por cada unidad monetaria exógena que reciben (Cuadro 2). Pero 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 de los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente se encuentra en las Figuras 2 y 3. La contribución de la actividad ganadera (Sector 2) a los costos de agotamiento de los recursos naturales se debe al componente de cambio en el volumen de los recursos forestales (Figura 2), y al destinarse un peso de gasto exógeno a este sector, la caída de los recursos naturales será aproximadamente 0.13 centavos, de los cuales casi 0.12 serán consecuencia de la deforestación.

La ganadería (Figura 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. La expansión de la actividad petrolera (sector

sectors. However, when this exogenous monetary stimulus is channeled to forestry (sector 3), costs of depletion of the natural resources are reduced, because there is an investment for improving the natural capital. Similarly, if the unitary exogenous expenditure is channeled to sector 8 (electricity, gas and water), and to 11 (transportation, storage and communications), the costs of environmental deterioration increase, with 0.35 and 0.38 (Figure 1).

The diffusion effect (Table 2) is calculated as the sums of the columns of the multiplier matrix of the MCSA-MEX2001, and indicates the increase in the income in the entire economy in the event of a unitary exogenous injection in an account. Sectors 8 (electricity, gas and water), 2 (livestock breeding), and 11 (transport, storage and communications) cause the greatest effects of diffusion in the economy, with a total increase of 4.44, 4.25 and 3.73 monetary units per each exogenous monetary unit they receive (Table 2). However, they are also the sectors with the greatest negative effect on the non-produced economic and environmental assets when they receive a monetary injection of an exogenous variable.

A more detailed relationship among the productive activities and the elements of the costs from depletion of the natural resources and from degradation of the environment is found in Figures 2 and 3. The contribution of the livestock breeding activity (Sector 2) to the costs of depletion of the natural resources is due to the component of change in the volume of the forest resources (Figure 2), and when one peso of

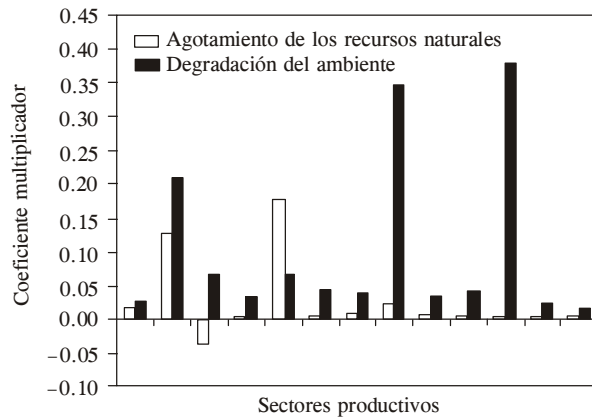


Figura 1. Costos de agotamiento y degradación de los sectores productivos ante un aumento en el gasto exógeno.

Figure 1. Costs of depletion and degradation of the productive sectors faced with an increase in the exogenous expense.

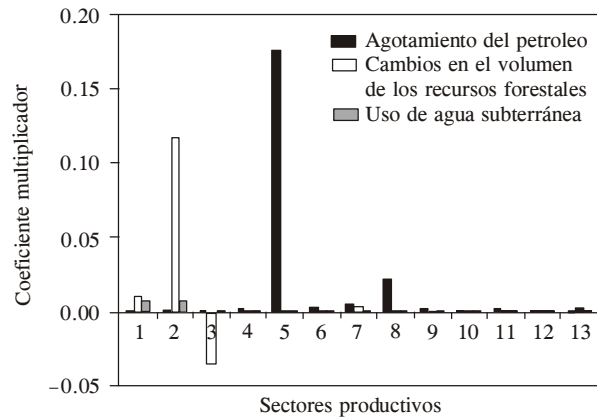


Figura 2. Relación entre sectores productivos y componentes del costo por agotamiento de los recursos naturales.

Figure 2. Relationship among productive sectors and components of the cost from depletion of the natural resources.

5), tiene mayor aportación en la caída de las reservas de crudo.

Los sectores 11 (transporte, almacenamiento y comunicaciones), y 8 (electricidad, gas y agua) contribuyen más 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) tiene un multiplicador relativamente bajo en el total de degradación del ambiente, pero es la segunda actividad productiva vinculada a una mayor contaminación del agua (Figura 3).

Con la información anterior es posible crear algunos escenarios de política para contestar ciertas interrogantes. Por ejemplo, ante una alza del gasto exógeno que incida en todos los sectores productivos: ¿cuál de los factores que forman parte de los activos

expenditure is destined to this sector, the drop of the natural resources will be approximately 0.13 cents, of which nearly 0.12 will be a result of deforestation.

The livestock industry (Figure 3), compared to the other economic activities, also shows the highest multipliers in soil erosion and water pollution, and represents the third activity with highest total participation in environmental degradation. The expansion of petroleum activity (sector 5), has a higher contribution in the drop of the reserves of crude oil.

Sectors 11 (transport, storage and communications) and 8 (electricity, gas and water) contribute more to air pollution, which is practically the only factor that defines their participation in the costs from the degradation of the environment.

The manufacturing industry (sector 7) has a relatively low multiplier in the total of degradation of the environment, but it is the second productive activity vinculada to a greater level of water pollution (Figure 3).

With the above information, it is possible to create some scenarios of policy for responding to certain questions. For example, faced with a rise in the expenditure inciding in all of the productive sectors: which of the factors that form part of the non-produced economic and environmental assets will be most affected? To answer this question an increase of 10% was assumed in the expenditure of the account of the homes, government, capital and exportations, independently. The effects in the components in the costs from depletion of the natural resources and from degradation of the environment are shown in Table 3. It is observed that for any of the four policies of spending their effect will always be higher in air pollution. The

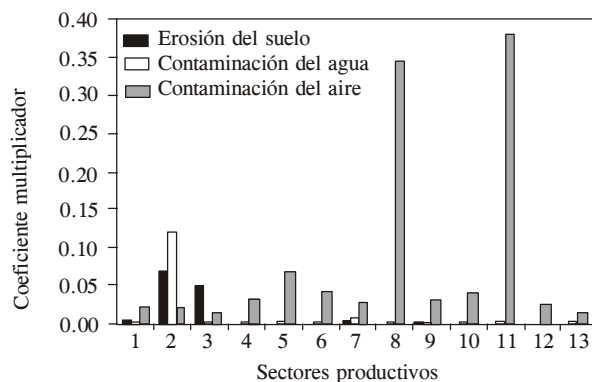


Figura 3. Relación entre sectores productivos y componentes del costo por degradación del ambiente.

Figure 3. Relationship among productive sectors and components of the cost from degradation of the environment.

Cuadro 3. Efecto en los componentes por costos de agotamiento de los recursos naturales y por degradación ambiental de un aumento de 10% en el gasto exógeno (millones de pesos).**Table 3. Effect on the components from costs of depletion of the natural resources and from environmental degradation from an increase of 10% in exogenous expenditure (millions of 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

económicos y ambientales no producidos se verá más afectado? Para responder ésto se supuso un aumento de 10% en el gasto de la cuenta de los hogares, gobierno, capital y exportaciones independientemente. Los efectos en los componentes en los costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación del ambiente se presentan en el Cuadro 3. Se observa que para cualquiera de las cuatro políticas de gasto su efecto siempre será mayor en la contaminación del aire. 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 su dinámica en la economía mexicana, que en proporción al PIB representa aproximadamente 70%. El crecimiento de las exportaciones incide significativamente en el agotamiento del petróleo, debido a la importancia de las exportaciones de crudo en la economía mexicana.

Sólo se observó la influencia de la política económica, vía gasto exógeno, en los recursos naturales y el ambiente; sin embargo, el gasto de los agentes económicos puede responder a otros factores. Por ejemplo, en el gasto de las familias inciden también sus preferencias o riqueza. Por simplicidad y metodología, en el presente trabajo se considera que esos factores permanecen constantes. Incorporar este supuesto permite analizar la contribución, aunque no la proporción del efecto de la política económica en los recursos naturales y el ambiente.

El modelo desarrollado es estático debido a que la estructura de la MCSA-MEX2001 es sólo para 2001. Por tanto, su empleo es de corto a mediano plazo, lo cual limita el análisis para estudiar la relación dinámica entre crecimiento del ingreso per capita y el mejoramiento ambiental a largo plazo mediante una

expansion of the expenditure of the homes contributed in greater measure to the cost from depletion of the natural resources and from environmental degradation, which is due to its dynamic in the Mexican economy, which in proportion of the GNP represents approximately 70%. The growth of the exportations has significant effects in the depletion of petroleum, due to the importance of the exportations of crude oil in the Mexican economy.

The influence of economic policy was observed only via exogenous expenditure, in natural resources and the environment; however, the expenditure of the economic agents may respond to other factors. For example, in the expenditure of families, their preferences or wealth also have an effect. For the sake of simplicity and methodology, in the present work it is considered that these factors remain constant. The incorporation of this assumption makes it possible to analyze the contribution, although not the proportion, of the effect of economic policy on natural resources and the environment.

The developed model is static due to the fact that the structure of the MCSA-MEX2001 is only for 2001. Therefore, its use is of short to medium term, which limits the analysis for studying the dynamic relationship between growth of per capita income and long term environmental improvement through a curve in inverted U- the Kuznets environmental curve (KEC)⁵. However, the Mexican economy will take four to seven decades to reach the maximum zone of environmental intensity and initiate the transition toward higher levels of per capita income and reduction of environmental deterioration, as indicated by the KEC (Nadal, 2007). Therefore, our results show a depletion of the natural resources and environmental deterioration that will be

⁵ La CAK establece que en un punto inicial las economías presentan un aumento en el ingreso acompañado de un mayor deterioro ambiental, debido probablemente a que el objetivo central es la generación de fuentes de empleo y mayores ingresos; luego se dan cambios estructurales y de tecnología que detienen y revierten el deterioro ambiental. En esta etapa la calidad ambiental crece con el aumento en el ingreso.

curva en U invertida -la curva ambiental de Kuznets (CAK)⁵. Sin embargo, la economía mexicana tardará cuatro a siete décadas para alcanzar la zona máxima de intensidad ambiental e iniciar la transición hacia mayores niveles de ingreso per capita y disminución del deterioro ambiental, como lo indica la CAK (Nadal, 2007). Por tanto, nuestros resultados muestran un agotamiento de los recursos ambientales y el deterioro ambiental que alcanzaría la economía mexicana al aumentar el ingreso en la etapa donde este aumento significará un mayor deterioro ambiental.

CONCLUSIONES

Los sectores ganaderos y del petróleo, al recibir una inyección de gasto exógeno, son los que más influyen en los costos de agotamiento de los recursos naturales. Así, el aumento de la actividad petrolera repercute fundamentalmente en la caída de esas reservas, mientras que la expansión de la actividad ganadera influencia los recursos forestales por la deforestación. Este 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. Dichos sectores y la ganadería, tienen los mayores efectos en el ingreso nacional al aumentar el gasto en alguna variable exógena, pero también aportan más al aumento 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, tendrá su principal efecto en el costo por degradación del ambiente, al elevar la contaminación del aire.

Es necesario diseñar una política ambiental orientada hacia los sectores 11 y 8 por su mayor contribución al deterioro ambiental, y el sector 2 (ganadería) que aporta más al costo por agotamiento de los recursos naturales.

LITERATURA CITADA

- El Obeid, A. 2002. Synthesis of case studies on Indonesia, México and Costa Rica. *In*: Beghin, J., D. Roland-Host, and D. Van der Mensbrugghe, (eds). Trade and the Environment in General Equilibrium: Evidence from Developing Economies. Kluwer Academic Publishers. pp: 233-250.
- Guevara, A. 2004. Reflexiones acerca del TLCAN y su efecto ambiental en México. *In*: Casares, E., y H. Sobarzo, (compiladores). Diez años del TLCAN en México. Lecturas 95. FCE. México. pp: 243-272.

reached by the Mexican economy as income increases in the stage when this increase will mean a greater deterioration of the environment.

CONCLUSIONS

The livestock and petroleum sectors, when receiving an injection of exogenous expenditure, have the greatest influence on the costs of depletion of the natural resources. Thus, the increase in petroleum activity has repercussions fundamentally on the falling of these reserves, while the expansion of the livestock activity influences the forest resources by deforestation. This sector also has an important participation in the deterioration of the environment, as it has high multipliers of costs in soil erosion and water pollution.

Sectors 11 (transport, storage and communications) and 8 (electricity, gas and water) contribute to greater levels of air pollution when they receive a monetary unit of some exogenous variable. These sectors and the livestock industry, have the greatest effects on national income by increasing the expenditure in some exogenous variable, but they also contribute more to the increase in the costs from depletion of the natural resources and from degradation of the environment.

A relative increase of exogenous expenditure with influence on all of the economic activities, will have its principal effect on the cost from the degradation of the environment, by elevating air pollution.

It is necessary to design an environmental policy oriented towards sectors 11 and 8 because of their greater contribution to environmental deterioration, and sector 2 (livestock industry) which contributes more to the cost of depletion of the natural resources.

—End of the English version—



- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2004. Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México 1999-2004. México. 165 p.
- Leontief, W. 1970. Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach. *Rev. Econ. and Stat.* 52:262-271.
- 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.
- Nadal, A. 2007. Medio ambiente y desarrollo sustentable en México. *In*: Calva, J.L., (compilador). Sustentabilidad y Desarrollo Ambiental. UNAM y Edit. Tauros. pp: 1-24.
- 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.