

NÚMERO 175

HÉCTOR MANUEL BRAVO PÉREZ, JUAN CARLOS CASTRO RAMÍREZ,  
MIGUEL ÁNGEL GUTIÉRREZ ANDRADE

Evaluación económica del convenio de  
distribución de aguas superficiales del lago  
de Chapala y su efecto en el bienestar social

FEBRERO 2006



**CIDE**

[www.cide.edu](http://www.cide.edu)

• Las colecciones de **Documentos de Trabajo** del CIDE representan un medio para difundir los avances de la labor de investigación, y para permitir que los autores reciban comentarios antes de su publicación definitiva. Se agradecerá que los comentarios se hagan llegar directamente al (los) autor(es).

• D.R. © 2006. Centro de Investigación y Docencia Económicas, carretera México-Toluca 3655 (km. 16.5), Lomas de Santa Fe, 01210, México, D.F.  
Tel. 5727•9800 exts. 2202, 2203, 2417  
Fax: 5727•9885 y 5292•1304.  
Correo electrónico: [publicaciones@cide.edu](mailto:publicaciones@cide.edu)  
[www.cide.edu](http://www.cide.edu)

• Producción a cargo del (los) autor(es), por lo que tanto el contenido así como el estilo y la redacción son su responsabilidad.

## Resumen

---

*La pregunta que se responde en este trabajo es la siguiente: ¿cómo se afecta el bienestar social de los habitantes de la cuenca Lerma-Chapala, si se reduce la oferta de agua para el sector agrícola y se incrementa el nivel del lago de Chapala?*

*Por hipótesis, el volumen total de agua que se les retira a los agricultores aguas arriba (estado de Guanajuato) escurre hacia el lago de Chapala. Sin embargo, el aumento en el nivel del lago de Chapala no es concluyente en cuanto al efecto sobre el bienestar social de los habitantes de la cuenca, ya que éste dependerá, a su vez, de la comparación o del balance que se establezca entre dos efectos que operan en sentido contrario:*

- a) El efecto positivo ocasionado por el incremento de la valoración del lago como un bien medioambiental, por parte de todos los habitantes de la cuenca y,*
- b) El impacto negativo sobre el bienestar de los consumidores del estado de Guanajuato, que se produce cuando aumenta el precio del bien agrícola, como consecuencia de la reducción de la oferta de agua a los agricultores y del incremento derivado en el valor del agua.*

## Abstract

---

*The question answered in this job is the following: how is affected the social welfare of the inhabitants of the Lerma-Chapala river basin, if the supply of water for the agricultural sector is reduced and the level of the lake of Chapala is increased?*

*By hypothesis, the total volume of water that retires to the farmer's water above to them (been of Guanajuato) slips towards the lake of Chapala. Nevertheless, the increase in the level of the lake of Chapala is not conclusive as far as the effect on the social welfare of the inhabitants of the river basin, since this one will depend as well on the comparison or the balance that settles down between two effects that operate in opposite sense:*

- a) The positive effect caused by the increase of the valuation by the lake like an environmental good on the part of all the inhabitants of the river basin and,*

*b) The negative impact on the well-being of the consumers of the state of Guanajuato that takes place when it increases the price of the agricultural good, as a result of the reduction of the supply of water to the farmers and of the increase derived in the value of the water.*

Héctor Manuel Bravo Pérez. CIDE  
Juan Carlos Castro Ramírez. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Miguel Ángel Gutiérrez Andrade. Universidad Autónoma Metropolitana

## Introducción\*

---

Al inicio de la presente administración, las autoridades encargadas de la protección del medio ambiente se plantearon como objetivo restaurar el nivel del embalse de agua del lago de Chapala a su máximo histórico, en vista de que en los últimos años se había reducido hasta niveles considerados críticos.

Esto había sido ocasionado principalmente porque el agua que debería escurrir hacia el lago era aprovechada en su mayoría, aguas arriba, por agricultores del estado de Guanajuato y de Michoacán así como por la extracción de agua para la ciudad de Guadalajara. Para revertir las consecuencias negativas de este comportamiento se han emprendido diversas medidas de control y manejo del agua en la cuenca Lerma-Chapala.

En el año 2001, la Semarnat le solicitó al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua el diseño de medidas económicas de corto y largo plazo, auxiliares para el control del nivel medio del embalse del lago. Se propuso entonces la aplicación de un Banco del Agua, en la misma línea que el propuesto en California en la década de los noventa.<sup>1</sup>

Durante las negociaciones sostenidas con el fin de diseñar el Banco del Agua, se pusieron de manifiesto algunas deficiencias en las políticas públicas para el manejo de los conflictos en el uso del líquido: escaso control sobre los usuarios del agua en la cuenca; ausencia de representatividad de los agentes interesados en los servicios medioambientales del lago en la toma de decisiones, y la ausencia de un sistema adecuado de precios, principalmente para el agua dedicada a la agricultura.

Tanto el marco regulatorio como la administración del recurso son deficientes, esto hace muy complicada la asignación eficiente y equitativa de los recursos hidráulicos y por tanto, deja indeterminado el volumen de agua que debería dedicarse a la preservación del lago de Chapala. La aplicación de políticas públicas erróneas ha contribuido a disminuir considerablemente el nivel del lago de Chapala.

Una de las políticas que mayores efectos ha tenido en el manejo del agua es la de fijar un precio nulo por el uso o aprovechamiento del agua en la agricultura, lo cual incide en la sobreexplotación de los cuerpos de agua.

¿Qué efectos tiene para el bienestar social de los habitantes de la cuenca Lerma-Chapala disminuir el volumen de agua en la agricultura y por ende aumentar la asignación de agua al lago?, la pregunta tiene sentido al establecerse un *trade-off* entre la producción agrícola y la valoración medioambiental del lago en función de su tamaño. Es decir durante los periodos de escasez de agua.

---

\* Este proyecto fue financiado por el Fondo Sectorial de Investigación Ambiental CONACYT-SEMARNAT.

<sup>1</sup> Véase Bravo, H.; Castro, J. y Gutiérrez, M. (2005).

Por un lado, los consumidores ven disminuido su bienestar al incrementarse el precio del bien agrícola como consecuencia de la disminución de la oferta de agua y de la producción del bien agrícola; por otro lado, los habitantes de la cuenca aumentan su valoración del lago conforme aumenta su tamaño, al liberarse agua que se utiliza en la agricultura.

Para responder esta pregunta se desarrolló el presente trabajo, mismo que está organizado de la siguiente manera: en la primera parte se revisan los antecedentes que han dado lugar a la problemática actual del lago de Chapala, en la segunda parte se describe el modelo teórico que se propone para analizar la problemática considerada y la información necesaria para su solución y calibración; en la tercera parte se muestran los resultados de la simulación y finalmente en las conclusiones generales se responde a la pregunta planteada al principio de este trabajo.

## ***1.- Antecedentes y problemática del lago de Chapala***

El lago de Chapala es el vaso natural interior de mayores dimensiones del país y el tercero en Latinoamérica, con una longitud y ancho máximos de 77 y 23 kilómetros respectivamente. Se localiza en el centro occidente de México, en la subcuenca Lerma-Chapala que pertenece a la cuenca Lerma-Santiago.

La superficie de la cuenca Lerma-Chapala tiene un área de 52,545 km<sup>2</sup> lo que representa alrededor del 3% del territorio nacional. Esta área incluye las cuencas cerradas de los lagos de Pátzcuaro, Yuriria y Cuitzeo.

El sistema Lerma-Chapala recibe aproximadamente el 3% del total del volumen de precipitación de México con un valor promedio anual de 730Mm<sup>3</sup>. El lago de Chapala se abastece principalmente de dos fuentes: el río Lerma y la lluvia. El escurrimiento superficial virgen promedio anual es de 273 Mm<sup>3</sup>, por lluvia se tiene un total de 711 millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>) y sus propias aportaciones representan un total de 178 Mm<sup>3</sup>.

Debido a la vasta superficie que abarca el lago y su escasa profundidad de menos de 4 metros, se produce una gran pérdida por evaporación, aproximadamente 1,400 Mm<sup>3</sup>, mientras que 192 Mm<sup>3</sup> son utilizados para abastecer a Guadalajara y cerca de 70 Mm<sup>3</sup> son destinados a la irrigación. En total se presenta un balance negativo de 504 Mm<sup>3</sup> anuales. Actualmente el lago se encuentra al 52.05% de su capacidad que es de aproximadamente 8 mil millones de metros cúbicos (Aparicio, 2001).

La proporción territorial de los estados que integran la Cuenca Lerma Chapala es la siguiente: Guanajuato 43.7%, Michoacán 30.3% y Jalisco 13.8%, el resto lo componen los estados de México y Querétaro con el 9.8% y el 2.8% respectivamente (Rodríguez *et al.*, 2003)

Aunque la proporción del territorio de Jalisco que se encuentra en la cuenca es pequeña, resulta importante ya que debe asegurar el abastecimiento de agua para la zona metropolitana de la ciudad de Guadalajara, la cual cubre el

63% de su demanda con extracciones del lago de Chapala y al mismo tiempo cumplir con el compromiso ambiental de protegerlo.

Por su parte Guanajuato tiene la proporción más grande dentro de la cuenca y su actividad agrícola es de vital importancia política y económica para el estado. Esto los convierte en los dos principales competidores por el uso del recurso.

Uno de los principales problemas que enfrenta el lago es la retención de escurrimientos a lo largo de la cuenca Lerma-Chapala para fines agrícolas (en la región del Bajío se cultivan cerca de 750 mil hectáreas) y de uso urbano o doméstico para satisfacer las necesidades de agua de los habitantes de la cuenca. Al respecto, se han construido 204 presas en el cauce del Río Lerma y sus afluentes, las cuales retienen más de 2,935 millones de metros cúbicos de agua (Valdez *et al.*, 2001).

A pesar de que la población urbana es grande en esta cuenca, (alrededor de 11 millones de habitantes), el uso consuntivo es predominantemente el agrícola con aproximadamente el 80 % del total (Scott *et al.*, 2001).

En la década de los noventa se agudizó el problema del Lago de Chapala, el cual suele explicarse por los siguientes factores:

- a) una deficiente administración del recurso como lo refleja el aumento de las concesiones de agua y de las superficies de riego así como el escaso control sobre los usuarios y sobre el recurso mismo.
- b) la competencia por el agua, que se queda en las presas del alto, medio y bajo Lerma y ya no llega a Chapala y que se usa fundamentalmente para fines de riego
- c) el crecimiento desordenado de las ciudades y el incremento poblacional de la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG), que a partir de la década de los setenta, fue abasteciéndose con mayores cantidades de agua del lago
- d) La creciente contaminación y el azolve.

En este trabajo el interés se centra fundamentalmente en el segundo problema señalado, es decir en la competencia por el agua, que se da entre la demanda natural del lago de Chapala y la que se queda en las presas del alto, medio y bajo Lerma y que se usa principalmente con fines de riego.

Para finales de 1999 el lago se encontraba a un 35% de su capacidad y la cota era de 93.03. En el 2001 el lago sólo tenía un 15.45% de su capacidad y la cota llegó a 91.8 la más baja en la historia del siglo pasado y de lo que va del presente.

En 2003, luego de años de sequía, el Lago de Chapala recuperó en total cerca de 3 mil millones de metros cúbicos, lo que lo ubicó en la cota 94.53 y alcanzó a almacenar 4 mil 250 millones de metros cúbicos. En el año 2004 el

lago de Chapala había logrado almacenar 6 mil millones de metros cúbicos, lo cual representó el 75 % de su capacidad total.

La notoria recuperación del lago durante los años 2003 y 2004, permitieron que el espejo de agua se extendiera 35 mil hectáreas más, una superficie similar a la de Guadalajara. No obstante para noviembre del presente año, el lago cuenta con un almacenamiento de 5,000 millones de metros cúbicos, lo que representa aproximadamente el 63 % de su capacidad y una disminución de 3,354 hectáreas inundadas.<sup>2</sup>

Por otro lado, en la subregión Lerma-Chapala se estima que el universo de usuarios de aguas nacionales y sus bienes inherentes es del orden de 15,163, que pueden agruparse en cuatro tipos de usuarios: regulares que cumplen con la ley; irregulares con autorización que no cumplen o no pagan sus obligaciones fiscales; irregulares sin autorización pero cumplen con sus obligaciones fiscales y clandestinos que no cumplen con la ley.

En la mayor parte de las superficies bajo riego se utiliza el método de gravedad, con baja eficiencia de uso y desperdicio del agua. Se estima que en los distritos de riego la eficiencia global (eficiencia de conducción y parcelaria), en el uso del agua es del orden del 35% debido a que la infraestructura está sumamente deteriorada, los canales son en su mayoría de tierra y presentan grandes filtraciones, fugas importantes en tomas de granja y la entrega volumétrica es deficiente. En la subregión se efectúa un alto reuso de los retornos agrícolas en el mismo sector, disminuyendo con ello su impacto en la degradación de la calidad del agua con sus residuos de pesticidas y fertilizantes que favorecen la proliferación de malezas acuáticas (Imta, 1998).

El problema con el lago es que casi toda el agua que le debería llegar por el Río Lerma se consume aguas arriba en los estados de México, Querétaro, Guanajuato, Michoacán y parte en Jalisco. La agricultura utiliza el 80 % del agua de la cuenca en sistemas de riego que podrían volverse más eficientes, sólo 11 % es para consumo de las poblaciones de la cuenca, 3 % del agua la usa la industria y 2 % en uso pecuario.

Aproximadamente el 50% del agua para uso agrícola es aprovechada por los distritos de riego que se ubican en la Cuenca, de estos, 2 se encuentran en el estado de Guanajuato, 5 en Michoacán, uno en Jalisco y otro más en el Estado de México. Sin embargo los estados de Guanajuato y Michoacán utilizan alrededor del 95% del volumen total lo cual les confiere sin duda una gran importancia dentro de la Cuenca Lerma-Chapala (Imta, 2004).

Por último pero no menos importante es que, el agua superficial que se usa en el estado de Guanajuato se destina casi en su totalidad para el uso agrícola (aproximadamente el 94% del total), y sólo una cantidad mínima para el uso público, urbano y rural. La industria se abastece de agua subterránea.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Véase Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de Jalisco (2005).

<sup>3</sup> Véase Situación hidráulica de Guanajuato (2004).



Debe señalarse que la asignación del agua entre los distintos usuarios no se hace a través de un mercado descentralizado de propiedad privada, sino que se realiza en un foro distinto: el Consejo de Cuenca. La distribución del recurso se efectúa bajo el supuesto de un manejo óptimo de los almacenamientos de agua superficial y por acuerdo entre los principales actores involucrados en el acuerdo de distribución de aguas de la cuenca.

Una vez que se ha asegurado la aplicación de una política óptima del manejo de los almacenamientos, surge la necesidad de definir anualmente el volumen de agua dedicada a los distintos usos y dentro de un mismo uso a los distintos usuarios. Dada la gran escasez relativa del recurso los costos de oportunidad en la agricultura y los costos medioambientales determinan los elementos clave en la definición de la asignación final.

La asignación final entre usos y usuarios debe hacerse con fines de maximizar el bienestar social, es decir, llevar la asignación hasta el punto donde el costo marginal social de reducir el agua en la agricultura iguale al beneficio marginal social medioambiental.

Con el fin de evaluar los efectos que tendría la aplicación de alguna política de distribución de agua entre el lago y el uso agrícola, es necesario contar con una metodología que permita determinar cuales serían sus efectos en toda la economía y a partir de ahí calcular los efectos en el bienestar de la sociedad.

La metodología más adecuada es la del equilibrio general computable debido a la posibilidad de incorporar complejas relaciones económicas y obtener adecuadas mediciones de bienestar. Para poder aplicar esta metodología es necesario contar con la información adecuada para definir un equilibrio de referencia a partir del cual se realiza la calibración del modelo. Para sistematizar esta información se construye una matriz de contabilidad social (SAM) por sus siglas en inglés.

La información utilizada aparece en el Anexo A. En el Anexo B aparece el programa de computadora para realizar la calibración del modelo, mismo que se describe a continuación.

## ***2.- El modelo<sup>4</sup>***

Se trata de un modelo de competencia perfecta, estático y con agentes precio-aceptantes. A continuación se presenta la forma en que se determinan los equilibrios en la economía modelada.

---

<sup>4</sup> El modelo se desarrolló con las limitaciones que marca la información existente, la cual fue proporcionada por el gobierno de Guanajuato.

## Bienes y factores

En esta economía hay siete bienes y tres factores, para mayor facilidad en la identificación, se les separa en dos conjuntos distintos:

Bienes:

$X_1$  = bien agrícola

$X_2$  = bien ganadero

$X_3$  = bien silvícola

$X_4$  = bien caza y pesca

$X_5$  = bien industria

$X_6$  = bien sector gobierno

$XI_{7s}$  = bien importado del sector s

$XE_{7s}$  = bien exportado del sector s

Factores:

$X_A$  = agua superficial

$X_L$  = trabajo

$X_C$  = capital

Además, existen dotaciones fijas de los factores de la producción en la economía:  $F_A$  = cantidad de agua en la economía,  $F_L$  = cantidad de trabajo en la economía,  $F_C$  = cantidad de capital en la economía.

Los bienes, excepto el bien externo, son producidos dentro de la economía. La tecnología utilizada en la producción de los bienes puede ser representada por medio de una función de producción. En el siguiente apartado de este capítulo se describe cada una de ellas.

## Producción

En esta economía existen seis sectores productivos. Se supone que en el proceso de producción de cada uno de los bienes se minimizan los costos sujetos a una tecnología dada. El problema que enfrenta cada uno de los seis agentes productores, se puede representar de la siguiente manera:

$$\text{Min} \sum_{j=1}^7 p_j X_{i,j} + \sum_{k=A}^C w_k X_{i,k} \quad \forall i = 1,6$$

s. a.

$$f_i(X_{i,j}, X_{i,k}) = Y_i$$

De la solución del problema anterior se obtienen las demandas derivadas por bienes y factores para producir el bien i. A estas demandas derivadas se les representa de la siguiente manera:

$$XI_{i,j}^*(p_i, w_k, Y_i) = \text{demanda del bien j para producir el bien i.}$$

y

$$XL_{i,k}^*(p_i, w_k, Y_i) = \text{demanda del factor k para producir el bien i.}$$

donde:  $p_i$  = precio del bien  $i$ ;  $w_k$  = precio del factor  $k$ ;  $Y_i$  = cantidad producida del bien  $i$ .

### *Consumidor*

Existe un solo consumidor representativo de la economía, el cual deriva utilidad de consumir siete tipos de bienes, seis producidos en la economía y uno importado. Las preferencias de este consumidor pueden ser representadas por medio de una función de utilidad  $U(X_i)$ .

Este consumidor maximiza su función de utilidad sujeta a una restricción presupuestaria, tomando los precios como datos; el consumidor es dueño de los factores de producción de los cuales deriva su ingreso. El problema que tiene que resolver el consumidor se puede representar de la siguiente manera:

$$\text{Max } U(X_i) \quad \forall i = 1,7$$

s.a.

$$p_i X_i = \sum_{k=A}^C w_k F_k = m$$

De la solución del problema anterior se obtienen las demandas finales por bienes:

$$XF_i^* \left( p_i, \sum_{k=A}^C w_k F_k \right).$$

### *Gobierno*

El gobierno produce un solo bien privado, enumerado como el bien 6, este bien lo produce con una tecnología específica y lo vende al consumidor final. No hay subsidio alguno en la venta de este bien ni se cobran impuestos para financiar su producción.

### *Sector externo*

Los seis sectores de la economía importan un bien compuesto, específico para cada sector y a su vez exportan un bien compuesto específico del sector. El valor de las importaciones en cada sector podría ser distinto al valor de las exportaciones dentro del mismo sector pero en el agregado los valores de las importaciones y las exportaciones de la economía deben ser iguales.

El precio de los bienes externos está dado por el exterior y se usará como numerario, por tanto la demanda de bienes importados se define de la siguiente manera:

$$XI_{7,i}(p_i, Y_i) = \left( \frac{p_i}{p_7} \right) (Y_i)$$

### Precios

Los precios de los bienes producidos en la economía se forman suponiendo que las funciones de producción son homogéneas de grado 1, por tanto los precios de los bienes deben de ser igual a su costo de producción, lo cual puede ser expresado de la siguiente manera:

$$p_i Y_i = \sum_{j=A}^C w_j XL_{j,i} + \sum_{j=1}^7 p_j XI_{j,i} \quad \forall i = 1,6.$$

### Equilibrio

El equilibrio se define como un vector de precios de bienes,  $p^*$ , de precios de factores  $w^*$ , y de asignaciones,  $XF^*$ ,  $XI^*$ ,  $XL^*$ ,  $Y^*$  tales que:

- a) Las asignaciones  $XF^* \in \arg \max \left\{ U(XF^*) \mid p^* XF^* = \sum_{k=A}^C w_k F_k m \right\}$
- b) Las asignaciones  $XI^*$ ,  $XL^*$ ,  $\in \arg \min \left\{ \sum_{i=1}^7 p_i XI_{j,i}^* + \sum_{j=AA}^C w_j XL_{j,i}^* \mid f_i(XI_{j,i}^*, XL_{j,i}^*) = Y_i \right\}$
- c) Equilibrio en el mercado de bienes:  $\sum_{i=1}^7 XI_{j,i}^* + XF_i^* = Y_i$
- d) Equilibrio en el mercado de factores:  $\sum_{j=AA}^C XI_{j,i}^* = F_j$
- e) Equilibrio en el sector externo:  $\sum_{i=1}^6 p_7 XI_{i,7}^* = \sum_{i=1}^6 p_7 XE_{i,7}^*$

### Especificación numérica

Para hacer operativo el modelo es necesario proponer relaciones funcionales específicas para cada una de las partes que componen el modelo. Estas relaciones funcionales se especifican con la idea que representen el comportamiento de los agentes económicos.

#### Consumidores

En este caso en particular se especificó la función de utilidad de la forma Cobb-

Douglas:  $U(X) = \prod_{i=1}^7 X_i^{\alpha_i}$  con  $\sum_{i=1}^7 \alpha_i = 1$ .

Por tanto las funciones de demanda del consumidor por cada uno de los bienes

son:  $XF_i = \frac{\alpha_i \sum_{k=AA}^{CA} w_k F_k}{P_i}$

#### Productores

La producción se modela en dos etapas, en la primera se supone que los bienes intermedios necesarios para producir los bienes finales se demandan como complementos perfectos. Dentro de estos bienes se define un bien compuesto por los distintos factores, a este bien se le llama valor añadido, esto se puede

expresar de la siguiente manera:  $Y_i = \left\{ \frac{X_{j,i}}{a_{j,i}}, \frac{V_i}{v_i} \right\} \forall i=1,..6; j=1,..,7$  y en donde

$a_{j,i}$  y  $v_i$  son coeficientes técnicos a estimarse.

De la ecuación anterior es fácil obtener las demandas derivadas de bienes:

$X_{j,i}^* = a_{j,i} Y_i^*$  y  $V_i^* = v_i Y_i^*$

Y por otro lado se postula:  $V_i = A \prod_{k=AA}^{CA} XL_{k,j}^{\beta_{k,i}}$  con  $\sum_{k=AA}^{CA} \beta_{k,i} = 1$ , de donde se obtienen

las demandas derivadas de factores:  $XL_{k,j}^* = \frac{V_i^*}{A_i} \frac{\left( \frac{\beta_{k,i}}{w_k} \right)}{\prod_{k=AA}^{CA} \left( \frac{\beta_{k,i}}{w_k} \right)^{\beta_{k,i}}}$

Una vez establecidas las relaciones que definen las demandas, es menester determinar los valores numéricos que vienen implícitas en ellas, a este proceso se le denomina calibración y se realiza tomando en cuenta los valores observados y con los cuales se construyó la SAM que aparece en el Anexo A.

Se calibró y validó el modelo para realizar las simulaciones de la política seleccionada como el objetivo principal de este modelo. En el Anexo B se muestra el programa de computadora en GAMS con el cual se realizó este proceso.

### ***3.- Resultados de la simulación de una política de reducción de volumen concesionado a los agricultores de Guanajuato***

Una vez que se calibró el modelo, para responder la pregunta planteada en este trabajo, se procedió a simular una política de reducción del volumen de agua concesionada a los agricultores del estado de Guanajuato y a calcular cuales son las variaciones en el bienestar del consumidor representativo.

Debe tenerse presente que el objetivo principal del trabajo es obtener el nivel socialmente óptimo del lago de Chapala, para lo cual se han hecho algunos supuestos que es importante tener en cuenta al momento de analizar los resultados de la simulación.

En la economía mexicana actual, los agricultores no pagan derechos por el uso o aprovechamiento del agua que utilizan en su proceso productivo, a pesar de lo cual derivan beneficios económicos de su utilización. Para que se pueda simular la política propuesta en este trabajo, es necesario que todos los bienes y factores que se intercambian en la economía tengan un precio positivo.

Inicialmente se simuló la política referida tomando como precio el beneficio medio del agua de los productores agrícolas de la cuenca Lerma-Chapala. Existen, sin embargo, otras posibilidades para estimar el precio del agua en la agricultura, por ello se decidió simular esta misma política considerando dos precios de referencia importantes: \$3.5 por m<sup>3</sup>, que es el precio que toma el agua en los mercados de la cuenca Lerma Chapala y \$5.0 por m<sup>3</sup>, el precio más alto que ha llegado a tomar en otros mercados.<sup>5</sup> Con estas tres opciones se hicieron las simulaciones y se compararon los resultados.

Se asume que se aplica una política del acuerdo de distribución de aguas, mediante la cual las autoridades del Consejo de Cuenca pueden reasignar los volúmenes originalmente asignados a la agricultura en función del interés público lo que determina el volumen de transferencia al lago de Chapala.

En este capítulo se simulan cuales serían los efectos de aplicar dicha política sobre la economía en su conjunto. Se miden dos efectos: la variación equivalente y la valoración social por el agua en el lago de Chapala.

La variación equivalente se calcula de acuerdo a la relación:

---

<sup>5</sup> Estos precios se han difundido en algunos foros públicos.

$$VE = \frac{U^1(H) - U^0(H)}{U^0(H)} \left( w_k^0 \sum_{k=AA}^{CA} F_k \right)$$

Donde el superíndice 0 se refiere a los valores obtenidos con el equilibrio de referencia y el superíndice 1 al equilibrio obtenido en la simulación. Las variables han sido definidas previamente.

Los cálculos de la variación equivalente se presentan en el Cuadro 1.

**C U A D R O 1**

**VARIACIÓN EQUIVALENTE**

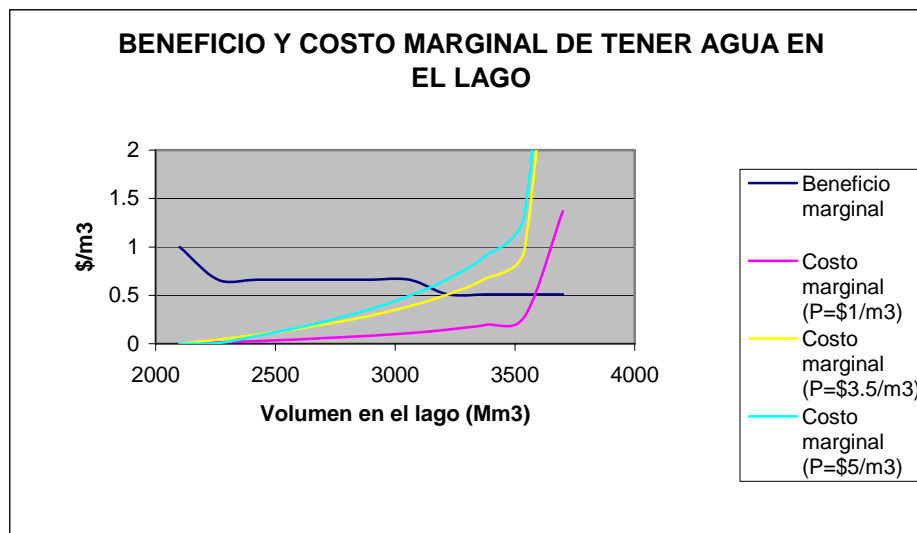
REDUCCIÓN PORCENTUAL DE AGUA EN LA AGRICULTURA	VARIACIÓN EQUIVALENTE		
	P = \$1.0 M3	P = \$3.5 M3	P = \$5.0 M3
0	0	0	0
10	-0.013	-0.044	-0.007
20	-0.027	-0.094	-0.078
30	-0.043	-0.15	-0.159
40	-0.062	-0.215	-0.251
50	-0.083	-0.292	-0.361
60	-0.11	-0.386	-0.496
70	-0.145	-0.508	-0.669
80	-0.194	-0.679	-0.913
90	-0.277	-0.971	-1.331
100	-1.37	-5.234	-5.967

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el cuadro anterior, la variación equivalente aumenta en valor absoluto conforme se reduce el volumen de agua destinada a la agricultura, lo que quiere decir que el consumidor ve reducido su bienestar en términos de la variación equivalente. Esta reducción se debe a que al reducirse el volumen de agua correspondiente al equilibrio inicial (*benchmark equilibrium*), aumenta su precio y por tanto el precio del bien agrícola.

La disminución del bienestar del consumidor representativo de esta economía (Guanajuato) se mantiene sin importar cual sea el precio del agua, pero mientras mayor sea éste la pérdida en el bienestar se incrementa, véase Gráfica 1.

**G R Á F I C A 1**



Por otro lado se produce un efecto positivo sobre el bienestar social de todos los agentes de la cuenca cuando se reasigna el agua hacia el lago; se trata básicamente de la valoración social de parte de todos los habitantes de la cuenca por el agua en el lago de Chapala como un bien medio ambiental. Una medida representativa de esta valoración se tomó del estudio: "Evaluación económica y valoración social de los escenarios de manejo del agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala", Imta (2003), (véase Cuadro 2).

**C U A D R O 2**

**DISPOSICIÓN A PAGAR Y VALOR DEL USO MEDIOAMBIENTAL**

DISPOSICIÓN A PAGAR		VALOR DE USO No-CONSUNTIVO (MARGINALES)	
NIVEL LAGO	DAP	NIVEL LAGO	VUNC
HM <sup>3</sup>	\$/MES/VIVIENDA	HM <sup>3</sup>	\$/M <sup>3</sup>
2,100	24.57	2,100	1.00
3,100	35.98	3,100	0.66
4,500	49.58	4,500	0.51

Fuente: Evaluación económica y valoración social de los escenarios de manejo del agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala, IMTA (2003).



En la Gráfica 1 puede observarse la comparación entre estos dos efectos, mientras que en el Cuadro 3 se aprecian los volúmenes asignados a la agricultura y al lago que maximizan el bienestar social. Cuando la variación equivalente se iguala al VUNC o valoración medioambiental del agua en el lago de Chapala, a un precio del agua dado, se igualan también los beneficios marginales sociales de los agentes de la cuenca con los costos marginales sociales del consumidor representativo de Guanajuato.

En este mismo cuadro se puede notar que mientras mayor sea el precio del agua para uso agrícola, el volumen de agua que debe transferirse al lago debe ser menor si se quiere seguir manteniendo el óptimo de Pareto.

### C U A D R O 3

#### VOLUMEN SOCIALMENTE DESEABLE PARA EL LAGO DE CHAPALA

	PRECIO = 1	PRECIO = 3.5	PRECIO = 5.0
VARIACIÓN EQUIVALENTE Y VUNC (\$/M3)	.51	.51	.66
VOLUMEN EN EL LAGO (MM3)	3692	3220	3060
VOLUMEN ASIGNADO A LA AGRICULTURA (MM3)	8	480	640

Fuente: elaboración propia.

Resulta evidente que nos encontramos ante un conjunto de fallas de mercado que la sociedad intenta corregir regulando las asignaciones de agua a través de un mecanismo institucional que asigna los volúmenes de agua superficial generados en la cuenca a los distintos usuarios, de acuerdo a la disponibilidad anual del recurso.

Esta reasignación ocasiona efectos de bienestar a los distintos agentes en la economía. Al reducirse el agua en la agricultura se disminuye la producción agrícola, afectando negativamente a los agricultores, sin embargo, simultáneamente se incrementa el volumen de agua en el lago de Chapala, aumentando los servicios medioambientales que produce este cuerpo de agua.

Los mecanismos de asignación utilizados hasta ahora por el Consejo de Cuenca, no evalúan correctamente los efectos medioambientales que se generan con la reasignación, debido principalmente que están dominados por los agricultores, quienes perciben el agua para uso medioambiental como un dispendio.

Por otro lado se echa de menos una representación más activa de parte de los agentes que debería velar por las asignaciones de agua en el lago y sobre

todo, no existen ni los medios financieros ni los políticos para hacer valer los volúmenes socialmente deseables para el lago de Chapala.

La toma de decisiones, por tanto, requiere de metodologías más sofisticadas que las usadas hasta ahora por los encargados del Consejo de Cuenca. Las nuevas metodologías necesariamente deberán incluir elementos que permitan discernir entre distintas alternativas en términos no sólo de eficiencia, sino también de equidad. Los resultados que se muestran en este trabajo incorporan ambos elementos.

Dados los supuestos utilizados en la solución del modelo, los agentes económicos toman los precios y las reglas de comportamiento como datos. Son estos dos instrumentos los que pueden ser utilizados para gestionar el agua en la cuenca y es la Comisión Nacional del Agua conjuntamente con el Consejo de Cuenca quienes los fijan.

Los precios o derechos del agua se determinan a nivel central y se calculan en función de la zona de disponibilidad del municipio donde se localice el aprovechamiento. Los municipios se agregan en nueve zonas de cobro distintas.

Si se ha aceptado que la gestión del agua debe hacerse en el ámbito de cuencas, sería conveniente determinar los precios del agua también en dicho ámbito, en lugar de discriminar por zonas de disponibilidad. Este paso en la gestión pudiera hacerse con relativa facilidad, de esta manera los precios del agua reflejarían las condiciones de escasez relativa de cada cuenca.

Para lograr que los Consejos de Cuenca tengan mayor autonomía sería necesario modificar sustancialmente la distribución presupuestal, haciendo compatibles las responsabilidades que ya se estipulan en la Ley de Aguas Nacionales con el ejercicio presupuestal necesario para estas responsabilidades.

## Conclusiones

---

Se construyó una matriz de contabilidad social (SAM) que incluye al agua como un factor de la producción adicional para el estado de Guanajuato y se calibró un modelo de equilibrio general computable que permitió simular una política de reducción de oferta de agua para los agricultores de Guanajuato, tal como se ha propuesto en algunos de los escenarios del *Acuerdo de cooperación de aguas superficiales de la cuenca de Lerma Chapala*.

Se cumplió con el objetivo del proyecto; se respondió satisfactoriamente a la pregunta principal del trabajo. Los resultados de la simulación permiten observar que, si se reduce la oferta de agua para el sector agrícola en el estado de Guanajuato y el precio del agua es menor o igual que el equivalente a los beneficios medios obtenidos por los agricultores de la cuenca Lerma Chapala entonces se incrementa el bienestar de todos los agentes de la cuenca, a medida que se incrementa el nivel del lago de Chapala.

Se mostró que mientras mayor sea el precio del agua de referencia, en la producción agrícola, la transferencia de agua hacia el lago de Chapala debe disminuir si se desea mantener el nivel socialmente óptimo del lago.

## Anexo A

**MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL PARA EL ESTADO DE GUANAJUATO  
(MILES DE MILLONES DE PESOS DE 1993)**

	AGRICULTURA	GANADERÍA	SILVICULTURA	CAZA Y PESCA	INDUSTRIA	SECTOR GOBIERNO	AGUA	TRABAJO	CAPITAL	CONSUMIDOR	SECTOR EXTERNO	TOTAL
<b>AGRICULTURA</b>	91,455	325,137	0	0	387,730	5,631				778,262	1,877,886	3,466,101
<b>GANADERÍA</b>	275	4,554	0	0	1,121,445	1,540				462,585	439,889	2,030,288
<b>SILVICULTURA</b>	0	0	0	0	13,524	61				18,393	44,048	76,026
<b>CAZA Y PESCA</b>	0	0	0	0	14,496	22				9,837	3,537	27,892
<b>INDUSTRIA</b>	257,253	322,912	4,570	6,551	9,192,799	2,890,990				172,454,22	23,643,339	53,563,836
<b>SECTOR GOBIERNO</b>										417,2419		4,172,419
<b>AGUA</b>	1,602	0	0	0	0	0						1,602
<b>TRABAJO</b>	1,001,142	355,346	24,497	5,444	12,386,906	370,849						14,144,182
<b>CAPITAL</b>	1,779,808	631,725	43,549	9,677	22,021,165	659,286						25,145,212
<b>CONSUMIDOR</b>							1,602	14,144,182	25,145,212			39,290,996
<b>SECTOR EXTERNO</b>	334,566	390,614	3,410	6,220	8,425,771	244,040				16,604,078		26,008,699
<b>TOTAL</b>	3,466,101	2,030,288	76,026	27,892	53,563,836	4,172,419	1,602	14,144,182	25,145,212	39,290,996	26,008,699	

Fuente: Elaboración propia con base en la información proporcionada por el gobierno de Guanajuato.

Anexo B

```

$TITLE Modelo de AGUA GUANAJUATO
$ONDIGIT
$OFFSYMXREF OFFSYMLIST OFFUELLIST OFFUELXREF
*
*
*
  OPTIONS LIMCOL=0, LIMROW=0;
SETS
  TOTAL total de indices usados
/AG,GA,SI,CP,IN,SG,AA,TR,KA,CG,SE,TOT /
  I(TOTAL) insumos / AG,GA,SI,CP,IN,SG,SE /
  S(I) bienes / AG,GA,SI,CP,IN,SG /
  E(TOTAL) sector externo / SE /
  LK(TOTAL) factores / AA,TR,KA/
  H(TOTAL) consumidores / CG /
  ;
  ALIAS (TOTAL,TOTA);
  ALIAS (S,SS);
  ALIAS (LK,KL);
PARAMETERS
  LEON(I,S)
  NUVALEON(S)
  VALEON(S)
  BETA(LK,S)
  A(S)
  ALFA(S,H)
  ALFAEXT(H)
  DEFSEXT(S)
  DEFEXT
  INC0(H)
  INC1(H)
  VEQ(H)
  U0(H)
* INC1(H)
* U1(H)
  ;
TABLE SAM(TOTAL,TOTA) Matriz de Contabilidad Social
      AG      GA      SI      CP      IN      SG
AA    TR
  AG    91.455 325.137          387.730 5.631
  GA     .275  4.554          1121.445 1.540
    
```

```

SI                13.524      .061
CP                14.496      .022
IN  257.253 322.912      4.570  6.551  9192.799 2890.990
SG
AA      1.602
TR 1001.142 355.346      24.497  5.444 12386.906  370.847
KA 1779.808 631.725      43.549  9.677 22021.165  659.288
CG
1.602 14144.182
SE  334.566 390.614      3.410  6.220  8425.771  244.040
+      KA      CG      SE
AG                778.262 1877.886
GA                462.585  439.889
SI                18.393   44.048
CP                9.837    3.537
IN                17245.422 23643.339
SG                4172.419
AA
TR
KA
CG 25145.212
SE                16604.078
;
SAM('TOT',TOTAL) = SUM(TOTA, SAM(TOTA,TOTAL));
SAM(TOTAL,'TOT') = SUM(TOTA, SAM(TOTAL,TOTA));
DISPLAY SAM;

* * * * * ETAPA 1 CALIBRACION * * * * *
*CALIBRACION DE LOS PARAMETROS DE LA TECNOLOGIA
LEON(I,S) = 0.0;
LEON(I,S) = SAM(I,S)/(SAM('TOT',S))$(SAM('TOT',S) NE 0);
DISPLAY LEON;
NUVALEON(S) = SUM(LK,SAM(LK,S));
VALEON(S) = (SUM(LK,SAM(LK,S)))/
            (SAM('TOT',S))$(SAM('TOT',S) NE 0);
DISPLAY NUVALEON;
DISPLAY VALEON;
* DESPEJE DE BETA
BETA(LK,S) = SAM(LK,S)/SUM(KL,SAM(KL,S));
A(S) = NUVALEON(S)/PROD(LK,SAM(LK,S)**BETA(LK,S));
*CALIBRACION PARAMETROS DE CONSUMO
ALFA(S,H) = SAM(S,H)/SAM('TOT',H);
ALFAEXT(H) = SAM('SE',H)/SAM('TOT',H);
DISPLAY BETA;

```

```
DISPLAY A;
DISPLAY ALFA;
DISPLAY ALFAEXT;
* * * * * ETAPA 2 VALIDACION BENCHMARK EQUILIBRIUM *
* * * * *
    POSITIVE VARIABLES
    XSH(S,H)
    XSHE(H)
    XSS(I,S)
    XSST(I)
    XLS(LK,S)
    IMPOR(S)
    EXPOR(S)
    Y(S)
    VA(S)
    PS(I)
    PL(LK)
    ;
    VARIABLES
    FO2
    ;
    EQUATIONS
    DEMFIN(S,H)   ecuaciones para demanda final bienes
nacionales
    DEMFINE(H)   ecuacion para demanda bien importado
    DEMINT(I,SS) ecuaciones para demanda intermedia
    DEMINTT(I)   demanda intermedia total
    DEMAVA(S)    demanda de valor anyadido
    DEMFAC1(LK,S) ecuaciones de factores
    IMPORTA(S)   ecuaciones de importaciones
    EXPORTA(S)   ecuaciones de exportaciones
    EQUIBIEE     condiciones de equilibrio para sector
externo
    EQUIFAC(LK)  condiciones de equilibrio para factores
    PRECIOS(S)   ecuaciones de precios
    PREFIJO      precio importaciones fijo
    FUNOBJ2      funcion objetivo de la ETAPA 2
    VMERC(S)     vaciado de mercados
    ;
    *DEMANDA FINAL BIEN NACIONAL
    DEMFIN(S,H) .. XSH(S,H)*PS(S) =E=
                    ALFA(S,H)*( SUM(LK, PL(LK)*SAM(H,LK)));
    *DEMANDA BIEN IMPORTADO
    DEMFINE(H) .. XSHE(H)*PS('SE') =E=
```

```
ALFAEXT(H)*( SUM(LK, PL(LK)*SAM(H,LK) ) );
*DEMANDA INTERMEDIA
  DEMINT(I,SS) ..XSS(I,SS) =E= LEON(I,SS)*Y(SS);
*DEMANDA INTERMEDIA TOTAL
  DEMINTT(I) .. XSST(I) =E= SUM(S,XSS(I,S));
*DEMANDA VALOR ANYADIDO
  DEMAVA(S) ..VA(S) =E= VALEON(S)*Y(S);
*DEMANDA DE FACTORES
  DEMFAC1(LK,S) ..(1/A(S))*(BETA(LK,S)/PL(LK))*VA(S) =E=
XLS(LK,S)*PROD(KL,(BETA(KL,S)/PL(KL))*BETA(KL,S));
*IMPORTACIONES
  IMPORTA(S) .. PS('SE')*IMPOR(S) =E= PS(S)*SAM('SE',S);
*EXPORTACIONES
  EXPORTA(S) .. PS(S)*EXPOR(S) =E= PS('SE')*SAM(S,'SE');
*CONDICIONES DE EQUILIBRIO SECTOR EXTERNO
  EQUIBIEE .. SUM(S, IMPOR(S))+ SUM(H,XSHE(H)) =E= SUM(S,
EXPOR(S));
*CONDICIONES DE VACIADO DE MERCADO
  VMERC(S).. Y(S) =E= + SUM(H, XSH(S,H))+ EXPOR(S) +
XSST(S);

* EQUILIBRIO MERCADO DE FACTORES
  EQUIFAC(LK) .. SUM(S, XLS(LK,S)) - SAM('TOT',LK) =E= 0 ;
* PRECIOS
  PRECIOS(S) ..PS(S)*Y(S) =E= SUM( I, PS(I)*XSS(I,S) ) +
SUM ( LK, PL(LK)*XLS(LK,S) );
*PRECIO FIJO P(L)
  PREFIJO ..PS('SE') =E= 1.0;
*FUNCION OBJETIVO
FUNOBJ2 ..FO2 =E= SUM(S, PS(S)*(SUM(H,XSH(S,H))))+
SUM(LK, PL(LK)*(SUM(S,XLS(LK,S))));
* VALORES INICIALES DE LAS VARIABLES
  PS.L(I)= 1.0;
  PL.L(LK)=1.0;
  XSH.L(S,H)=SAM(S,H);
  XSHE.L(H)=SAM('SE',H);
  XSS.L(I,SS)=SAM(I,SS);
  XLS.L(LK,S)=SAM(LK,S);
  IMPOR.L(S)=SAM('SE',S);
  EXPOR.L(S)=SAM(S,'SE');
  Y.L(S)=SAM('TOT',S);
  VA.L(S)=NUVALEON(S);
```



```
MODEL BENCHMARK
/DEMFIN,DEMINT,DEMINTT,DEMAVA,DEMFA1,EQUIFAC,
      PRECIOS,EQUIBIEE,IMPORTA,EXPORTA,VMERC,
      DEMFINE,PREFIJO,FUNOBJ2 /
OPTION ITERLIM = 10000;
SOLVE BENCHMARK MINIMIZING FO2 USING NLP;
      INC0(H)= SUM(LK, PL.L(LK)*SAM(H,LK));
      U0(H) = SUM(S,ALFA(S,H)*LOG(XSH.L(S,H))) +
      ALFAEXT(H)*LOG(XSHE.L(H));

*$offtext

* * * * * ETAPA 3 SIMULACION DE POLITICAS 1 * * * *
* * * * *
PARAMETERS
      RED(LK)
      PARPL(LK)
      PARXLS(LK,S)
      ;
EQUATIONS
      EQUIFACSIM(LK)    condiciones de equilibrio para factores
      DEMFIN2(S,H)
      DEMFINE2(H)
      PRECIOS2(S)
      ;
      RED(LK)=1.0;
      RED('AA')=1.0;
      PARPL(LK)=PL.L(LK);
      PARXLS(LK,S)=XLS.L(LK,S);
*DEMANDA FINAL BIEN NACIONAL
      DEMFIN2(S,H) .. XSH(S,H)*PS(S) =E=
      ALFA(S,H)*( SUM(LK,
PL(LK)*RED(LK)*SAM(H,LK)) );
*DEMANDA BIEN IMPORTADO
      DEMFINE2(H) .. XSHE(H)*PS('SE') =E=
      ALFAEXT(H)*( SUM(LK,
PL(LK)*RED(LK)*SAM(H,LK)) );
*
* PRECIOS
* PRECIOS2(S) ..PS(S)*Y(S) =E= 1.1*SUM( I, PS(I)*XSS(I,S) )
+
*
      SUM ( LK, PL(LK)*XLS(LK,S) );

* EQUILIBRIO MERCADO DE FACTORES
```

```
    EQUIFACSIM(LK) .. SUM(S, XLS(LK,S)) -
RED(LK)*SAM('TOT',LK) =G= 0 ;
* VALORES INICIALES DE LAS VARIABLES
* LOS DADOS EN LA ETAPA 1
MODEL POLITICA1
/DEMFIN2,DEMINT,DEMINTT,DEMAVA,DEMFA1,EQUIFACSIM,
        PRECIOS,EQUIBIEE,IMPORTA,EXPORTA,VMERC,
        DEMFINE2,PREFIJO,FUNOBJ2 /
OPTION ITERLIM = 10000;
SOLVE POLITICA1 MINIMIZING FO2 USING NLP;
* CALCULOS POST OPTIMOS
PARAMETERS
U1(H)
VOLAGUA
VALLAG
BENEAGR
INC0(H)
;
    U1(H) = SUM(S,ALFA(S,H)*LOG(XSH.L(S,H))) +
            ALFAEXT(H)*LOG(XSHE.L(H));
    INC1(H)= SUM(LK, PL.L(LK)*SAM(H,LK));
    VOLAGUA = RED('AA')*SAM('TOT','AA');
    BENEAGR = PS.L('AG')*Y.L('AG')-
            (SUM( I, PS.L(I)*XSS.L(I,'AG') ) +
            SUM ( LK, PL.L(LK)*XLS.L(LK,'AG')
));
    VALLAG = 2100 + .66*( 1.602 -
RED('AA')*SAM('TOT','AA'));
DISPLAY VOLAGUA,BENEAGR;
DISPLAY VALLAG;
DISPLAY INC0;
DISPLAY INC1;
*DISPLAY U0;
*DISPLAY U1;
    VEQ(H)=(U1(H)-U0(H))*INC0(H)/U0(H);
DISPLAY VEQ;
```

## Bibliografía

- Aparicio, J.(2001), "Hidrology of the Lerma-Chapala Watershed", en Hansen A. y Van Afferden, M., *The Lerma-Chapala Watershed Evaluation and Management*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, U.S.A.,
- Bonet, M. J. (2000), *La Matriz Insumo-Producto del Caribe Colombiano*, Centro de Estudios Económicos Regionales, No. 15, Mayo, Cartagena de Indias, Colombia.
- Bravo, H.; Castro, J. y Gutiérrez, M., (2005), "El banco del agua: una propuesta para salvar al lago de Chapala", *Gestión y Política Pública*, CIDE, México.
- Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de Jalisco (2005), WEB.
- Fernández M. y Polo, C. (2001), "Una Nueva Matriz de Contabilidad Social para España: La SAM 90", en *Estadística Española*, n 148, España, pp. 281-311.
- Gobierno del Estado de Guanajuato, (2004), *Situación hidráulica de Guanajuato*, C.E.A., noviembre, México, cap. 6.
- Gobierno del Estado de Jalisco (2001), *La matriz: insumo-producto regional para el estado de Jalisco*, Universidad de Guadalajara, México.
- Guajardo, R. y García, P.I.( 2002), "Análisis de la Estructura del Sector Agua y su Relación Intersectoriales (primera parte)", en *Entorno Económico*, n 239, México, Julio-Agosto, pp. 1-6.
- Harris, J. R y Robinson, S. (2003), "Estimating of a regionalized Mexican social accounting matrix using entropy techniques to reconcile disparate data sources" en *Insumo-Producto regional y otras aplicaciones*, Josefina Callicó López *et al.*, U.A.M., Biblioteca de Ciencias Sociales y Humanidades, Serie Economía, México, D.F.
- IMTA (1998, 2004), *Diagnóstico Socio-Económico de la Cuenca Lerma-Chapala*, Documento interno de trabajo, Cuernavaca, Morelos.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), "*Las Matriz de Insumo-Producto de México*", 1994.
- Keohe, T.J. *et al.* (1988), *Una Matriz de Contabilidad Social de la Economía Española*, en *Estadística Española*, n 117, España, pp. 5-33.
- Leontief, W. (1941), *The Structure of the American Economy, 1919-1939*, Oxford University Press, Nueva York, E.U.A. .
- Miller, R.E. *et al.* (1989), *Frontiers of Input-Output Analysis*, Oxford University Press, New York.
- Naciones Unidas (2000), *Manual sobre la compilación y el Análisis de los Cuadros de Insumo-Producto*, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, New York.
- Noriega M. A., (1999), *Matriz Insumo-Producto de Guanajuato*, Universidad de Guanajuato, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato, México.
- Núñez, G. y Polo, C. (2002), *Una matriz de Contabilidad Social para México: la MCS-MX96*, Tesis Doctoral de Economía, Abril ,Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Olaiz, A. *et al.* (2003), *Evaluación económica y valoración social de los escenarios de manejo del agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala*, IMTA.

- Pyatt, G. y Round, J. (1979), *Accounting and Fixer Price Multipliers in a Social Accounting Matrix Framework*, en *The Economic Journal*, n 356, December, Great Britain, pp. 850-873.
- Reyes Heróles, J. (1983), *Política Macroeconómica y Bienestar en México*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Rodríguez *et al.* (2003), Diagnóstico bio-físico y socio-económico de la Cuenca Lerma-Chapala, Dirección de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas-Manejo Integral de Cuencas Hídricas, Dic. I.N.E, México, D.F.
- Round, J. I. (1985), "Decomposing Multipliers for Economic Systems Involving Regional and World Trade", en *The Economic Journal*, n 378, June , Great Britain, pp. 383-399.
- Scott, Ch. *et al.* (2001), "Competition for Water in the Lerma-Chapala Basin" en Hansen A. y Van Afferden, M., *The Lerma-Chapala Watershed Evaluation and Management*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, U.S.A.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP), *El ABC de las Cuentas Nacionales*, México, D.F., 1981.
- Taylor, L. (1986), *Modelos Macroeconómicos para los países en desarrollo*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Torres, G. (2001), "Política Desecatoria y Crisis Permanente del Lago de Chapala. Curso: Chapala, la transición a un milenio", *Movimiento Cívico "Todos por Chapala"*, Septiembre 29 y Octubre 6, Guadalajara, México.
- Valdez, Z.A *et al.*, (2001), "La Problemática del Lago de Chapala: Una Lectura desde la perspectiva de las Ciencias Administrativas, Curso: Chapala, la transición a un milenio", *Movimiento Cívico "Todos por Chapala"*, septiembre 29 y octubre 6, Guadalajara, México.
- World Bank (1991), *Integrated Environmental and Economic Accounting a case Study Mexico*, Report No 50, December, N.Y. U.S.A.
- Yunez-Naude, A. y Taylor, J. E. (1999), *Manual para la elaboración de Matrices de Contabilidad Social*, Centro de Estudios Económicos, N. 15 México, D.F.