

¿CÓMO ENCONTRAR UNA ASIGNACIÓN DE AGUA SOCIALMENTE DESEABLE ENTRE EL USO AGRÍCOLA Y EL USO MEDIOAMBIENTAL?

• Héctor Manuel Bravo-Pérez* •
Universidad Nacional Autónoma de México

*Autor de correspondencia

• Juan Carlos Castro-Ramírez • Miguel Ángel Gutiérrez-Andrade •
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México

Resumen

Este artículo muestra los resultados de una investigación que analiza la factibilidad de aplicar una política fiscal con el fin de obtener una asignación eficiente del agua en la cuenca Lerma-Chapala. Para llevar a cabo este análisis se construye un modelo hidroeconómico, del tipo de equilibrio general computable. Se observa que es posible mantener el óptimo de Pareto ante un aumento en los precios del bien agrícola y por tanto disminuir la cantidad de agua demandada, siempre y cuando se transfiera agua al lago de Chapala, con lo cual se producirá un bien medioambiental, que si bien no tiene valor en el mercado, sí produce utilidad para los habitantes de la cuenca; por tanto, una política fiscal que grava la producción agrícola puede producir incentivos que redundarían en un incremento de la oferta de servicios medioambientales en el lago de Chapala, evitando además el costo de negociación entre los agentes en la cuenca.

Palabras clave: equilibrio general computable, sustentabilidad, bien medioambiental, precio del agua, política fiscal.

Introducción

A finales de los años noventa, los niveles del agua en el lago de Chapala disminuyeron de forma dramática, tal baja tenía dos causas: el propio ciclo hidrológico y la creciente demanda del agua para actividades productivas aguas arriba, en particular de los agricultores de Guanajuato y Michoacán (México). Con el fin de mitigar el problema del lago, el cual empeora durante la época de sequía, se ha implementado un gran número de políticas y de medidas de control en la cuenca Lerma-Chapala; por ejemplo, en el año 2001, la Semarnat propuso la aplicación de un Banco de Agua en la línea del propuesto en California en los años noventa (Bravo *et al.*, 2005).

En el portal Global Nature (<http://www.globalnature.org/15607/RED-DE-LAGOS->

VIVOS/Amrica/Lago-de Chapala/02_vorlage.asp) se decía: "Por su ubicación geográfica, el lago de Chapala sintetiza lo que ocurre a lo largo del río Lerma. El lago refleja en su comportamiento el crecimiento de la demanda aguas arriba y el efecto de las descargas sin tratamiento previo, las cuales degradan la calidad de los volúmenes de agua que almacena este cuerpo de agua. En los últimos años del siglo XX, el lago ha recibido un volumen menor a sus extracciones, incluida la evaporación, que se traduce en un déficit anual de entre 300 y 500 Mm³. Sin embargo en los últimos años se equilibró de tal suerte que ha habido una recuperación de los niveles (...) Desde luego, la lluvia es un factor determinante en el balance hidráulico del lago de Chapala. Sin embargo, es mucho mayor el impacto de la capacidad de regulación que se ha logrado con los aprovechamientos de aguas arriba. Basta

mencionar que las aportaciones al lago en 1940 eran de 4.0 Mm³ por cada milímetro de lluvia en la Cuenca, mientras que este valor descendió a 2.4 Mm³ por cada milímetro de lluvia, manteniéndose así hasta principios de la década pasada, para reducirse posteriormente a menos de 1.0 Mm³ por cada milímetro de lluvia”.

Durante las negociaciones entre los grupos políticos implicados en el manejo de la cuenca surgieron algunas evidencias de fallas en el marco regulatorio y de gestión del recurso, tales como: escaso control sobre los usuarios del agua en la cuenca, ausencia de representatividad en la toma de decisiones de parte de los agentes interesados en los servicios medioambientales del lago y, sobre todo, la ausencia de un sistema de precios adecuado, donde sobresale el hecho de que el uso agrícola no paga derechos por el uso del agua a la Conagua. Tanto el marco regulatorio como la actuación de los administradores del recurso han generado asignaciones ineficientes y dejado indeterminado el volumen de agua que debería dedicarse a la preservación del lago de Chapala.

En México, el precio (derecho) del agua que pagan los agricultores es nulo, los agricultores usan el agua hasta el punto en que el beneficio marginal del agua en la agricultura se anula o bien el agua asignada se consume en su totalidad; es obvio que el incentivo para los agricultores aguas arriba es usar tanta agua como sea posible, con el fin de maximizar los beneficios derivados de la producción agrícola.

De forma simultánea se observa que surge un precio, en un mercado no legalmente reconocido, por el agua usada como factor de producción, determinado por los intercambios entre los agricultores, lo que de hecho implica la transferencia de rentas del sector público al sector privado, así como un precio que refleja el valor del agua en la agricultura de la cuenca.

En principio, es razonable suponer que los agricultores optimizarán el uso del agua a los precios dados, pero nada garantiza que el lago recibirá agua para su sobrevivencia. Si se

supone que el gobierno actúa en representación de la sociedad, rescatando volúmenes de agua para asegurar un nivel deseable del lago, ¿podría usarse una política impositiva para lograr una reasignación del agua de tal manera que el lago de Chapala asegurara su sustentabilidad?, de ser así, ¿cuál sería? Por tanto se establece la siguiente pregunta de investigación que se responderá en este trabajo: ¿cuál es la política fiscal que asegura una asignación de agua entre agricultores y servicios medioambientales del lago, de tal manera que sea máximo el bienestar social de los habitantes de la cuenca?

El problema es diseñar una política que permita al gobierno reasignar el agua en la cuenca entre dos agentes: agricultores de Guanajuato y usuarios de los servicios medioambientales del lago de Chapala. Esta reasignación se hace sobre la curva de contrato, lo cual significa que se inicia sobre un equilibrio donde las condiciones del óptimo de Pareto se cumplen y después, de acuerdo con la disposición de agua inicial, se evalúa una política para distribuir el agua superficial sin perder las condiciones de eficiencia. Es decir, no se buscan mejoras en el sentido de Pareto, porque siempre se evalúan asignaciones de eficiencia.

Para lograr la reasignación se propone gravar el precio del bien agrícola, no el del agua, pues éste es nulo, con un impuesto *ad valorem*, con lo cual disminuirá la producción de bien agrícola y, en consecuencia, las demandas de factores, entre ellos el agua. El agua que no es usada en la agricultura produce un bien medioambiental. Es decir, se asume que un planificador central, por ejemplo la Conagua, utiliza la política fiscal como un instrumento de gestión del agua.

Como en gran parte de los estudios empíricos sobre el tema del agua que se han realizado en México, la información con la que se cuenta es muy restringida y dificulta el uso de modelos matemáticos o económicos sofisticados. En este caso se hizo un gran esfuerzo en recopilar, sistematizar y depurar

la información de diferentes fuentes, con el fin de construir una base de datos confiable que permitiera aplicar la metodología elegida.

Este trabajo está organizado de la siguiente manera: se hace una breve revisión de la literatura relevante sobre el tema; se da una descripción del modelo propuesto para analizar el problema bajo estudio, junto con la información necesaria para su solución, y por último se reportan los resultados de las simulaciones que permiten llegar a las conclusiones.

Antecedentes

El antecedente inmediato de este artículo es el estudio realizado por Bravo *et al.* (2007), en donde se analiza cómo se afecta el bienestar social disminuyendo el agua para uso agrícola en Guanajuato, con el fin de transferirla al lago de Chapala; en ese estudio se simulan los efectos sobre la economía, asumiendo que, basados en acuerdos institucionales, se reducen de manera exógena los volúmenes de agua a la agricultura. La diferencia fundamental entre el estudio anterior y el presente reside en que ahora existe una demanda por un servicio medioambiental, lo cual permite simular de modo adecuado el efecto de la introducción de un impuesto sobre el bien agrícola para obtener una reasignación del agua.

El lago de Chapala es la reserva de agua interior más grande en el país y el tercero más grande en Latinoamérica, con una longitud máxima de 77 km y un ancho máximo de 23 km; se localiza en el centro de México, en la subcuenca Lerma-Chapala, la cual pertenece a la cuenca Lerma-Santiago. La cuenca Lerma-Chapala tiene un área de 52 545 km² y representa cerca del 3% del territorio mexicano.

Con el fin de evaluar los efectos de la reasignación del agua entre el uso medioambiental del agua y el uso agrícola, es necesario tener una metodología que haga posible determinar cuáles serían los efectos sobre la economía en su conjunto y el impacto en el bienestar de la sociedad.

Para incorporar por completo la complejidad de las interacciones que ocurren entre el sector hídrico de la economía y el resto de la misma, se pueden clasificar los modelos en tres tipos: modular, holístico y de equilibrio general computable (véase Brouwer y Hofkes, 2008 para una mayor explicación). La literatura distingue entre dos aproximaciones: 1) modelos que permiten una transferencia efectiva de un componente a otro, y 2) la aproximación holística basada en modelos integrados. En el primer caso se genera una conexión entre el modelo económico y el hidrológico; la producción de datos de un módulo usualmente proporciona el insumo de otro módulo; en principio, los módulos operan de manera independiente uno del otro y los sistemas de ecuaciones se resuelven de forma exógena.

En el modelo holístico, las variables exógenas, en una aproximación modular, se resuelven de modo endógeno en un sistema de ecuaciones. Contrario a los modelos de tipo holístico y modular, los modelos de equilibrio general computable empiezan con el procedimiento de integración desde un sistema económico e intentan ligar las relaciones económicas al sistema hidrológico; se considera que el uso de modelos de equilibrio general computable es una nueva aproximación a los modelos integrados con relaciones económico-hidrológicas. Los modelos de equilibrio general computable toman en cuenta las muy variadas relaciones entre los sectores económicos y son particularmente útiles para evaluar políticas. La aproximación de equilibrio general toma en cuenta todos los efectos de la economía, pero falla en capturar los detalles del proceso hidrológico; por tanto hay una compensación (*trade-off*): a mayor detalle en los impactos económicos, menor definición en el detalle hidrológico.

Con el fin de aplicar este tipo de modelos, es necesario tener la información apropiada para definir un equilibrio de referencia a partir del cual, por un lado, se calibra el modelo y, por otro, se usa como punto de inicio en la

simulación de políticas alternativas; por lo general se sistematiza esta información en una matriz de contabilidad social.

En los últimos años, la aplicación de los modelos de equilibrio general computable en el área de la economía del medioambiente ha tenido un creciente desarrollo, por ejemplo, en la evaluación del impacto medioambiental de políticas regionales y nacionales; a menudo es necesario construir indicadores derivados de modelos construidos ex profeso, estos indicadores pueden ser construidos en un modelo estático (Ferguson *et al.*, 2005), o en un contexto dinámico (Asafu-Adjaye, 2004). Algunos autores han usado este marco de referencia para calcular índices de sustentabilidad multidimensionales, que incluyen parámetros de calidad medioambiental, y de eficiencia y equidad económica (Bohringer, 2004; Reinert, 2002). Se utiliza un modelo de tal tipo para responder la pregunta de investigación que motiva este trabajo.

El modelo

El modelo plantado es estático en competencia perfecta.

Bienes y factores

Los bienes intermedios definidos en la economía son los siguientes: $X_{i,j}$, que denota la cantidad de insumo i usada para producir el bien j , y $F_{k,j}$ denota la cantidad de factor k usado como insumo para producir el bien j .

Donde i, j son elementos del conjunto de bienes $\mathbf{B} = \{ac, ga, si, cp, in, go, bi, bm, be\}$, donde ac = agricultura, ga = ganadería, si = silvicultura, cp = caza y pesca, in = industria, go = gobierno, bi = bien importado, bm = bien medioambiental, be = bien exportado; k es un elemento del conjunto de factores $\mathbf{F} = \{ag, tr, ca\}$, donde ag = agua, tr = trabajo y ca = capital.

Los bienes finales, es decir, los bienes que son consumidos por el consumidor final, sólo tienen un subíndice, por tanto, se designan como sigue: X_i para $i \in \mathbf{B}$.

Además, existen asignaciones fijas de factores de producción en la economía:

F_{ag} = cantidad de agua en la economía.

F_{tr} = cantidad de trabajo en la economía.

F_{ca} = cantidad de capital en la economía.

Todos los bienes, excepto el bien externo, son producidos en la economía. La tecnología usada en la producción de los bienes puede ser representada por medio de una función de producción, las cuales se describen a continuación.

Producción

En esta economía hay seis sectores productivos y un bien medioambiental que sólo es consumido por el consumidor como bien final. Denotaremos con $\mathbf{P} = \{ac, ga, si, cp, in, go\}$ el conjunto de bienes producido en los seis sectores. Se supone que en el proceso de producción de cada uno de los bienes se minimizan los costos sujetos a una tecnología dada, que puede ser representada por medio de una función de producción, bajo los supuestos neoclásicos. Se grava el bien agrícola con un impuesto *ad valorem*, para disminuir su demanda y por tanto la de los bienes usados en su producción, entre ellos el agua. El problema que resuelve cada uno de los seis agentes productivos puede ser representado de la siguiente manera:

$$\min \sum_{i \in \mathbf{P} \cup \{bi\}} p_i (1 + \tau_i) X_{i,j} + \sum_{k \in \mathbf{F}} w_k \sum_k k F_{k,j}$$

$$\text{Sujeto a } f_j \left((X_{i,j})_{i \in \mathbf{P} \cup \{bi\}}, (F_{k,j})_{k \in \mathbf{F}} \right) = Y_j, \forall j \in \mathbf{P} \cup \{be\}$$

Donde $\tau_i = 0 \forall i \in \mathbf{P} \cup \{bi\}$ con $i \neq ac$ y $\tau_{ac} > 0$ y f_j es la función de producción para el bien j .

De la solución del problema anterior se obtienen las demandas condicionadas de bienes intermedios y factores para producir el

bien j . Estas demandas son representadas como sigue: $X_{ij}^*((p_i, \tau_i)_{i \in P \cup \{be\}}(w_k)_{k \in F'} Y_j) =$ demanda por el bien i para producir el bien j , y $F_{kj}^*((p_i, \tau_i)_{i \in P \cup \{be\}}(w_k)_{k \in F'} Y_j) =$ demanda del factor k para producir el bien j .

Donde $p_i =$ precio del bien i ; $w_k =$ precio del factor k ; $Y_j =$ cantidad producida del bien j .

En esta economía, el bien medioambiental se produce sólo con agua como insumo; esta tecnología se representa como $Y_{bm} = f_{bm}(F_{ag, bm})$.

Se debe notar que no hay derechos de propiedad sobre el lago de Chapala o sobre el río Lerma, por tanto no existe una empresa dedicada a la producción del bien medioambiental, sino que en su lugar éste es producido con el agua recuperada mediante la aplicación del impuesto ecológico.

Consumidor

Hay un solo consumidor representativo en esta economía que deriva utilidad de consumir ocho tipos de bienes, seis producidos en la economía, uno importado y un bien medioambiental. Las preferencias del consumidor pueden ser representadas por medio de una función de utilidad $U((X_i)_{i \in P}, X_{bi}, X_{bm})$ y se supone que esta función de utilidad cumple con todos los supuestos neoclásicos.

El consumidor maximiza su función de utilidad sujeto 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 el consumidor resuelve es el siguiente:

$$\max U((X_i)_{i \in P \cup \{bi, bm\}})$$

$$\text{sujeto a: } \sum_{i \in P \cup \{bi, bm\}} p_i X_i = \sum_{k \in F'} w_k F_k + T$$

Donde T son las transferencias del gobierno. De la solución del problema anterior, se obtienen las demandas finales de los bienes: $X_i^*((p_j)_{j \in P \cup \{bi, bm\}}(w_k)_{k \in F'}(F_k)_{k \in F'} T)$.

Gobierno

El gobierno produce un bien privado con una tecnología específica y lo vende al consumidor, no hay subsidios en la venta de este bien ni se recaudan impuestos para financiar su producción; más aún, el gobierno es responsable de recaudar un impuesto sobre el bien agrícola. El propósito de este impuesto es cambiar la distribución del agua; el impuesto recaudado se transfiere al ingreso del consumidor y el gobierno no incurre en déficit alguno.

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 del valor de las exportaciones dentro del mismo sector, pero no en el agregado; los valores de las importaciones y exportaciones en la economía deberían ser iguales y por tanto se omiten las posibilidades de incurrir en déficit.

El precio de los bienes importados es proporcionado por el exterior y será usado como numerario; por tanto, la demanda por bienes importados se define como sigue:

$$X_{bi,j}(p_j, Y_j) = \left(\frac{p_j}{p_{bi}} \right)_{\bar{p}_{bi}=1} (Y_j)$$

Precios

Los precios de los tres factores y de los siete bienes se determinan de manera endógena y el bien externo se determina como numerario. El agua como factor de la producción en la agricultura tiene un precio nulo. Para que el modelo pueda funcionar, es necesario asignarle un precio, lo cual se logró calculando exógenamente el costo de oportunidad del agua en la agricultura, esto se hizo estimándolo como el beneficio medio que los agricultores perderían por cada metro cúbico de agua que no reciben.

Los precios se forman de acuerdo con la siguiente relación:

$$p_i Y_i^* = \sum_{j \in \mathbf{PU}\{be\}} (1 + \tau_j) p_j X_{i,j}^* + \sum_{k \in \mathbf{F}} w_k F_{k,j}^* \quad \forall i \in \mathbf{PU}\{be\}$$

El cálculo del precio del bien agrícola incorpora un impuesto para restaurar las condiciones de eficiencia. Debe notarse que éste es un proceso iterativo, en donde los precios, tanto de los bienes como de los factores, se ajustan hasta alcanzar el equilibrio, es decir, una vez que el precio del agua ha sido calculado de modo exógeno, con el fin de iniciar las iteraciones, los precios de todos los bienes y factores, incluyendo el agua, se ajustan hasta la condición de equilibrio. Estas condiciones se describen en la siguiente sección.

Equilibrio

El equilibrio se define como un vector de precios de los bienes $\mathbf{p}^* = ((p_i^*)_{i \in \mathbf{B}})$; de precios de los factores $\mathbf{w}^* = ((w_k^*)_{k \in \mathbf{F}})$; de los impuestos τ_j^* ; de las asignaciones X_{ij}^* para $i, j \in \mathbf{B}$ y F_{kj}^* para $k \in \mathbf{F}, j \in \mathbf{B}$; de producción de bienes $\mathbf{Y}^* = ((Y_j^*)_{j \in \mathbf{PU}\{be, bm\}})$, tal que:

Las asignaciones:

$$X_j^* \in \arg \max$$

$$\left\{ U\left((X_i)_{i \in \mathbf{P}}, X_{bi}, X_{bm} \right) \left| \sum_{i \in \mathbf{P}} p_i X_i + \sum_{i \in \mathbf{P}\{bi, bm\}} p_i X_i = \sum_{k \in \mathbf{F}} w_k F_k + T \right. \right\} \quad \forall j \in \mathbf{PU}\{be\} \quad (1)$$

Las asignaciones $X_{ij}^*, F_{kj}^* \in \arg \max$:

$$\left\{ \sum_{i \in \mathbf{P}} p_i (1 + \tau_i) X_{i,j} + \sum_{k \in \mathbf{F}} w_k F_{k,j} \left| f_j\left((X_{i,j})_{i \in \mathbf{P}}, X_{bi,j}, (F_{k,j})_{k \in \mathbf{F}} \right) = Y_j \right. \right\} \quad \forall i, j \in \mathbf{PU}\{be\}, k \in \mathbf{F} \quad (2)$$

Alcanzan el equilibrio en el mercado de bienes:

$$\sum_{j \in \mathbf{PU}\{be\}} X_{i,j}^* + X_i^* = Y_i^* \quad \forall i \in \mathbf{PU}\{be\} \quad (3)$$

Alcanzan el equilibrio en el mercado de factores:

$$\sum_{j \in \mathbf{PU}\{be\}} F_{k,j}^* = F_k \quad \forall k \in \mathbf{F} \quad (4)$$

Alcanzan el equilibrio en el sector externo:

$$\sum_{j \in \mathbf{P}} p_{be} = X_{be,j} = \sum_{j \in \mathbf{P}} p_{bi} = X_{bi,j} \quad (5)$$

Se alcanza déficit cero en el sector gobierno:

$$\tau_1 p_1 \sum_{j \in \mathbf{B}} X_{1,j}^* = T + \sum_{i \in \mathbf{B}} p_i X_{i,go}^* \quad (6)$$

Especificación numérica

Con el fin de hacer el modelo operativo es necesario proponer relaciones funcionales específicas para cada una de las partes del modelo. Los valores necesarios para la calibración se toman de la matriz de contabilidad social, que aparece en el cuadro 1.

Consumidores

En este caso, la función de utilidad se especifica de la forma Cobb-Douglas:

$$U\left((X_i)_{i \in \mathbf{PU}\{bi, bm\}} \right) = \prod_{i \in \mathbf{PU}\{bi, bm\}} X_i^{\alpha_i} \quad \text{con} \quad \sum_{i \in \mathbf{PU}\{bi, bm\}} \alpha_i = 1$$

Por tanto, las funciones de demanda de los consumidores para cada uno de los bienes son:

$$X_i = \frac{\alpha_i \sum_{k \in \mathbf{F}} w_k F_k}{p_i}$$

Cuadro 1. Matriz de contabilidad social de Guanajuato (miles de pesos de 1993).

	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Caza y pesca	Industria	Sector gobierno	Agua	Trabajo	Capital	Consumidor	Sector externo	Total
Agricultura	91 455	325 137	0	0	387 730	5 631				778 262	1 877 886	3 466 101
Ganadería	275	4 554	0	0	1 121 445	1 540				462 585	439 889	2 030 288
Silvicultura	0	0	0	0	13 524	61				18 393	44 048	76 026
Caza y pesca	0	0	0	0	14 496	22				9 837	3 537	27 892
Industria	257 253	322 912	4 570	6 551	9 192 799	2 890 990				17 245 422	23 643 339	53 563 836
Sector gobierno										4 172 419		4 172 419
Agua	1 602	0	0	0	0	0						1 602
Trabajo	1 001 142	355 346	24 497	5 444	12 386 906	370 849						14 144 182
Capital	1 779 808	631 725	43 549	9 677	22 021 165	659 286						25 145 212
Consumidor							1 602	14 144 182	25 145 212			39 290 996
Sector externo	334 566	390 614	3 410	6 220	8 425 771	244 040				16 604 078		26 008 699
Total	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: los autores, usando información obtenida de Noriega (1999).

Productores

La producción es modelada en dos etapas, en la primera se supone que los bienes intermedios requeridos para producir los bienes finales se demandan como complementos perfectos. Dentro de estos bienes hay un bien compuesto, denominado valor añadido, que se compone de capital y trabajo; esto puede ser expresado

como sigue: $Y_i = \min_{i \in P \cup \{bi\}, j \in F} \left\{ \frac{X_{i,j}}{a_{i,j}}, \frac{V_j}{v_j} \right\}$, donde $a_{i,j}$

y v_j son coeficientes técnicos a ser estimados.

De la ecuación anterior es fácil obtener las demandas derivadas de los bienes: $X_{i,j}^*$

$= a_{i,j} Y_i$ y $V_j^* = v_j Y_i^*$, se postula: $V_i = A_i \prod_{k \in F} F_{k,i}^{\beta_{k,i}}$

con $\sum_{k \in F} \beta_{k,i} = 1$, donde A_i es un parámetro de

escala en el uso de los factores de producción.

De la relación anterior es posible obtener las demandas condicionadas de factores:

$F_{k,j}^* = \frac{V_j^*}{A_j} \frac{\left(\frac{\beta_{k,j}}{w_k} \right)}{\prod_{k \in F} \left(\frac{\beta_{k,j}}{w_k} \right)^{\beta_{k,j}}}$; además, la produc-

ción de un bien medioambiental está dada por

la siguiente ecuación: $Y_{bm} = \left\{ \frac{X_{ag,bm}}{a_{ag,bm}} \right\}$.

Una vez que las relaciones que definen las demandas han sido establecidas, es necesario determinar los valores numéricos implícitos en ellos. Este proceso se denomina calibración y se lleva a cabo tomando en cuenta los valores observados con los cuales se construyó la SAM, mostrada en el cuadro 1.

El modelo fue calibrado siguiendo la metodología propuesta por Shoven y Whalley (1992), esta metodología parte del hecho de que se conoce un punto de referencia, *benchmark equilibrium*, que se usa como base para el análisis de los efectos de la aplicación de alguna política.

El equilibrio de referencia, definido en la matriz de contabilidad social, contiene toda la información necesaria para el cálculo de los parámetros, dada la relación funcional

propuesta. El procedimiento consiste, como es convencional, en suponer que el vector de precios en el equilibrio de referencia es unitario, y que los valores de las ofertas y las demandas, así como todas las asignaciones de recursos son tomados de la matriz de contabilidad social. Con el fin de corroborar que el proceso de calibración fue llevado a cabo de manera apropiada, se realiza una prueba que consiste en reproducir el equilibrio de referencia con los parámetros calibrados.

Resultados de la simulación de una política de distribución del agua a través de un impuesto

Una vez que el modelo fue calibrado, se procedió a simular una política fiscal activa, cuyo objetivo fue disminuir el agua utilizada por los agricultores de Guanajuato y transferir el agua así capturada al lago de Chapala, con lo cual se producirá un bien medioambiental. Debe tenerse presente que en México los agricultores no pagan derechos por el agua que utilizan dentro del proceso productivo, a pesar de que deriven beneficios económicos de su uso. Para simular la política propuesta en este estudio, todos los bienes y factores intercambiados deben tener un precio estrictamente positivo; como ha sido comentado, se resuelve este problema asignando un precio al agua como bien de producción igual al beneficio medio agrícola por cada metro cúbico de agua. Para la cuenca Lerma-Chapala se estimó en \$1.00 por m³; para mayor detalle en el cálculo véase Bravo et al. (2005). Sin embargo, hay otras posibilidades para estimar el precio del agua en la agricultura. Se decidió simular esta misma política considerando dos precios de referencia: \$3.50 por m³, que es el precio del agua en los mercados de la cuenca Lerma-Chapala, y \$5.00 por m³, el precio más alto que ha alcanzado en otros mercados (Bravo et al., 2007). Se simularon estas tres opciones y se compararon los resultados.

Se ha observado que cuando los volúmenes de agua en la agricultura se disminuyen

de forma exógena, los precios relativos que cambian son en general los de los bienes agrícolas y del agua como factor de la producción, y lo hacen en función de la escasez del recurso (Bravo *et al.*, 2007).

En el trabajo actual se observa que cuando la cantidad de agua se reduce vía el decremento de la demanda del bien agrícola con un impuesto, los precios de toda la economía se ajustan, como se ve en los cuadros 2, 3 y 4.

En los cuadros 3 y 4, cuando el costo de oportunidad del agua se incrementa a \$3.5 y \$5.0 por metro cúbico, prácticamente se observa el mismo comportamiento que en el caso anterior.

La principal diferencia que puede observarse es el cambio en las magnitudes de los precios; los cambios son mayores cuando el precio del agua es menor. Este comportamiento se da en respuesta al hecho de que la demanda del agua se vuelve más inelástica conforme el precio aumenta.

Posteriormente se miden efectos: la variación equivalente y la valuación social del agua en el lago de Chapala. La variación equivalente se calcula de acuerdo con la

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

Donde el superíndice 0 se refiere a los valores obtenidos en el equilibrio de referencia, y el superíndice 1 con el equilibrio simulado o *counterfactual equilibrium*. Las variables han sido definidas antes. Los cálculos de la variación equivalente fueron hechos haciendo incrementos sucesivos del 1% sobre el impuesto al bien agrícola para cada uno de los precios del agua o costo de oportunidad del uso del agua considerado en el equilibrio de referencia. Los resultados se dan en el cuadro 5.

Como se puede ver en el cuadro 5, cuando decrece el volumen del agua en la agricultura, los valores en valor absoluto de la variación equivalente crecen, lo cual significa que el bienestar del consumidor disminuye en términos de variación equivalente. Esta reducción se debe a que cuando un impuesto

se introduce en la economía y en consecuencia distorsiona la economía, los costos de la carga muerta del impuesto exceden los beneficios de incrementar la oferta del bien medioambiental.

El decremento en el bienestar del consumidor representativo de esta economía se produce sin importar cuál sea el precio del agua, pero mientras mayor sea, la pérdida en bienestar será mayor, como se puede ver en la figura 1.

Por otra parte, se produce un efecto positivo en el bienestar social de los agentes de la cuenca cuando el agua es reasignada al lago, básicamente por la valoración que los agentes que habitan en la cuenca hacen por los servicios medioambientales del agua en el lago de Chapala. Una medida que representa esta valuación social se tomó de Olaiz *et al.* (2003) (véase el cuadro 6).

En la figura 1 se comparan estos dos efectos, mientras que en el cuadro 6 se muestra la disposición a pagar por el agua en la cuenca al mes por vivienda y el valor del uso no consuntivo del agua destinada al lago. Cuando la variación equivalente es igual a la valuación medioambiental del lago de Chapala, como se puede apreciar en el primer renglón del cuadro 7, a un precio dado (\$1.00, \$3.50 y \$5.00), el beneficio marginal social de los agentes en la cuenca también iguala al costo marginal social del consumidor representativo de Guanajuato; por tanto, el volumen social óptimo está determinado por cada uso del agua (segundo y tercer renglón del cuadro 7) de acuerdo con su precio de equilibrio: \$1.00, \$3.50 y \$5.00. Este mismo cuadro muestra que si se desea mantener la optimalidad en el sentido de Pareto, a mayores precios del agua en el uso agrícola menor deberá ser el volumen que se transfiera al lago, lo cual puede explicarse porque el precio del agua se ha hecho equivalente al costo de oportunidad del agua y al aumentar éste hay menos incentivos para transferir el agua al lago, habida cuenta del valor social del agua en el lago.

Cuadro 2. Precios relativos de bienes y factores a distintas tasas de impuesto sobre el bien agrícola (costo de oportunidad del agua \$1.00/m³).

Impuesto sobre el bien agrícola (%)	Bienes										Factores		
	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Caza y pesca	Industria	Sector externo	Medio ambiente	Bien gobierno	Agua	Trabajo	Capital		
1	1.0021	1.0002	0.9997	0.9998	0.9998	1	2.2913	0.9998	2.2913	0.9997	0.9997		
2	1.0041	1.0003	0.9994	0.9996	0.9996	1	3.6902	0.9995	3.6902	0.9994	0.9994		
3	1.0060	1.0004	0.9991	0.9993	0.9993	1	5.0930	0.9993	5.0930	0.9991	0.9991		
4	1.0079	1.0005	0.9989	0.9991	0.9991	1	6.4475	0.9991	6.4475	0.9988	0.9988		
5	1.0097	1.0007	0.9986	0.9989	0.9989	1	7.7395	0.9989	7.7395	0.9985	0.9985		
6	1.0116	1.0008	0.9983	0.9987	0.9987	1	8.9612	0.9987	8.9612	0.9982	0.9982		
7	1.0134	1.0009	0.9980	0.9985	0.9985	1	10.1085	0.9985	10.1090	0.9979	0.9979		
8	1.0152	1.0010	0.9978	0.9983	0.9983	1	11.1794	0.9983	11.1790	0.9976	0.9976		
9	1.0171	1.0011	0.9975	0.9981	0.9981	1	12.1732	0.9981	12.1730	0.9973	0.9973		
10	1.0189	1.0013	0.9972	0.9979	0.9979	1	13.0899	0.9979	13.0900	0.9971	0.9971		
11	1.0207	1.0014	0.9970	0.9977	0.9977	1	13.9322	0.9977	13.9320	0.9968	0.9968		
12	1.0225	1.0015	0.9967	0.9975	0.9975	1	14.6957	0.9975	14.6960	0.9965	0.9965		
13	1.0243	1.0016	0.9965	0.9973	0.9973	1	15.3840	0.9973	15.3840	0.9962	0.9962		
14	1.0261	1.0018	0.9962	0.9971	0.9972	1	15.9977	0.9971	15.9980	0.9960	0.9960		
15	1.0280	1.0019	0.9960	0.9970	0.9970	1	16.5377	0.9969	16.5380	0.9957	0.9957		
16	1.0298	1.0020	0.9957	0.9968	0.9968	1	17.0050	0.9967	17.0050	0.9954	0.9954		
17	1.0316	1.0022	0.9955	0.9966	0.9966	1	17.4008	0.9965	17.4010	0.9952	0.9952		
18	1.0334	1.0023	0.9952	0.9964	0.9964	1	17.7262	0.9963	17.7260	0.9949	0.9949		
19	1.0352	1.0025	0.9950	0.9962	0.9962	1	17.9821	0.9961	17.9820	0.9947	0.9947		
20	1.0370	1.0026	0.9948	0.9960	0.9961	1	18.1696	0.9959	18.1700	0.9944	0.9944		

Fuente: los autores.

Cuadro 3. Precios relativos de bienes y factores a distintas tasas de impuesto sobre el bien agrícola (costo de oportunidad del agua \$3.50/m³).

Impuesto sobre el bien agrícola (%)	Bienes										Factores		
	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Caza y pesca	Industria	Sector externo	Medio ambiente	Bien gobierno	Agua	Trabajo	Capital		
1	1.0022	1.0002	0.9997	0.9998	0.9998	1	1.3369	0.9998	1.3369	0.9997	0.9997		
2	1.0043	1.0003	0.9994	0.9996	0.9996	1	1.6809	0.9995	1.6809	0.9994	0.9994		
3	1.0064	1.0005	0.9991	0.9993	0.9993	1	2.0232	0.9993	2.0232	0.9991	0.9991		
4	1.0084	1.0006	0.9988	0.9991	0.9991	1	2.3571	0.9991	2.3571	0.9988	0.9988		
5	1.0103	1.0007	0.9986	0.9989	0.9989	1	2.6787	0.9989	2.6787	0.9985	0.9985		
6	1.0123	1.0009	0.9983	0.9987	0.9987	1	2.9855	0.9987	2.9855	0.9982	0.9982		
7	1.0142	1.0010	0.9980	0.9985	0.9985	1	3.2759	0.9985	3.2759	0.9979	0.9979		
8	1.0161	1.0011	0.9977	0.9983	0.9983	1	3.5486	0.9982	3.5486	0.9976	0.9976		
9	1.0180	1.0013	0.9975	0.9981	0.9981	1	3.8030	0.9980	3.8030	0.9973	0.9973		
10	1.0199	1.0014	0.9972	0.9979	0.9979	1	4.0386	0.9978	4.0386	0.9970	0.9970		
11	1.0217	1.0015	0.9969	0.9977	0.9977	1	4.2551	0.9976	4.2551	0.9967	0.9967		
12	1.0236	1.0017	0.9967	0.9975	0.9975	1	4.4524	0.9974	4.4524	0.9965	0.9965		
13	1.0254	1.0018	0.9964	0.9973	0.9973	1	4.6305	0.9972	4.6305	0.9962	0.9962		
14	1.0273	1.0019	0.9962	0.9971	0.9971	1	4.7900	0.9970	4.7900	0.9959	0.9959		
15	1.0291	1.0021	0.9959	0.9969	0.9969	1	4.9300	0.9968	4.9300	0.9957	0.9957		
16	1.0310	1.0022	0.9957	0.9967	0.9967	1	5.0511	0.9967	5.0511	0.9954	0.9954		
17	1.0328	1.0023	0.9954	0.9966	0.9966	1	5.1534	0.9965	5.1534	0.9951	0.9951		
18	1.0346	1.0025	0.9952	0.9964	0.9964	1	5.2372	0.9963	5.2372	0.9949	0.9949		
19	1.0365	1.0026	0.9950	0.9962	0.9962	1	5.3028	0.9961	5.3028	0.9946	0.9946		
20	1.0383	1.0028	0.9947	0.9960	0.9960	1	5.3503	0.9959	5.3503	0.9944	0.9944		

Fuente: los autores.

Cuadro 4. Precios relativos de bienes y factores bajo distintas tasas de impuesto sobre el bien agrícola (costo de oportunidad del agua \$5.00 / m³).

Impuesto sobre el bien agrícola (%)	Bienes										Factores		
	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Caza y pesca	Industria	Sector externo	Medio ambiente	Bien gobierno	Agua	Trabajo	Capital		
1	1.0022	1.0002	0.9997	0.9998	0.9998	1	1.2324	0.9998	1.2324	0.9997	0.9997		
2	1.0043	1.0003	0.9994	0.9996	0.9996	1	1.4655	0.9995	1.4655	0.9994	0.9994		
3	1.0064	1.0005	0.9991	0.9993	0.9993	1	1.6953	0.9993	1.6953	0.9991	0.9991		
4	1.0085	1.0006	0.9988	0.9991	0.9991	1	1.9186	0.9991	1.9186	0.9988	0.9988		
5	1.0105	1.0008	0.9985	0.9989	0.9989	1	2.1334	0.9989	2.1334	0.9985	0.9985		
6	1.0124	1.0009	0.9983	0.9987	0.9987	1	2.3382	0.9987	2.3382	0.9982	0.9982		
7	1.0144	1.0010	0.9980	0.9985	0.9985	1	2.5321	0.9984	2.5321	0.9979	0.9979		
8	1.0163	1.0012	0.9977	0.9983	0.9983	1	2.7143	0.9982	2.7143	0.9976	0.9976		
9	1.0182	1.0013	0.9975	0.9981	0.9981	1	2.8844	0.9980	2.8844	0.9973	0.9973		
10	1.0201	1.0014	0.9972	0.9979	0.9979	1	3.0419	0.9978	3.0419	0.9970	0.9970		
11	1.0220	1.0016	0.9969	0.9977	0.9977	1	3.1868	0.9976	3.1868	0.9967	0.9967		
12	1.0239	1.0017	0.9967	0.9975	0.9975	1	3.3189	0.9974	3.3189	0.9965	0.9965		
13	1.0258	1.0018	0.9964	0.9973	0.9973	1	3.4381	0.9972	3.4381	0.9962	0.9962		
14	1.0276	1.0020	0.9962	0.9971	0.9971	1	3.5449	0.9970	3.5449	0.9959	0.9959		
15	1.0295	1.0021	0.9959	0.9969	0.9969	1	3.6386	0.9968	3.6386	0.9956	0.9956		
16	1.0313	1.0023	0.9957	0.9967	0.9967	1	3.7196	0.9966	3.7196	0.9954	0.9954		
17	1.0332	1.0024	0.9954	0.9965	0.9966	1	3.7880	0.9965	3.7880	0.9951	0.9951		
18	1.0350	1.0025	0.9952	0.9964	0.9964	1	3.8440	0.9963	3.8440	0.9949	0.9949		
19	1.0369	1.0027	0.9949	0.9962	0.9962	1	3.8876	0.9961	3.8876	0.9946	0.9946		
20	1.0387	1.0028	0.9947	0.9960	0.9960	1	3.9191	0.9959	3.9191	0.9943	0.9943		

Fuente: los autores.

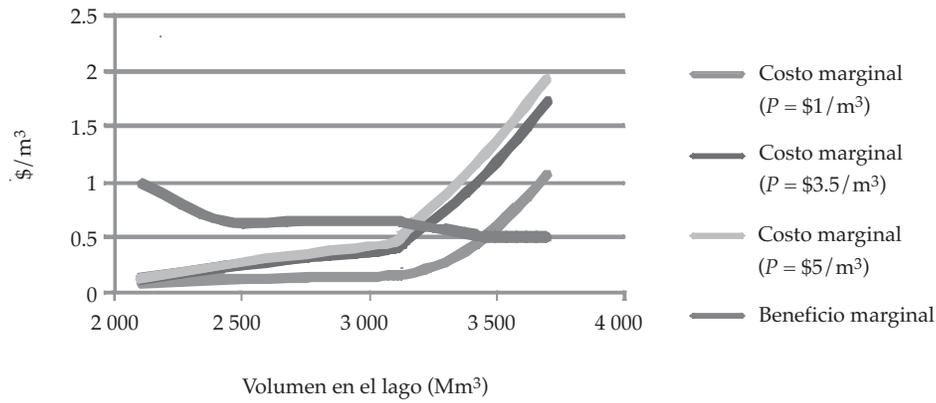


Figura 1. Beneficio y costo marginal de tener agua en el lago de Chapala.

Cuadro 5. Variación equivalente (millones de pesos de 1993).

Impuesto sobre el bien agrícola (%)	Costo de oportunidad del agua \$1/m³	Costo de oportunidad del agua \$3.5/m³	Costo de oportunidad del agua \$5/m³
1	-0.0990	-0.1396	-0.1465
2	-0.1370	-0.2473	-0.2688
3	-0.1556	-0.3359	-0.3749
4	-0.1686	-0.4129	-0.4705
5	-0.1826	-0.4838	-0.5597
6	-0.2006	-0.5520	-0.6453
7	-0.2246	-0.6200	-0.7297
8	-0.2553	-0.6896	-0.8143
9	-0.2933	-0.7618	-0.9003
10	-0.3390	-0.8375	-0.9886
11	-0.3928	-0.9174	-1.0798
12	-0.4538	-1.0018	-1.1744
13	-0.5224	-1.0910	-1.2728
14	-0.5987	-1.1858	-1.3758
15	-0.6825	-1.2849	-1.4821
16	-0.7736	-1.3892	-1.5925
17	-0.8718	-1.4986	-1.7073
18	-0.9770	-1.6130	-1.8262
19	-1.0889	-1.7325	-1.9493
20	-1.2074	-1.8568	-2.0766

Fuente: los autores.

Cuadro 6. Disposición a pagar y valor del uso medioambiental.

Disposición a pagar (WTP)		Valor de uso no-consuntivo (NCUV) (marginal)	
Nivel del lago hm³	WTP \$/mes/vivienda	Nivel del lago hm³	NCUV \$/m³
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: los autores.

Cuadro 7. Volumen socialmente deseable para el lago de Chapala.

	Precio = \$1	Precio = \$3.50	Precio = \$5
Variación equivalente y valor de uso no consuntivo (\$/m ³)	0.51	0.51	0.66
Volumen en el lago (Mm ³)	3 692	3 220	3 060
Volumen asignado a la agricultura (Mm ³)	8	480	640

Fuente: los autores.

Conclusiones

Este estudio mostró que es posible encontrar una asignación eficiente del agua en el sentido de Pareto entre los agricultores del estado de Guanajuato, aguas arriba, y el lago de Chapala, aguas abajo; esta asignación garantiza que se maximiza el bienestar social de los habitantes de la cuenca Lerma-Chapala y se logra a través de un impuesto al bien agrícola.

Con el fin de poder realizar los cálculos que permitieron determinar el bienestar máximo, se construyó un modelo de equilibrio general computable (MEGA); la calibración se hizo con una matriz de contabilidad social que permite simular una política fiscal diseñada con el objetivo de reducir la demanda de agua por parte de los agricultores de Guanajuato y que es congruente con el "Acuerdo de Coordinación sobre la Disponibilidad, Distribución y Usos de las Aguas Superficiales de Propiedad Nacional de la Cuenca Lerma-Chapala, 1992" (Bravo *et al.*, 2007).

Los resultados fueron robustos y establecen una guía de cómo utilizar distintas herramientas para la evaluación de políticas públicas: modelos de equilibrio general que incorporan la valoración contingente para medir la disposición a pagar por los servicios medioambientales producidos por cuerpos de agua.

Uno de los resultados importantes de este trabajo muestra que es posible mantener la optimalidad de Pareto ante un aumento en los precios del bien agrícola y por tanto disminuir la cantidad de agua demandada, siempre y cuando se transfiera agua al lago de Chapala, con lo cual se producirá un bien

medioambiental, que si bien no tiene valor en el mercado, sí produce utilidad para los habitantes de la cuenca.

Por otra parte, en la práctica, la sociedad intenta regular la asignación del agua por medio de un mecanismo institucional diferente al mercado: "El Acuerdo de Coordinación", que asigna los volúmenes del agua superficial generada en la cuenca a diferentes usuarios, en función de la disponibilidad anual de este recurso. Cuando se reduce el agua en la agricultura se producen diversos efectos entre los agentes en la economía; cuando la reducción del agua se hace vía un impuesto al precio del bien agrícola, se afecta de manera negativa a los agricultores, pero, de manera simultánea, aumenta el volumen del agua en el lago de Chapala, con lo que se incrementan los servicios medioambientales que produce este cuerpo de agua. Se han evaluado ambos efectos y se ha llegado a la conclusión de que el mecanismo de asignación que utiliza el Consejo de la cuenca Lerma-Chapala ha sido usado de forma incorrecta, al no incluir los efectos medioambientales de la reasignación, principalmente porque el Consejo está dominado por los agricultores, quienes perciben que el agua usada para propósitos medioambientales es un desperdicio.

Además, al no existir representación activa de parte de la sociedad interesada ni recursos financieros para compensar a los agricultores que permitieran reasignar el agua, el volumen de agua que finalmente recibe el lago es residual y no responde a ninguna política de sustentabilidad explícita.

Este trabajo proporciona una solución alternativa para incorporar elementos clave que

hasta la fecha han sido pasados por alto; una política fiscal que grava la producción agrícola puede producir incentivos que redundarían en un incremento de la oferta de servicios medioambientales por el lago de Chapala, evitando además el costo de negociación entre varios agentes en la cuenca.

La toma de decisiones, por lo tanto, requiere metodologías más sofisticadas que las que hasta ahora se han utilizado en el Consejo de Cuenca. Queda aún por incorporar el análisis de equidad, no sólo de eficiencia, con lo cual se enriquecerían de modo indudable los resultados.

Recibido: 30/03/2012
Aceptado: 05/03/2013

Referencias

- ASAFU-ADJAYE, J. A Dynamic CGE Model of the Australian Economy: A Simulation of the Impacts of Environmental Policies. *International Journal Economics and Econometrics*. Vol. 12, No. 3, 2004, pp. 317-336.
- BOHRINGER, CH. Sustainability impact assessment: the use of computable general equilibrium models. *Economie Internationale*. Vol. 99, No. 3, 2004, pp. 9-26.
- BRAVO, H., CASTRO, J. y GUTIÉRREZ, M.A. El banco del agua: una propuesta para salvar al lago de Chapala. *Gestión y Política Pública*. Vol. 14, 2005, pp. 289-309.
- BRAVO, H., CASTRO, J. y GUTIÉRREZ, M. Evaluación económica de la aplicación de políticas de distribución de agua superficial en la agricultura de Guanajuato. *Trimestre Económico*. Vol. LXXIV, núm. 3, 2007, pp. 685-718.
- BROUWER, R. and HOFKES, M. Integrated hydro-economic modeling: Approaches, key issues and future research directions. *Ecological Economics*. Vol. 66, No. 1, 2008, pp. 6-22.
- FERGUSON, L., MCGREGOR, P., SWALES, J., TURNER, K., and YIN, Y. Incorporating Sustainability Indicators into a Computable General Equilibrium Model of the Scottish Economy. *Economic Systems Research*. Vol. 17, No. 2, 2005, pp. 103-40.
- NORIEGA, M. *Matriz Insumo-Producto de Guanajuato*. Guanajuato, México: Universidad de Guanajuato y Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato, 1999.
- OLAIZ, A. *Evaluación económica y valoración social de los escenarios de manejo del agua superficial en la cuenca Lerma-Chapala*. Documento interno de trabajo. Jiutepec, México: IMTA, 2003.
- REINERT, K., RODRIGO, G., AND ROLAND-HOLST, D.W. North American Economic Integration and Industrial Pollution in the Great Lakes Region. *Annals of Regional Science*. Vol. 36, No. 3, 2002, pp. 483-95.
- SHOVEN, J.B. and WHALLEY, J. *Applying General Equilibrium*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

Abstract

BRAVO-PÉREZ, H.M. CASTRO-RAMÍREZ, J.C. & GUTIÉRREZ-ANDRADE, M.A. *How to find a socially desirable water allocation between agricultural and environmental use? Water Technology and Sciences (in Spanish). Vol. IV, No. 5, November-December, 2013, pp. 55-70.*

This paper presents the results from an analysis of the feasibility of applying a fiscal policy to obtain an efficient allocation of water from the Lerma-Chapala Basin. To perform this analysis, a hydro-economic computable general equilibrium model was built. It was observed that the Pareto optimality could be maintained when the price of agricultural commodities increased, thereby decreasing water demand, as long as water was transferred from Chapala Lake. The result is a decrease in the water demand, which will produce an environmental benefit that, though it has no market value, is useful to the inhabitants in the basin. Therefore, a fiscal policy that taxes agricultural production can produce incentives that would increase environmental services in Chapala Lake while avoiding the cost of negotiating among agents in the basin.

Keywords: *applied general equilibrium, environmental good, fiscal policy, sustainability, water price.*

Dirección institucional de los autores

Dr. Héctor Manuel Bravo Pérez

Facultad de Economía UNAM
Posgrado de Economía
Cubículo 214, Ciudad Universitaria
04510 México, D.F., MÉXICO
Teléfonos: +52 (55) 5622 0555 y 5622 1888, extensión 48992
hectorb@economia.unam.mx
hmbravo@live.com

Dr. Juan Carlos Castro Ramírez

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
Departamento de Economía
Av. San Rafael Atlixco 186, col. Vicentina, Deleg. Iztapalapa
09340 México, D.F., MÉXICO
jcdesprof@gmail.com

Dr. Miguel Ángel Gutiérrez Andrade

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
Departamento de Ingeniería Eléctrica
Av. San Rafael Atlixco 186, col. Vicentina, Deleg. Iztapalapa
09340 México, D.F., MÉXICO
Teléfono: +52 (55) 5804 4600, extensión 2145
gamma@xanum.uam.mx