

HACIA UNA POLÍTICA SUSTENTABLE PARA LA ASIGNACIÓN DEL AGUA AGRÍCOLA EN MÉXICO

Jorge Lara Álvarez ¹, David Magaña Lemus ²

¹ FIRA, Subdirección de Investigación Económica, jlara@fira.gob.mx

² FIRA, Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial

Resumen

Fecha de Recepción: 30 de Noviembre del 2014 – Fecha de aprobación: 29 de Diciembre del 2014

Esta investigación muestra que, mediante una política de precios, es posible lograr una asignación eficiente del agua agrícola. Dicha asignación eficiente es prioritaria para el desarrollo sustentable del campo mexicano puesto que, a partir del Tratado de Libre Comercio con América del Norte, la demanda por agua agrícola en México ha aumentado considerablemente. Además, mostramos evidencia empírica de que las prácticas actuales de consumo de agua agrícola no son sustentables. La mejor solución para una asignación eficiente y sustentable del agua agrícola es una política de precios donde se reflejen los costos ingenieriles, el costo de oportunidad del mejor uso alternativo del agua y el costo de oportunidad de las generaciones futuras.

JEL: L95; Q25; Q58

Palabras claves: Sobreexplotación de los recursos; concesiones de agua agrícola; asignación eficiente; desarrollo sustentable del campo.

Abstract

This study shows that, through a policy on prices, it is possible to achieve an efficient allocation of water for agriculture. This efficient allocation is a priority for the sustainable development of Mexican agriculture because, since the inception of the North American Free Trade Agreement, demand for agricultural water has significantly increased. In addition, we show empirical evidence that current practices of agricultural water consumption are not sustainable. The best solution for an efficient and sustainable allocation of water is a policy on prices that reflect the engineering costs, the opportunity cost of the next best alternative use of water and the opportunity cost for future generations.

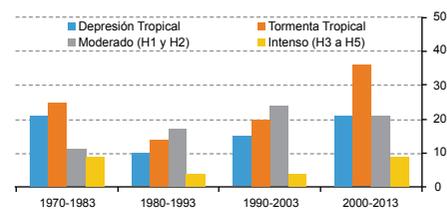
Keywords: resource overexploitation, agricultural water leasing, efficient allocation, rural sustainable development.

Introducción

Las características de la producción del sector agropecuario, tales como la estacionalidad y vulnerabilidad ante eventos climatológicos y crisis sanitarias, se han visto exacerbadas por los efectos de los fenómenos relacionados con el cambio climático como el aumento de la temperatura, la erosión de los suelos y los cambios en las temporadas de lluvias. Dichos eventos climáticos incrementan la dificultad para optimizar el uso del agua en la producción agrícola. Por ejemplo, del 2000 al 2013 se registró la mayor cantidad de depresiones y tormentas tropicales, y huracanes desde que hay datos disponibles (Figura 1). Esto implica que ciertas regiones geográficas fueron afectadas por exceso de agua, lo que ocasionó la pérdida parcial o total de cosechas. Además, el 2011 fue el año más seco en 70 años en el 40 por ciento del territorio nacional y durante el 2012 se registró la peor sequía en las últimas siete décadas.³

FIGURA 1

Ciclones tropicales que han impactado a México por categoría
(Número de fenómenos registrados)

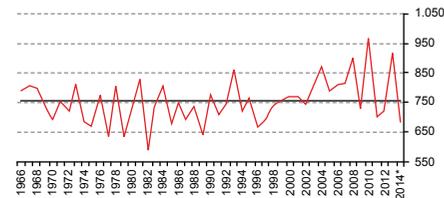


Fuente: CONAGUA, SINA.

La precipitación pluvial anual ha presentado una gran variación (Figura 2). Mientras que el 2010 fue el año más lluvioso en los últimos cincuenta

años, el 2011 tuvo precipitaciones por debajo del promedio histórico. La incertidumbre respecto a la cantidad de agua que está disponible durante el ciclo productivo dificulta planear la producción, en especial la de temporal. De esta manera, los eventos climáticos han generado altos costos a los productores, quienes han sufrido la pérdida total o parcial de sus cosechas, induciendo mayores primas para el pago de seguros, y generando gastos al gobierno debido a la reparación de daños. Por ejemplo, entre 2006 y 2012, el gobierno destinó 94,406 millones de pesos para compensar a los productores por los efectos de fenómenos naturales.⁴

FIGURA 2
Precipitación anual promedio en México
(Milímetros)



Fuente: SMN-CONAGUA. Nota: La línea negra representa el promedio histórico

A partir de la apertura comercial con el exterior, en México se ha incrementado la demanda de agua para uso agrícola y ya se observa que en los sitios donde se ubica la mayor parte de la producción agrícola hay escasez del recurso. Los estados que contribuyen de manera importante a la producción agrícola incurrir en sobreexplotación del agua extraída del subsuelo, ocasionando el agotamiento de acuíferos. Como

se verá más adelante, una posible solución para optimizar el uso del agua sería la implementación de un sistema adecuado de cobro por el agua de uso agrícola que refleje la escasez y, consecuentemente, que incentive el uso de tecnologías para un aprovechamiento eficiente del agua. Sin embargo, el establecimiento de un sistema de cobro es un gran reto no exento de dificultades, ya que el precio actual del agua para fines agrícolas es muy bajo y en una gran cantidad de unidades de producción agrícola no se cuenta con un medidor del uso de agua.

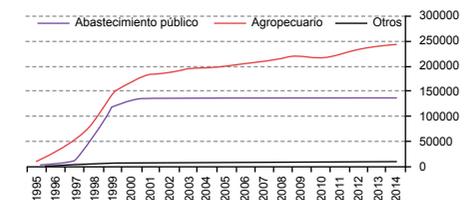
Por estos motivos, es fundamental analizar la asignación óptima del recurso agua tal que propicie un desarrollo agrícola sustentable en México⁵. En este ensayo se analiza la evolución en el aprovechamiento del agua, los problemas actuales y los retos futuros. Luego, se propone una política para asignar eficientemente el agua, así como un mecanismo para su implementación. En la última parte de este ensayo se exponen las conclusiones principales.

Crecimiento de la demanda de agua agrícola desde la apertura comercial

En México el agua de los ríos, lagos y acuíferos es propiedad de la nación. Para efectos administrativos el país se organiza en trece regiones hidrológico-administrativas (cuencas) que son las unidades básicas de gestión de los recursos hídricos⁶. Los organismos que administran las cuencas son las entidades encargadas de otorgar las concesiones de uso del agua superficial y subterránea⁷ de acuerdo

con la Ley de Aguas Nacionales. Desde 1995, fecha que coincide con el inicio del TLCAN, el número de concesiones de agua con fines agropecuarios aumentaron de manera significativa (Figura 3).⁸ De manera similar, el número de concesiones destinadas al abastecimiento público también presentaron un aumento importante, sin embargo, éstas se estabilizaron a partir de 2000, mientras que las concesiones para uso agropecuario han aumentado de manera gradual.

FIGURA 3
Número de títulos de concesión por finalidad de uso



Fuente: SINA, REPDA-CONAGUA.

El mayor número de concesiones de agua con fines agropecuarios se traslada, naturalmente, en un mayor volumen de agua concesionado. Entre el 2001 y 2012, el volumen de agua concesionado para uso agropecuario aumentó en poco más de 20 por ciento, aunque mantuvo constante su participación en el consumo total de agua en el país (Figura 4). Esto último implica que, en promedio, los demás usos aumentaron a una tasa similar. En el mismo periodo la producción agropecuaria creció 16.6 por ciento. Esto es, en la última década aumentó la intensidad del uso del agua como insumo de la producción

³ Estadísticas a propósito del día internacional para la reducción de los desastres, INEGI, 2013.
⁴ Estadísticas a propósito del día internacional para la reducción de los desastres, INEGI, 2013.

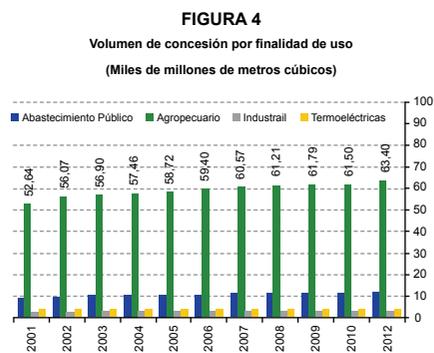
⁵ No obstante, el marco teórico es general.

⁶ Península de Baja California, II Noroeste, III Pacífico Norte, IV Balsas, V Pacífico Sur, VI Río Bravo, VII Cuencas Centrales del Norte, VIII Lerma Santiago Pacífico, IX Golfo Norte, X Golfo Centro, XI Frontera Sur, XII Península de Yucatán y XIII Aguas del Valle de México.

⁷ Una concesión de agua es un permiso otorgado a particulares para la explotación y aprovechamiento de las aguas nacionales.

⁸ En la información que corresponde de 1995 a 2001 no se puede distinguir el agua concesionada con fines agrícolas y el agua concesionada con fines pecuarios. Sólo a partir de 2001 ya se cuenta con la información desagregada, por lo que se utiliza "agua concesionada con fines agropecuarios" para fines comparativos.

agropecuaria. Esta tendencia en el uso de agua será insostenible en un futuro cercano.



Fuente: CONAGUA, SINA. Nota: no existe observación para 2011.

Lo anterior obedece, en parte, a que ha aumentado la superficie sembrada y también la producción de cultivos con un mayor valor comercial que, por lo general, son intensivos en el uso de agua. Por ejemplo, las hortalizas y las frutas requieren de una gran cantidad de agua y su producción y calidad dependen de un riego oportuno en cantidades apropiadas.

La demanda de agua de cada productor depende del sistema de riego, de las condiciones de suelo, del clima y de los requerimientos especiales que cada cultivo necesita durante su desarrollo. En la tabla 1 se muestra la demanda promedio de agua por tipo de cultivo y periodo de cosecha: anuales, perennes o forrajeros. Se observa una alta variación en la demanda de agua de los cultivos, en particular de los forrajeros. Por ejemplo, la alfalfa necesita grandes cantidades de agua para su desarrollo, mientras que el sorgo y la avena requieren

una cantidad menor que muchos otros cultivos.

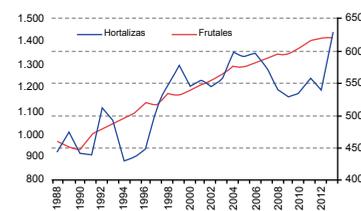
TABLA 1
Estimación de la demanda de agua por grupo de cultivo

Tipo de cultivo	Nombre	Demanda promedio de agua (mts ³ por hectárea)
Anual	Frijol	3,000 - 5,000
	Maíz	5,000 - 8,000
	Sorgo	4,500 - 6,500
	Soya	4,500 - 7,000
	Girasol	6,000 - 10,000
	Jitomate	6,000 - 8,000
	Chile	4,500 - 5,500
	Papa	6,000 - 7,500
	Cebolla	7,000 - 7,500
	Perennes	Cítricos
Caña de azúcar		15,000 - 20,000
Aguacate		5,500 - 7,500
Forrajeros	Avena	2,500 - 3,000
	Sorgo	3,500 - 4,500
	Alfalfa	14,000 - 20,000

Fuente: Elaboración propia con datos de INIFAP.

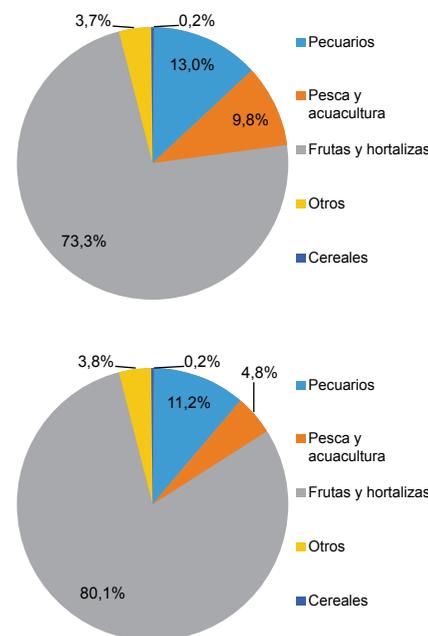
Por otra parte, la demanda de productos hortofrutícolas mexicanos en el mercado estadounidense, a partir de la apertura comercial, ha tenido importantes implicaciones en la decisión de producción de los agricultores y, consecuentemente, en la demanda de agua. Los datos disponibles muestran que la superficie sembrada de hortalizas ha tenido una importante expansión (Figura 5). Entre 2003 y 2014, las hortalizas y legumbres han representado, en promedio, aproximadamente 50 por ciento del valor total de las exportaciones agropecuarias (Figura 6).

FIGURA 5
Superficie sembrada de hortalizas (eje derecho) y frutales (eje izquierdo)
(Miles de hectáreas)



Fuente: SIACÓN y SIAP, SAGARPA.

FIGURA 6
Contribución al total del valor de las exportaciones agropecuarias
(2003 izq., 2013 der.)



Fuente: SIAVI, Secretaría de Economía.

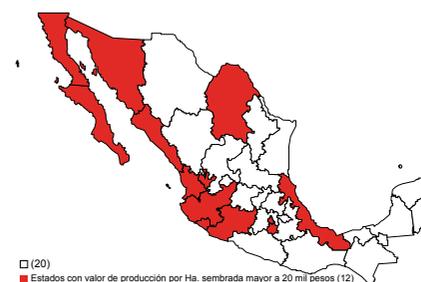
De esta manera, las decisiones de producción relacionadas con la mayor demanda proveniente del exterior tuvieron un impacto a nivel regional, con lo que se dio una marcada migración hacia cultivos de alto valor en los estados del norte de México. Por ejemplo, antes de la entrada en vigor del TLCAN el valor de producción por hectárea agrícola (Figura 7) en Chihuahua (16.2 miles de pesos por hectárea agrícola) estaba por debajo de la media nacional (19.7 miles de pesos por hectárea agrícola). En cambio, en 2013, el valor de la producción por hectárea agrícola en Chihuahua

es superior a la media nacional (21 mil pesos por hectárea). Ello ha ocasionado también que aumente considerablemente la extracción de agua subterránea.

Entonces, podemos apreciar que gran parte de los cambios en los patrones de producción desde la apertura comercial han resultado en un incremento sostenido de la demanda de agua.

Por otro lado, la infraestructura de presas de uso agrícola beneficia a los productores ya que éstos pueden planificar mejor sus cosechas al contar con agua durante todo el año. No obstante, la capacidad de las presas en México no es suficiente para satisfacer la demanda de agua. México cuenta con una capacidad máxima de almacenamiento de agua en presas de 118, 402 hectómetros cúbicos; sin embargo, las presas más grandes se dedican exclusivamente a la producción de electricidad. Para irrigación, la capacidad máxima es de casi 80 mil hectómetros cúbicos (Figura 8).⁹

FIGURA 7
Estados con valor de producción por hectárea agrícola mayor a 20 mil pesos
(Pesos reales, base 2013)
Promedio 1988 - 1992



□ (20)
■ Estados con valor de producción por Ha. sembrada mayor a 20 mil pesos (12)

FIGURA 7
Promedio 2009 - 2013

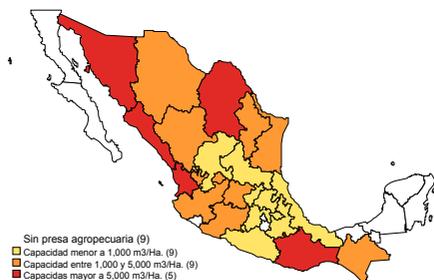


Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP-SAGARPA

Es importante señalar que algunos estados con fuerte orientación agrícola no cuentan con presas agrícolas o tienen una baja capacidad de almacenamiento, lo cual es un limitante importante si se considera la deficiente infraestructura de distribución. Por ejemplo, Baja California, el segundo estado con mayor valor de producción de trigo, no cuenta con una presa agrícola.¹⁰

FIGURA 8

Capacidad de almacenamiento de presas con fines agrícolas
(Hectómetros cúbicos)



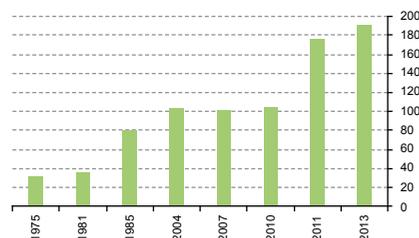
Fuente: Elaboración propia con datos del Atlas Digital del Agua México 2012.

El uso del agua no es sustentable si los acuíferos son sobreexplotados. Un acuífero tiene esta condición cuando de él se extrae más agua de la que se recarga.¹¹ Si existe una producción

agrícola importante en zonas donde la oferta de agua superficial es insuficiente, la demanda por agua subterránea aumenta y esto puede contribuir a la sobreexplotación de los acuíferos. En 2013, de un total de 653 acuíferos que había en el país, 191 estaban sobreexplotados (Figura 9). Entre 1975 y 2013, el número de acuíferos en esta condición creció 600 por ciento.

FIGURA 9

Acuíferos sobreexplotados

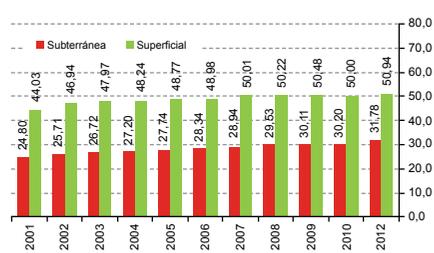


Fuente: INEGI, CONAGUA y Auditoría Superior de la Federación

En los últimos años ha aumentado la extracción de agua subterránea para fines agrícolas. Entre 2001 y 2012 el volumen de agua subterránea empleada en la agricultura aumentó 28 por ciento, con lo cual incrementó de 36 a 38 por ciento su participación en el volumen total de agua utilizado en la agricultura (Figura 10).

FIGURA 10

Volumen de agua concesionado para fines agrícolas según su fuente
(Miles de millones de metros cúbicos)

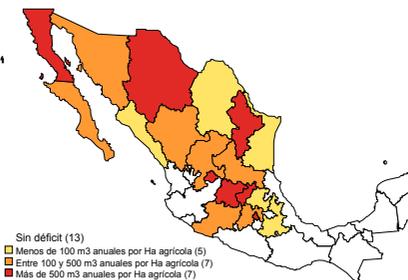


Fuente: CONAGUA, SINA. Nota: no existe observación para 2011.

Sin lugar a dudas la demanda de agua para la agricultura ejerce presión sobre los mantos acuíferos del país. Los acuíferos ubicados en los estados con mayor producción agrícola del país (Michoacán, Sinaloa, Jalisco, Veracruz y Sonora) presentan un déficit estimado en 870 millones de metros cúbicos por año, lo que equivale a casi el doble del agua que extrajo Paraguay del subsuelo en 2011.¹² Cabe señalar que Paraguay, sexto exportador de maíz e importante productor de soya, cuenta con 21.5 millones de hectáreas de superficie agrícola, similar a la de los cinco estados mexicanos con mayor valor de producción agrícola (29.5 millones de hectáreas agrícolas).

El agua es un recurso escaso en el Norte y Centro del país, que son las regiones con mayor producción agropecuaria y donde los acuíferos están sobreexplotados. El siguiente mapa (Figura 10) muestra la relación entre acuíferos sobreexplotados y el valor de la producción por entidad federativa. Se observa que 27 estados aumentaron el valor de su producción por hectárea agrícola y, de éstos, sólo 7 estados no sufren de déficit hídrico (Campeche, Quintana Roo, Morelos, Tabasco, Yucatán, Tlaxcala y Colima).

Además, en los estados con acuíferos sobreexplotados se presenta un mayor aumento en el valor de la producción por hectárea agrícola. Por el contrario, el Sur y Sureste no registran déficit hídrico. Esta relación hace que la diversificación geográfica constituya una alternativa para canalizar la producción en el largo plazo.

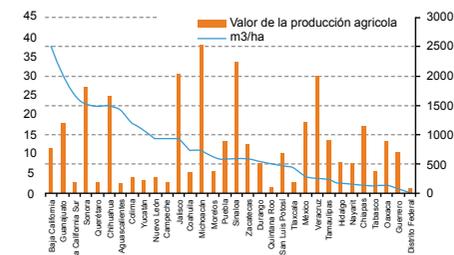


Como se mencionó, la cantidad de agua requerida para la producción es muy variada y este criterio, en conjunto con el valor y la rentabilidad del cultivo, es importante para la decisión de siembra. Así, existen ventanas de oportunidad para transitar a cultivos menos intensivos en el uso de agua y con mayor valor de la producción. Por ejemplo, la alfalfa es un cultivo intensivo en el uso del agua y sus principales productores son estados que dependen en gran proporción de agua subterránea, como Guanajuato, Chihuahua, Sonora y Baja California (Figura 11). Valdría la pena estudiar si otros estados con lluvias abundantes podrían producir este u otros cultivos intensivos en el uso del agua.

FIGURA 11

Demanda de agua subterránea por hectárea agrícola y valor de producción agrícola (2013)

(Millones de pesos eje izquierdo, metros cúbicos por hectárea eje derecho)



Fuente: CONAGUA, SINA. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007, INEGI, SIAP.

¹⁰ Baja California cuenta con la presa Abelardo L. Rodríguez; sin embargo, dicha presa es para abastecimiento público y control de avenidas únicamente.
¹¹ Un acuífero se recarga naturalmente a través del agua de lluvia o artificialmente por medio de bancos de recarga.

La necesidad de los precios como mecanismo para incentivar el uso eficiente

En México no existe una política que incentive el uso eficiente del agua. La Constitución Política de México establece que las aguas superficiales y subterráneas son propiedad de la nación. Para que los agentes económicos puedan hacer uso del agua con fines productivos deben obtener concesiones de agua por parte de CONAGUA, que es la entidad pública que administra los recursos hídricos. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos, al obtener un título de concesión (asignación) de agua para uso agrícola, el beneficiario debe hacer un único pago de una cuota fija, que es independiente del volumen de agua concesionada.¹³ Por lo tanto, en la práctica, el costo del agua con fines agrícolas es muy bajo. Además, de acuerdo con la Auditoría Superior de la Federación¹⁴ no existen documentos que acrediten que CONAGUA otorga las concesiones de agua con base en la disponibilidad del recurso en los acuíferos, por lo que parecería que la sustentabilidad no es un criterio para otorgar o declinar las concesiones. A pesar de que no hay un precio asignado al uso del agua para uso agrícola, la extracción ilegal del recurso es una práctica recurrente de acuerdo con los resultados de las inspecciones anuales que realiza CONAGUA desde 1995. Entre las prácticas ilegales mencionadas destacan: la explotación sin medidor y sin título, y la extracción de volúmenes mayores a los indicados en las concesiones.¹⁵

Al igual que en la explotación de la mayor parte de los recursos naturales, cuando los derechos de propiedad no están bien definidos, los acuíferos están sujetos al “dilema de los comunes”.¹⁶ Esto es, cuando es libre el acceso al recurso natural, los agentes económicos tenderán a extraer agua hasta que ya no obtengan beneficios de eso, sin importar el efecto perjudicial que eso tenga para otros usuarios o futuras generaciones de usuarios. La extracción en esas condiciones ocasionará que el recurso se agote, lo cual pondrá en riesgo la sustentabilidad de las actividades agropecuarias en el largo plazo.

Una solución para evitar el agotamiento de los acuíferos es el cobro por el uso del agua con fines agrícolas de forma que, aquellos que más agua utilizan, paguen una cantidad mayor. Para ello, sería necesario establecer un precio por unidad de agua consumida que refleje su escasez y los costos asociados a su distribución. En teoría, el precio del agua para uso agrícola debe reflejar el costo de canalización (agua superficial) o de extracción (agua subterránea), el costo de oportunidad de su mejor uso alternativo y el costo de oportunidad de las generaciones futuras. Cuando un recurso natural tiene un precio óptimo, el recurso será aprovechado de una manera sustentable y racional.

Una manera de establecer una política como la mencionada es mediante un problema de maximización de utilidades de los productores agrícolas. En la siguiente sección se propone

una alternativa en este sentido.

Asignación eficiente del agua

Nuestro marco incluye a un planificador central benevolente, y agentes de la economía que representan pequeños terratenientes a quienes se otorgarán concesiones de agua superficial en cada período t . Definamos como $U_i(\cdot)$ la suma de utilidades del concesionario i , donde en cada período t la utilidad depende de su consumo c_t :

$$U_i(\cdot) = u_i(c_t) + \beta u_i(c_{t+1}) + \beta^2 u_i(c_{t+2}) + \dots + \beta^T u_i(c_{t+T}) = \sum_{s=t}^{t+T} \beta^{s-t} u_i(c_{s-t})$$

β es un factor de descuento menor a 1, tal que nuestro concesionario tiene cierta preferencia por consumir hoy comparado con el futuro. Cada concesionario tiene una función de producción que depende de su capital físico y del volumen de su concesión de agua:

$$f_i(a_{it}, k_{it})$$

Con primeras derivadas positivas y segundas derivadas negativas, tanto respecto al agua como al capital. Asumimos que lo que no consume el concesionario, lo ahorra para el siguiente período:

$$k_{t+1} - k_t = f(a_{it}, k_{it}) - c_t$$

Entonces, con el agua superficial, CONAGUA (el planificador central) enfrenta un problema de maximización intertemporal de planeador central. Para cada período t debe asignar

la cantidad de agua óptima para cada consumidor y para almacenar en presas. El problema dinámico reside en que la cantidad de agua disponible en el período $t+1$ depende, además de fenómenos naturales como precipitaciones y sequías, de la cantidad consumida y almacenada en t . En ecuaciones:

- Sea $W_t :=$ agua en las presas en el período $t=1,2,\dots$; donde $W_t \geq 0$.
- $a_{it} :=$ consumo de agua para el período t , usuario i .

Entonces, el problema de maximización¹⁷ de CONAGUA para aguas superficiales es

$$\max_{\{a_{it}, c_{it}; t \geq 1; i=1, \dots, N\}} \sum_{s=t}^{t+T} \sum_{i=1}^N \alpha_i U_i(\cdot)$$

donde $\alpha_i \geq 0$ representa el peso relativo de cada concesionario. Esta variable es de utilidad si existen individuos a los cuales por su situación socioeconómica y productiva sea más importante asignarles agua.

La optimización está sujeta a $\alpha_{it} \geq 0$, y a la restricción de recurso $W_{t+s+1} = W_{t+s} - \sum_{i=1}^n a_{t+si} + \delta_{t+s+1}$, donde δ_{t+1} es una variable aleatoria de precipitación en el período $t+1$. En cada período se reparte $\sum_{i=1}^n a_{it} < W_t$ para consumo y $W_t - \sum_{i=1}^n a_{it}$ se almacena en presas.

Un gran reto de este problema de optimización es que δ_{t+1} es una variable aleatoria, i.e. no se conoce la cantidad de agua disponible para períodos posteriores al actual. Entonces se necesita ajustar la asignación óptima

¹³ La cuota fija es 3,188 pesos por título de concesión.

¹⁴ Auditoría de Desempeño: 11-0-16B00-07-0361, Comisión Nacional del Agua, Gestión Integral de los Recursos, Auditoría Superior de la Federación, 2012.

¹⁵ Gaceta de Administración del Agua, diversos años.

¹⁶ Para una introducción refiérase a: Lo que es de todos no es de nadie, la tragedia de los comunes. Universidad de la Coruña: http://www.udc.gal/dep/bave/jfreire/CERA05_06/Ensayos/5_Tragedia%20de%20los%20comunes.pdf

¹⁷ Una variante del problema clásico de “cake eater” donde el planificador central reparte un recurso escaso.

una vez que delta se realice.

Los principales resultados que se derivan de este modelo para cada período t son:

Caso 1: $\alpha_i = 1 \forall i$

- En este caso cada consumidor tiene la misma importancia. El resultado óptimo en cada período t es igualar las utilidades marginales respecto al volumen de asignación de agua para cada concesionario.

Caso 2: $\alpha_i \neq \alpha_j$ para $i \neq j$

- En este caso existen ciertos concesionarios que cuentan con más “peso” en la decisión de CONAGUA. Podemos pensar en términos de pobreza, por ejemplo, si el concesionario i es más pobre que j , entonces $\alpha_i > \alpha_j$. Entonces en este caso se igualan las utilidades marginadas sopesadas.

Para entender lo que queremos decir por “igualar las utilidades marginales” podemos “monetizar” la utilidad. Imaginemos que CONAGUA conoce la ganancia por litro de agua que tienen los concesionarios. El resultado que se deriva del presente modelo es que en una asignación óptima CONAGUA debería de asegurarse que la ganancia adicional por litro de agua sería la misma para todos los pequeños terratenientes.

Los principales resultados que se derivan de este modelo para todo el horizonte de tiempo son:

- Para cada agente existe una

asignación óptima de recursos tal que ninguno puede tener una ganancia transfiriendo algún monto de agua entre períodos. En este caso, los concesionarios estarían maximizando su utilidad con el volumen de agua concesionado, pues no sería óptimo para ellos consumir menos hoy a cambio de consumir más mañana ni viceversa.

- En relación a la asignación de CONAGUA en t respecto a $t+1$, la suma de utilidades marginales en t deberá ser igual a la suma de utilidades en $t+1$ descontada por la tasa de interés y la tasa de impaciencia.

Es decir, CONAGUA deberá de tratar de igualar los beneficios marginales en cada período para cada agente (igualdad entre agentes); así como también, su objetivo es que exista la misma utilidad a través de los períodos (igualdad intergeneracional).

Conclusiones

La demanda por agua agrícola en México va en aumento. El agua, como insumo de la producción, es escasa y la localización de la producción no está asociada a los lugares con mayor disponibilidad. Además, frecuentemente se incurre en prácticas no sustentables.

Hemos argumentado que la falta de una política adecuada de precios para el cobro de agua agrícola es una causa importante de la sobreexplotación de los acuíferos. No obstante, consideramos que todavía

México está a tiempo de implementar una política que favorezca el desarrollo sustentable del campo. Esto se lograría con una asignación eficiente de las concesiones de agua, basada en una política de precios. Para investigaciones futuras se trataría de llevar esta idea a la práctica. Para esto se necesitaría estimar el beneficio marginal, ceteris paribus, de un litro de agua más para agricultores de cierta zona geográfica. Con esta información se podría buscar el mecanismo adecuado para implementar la propuesta aquí presentada.

Referencias

Auditoría Superior de la Federación. (2011). Comisión Nacional del Agua, Gestión Integral de los Recursos, Auditoría de Desempeño. Obtenido de http://www.asf.gob.mx/trans/informes/ir2011i/Grupos/Desarrollo_Economico/2011_0361_a.pdf

CONAGUA. (2013). Atlas del Agua en México 2012. Obtenido de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/SGP-36-12.pdf>

CONAGUA. (2014). Atlas del Agua en México 2013. Obtenido de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/SGP-3-14baja.pdf>

CONAGUA. (2014). Registro Público de Derechos de Agua. Obtenido de <http://www.conagua.gob.mx/Repda.aspx?n1=5&n2=37&n3=115>

CONAGUA. (2014). Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). Obtenido de SINA:

<http://201.116.60.25/sina/> Diario Oficial de la Federación. (4 de diciembre de 2013). Segunda sección, Poder Ejecutivo. Obtenido de www.dof.gob.mx

FAO. (2014). Aquastat. Obtenido de <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm>

FAO. (2014). Country profile, Mexico. Obtenido de <http://www.fao.org/countryprofiles/en/> Gaceta de la Administración del Agua. (1995-2014). Obtenido de http://201.116.60.96:8080/wb/ceea/gaceta_gaa

Gobierno Federal. (2014). Ley de Aguas Nacionales.

INEGI. (2008). Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/

INEGI. (2013). Estadísticas al propósito del día internacional para la reducción de desastres. Aguascalientes.

INEGI. (2014). Sobreexplotación y contaminación. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/sobreexplota.aspx?tema=T>

SAGARPA. (2014). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de SIAP: <http://www.siap.gob.mx/>

SAGARPA. (2014). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Obtenido de SIACON.

Secretaría de Economía. (2014). Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. Obtenido de SIAVI: <http://www.economia-snci.gob.mx/>

Secretaría de Gobernación. (2014). Diario Oficial de la Federación. Obtenido de Acuíferos**:
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5294655&fecha=05/04/2013.

SMNCONAGUA. (2014). Temperaturas y lluvia. Obtenido de <http://smn.cna.gob.mx/>