



Revista de Economía

ISSN: 0188-266X

[lilian.albornoz@uady.mx](mailto:lilian.albornoz@uady.mx)

Universidad Autónoma de Yucatán

México

Andere, Jorge L.

LEY DE ENERGÍA PARA EL CAMPO: ANÁLISIS DE INCENTIVOS Y PROPUESTAS DE  
REFORMA

Revista de Economía, vol. 33, núm. 86, enero-junio, 2016, pp. 45-85

Universidad Autónoma de Yucatán

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=674070978002>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# **LEY DE ENERGÍA PARA EL CAMPO: ANÁLISIS DE INCENTIVOS Y PROPUESTAS DE REFORMA**

## **ENERGY ACT FOR RURAL AREAS: ANALYSIS OF INCENTIVES AND PROPOSALS FOR AMENDMENT**

Jorge L. Andere  
Instituto Federal de Telecomunicaciones, México  
[jlandere@colmex.mx](mailto:jlandere@colmex.mx)

### **RESUMEN**

Se presenta un análisis económico de la *Ley de energía para el campo*, (LEC) que examina cómo su diseño afecta los mercados y crea una estructura de información que favorece la extracción de rentas. Mediante modelos sencillos de equilibrio parcial y de agente-principal se muestra que las tarifas de estímulo para bombeo agrícola distorsionan las relaciones de producción en el campo mexicano y que, lejos de favorecer la productividad, incrementan artificialmente la demanda de energía y la sobreexplotación de acuíferos. Se proponen tres opciones de reforma que mejorarían la eficiencia y disminuirán la extracción de rentas.

**Palabras clave:** subsidios agrícolas, energía, agua, información asimétrica, legislación

**Clasificación JEL:** D61, D82, D86, K32

## ABSTRACT

This paper presents an economic analysis of the *Energy Act for Rural Areas* (LEC) in order to examine how its design affects the markets and create an informational structure which favors rent-seeking activities. It is shown through simple models of partial equilibrium and agent-principal that stimulus tariffs of agricultural bombing distort Mexican land production relations and, in place of favoring productivity, stimulate both artificial increases in agricultural energy demand as aquifer overexploitation. Three options for amendment that would improve efficiency and decrease rent-seeking behavior are proposed.

**Keywords:** agricultural subsidies, energy, water, asymmetric information, legislation

## 1. INTRODUCCIÓN

El 31 de diciembre de 2002 entró en vigor la *Ley de energía para el campo* (LEC), después de un proceso legislativo ampliamente consensuado si se considera que fue presentada por 57 diputados de cinco partidos políticos y fue aprobada por unanimidad en la Cámara de Diputados y el Senado. La LEC ha demostrado ser una norma resistente a los cambios, pues fue hasta el 6 de diciembre de 2012 que se aprobó una adición a su artículo 9º, misma que se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 28 de diciembre de 2012. Esta reforma, a la fecha, es la única que se ha llevado a cabo.<sup>1</sup>

La LEC no es una ley inocua que no ha mantenido sin efectos la toma de decisiones en los mercados agrícolas, sobre los que en principio se propone incidir, sino en otros mercados de insumos y recursos naturales. En particular, en este trabajo se argumenta que las tarifas de estímulo

---

<sup>1</sup> Durante los primeros ocho años de vigencia de la LEC se presentaron 14 iniciativas de reforma. Ninguna de estas fue o ha sido aprobada, ya que nueve fueron dictaminadas negativamente en la Cámara de origen y cinco se encontraban pendientes de ser dictaminadas.

para bombeo agrícola 9CU y 9N originadas por dicha ley distorsionan las relaciones de producción en el campo mexicano. Ello, lejos de favorecer la productividad y competitividad del sector, estimulan un incremento artificial en la demanda de energía agrícola, que genera mayores incentivos para extraer y sobreexplotar acuíferos.

Concretamente, en este documento se presenta un análisis económico del marco jurídico de la LEC, a fin de examinar cómo su diseño tiene efectos en los mercados y crea una estructura de información por la cual los agentes se pueden aprovechar para obtener rentas económicas.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera. En la primera sección se describe el marco legal, en la siguiente, con modelos de equilibrio parcial se analizan los efectos sobre los mercados de energía eléctrica para bombeo agrícola y de agua subterránea para uso agrícola. En la tercera sección, con modelos sencillos de agente-principal se hace un análisis de los incentivos que enfrentan los productores para extraer rentas económicas al aprovechar las ventajas informativas que le otorga el marco legal. En la cuarta sección se discuten los resultados que predicen los modelos con base en la discusión de evidencia empírica encontrada en diversos estudios. Posteriormente, se presentan tres opciones para reformar la LEC que, con diferentes grados de factibilidad política, mejorarían la eficiencia en los mercados y disminuirían la extracción de rentas. El texto concluye con los comentarios finales.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL MARCO LEGAL

El objetivo de la LEC es “coadyuvar al desarrollo rural del país, estableciendo acciones de impulso a la productividad y competitividad, como medidas de apoyo tendientes a reducir las asimetrías con respecto a otros países” (artículo 1, párrafo segundo: 1).<sup>2</sup> En otras palabras, busca

<sup>2</sup> Cabe notar que en el texto de la LEC las referencias al manejo de los recursos naturales se centran en definir el desarrollo rural sustentable, que se entiende como el mejoramiento integral de la población no urbana mediante el aseguramiento de “la conservación permanente de los recursos naturales, la biodiversidad y los servicios ambientales de dicho territorio” (artículo 3º, fr. IV, LEC: 1).

mantener a los productores agrícolas en condiciones de competitividad respecto a los principales socios comerciales del país. En particular, con la LEC se intenta apoyar a los productores del medio rural, organizados o no, cuyas actividades impliquen el uso de recursos renovables, como la agricultura, ganadería, silvicultura, acuacultura y pesca ribereña.

La LEC fundamenta legalmente al Programa especial de energía para el campo (PEEC) y establece dos instrumentos de política pública, los *precios y tarifas de estímulo* y las *cuotas energéticas*, para otorgar a los beneficiarios –productores que tengan concesiones para el uso de agua subterránea– energéticos a un costo menor que el de mercado. Las tarifas de estímulo sirven para adquirir las cuotas de energéticos directamente empleadas en las actividades agropecuarias antes descritas, como gasolina, diesel, combustóleo y energía eléctrica. Estas tarifas de estímulo se fijan diferenciadamente para cada actividad agropecuaria, pero son iguales para todos los productores beneficiarios del país, es decir, se trata de un sistema de precios lineales para cada actividad. Además, las tarifas de estímulo son establecidas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), en *coordinación* con las secretarías de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) y de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), y deben considerar “las condiciones económicas y sociales prevalecientes en el ámbito nacional e internacional” (artículo 5, segundo párrafo: 2).

Por su parte, las cuotas energéticas son volúmenes máximos de consumo de energético agropecuario que se puede pagar con las tarifas de estímulo y son establecidas para cada productor beneficiario del PEEC, de uso exclusivo<sup>3</sup> y no comercializables. Lo anterior implica que, en caso que un beneficiario no emplee toda su cuota asignada, debe dar de baja su saldo a favor. Si Sagarpa detecta que el productor desvía la cuota para otros fines o la comercializa, se le sanciona con la pérdida de la cuota energética correspondiente a dos ciclos productivos y, en caso de reincidir, con la pérdida permanentemente de la cuota. Las cuotas energéticas son

---

<sup>3</sup> Por ejemplo, de acuerdo con el artículo 7º de la LEC, deben utilizarse exclusivamente para motores de bombeo, rebombeo y fuera de borda, tractores, y maquinaria agrícola y pesada. En este trabajo se analiza el caso de bombeo de agua subterránea para uso agrícola.

definidas para cada productor por Sagarpa, *previa opinión* de la SHCP y la Secretaría de Energía (Sener), y en su asignación se toman en cuenta “las características diferenciadas en los sistemas de producción y las diferencias regionales del país” (artículo 8:3). Estas son solicitadas y asignadas para cada ciclo productivo e implican, por parte de los productores beneficiarios, el establecimiento de “un compromiso de mayor eficiencia productiva y energética” (artículo 7, segundo párrafo: 3). Una característica interesante es que, una vez asignadas, son consideradas partes accesorias e indivisibles de la tierra, por lo que “el productor que transmita su uso o posesión, deberá hacerlo conjuntamente con la cuota” (artículo 10: 3). En términos prácticos, lo anterior implica que al valor de la propiedad de la tierra se le agrega el valor económico de la cuota energética, lo que incrementaría la ganancia en caso de que el productor beneficiario tomara la decisión de transmitir el uso o posesión de la propiedad.

Las tarifas de estímulo para pagar las cuotas energéticas se conocen como 9CU y 9N. La tarifa 9CU no cambia según la hora, mientras que en el periodo diurno la 9N es igual a la 9CU, pero disminuye en el periodo nocturno comprendido de las 0:00 horas a las 08:00 horas, el cual es aplicable todos los días. Ambas tarifas de estímulo, como se señaló anteriormente, se aplican para la energía eléctrica utilizada en la operación de los equipos de bombeo de agua para riego agrícola, por los productores beneficiarios del PEEC, hasta por la cantidad establecida en la cuota energética. La energía eléctrica consumida que excede la cuota energética se factura con los cargos de las tarifas 9 o 9M, que son las tarifas normales para bombeo de agua para riego agrícola en baja o media tensión, respectivamente.<sup>4</sup>

Como se observa en la gráfica 1, las tarifas de estímulo 9CU y 9N son menores tanto a las tarifas agrícolas 9 y 9M,<sup>5</sup> como a las tarifas

- 
- 4 Al momento de concluirse este trabajo, la cuota energética se asigna cada año, por lo que los cargos se aplican a la energía consumida para dicho periodo. Dado que la tarifa 9N se aplica hasta por la cuota energética determinada por Sagarpa, en caso de que durante algunos meses del año calendario el beneficiario haya recibido el servicio con la tarifa 9CU, la energía eléctrica facturada se agrega a la contabilizada con la tarifa 9N.
  - 5 A su vez, hay tarifas diferenciadas crecientes que aplican en los siguientes rangos: 1) por cada uno de los primeros 5 000 kilowatts·hora; 2) por cada uno de los siguientes 10 000 kilowatts·hora; 3) por cada uno de los siguientes 20 000 kilowatts·hora y 4) por cada kilowatt·hora adicional a los anteriores.

industriales que se aplican, a un costo subsidiado, a los productores del sector agrícola en Estados Unidos. De hecho, del año 2003 al año 2014 la tarifa 9CU pasó de representar 79% de la tarifa que se pagaba en dicho país, a pesos corrientes, a 55.8%; mientras que la tarifa 9N pasó, en el igual periodo, de 39.5% a 27.9%. Cabe notar que las tarifas 9 y 9M se han incrementado de manera muy importante, al pasar de prácticamente la misma paridad en cuanto a su valor en pesos corrientes con respecto a las tarifas aplicadas al sector agrícola en Estados Unidos en 2003 (1:1), a casi una relación de seis a uno (6:1).

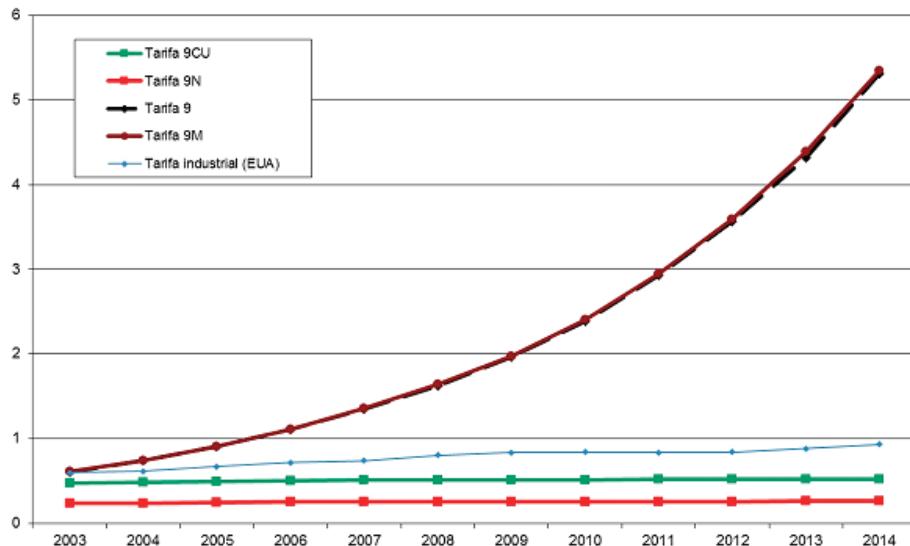
Como se esperaría, los usuarios han migrado de las tarifas más caras a la 9N, que es la más barata (ver gráfica 2). Este proceso de cambio ocurriría principalmente al modificar el horario de bombeo, si se traslada parte de esta actividad –y por lo tanto el uso de energía para tal fin– al horario de 0:00 horas a las 08:00 horas, en el que se paga la tarifa 9N. Así, de 2003 a 2014 el porcentaje de las ventas por la tarifa 9N pasó de 0.6% a 78.1% del total de ventas por tarifas agrícolas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Incluso, la tarifa de estímulo 9CU ha disminuido su participación en las ventas totales, al pasar de su máximo histórico de 47% en 2004 a 15.6% en 2014. Por su parte, las tarifas agrícolas 9 y 9M pasaron de 60.7% en 2003 a 6.3% en 2014 de las ventas totales. Así, a pesar del incremento en las tarifas normales 9 y 9M, los datos de la gráfica 2 sugieren que existe un subsidio sustancial, por lo menos, para los productores beneficiarios del PEEC.<sup>6</sup>

---

6 Hay evidencia de que los beneficiarios que consumen mayores volúmenes de energía estarían desproporcionadamente favorecidos. Con información para 2002 y 2003, Guevara *et al.* (2007) señalan que si bien 70% de los productores recibían un monto por debajo del subsidio promedio, existía una gran desigualdad en la distribución del subsidio a favor de los productores más grandes, tanto a nivel nacional como regional. Guevara *et al.* (2007) y Ávila *et al.* (2008), con el empleo de diversas medidas, encuentran que la distribución del subsidio entre los usuarios es muy desigual. Olavarrieta *et al.* (2010) en el caso de un distrito de riego de la Costa de Hermosillo, Sonora, encuentran que en 98% de los pozos analizados no utilizaron el total de la cuota energética asignada, mientras que 76% usaron menos de 60% de la cuota.

**Gráfica 1**

*Tarifas agrícolas 9, 9M, 9CU y 9N de México y tarifa industrial de Estados Unidos 2003-2014  
(precios a pesos de 2011 por kilowatt·hora)*



**Fuente.** Cálculos propios con base en información de Comisión Federal de Electricidad, Energy Information Agency e Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Notas: 1) Tarifas 9CU, 9N, 9 y 9M. Para la conversión a pesos de 2014 se utilizó el índice nacional de precios al consumidor.

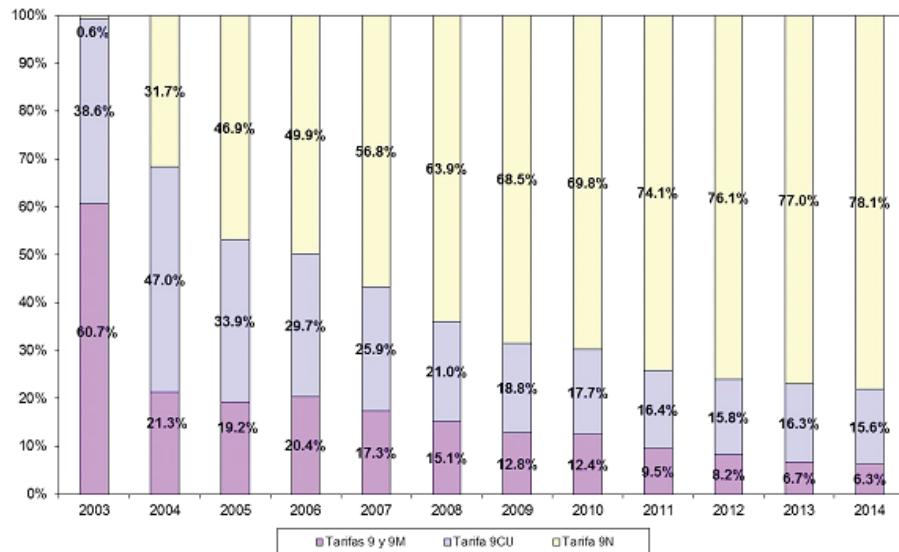
2) Tarifas 9CU y 9N. Se aplican al cargo por la energía consumida hasta por la cuota energética; en caso de exceso en el consumo de energía eléctrica con respecto a la cuota energética se aplican las tarifas 9 o 9M.

3) Tarifas 9 y 9M. Los valores se obtuvieron al promediar las tarifas aplicables para los cuatro rangos existentes.

4) Tarifa industrial de Estados Unidos (EU). Tarifa que se aplica a la industria, agricultura e irrigación. Para la conversión a pesos de 2014 se utilizó el índice del tipo de cambio real, con precios consumidor y con respecto a 49 países ponderado con comercio.

**Gráfica 2**

*Proporción de ventas de energía eléctrica de las tarifas 9-9M, 9CU y 9N, con respecto a la venta total de energía eléctrica para fines agrícolas, 2004-2014 (porcentajes)*



**Fuente.** Secretaría de Energía, Sistema de información energética.

La cuota energética se relaciona con la extracción de recursos hídricos debido a que se asigna de acuerdo con una fórmula cuya variable principal son los caballos de fuerza del equipo de bombeo que tiene el productor para extraer agua del subsuelo,<sup>7</sup> así como un indicador de la cantidad de agua que requiere el productor para satisfacer sus necesidades de riego con base en sus características productivas y la profundidad del pozo, entre otros aspectos. A su vez, la Ley de Aguas Nacionales (LAN) establece el uso de concesiones para asignar volúmenes de agua a las actividades del sector agropecuario. Para tal fin, dicha ley contempla la instalación de medidores de agua para monitorear la extracción de agua y la transmisión de derechos de agua, entre los diferentes agentes económicos. Por su parte, en el artículo 223 de la Ley Federal de Derechos (LFD) se estipulan los derechos que se deben pagar por la explotación de las

<sup>7</sup> La fórmula de la cuota energética es:  $(HP \times 0.746 \times 365 \times 24) \times 0.75 + 438$ ; donde  $HP$  es la capacidad del motor de la bomba.

concesiones para los diferentes usos del agua. Para el uso agropecuario hay cuotas diferenciadas en caso de que el consumo observado sea superior o inferior a la concesión. La LFD exenta a los productores agrícolas del pago por el agua, salvo cuando el consumo supere a lo establecido en el volumen concedionado a cada distrito de riesgo o a cada usuario agropecuario no adscritos a éstos, pero, aun así, la cuota es la más baja entre todos los usos contemplados en la ley en cuestión.

Como se argumentará más adelante, con la LEC se subsidia la extracción de agua vía la reducción de tarifas eléctricas de bombeo, lo que provocaría que se extraiga una cantidad de agua por encima del nivel eficiente. Lo anterior, de verificarse, sería particularmente grave si se considera que de los 653 acuíferos en los que se encuentra dividido el país, 106 se encontraban sobreexplotados a fines de 2013.<sup>8</sup> A esto hay que añadir que el número de acuíferos sobreexplotados se ha incrementado de manera importante al pasar de 32 en 1975 a 80 en 1985, a 100 en 2009 y a 106 en 2013 (Conagua, 2011, 2014).<sup>9</sup> Además, de los acuíferos sobreexplotados que había en 2013 se extraía 55.2% del agua subterránea para todos los usos (Conagua, 2014).

### **3. MERCADOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA USO AGRÍCOLA Y DE EXTRACCIÓN ACUÍFERA**

La LEC modifica de manera muy importante las condiciones en el mercado de energía eléctrica para uso agrícola. En particular, como ya se señaló, la SHCP está obligada a fijar, en el rango de la cuota energética establecida por la Sagarpa, una tarifa eléctrica menor a la que fijaría para otros usos. En la gráfica 3 se muestran los efectos en el equilibrio del mercado y en el bienestar social. Antes de la LEC los productores debían pagar un precio promedio por *kilowhatt-hora* ( $kWh$ )  $t_p$ , que asumiremos que es igual al

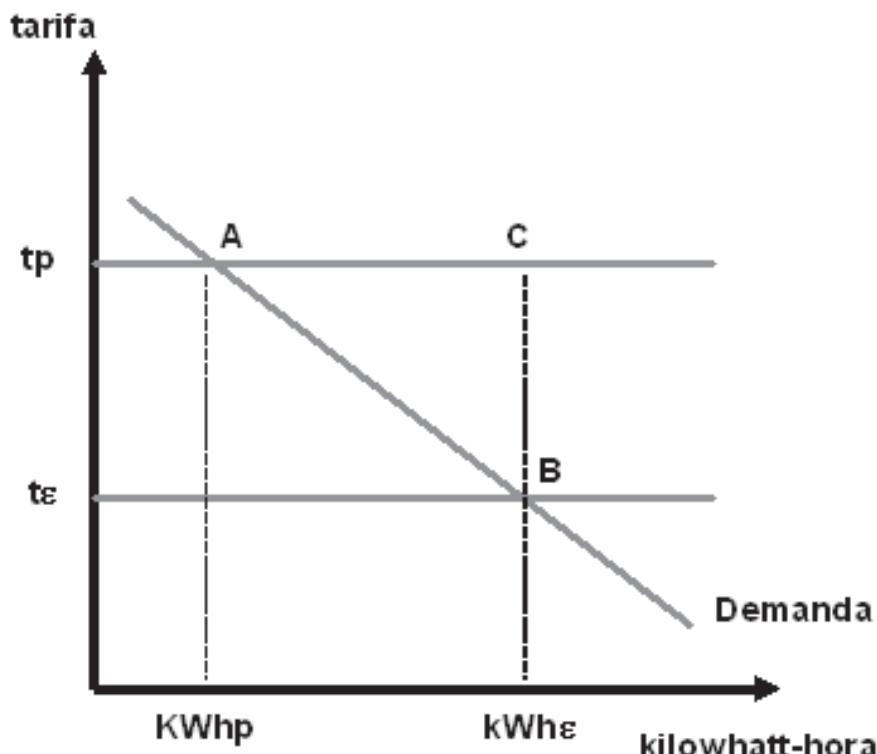
8 La condición de sobreexplotación de un acuífero se define en términos de la relación extracción/recarga.

9 De acuerdo con la Conagua (2013), a finales de 2012 había otros 15 acuíferos con intrusión marina y 32 bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres. En total 23.4% de los 653 tendrían alguna afectación.

costo marginal de producir energía eléctrica; a ese precio la cantidad de energía demandada era de  $kWh_p$ <sup>9</sup>. Después de la LEC, la SHCP fija una tarifa de estímulo  $t_e$  menor al costo marginal, que incrementa la cantidad demandada a  $kWh_e$ , que es mayor a  $kWh_p$ . Aumentar la producción de  $kWh_p$  a  $kWh_e$  significa un costo social en recursos representado por el área  $kWh_p AC kWh_e$ , mientras que el aumento del consumo de  $kWh_p$  a  $kWh_e$  resulta en un beneficio adicional para los productores medido por el área  $kWh_p AB kWh_e$ . Por tanto, el aumento en costos es mayor que el incremento en beneficios por una cantidad representada por el área del triángulo  $ABC$ , que es lo que la sociedad no obtiene por vender  $kWh_e$  a  $t_p$ . Nótese que en caso que  $t_p$  fuera menor al costo marginal, el área  $ABC$  representaría una pérdida social adicional de producir la energía eléctrica.<sup>10</sup>

Gráfica 3

Efecto de la LEC en el mercado de energía eléctrica para uso agrícola



El esquema conjunto LEC-LAN-LFD también tiene efectos en la explotación de acuíferos para uso agrícola. En concreto, las tarifas de estímulo subsidian y aumentan indirectamente la extracción de agua por encima del nivel eficiente, ya que reducen los costos de bombeo. Para ver esto partamos primero de una situación sin los beneficios que otorga la LEC a los productores. Supongamos que los productores obtienen un beneficio marginal ( $Bm_g$ ) positivo y decreciente por extraer agua, lo que significa que siempre pueden obtener una ganancia por usar el agua, pero que esta disminuye conforme se dispone de un metro cúbico adicional. También, si simplificamos el análisis para fines expositivos,<sup>11</sup> se asume que los productores enfrentan costos por explotar acuíferos que incluyen el precio que se paga por explotar los acuíferos, los costos de extracción, los precios de la energía eléctrica para bombear y otros costos por obtener agua en pozos cada vez más profundos. Puesto que los costos por extraer un metro cúbico de agua adicional aumentan en zonas más profundas, la curva de costo marginal total ( $CMgT$ ) tiene pendiente positiva. En la gráfica 4 se muestra que en el punto de equilibrio sin considerar el esquema LEC-LAN-LFD, el  $Bm_g$  es igual al  $CMgT$ , lo que implica que los productores extraen una cantidad de agua  $m_0$  a un precio igual a  $P_0$ .

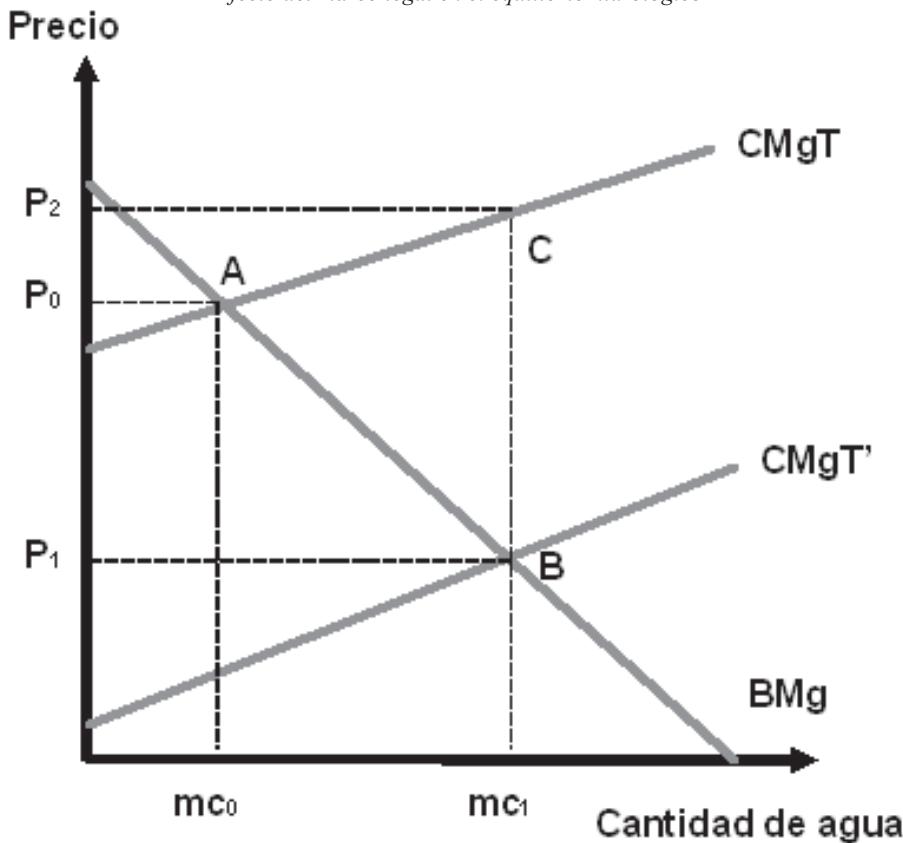
En la práctica el esquema LEC-LAN-LFD modifica el equilibrio. En primer lugar, la LFD establece que los productores estarán exentos de pagar siempre y cuando cumplan con las reglas que sobre las concesiones de agua fija la LAN, por lo que los costos por explotar acuíferos son cero. En segundo lugar, debido a los precios de estímulos de la LEC, los costos de la energía eléctrica se encuentran muy subsidiados. Como resultado, la curva de  $CMgT$  del productor se desplaza hacia abajo y la derecha, por lo que se extrae  $m_1$  a un precio  $P_1$ .

Como se muestra en la gráfica 4, debido a los beneficios de la LEC un nuevo equilibrio se obtiene para una cantidad de agua  $m_1$  (mayor a  $m_0$ ) y un precio  $P_1$  (menor a  $P_0$ ). Puesto que los costos reales están representados por  $CMgT$ , el costo por extraer  $m_1$  es  $P_2$  y el subsidio

<sup>11</sup> Schoengold y Zilberman (2007) y Zilberman *et al.* (2008) presentan un análisis más amplio para casos más generales y que son importantes referencias en el tema, mientras que Rivero y García (2011) hacen lo propio para el caso específico del esquema LEC-LAN-LFD.

implícito para los productores es de  $P_2 - P_1$  por metro cúbico extraído. El costo para la sociedad está indicado por el área  $P_2 C B P_1$ . El efecto del esquema LEC-LAN-LFD sobre la asignación de los recursos se observa en que el aumento de la extracción de agua subterránea de  $m_0$  a  $m_1$  implica un costo social en recursos equivalente al área  $m_0 A C m_1$  y el beneficio adicional por el aumento en la extracción por parte de los productores se representa por el área  $m_0 A B m_1$ ; de esta manera, la pérdida neta para la sociedad es igual al área  $ABC$ . Nótese que con la LEC, junto con la LAN y la LFD, el beneficio social marginal de extracción es  $B$ , mientras que el costo marginal de la extracción es  $C$ , cuya diferencia es igual al subsidio implícito  $P_2 - P_1$  por metro cúbico extraído.

**Gráfica 4**  
*Efecto del marco legal en el equilibrio hidrológico*



Debe hacerse una observación importante. El equilibrio original no necesariamente representa un equilibrio socialmente óptimo. Esto se debe a que la curva de costos marginales  $CMgT$  únicamente toma en cuenta los costos privados de los productores y no considera los costos sociales de extraer agua –como externalidades ambientales negativas– o el costo de oportunidad para las generaciones futuras, por lo que el precio  $P_0$  no garantiza que un acuífero no sea sobreexplotado. En términos del equilibrio hídrico lo deseable es que la extracción de agua no sea mayor a la recarga de la misma. Por tanto, el precio  $P_0$  es incluso menor al precio social y ambientalmente deseable, por lo que el área  $ABC$  subestimaría la pérdida de bienestar social.

## 4. ANÁLISIS DE INCENTIVOS

### 4.1. Discusión

Desde la perspectiva de la teoría del agente-principal (Laffont y Martimort, 2002), la LEC se concebiría como un marco dentro del cual el gobierno ofrece a los productores agrícolas contratos en los que se otorgan beneficios a cambio de contraprestaciones. En este caso, lo que el gobierno ofrece es una cuota energética a precio subsidiado a cambio de que los productores incrementen su producción. Así, en terminología de esta literatura económica, el gobierno sería el principal y los productores los agentes.

Antes de presentar el análisis deben hacerse algunas observaciones preliminares. En primer lugar, en este trabajo no se considera al gobierno como una sola entidad con un objetivo único. En realidad, el gobierno sería un conjunto de entidades que pueden tener tanto objetivos que se contraponen, como diferentes capacidades para influir en el diseño de políticas públicas. En concreto, para los objetivos de nuestro estudio los integrantes del gobierno son SHCP, Sagarpa, Semarnat y Sener, que – como se discutió antes– legalmente tienen funciones, objetivos y niveles de influencia diferentes.

Así, SHCP debe fijar las tarifas de estímulo y opinar sobre las cuotas energéticas, su objetivo sería minimizar el costo fiscal que implica la LEC. En este sentido, se esperaría que la SHCP tuviera incentivos para fijar tarifas de estímulos lo más cercano posible a las tarifas originales, además de tratar de influir para definir cuotas energéticas de menor volumen.

Por su parte, Sagarpa fija las cuotas energéticas y opina sobre las tarifas de estímulo. Puesto que su objetivo sería la maximización de la producción agropecuaria, tendría incentivos para fijar mayores cuotas energéticas e influir para establecer tarifas de estímulo menores.

En cuanto a Semarnat y Sener, ambas tienen menos influencia.<sup>12</sup> Mientras que la primera tiene como función opinar sobre las tarifas de estímulo, su objetivo es cuidar la sustentabilidad ambiental. Si bien el tema de la sustentabilidad ambiental tiene varios aspectos, para efectos de este trabajo se limita a la explotación de los mantos acuíferos. Puesto que la LEC provoca indirectamente un incremento en la demanda de agua de los acuíferos, Semarnat preferiría que se fijaran las tarifas lo más altas posibles. Por su parte, Sener tiene como función opinar sobre el establecimiento de las cuotas energéticas y su objetivo es la eficiencia energética. Dado que la dicha Secretaría no quiere que se demande más energía eléctrica que la que se haría en la situación de equilibrio o la que existía previamente a la introducción de la LEC, ésta trataría que la cuota energética sea lo menor posible.

De tal manera que, por diferentes motivos, SHCP, Semarnat y Sener tendrían incentivos alineados en minimizar el consumo de energéticos mediante precios de estímulo mayores y cuotas energéticas menores. Por el contrario, dado que Sagarpa pretende maximizar la producción, ésta buscaría el establecimiento de precios menores y cuotas mayores. Debido a que el análisis que se presenta a continuación estudia los incentivos derivados de las cuotas energéticas, se asume que el principal es Sagarpa, al ser la entidad encargada de establecerlos.

---

12 Debe notarse que la entidad que proporciona y cobra el servicio de energía eléctrica es la CFE y que en este trabajo se asume que sus objetivos están alineados a los de la Sener.

Como se indicó anteriormente, los agentes son los productores beneficiarios del PEEC. Por ello, se asume que sus objetivos últimos son maximizar utilidades, lo cual pueden hacer aumentando la producción o, como se verá más adelante, al aprovechar las ventajas informativas que crea la LEC para extraer rentas. En concreto, el diseño de la LEC generaría dos problemas de información que pueden ser aprovechados por los productores. En primer lugar, el de *selección adversa*, ya que para establecer las cuotas, las autoridades deben tomar en cuenta características diferenciadas en los sistemas de producción y regiones del país. En segundo lugar, el de *riesgo moral*, que se origina cuando se establece un compromiso entre el agente y el principal de obtener mejores resultados en la productividad del sector a cambio de las cuotas, pero el principal es incapaz de observar perfectamente el esfuerzo del agente para alcanzar mayor eficiencia productiva y energética.

#### **4.2. Selección adversa (información oculta)**

El problema de selección adversa de la LEC surge debido a que, para asignar las cuotas energéticas, Sagarpa debe tomar en cuenta las características diferenciadas de los sistemas de producción de los beneficiarios. Conocer con certeza tales características es problemático porque los productores son heterogéneos, ya que tienen diferentes tamaños, grados de tecnificación, tipo de organización y se encuentran en regiones geográficas diferentes.

Para el análisis que a continuación se propone, se asume que Sagarpa incrementa su utilidad conforme más unidades  $q$  generen los productores.<sup>13</sup> También, Sagarpa desconoce el costo de producción de los productores, en particular, no sabe el costo marginal  $\theta$  de cada productor. Para fines de simplificación, se asume que el costo marginal para cada productor puede tomar dos valores,  $\bar{\theta}$  y  $\underline{\theta}$ , donde  $\bar{\theta} > \underline{\theta}$ , por lo que un productor con  $\bar{\theta}$  sería ineficiente y otro con  $\underline{\theta}$  sería eficiente.

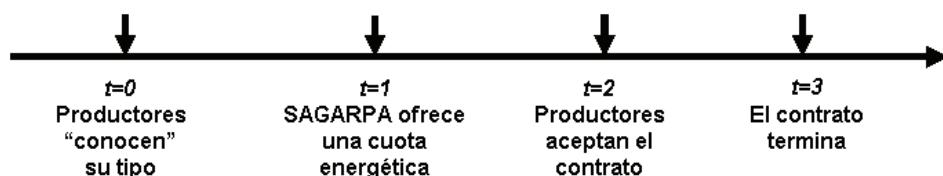
---

<sup>13</sup> En términos formales, se asume que conforme más unidades  $q$  son producidas, la utilidad marginal de la Sagarpa siempre es positiva pero decreciente.

El contrato consta de dos variables puesto que Sagarpa ofrece a un productor una cuota energética  $e$  a cambio de un nivel de producción  $q$ . Sagarpa puede ofrecer una cuota alta,  $ce'$ , y una cuota baja,  $ce''$ , tales que  $ce' > ce''$ ; mientras que  $q'$  y  $q''$  son niveles de producción alcanzables, tales que  $q' > q''$ . Los productores rechazan o aceptan el contrato ofrecido por Sagarpa, la cual verificará su cumplimiento.

En la gráfica 5 se muestra la secuencia contractual. En este caso, se asume que los productores antes de entrar al programa conocen sus costos marginales ( $t = 0$ ), luego Sagarpa les ofrece sus cuotas ( $t = 1$ ), los productores las acepten ( $t = 2$ ) y finaliza el contrato ( $t = 3$ ). Nótese que la fuente de información asimétrica es que, antes de ofrecer el contrato, Sagarpa desconoce los costos marginales de los productores. Para fines de exemplificación, primero se asume que no existe información asimétrica entre Sagarpa y los productores, es decir, el principal no tiene problema para reconocer los costos marginales de los productores, de tal manera que la Sagarpa alcanzará el nivel óptimo de producción cuando los eficientes tienen una mayor producción y los ineficientes logran una menor producción. Lo anterior se deriva de que los niveles de producción eficientes se obtienen al igualar el valor marginal del principal con los costos marginales de los agentes. Así, si suponemos que el valor que recibe Sagarpa por un nivel de producción  $q$  es  $S(q)$  donde  $S' > 0$ ,  $S'' < 0$  y  $S(0) = 0$ , la producción primero-mejor bajo información perfecta está dada por  $S'(q') = \theta$  y  $S''(q'') = \bar{\theta}$ . Nótese que se asume que la producción del productor ineficiente genera un valor positivo para la Sagarpa, por lo que siempre producirá una cantidad positiva. Este supuesto se mantendrá en el desarrollo del presente estudio.

**Gráfica 5**  
*Secuencia contractual con selección adversa*



La gráfica 6 representa el espacio de las cantidades producidas y las cuotas energéticas, ( $q, e$ ). Las líneas rectas son las curvas de indiferencia de los productores, es decir, las combinaciones de cuotas y tarifas en las que la utilidad o satisfacción de cada productor es idéntica.<sup>14</sup> La línea recta continua y más horizontal representa la curva de indiferencia de los productores eficientes con menores costos marginales, mientras que la línea recta discontinua y más vertical es la curva de indiferencia de los productores ineficientes con mayores costos marginales. Hay que observar que, intuitivamente, las curvas de indiferencia de los agentes eficientes son más horizontales porque para un nivel de producción mayor que cero producirán lo mismo que los ineficientes, pero con una cuota energética menor. Además, conforme las curvas de indiferencia se desplazan hacia arriba y a la izquierda, los productores incrementan su nivel de utilidad.

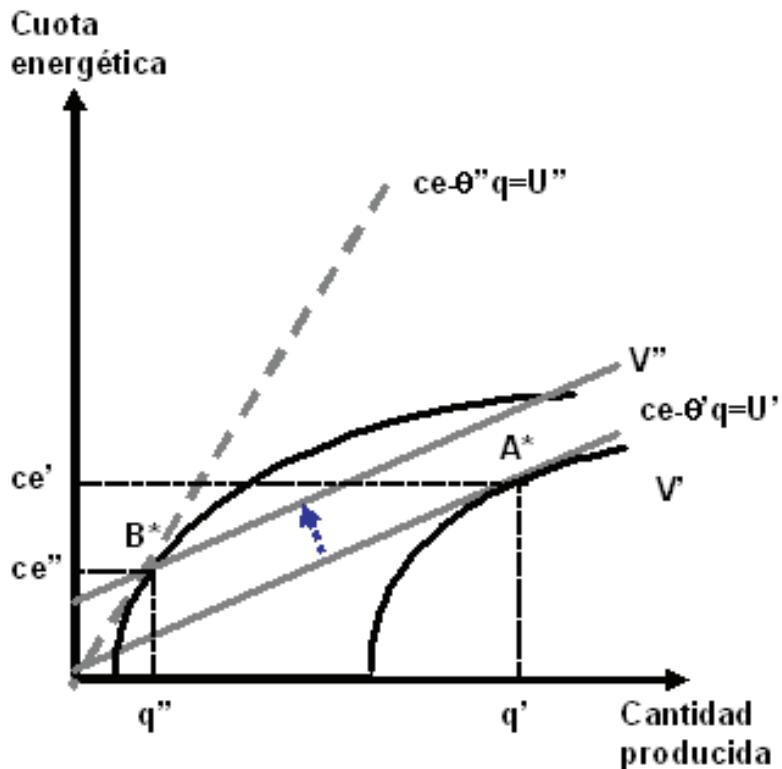
En la gráfica 6 las curvas cóncavas más oscuras son las curvas de isoutilidad de Sagarpa, que representan todas las combinaciones posibles de cuotas y niveles de producción que resultan en una utilidad dada. Sagarpa incrementa su utilidad conforme sus curvas de isoutilidad se encuentren más abajo y a la derecha, ya que obtienen niveles de producción mayores con cuotas energéticas menores, lo que implica que alcanza una mayor utilidad cuando trata con los productores eficientes. Así, cuando Sagarpa tiene información perfecta sobre los productores, los contratos óptimos se alcanzan cuando las curvas de isoutilidad son tangentes a las curvas de indiferencia de los productores, es decir, en el par de puntos  $A^*$  y  $B^*$ . Este resultado es conocido como primero-mejor.

Sin embargo, aunque para el principal lo óptimo es alcanzar los puntos  $A^*$  y  $B^*$ , cuando existe información asimétrica estos son incompatibles en incentivos debido a que los productores eficientes tienen incentivos para obtener una renta al ocultar a Sagarpa sus costos

14 Nótese que se utilizan curvas de indiferencias para los productores cuando se podría pensar que éstos maximizan ganancias más que utilidad. Al respecto, Laffont y Martimort (2002) utilizan un modelo en el que una empresa (el principal) delega a otra empresa (el agente) la producción de  $q$  unidades de un bien. De esta manera, el agente es una empresa que obtiene ganancias, pero que es modelado de tal manera que tiene curvas de indiferencia en el espacio de transferencia y cantidades. Análogamente, en el modelo presentado en este trabajo el productor beneficiario (el agente) tienen curvas de indiferencia en el espacio de cuotas energéticas y producción.

reales. Si un productor eficiente fuera capaz de explotar sus ventajas informativas estaría mejor en el punto  $B^*$  que en el punto  $A^*$ , mediante un desplazamiento de su curva de indiferencia hacia arriba a la izquierda (ver gráfica 6). De esta manera, lo que ocurre es que los productores eficientes imitan a los ineficientes al seleccionar el contrato  $B^*$ , al recibir  $ce''$  a cambio de producir  $q''$ .

**Gráfica 6**  
*Contratos primero-mejores*

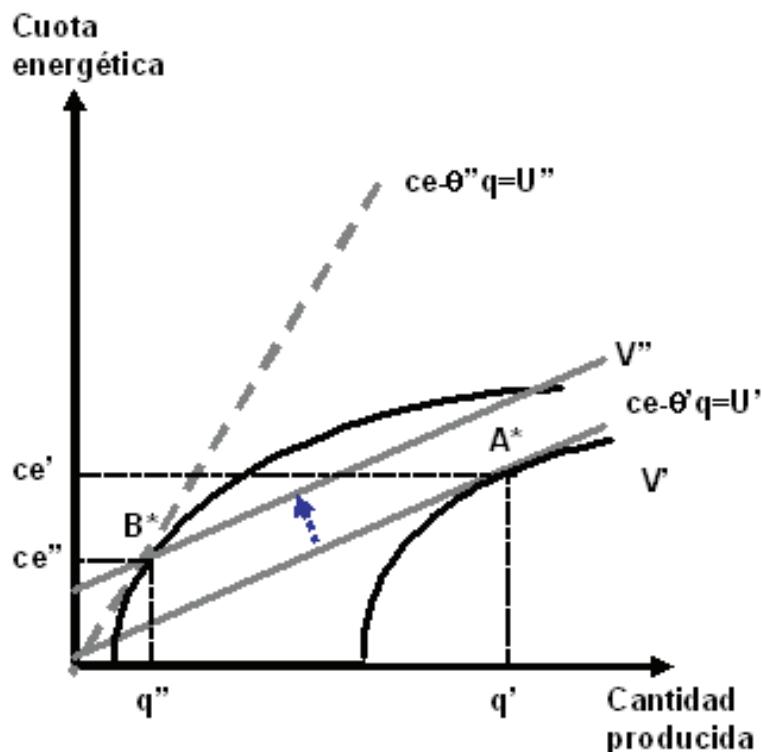


Si Sagarpa quiere que los productores eficientes produzcan más, entonces ofrecería cuotas mayores que compensen las ventajas informáticas de los agentes. Como se señaló en el párrafo anterior, dado el desplazamiento de la curva de indiferencia, el productor eficiente está mejor en  $B^*$  que en  $A^*$ , por lo que para compensarlo por producir  $q'$

, el principal debería darle una cuota acorde al punto  $C$  (ver gráficas 6 y 7). Así, se alcanzan los puntos  $B^*$  y  $C$ , con niveles de producción iguales pero dándole una mayor cuota energética al productor eficiente, de tal manera que es indiferente en ambos puntos.

Pero Sagarpa no insistiría en que el productor ineficiente produzca su nivel eficiente  $q''$ , puesto que puede ponderar entre eficiencia y extracción de rentas. De esta forma, el principal reduciría marginalmente la cantidad de producción  $q''$  -mediante disminuciones en la cuota  $ce''$ - hasta que un decremento adicional tenga mayores costos en términos de eficiencia que la ganancia en reducir la extracción de rentas de los productores eficientes. Los nuevos contratos serían  $A^m$  y  $B^m$ , que son los resultados segundo-mejores (ver gráfica 7).

**Gráfica 7**  
Contratos segundo-mejores



En estos contratos un productor eficiente sigue generando su nivel óptimo  $q'$ , pero a una cuota  $ce'^m > ce'$  derivada de sus ventajas informativas, en tanto que un productor ineficiente produce  $q^m < q''$  a cambio de una cuota  $ce''^m < ce''$  (ver gráfica 7). En términos generales, la reducción de la producción del agente ineficiente se detendrá cuando una disminución adicional tenga un costo de eficiencia mayor a la ganancia obtenida por reducir la renta informativa del agente eficiente (Laffont y Martimort, 2002).

Si recapitulamos, la existencia de ventajas informativas a favor de los productores eficientes hace que tengan incentivos a imitar a los productores ineficientes y producir por debajo de sus niveles primero-mejores. Por su parte, Sagarpa, a fin de hacer que los productores eficientes produzcan en sus niveles óptimos ofrecerá cuotas mayores para compensar las rentas informativas. Si Sagarpa quiere minimizar la extracción de rentas reduciría el nivel de producción de los ineficientes. Hay que notar que en el modelo analizado se obtiene un nivel agregado de producción por debajo del óptimo ( $q' + q'' > q' + q^m$ ), pero en el cual los productores eficientes producen el mismo nivel  $q'$  que en el resultado primero-mejor, pero con una cuota energética mayor, es decir,  $ce'^m > ce'$ , lo que implica que obtienen una renta informativa. Obsérvese que ( $q' + q'' > q' + q^m$ ) también significa que la distorsión en la producción no ocurre para los productores ineficientes, sino para los eficientes.

### 4.3. Riesgo moral (acciones ocultas)

La LEC también genera un problema de riesgo moral: los productores deben efectuar acciones que Sagarpa no puede verificar fácilmente. En específico, para participar en el programa los productores deben comprometerse a mejores resultados en eficiencia productiva y energética (artículo 7, segundo párrafo).

Se asume que cada productor puede ejercer dos niveles de esfuerzo,  $e'$  y  $e''$ , tales que  $e' > e''$ . Realizar cada nivel de esfuerzo implica aumentar el costo conforme el esfuerzo es mayor, mientras que un incremento en el

esfuerzo mejora el nivel de producción. Si un productor decide no ejercer esfuerzo, entonces no incurriría en costo alguno. Además, como en el modelo anterior, los productores reciben de Sagarpa una cuota energética. Así, su utilidad aumenta cuando la cuota recibida es mayor y disminuye si tienen que realizar un mayor esfuerzo.

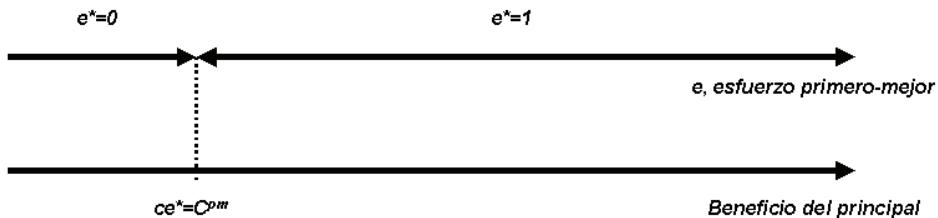
Por su parte Sagarpa debe decidir si va a inducir a los productores a ejercer esfuerzo o no, y asignar entonces la cuota energética correspondiente. En la gráfica 8 se muestra la secuencia contractual con riesgo moral. Hay que observar que el nivel de esfuerzo se ejecuta después de que se ofrece y acepta la cuota energética.

**Gráfica 8**  
*Secuencia contractual con riesgo moral*



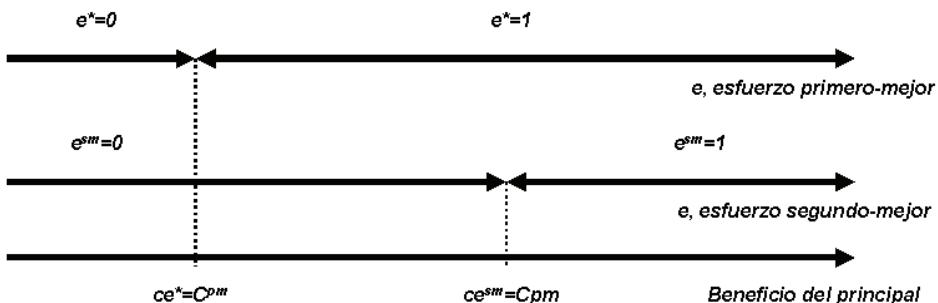
Primero, supóngase que Sagarpa observa el esfuerzo de los productores, de tal manera que detecta cualquier intento de desviación y aplica una sanción. Cuando el esfuerzo es verificable, los productores están completamente asegurados por Sagarpa mediante una cuota energética  $e^*$  que cubre exactamente la desutilidad por el esfuerzo de los productores. También, esta cuota debe ser igual al costo  $C^m$  que el principal debe asumir para lograr que los productores realicen un esfuerzo positivo, que se conoce como costo primero-mejor, es decir,  $e^* = C^m$ . En la gráfica 9 se muestra el resultado con un esfuerzo primero-mejor, en donde el esfuerzo mayor se hace si y solo si el beneficio es mayor o igual al costo primero-mejor.

**Gráfica 9**  
*Nivel de esfuerzo primero-mejor*



En segundo lugar, asumase que hay una restricción de *responsabilidad limitada*.<sup>15</sup> Esta restricción puede significar que, a pesar de detectar una desviación en el esfuerzo esperado por parte de los productores, Sagarpa no es capaz de aplicar plenamente la sanción correspondiente.<sup>16</sup> Dado lo anterior, la manera que tiene la Sagarpa de inducir esfuerzo es dar una renta adicional al productor. Por ejemplo, mediante una mayor cuota energética que la que se otorgaría en caso de que no hubiera responsabilidad limitada. Como se muestra en la gráfica 10, la cuota  $e^{sm}$  o costo segundo-mejor  $C^{sm}$  en que incurre el principal son mayores al costo primero-mejor  $C^{pm}$  que induce un nivel alto de esfuerzo.

**Gráfica 10**  
*Esfuerzos primero-mejor y segundo-mejor con riesgo moral y responsabilidad limitada*



15 Otra forma de abordar el problema de riesgo moral es asumir que los agentes son aversos al riesgo.

16 Por ejemplo, incapacidad de Sagarpa para monitorear con eficiencia a los beneficiarios del programa o presiones de índole política. En los términos del modelo, las transferencias que reciban los productores vía cuotas energéticas siempre serán mayores a la sanción impuesta en valor esperado.

El resultado se resume en que Sagarpa debería proporcionar a los productores una renta adicional. En otras palabras, la interacción entre riesgo moral y responsabilidad limitada hace más costoso inducir esfuerzo. Una forma de interpretar el resultado es que el riesgo moral -con responsabilidad limitada- disminuye el conjunto de beneficios que el principal obtendría, lo que implica que Sagarpa elegiría con menor frecuencia inducir un mayor esfuerzo.

#### 4.4. Extensiones

Los modelos anteriores únicamente pretenden captar interrelaciones básicas del problema.<sup>17</sup> En primer lugar, se asume que Sagarpa -el principal- y los productores -los agentes- son neutrales al riesgo. En este modelo asumir aversión al riesgo para Sagarpa significa que está preocupada por el uso de las cuotas energéticas, lo que toma importancia en la medida que el objetivo de la misma sea incrementar la productividad y competitividad del sector, y no únicamente repartir rentas. Por su parte, los productores serían aversos al riesgo en los resultados de la producción.

En segundo lugar, si bien en este documento se han analizado los problemas de selección adversa y riesgo moral por separado, en la situación creada por la LEC ambos problemas están presentes. En específico, la situación descrita coincide con un caso en el que los productores saben, antes de aceptar y ejecutar el contrato, si son eficientes o ineficientes y después realizan un esfuerzo que implicaría un costo. Es decir, la selección adversa ocurre antes que el riesgo moral. Del modelo con riesgo moral

17 Para desarrollos más completos de modelos de agente-principal, ver por ejemplo Mas-Colell *et al.* (1995) y Laffont y Martimort (2002). Koundouri (2004) presenta una revisión exhaustiva de modelos económicos relacionados con el manejo de agua subterránea, así como de algunos resultados teóricos o considerando diversos supuestos económicos relacionados con funciones de demanda, costos, tipos de tecnologías y usos de suelo. Esta revisión de modelos incluyen aquéllos relacionados con la teoría del control óptimo, programación dinámica y teoría de juegos dinámicos. Scott *et al.* (2011) y Kounduri (2004) discuten el efecto que los arreglos institucionales tienen en los resultados de reformas que consideran al mercado de agua subterránea, ya sea que son tratados independientemente o considerando sus vínculos con el mercado de energía.

sabemos que, cuando el productor es neutral al riesgo y está protegido con responsabilidad limitada, Sagarpa debería ofrecerle cuotas mayores para inducir un mayor esfuerzo. Así, el riesgo moral empeora la situación con selección adversa.

En tercer lugar, los modelos presentados asumen que el contrato se ejecuta una vez, cuando en realidad se trata de relaciones repetidas entre la Sagarpa y los productores. Si a los productores les interesa crear reputación, y el juego se repite infinitamente, los resultados convergerían a los primero-mejores. Por supuesto, lo anterior depende de la existencia o no de mecanismos políticos que les aseguren obtener rentas más allá de los objetivos de eficiencia económica.

## 5. DISCUSIÓN SOBRE LAS PREDICCIONES DEL ANÁLISIS

El análisis de equilibrio parcial predice que un incremento en el costo de la energía implica a su vez un aumento en los costos de extracción del agua, lo que lleva a una disminución en los volúmenes extraídos en dicho recurso. Estos resultados son intuitivos y, cómo se verá más adelante, encuentran soporte en la evidencia empírica.

Por el otro lado, una predicción del análisis de agente-principal es que la existencia de ventajas informativas a favor de los productores eficientes hace que éstos tengan incentivos a imitar a los productores ineficientes. En el caso particular del modelo con riesgo moral, la información asimétrica lleva a los productores a ejercer un menor nivel de esfuerzo, lo que podría traducirse en realizar menos trabajo o no adoptar mejoras tecnológicas. Otra implicación de que los productores eficientes tengan incentivos para producir por debajo de sus niveles primero-mejores es que el gobierno buscará recompensarlos con estímulos, pero al costo de reducir la producción de los productores ineficientes, a fin de minimizar la extracción de rentas. Es decir, el gobierno reduciría marginalmente la cantidad de producción hasta que un decremento adicional tenga mayores costos en términos de eficiencia que la ganancia en reducir la extracción de rentas de los productores eficientes. En términos del modelo con selección

adversa se obtiene un nivel agregado de producción por debajo del óptimo ( $q' + q'' > q' + q^m$ ), siempre con productores que obtienen algún nivel de extracción de rentas.

Que la existencia de subsidios reduzca el nivel de producción o lo ubique por debajo del nivel óptimo puede parecer contra intuitivo. Es más frecuente plantear el problema como una discusión sobre el conflicto entre incrementar la producción agrícola, y con ello estimular el crecimiento, y las presiones sobre el medio ambiente que lo anterior implica. En principio, en este trabajo no se niega categóricamente que puede haber un diseño de subsidios que pueda tener un efecto positivo en la productividad o en el crecimiento. Sin embargo, la manera en que se ha modelado el trabajo implica que los subsidios energéticos de las tarifas en México podrían tener un efecto negativo o mucho menor al esperado y que, en todo caso, generan elevados costos ambientales que deben ser comparados con beneficios de otra índole.

En este sentido, se tiende a dar por hecho o se ofrece evidencia anecdótica que relaciona el crecimiento de la irrigación por agua subterránea en el aumento de la productividad agrícola y los ingresos (Scott y Shah, 2004). No obstante, son pocos los estudios que aíslan el impacto de subsidios en la extracción de agua subterránea y su sobreexplotación para incrementar la producción agrícola, principalmente debido a la carencia de datos.

Relativo a lo anterior, Zhu *et al.* (2007) simulan el efecto de incrementar precios de energéticos en la extracción de agua subterránea en China, Estados Unidos, India y Vietnam. En promedio, encuentran que el agotamiento del agua para irrigación decrece 7.5% si los precios se duplicaran y 9.1% si los precios se triplicaran, en comparación con el escenario base. En cuanto al efecto de dichos incrementos en precios sobre la producción de cereales, reportan que en promedio, respecto al escenario base, la producción disminuye 0.8% si los precios se duplican y 0.94% si se triplican. Estas disminuciones, de acuerdo con los autores, son menores a la magnitud de la variabilidad de la producción interanual causada por la variabilidad climática e hidrológica resultado del estrés hídrico.

Badiani y Jessoe (2013) encuentran que subsidios en electricidad incrementan la extracción de agua subterránea, la elasticidad estimada es de

-0.13 en la India; además de que dichos subsidios incrementan la producción de cultivos intensivos en agua y la probabilidad de sobreexplotación de acuíferos. También indican que una reducción promedio de 10% en el subsidio energético disminuiría el valor de la producción intensiva en agua 3%, lo que se debe principalmente a variaciones en el valor del arroz. Los resultados de los autores también sugieren que los subsidios energéticos tienen un costo ambiental, si se considera que la misma disminución de 10% genera un decremento de 6.7% en la extracción de agua subterránea, es decir, una disminución menos que proporcional.

Por su parte, Pfeiffer y Lin (2014) reportan que un incremento en el precio de la energía disminuiría la extracción de agua para un productor individual de trigo en una zona del estado de Kansas, en Estados Unidos, en particular estiman que la elasticidad de la extracción de agua con respecto al precio de la energía es de -0.26. Es decir, si el precio de la energía se incrementa en US\$ 1, que equivale a 13.6% del valor medio, la extracción anual de agua de un productor individual disminuiría en aproximadamente 3.6 por ciento. En general, sus resultados sugieren que incrementar los precios de la energía afecta las decisiones sobre la selección de cultivos, la asignación de tierras cultivables y la demanda por agua.

Para el caso mexicano, Guevara, Stabridis y Estrada (2007) estiman modelos econométricos de elasticidad de la demanda de agua de: corto (cuando los factores no varían), mediano (cuando se puede modificar el tipo de cultivo pero no la tecnología de riego) y largo (cuando se puede varían la tecnología, como pasar del riego de canal a la aspersión o al goteo) plazo.<sup>18</sup> Los valores que obtienen son -0.115, -0.123 y -0.181, respectivamente. Que el efecto sea mayor en el largo plazo que en el mediano sugiere que en México la tecnología de riego es una variable de mayor peso en la variación de la elasticidad que la sustitución de cultivos. Por su parte, Ávila *et al.* (2008) estiman una elasticidad precio de -0.358, mientras que la elasticidad de largo plazo (cuando varían el tipo de cultivo y la tecnología de riego) es de -0.408.<sup>19</sup>

18 Los factores que controlan Guevara, Stabridis y Estrada (2007) son: tipo de cultivo, número de usuarios de la unidad de riego, superficie dominada de cultivo, tecnología de riego, distancia a localidades de 10 000 habitantes y región de pertenencia de los productores.

19 Las variables por las que controlan Ávila *et al.* (2008) son: temperatura, índice de marginación del Consejo Nacional de Población, volumen concesionado de agua subterránea, superficie

Guevara, Stabridis y Estrada (2007) también observan que las elasticidades varían de acuerdo con tamaño de los predios irrigados. Así, las elasticidades de corto, mediano y largo plazo no son significativas para los pequeños productores; mientras que los efectos mayores son siempre para los grandes productores. Los autores concluyen que un aumento generalizado del precio no sería tan efectivo para combatir la sobreexplotación, como un aumento diferenciado por tipo de productor. Además, estiman que en 82% de los acuíferos sobreexplotados se lograría el balance hídrico si se aumentara el precio 322 por ciento.

Ávila *et al.* (2008) estiman el efecto de un incremento de 100% en el precio del agua sobre la adopción de tecnologías más eficientes. Encuentran un efecto significativo, que es mayor en la reducción en el uso del riego rodado, que es la tecnología más ineficiente.

En términos generales, la evidencia empírica muestra varios hallazgos consistentes con las predicciones de los modelos presentados. En primer lugar, un aumento en los precios de los energéticos, que indirectamente incrementa el precio del agua, provoca una disminución en la extracción de agua subterránea. En segundo lugar, si bien el aumento en los precios lleva a una disminución de la producción total, es menos que proporcional que la disminución en la extracción de agua, lo que sería indicativo de que los subsidios tendrían un costo ambiental y que distorsionan la toma de decisiones hacia la selección de cultivos y tecnologías intensivas en agua. En tercer lugar, y acorde con lo anterior, el aumento en los precios de la energía lleva a modificar diversas decisiones relacionadas con la producción, como el tipo de cultivos, la tecnología de riego, la extensión de la superficie cultivable; lo que impactaría tanto la demanda por agua como la productividad.

---

agrícola, número de usuarios, tecnología de riego, tipo de cultivo, distancia a localidades de 10 000 habitantes y precipitación pluvial.

## 6. PROPUESTAS DE REFORMA

Las propuestas de reforma que aquí se presentan buscan desacoplar las tarifas de estímulo 9CU y 9N a la extracción de agua de los acuíferos, pero con la aceptación de que no es políticamente factible derogar la LEC en el mediano o corto plazo. Si bien derogarla eliminaría los incentivos que propician mayor demanda de energía eléctrica y sobreexplotación de los acuíferos, además de dejar de incurrir en un costo fiscal que financia un uso ineficiente de recursos e implica un costo de oportunidad, para hacerlo se necesitaría formar una coalición que sea capaz de pasar la propuesta en ambas cámaras del Congreso de la Unión. Sin embargo, debe recordarse que la LEC fue aprobada con amplios consensos y que únicamente ha sido reformada en una ocasión desde su entrada en vigor. Por lo anterior, es preferible explorar otras opciones legislativas que permitieran a las autoridades mejorar el esquema actual, pero sin desaparecerlo por completo.

Se proponen tres opciones de reforma que reducirían los costos sociales relacionados con la LEC: 1) permitir que la SHCP fije las cuotas energéticas y tarifas de estímulo no lineales, 2) subastar las cuotas energéticas y 3) permitir la opción de que los estímulos se otorguen en efectivo.

### 6. 1. Permitir a la SHCP fijar las cuotas energéticas y tarifas de estímulo no lineales

Como se señaló antes, al menos teóricamente la Sagarpa no podría o querría identificar las características de los productores beneficiarios. Sería factible no poder, ya que no lograrlo es justamente el juego de los productores, que -como se analizó previamente- tienen incentivos a no esforzarse e imitar a los productores menos eficientes. Por el otro lado, podría no querer, dado que sus incentivos no necesariamente están alineados a emplear los recursos fiscales en sus usos más eficientes, sino en incrementar -en el mejor de los casos- los niveles de producción observados o -en el peor- simplemente a repartir rentas económicas entre los agentes a los que se supone debe apoyar o regular.

En este sentido, la idea de facultar a la SHCP para fijar tanto las cuotas energéticas como tarifas de estímulo no lineales parte del supuesto de que dicha instancia no está tan interesada en proteger el medio ambiente -finalmente no tiene ninguna obligación normativa al respecto- como en disminuir el costo fiscal del PEEC, lo que indirectamente beneficiaría la sostenibilidad ambiental. Para lo anterior se propone reforzar la posición de la misma SHCP y permitir a la Semarnat participar en el proceso de asignación de las cuotas energéticas, así como incluir explícitamente en la LEC, mediante una reforma al artículo 5º, que las tarifas de estímulo impulsarán -además de la productividad- la eficiencia energética y la sustentabilidad ambiental.

Otro cambio importante es que la SHCP pueda fijar tarifas no lineales sobre las cuotas. La idea es que dicha instancia actúe como un monopolista discriminador de precios y cobra tarifas que variarían de acuerdo con la cuota energética ofrecida. La posibilidad de que la SHCP pueda ofrecer distintas combinaciones de tarifas de estímulo y cuotas energéticas induciría a los beneficiarios a elegir las combinaciones que mejor se ajusten a ellos, de tal manera que se autoseleccionarían y revelarían sus disposiciones a pagar. Así, la Secretaría en cuestión extraería los excedentes de los productores. Cabe hacer notar que esta propuesta es similar a la de Guevara, Stabridis y Estrada (2007) en la que la tarifa es escalonada y se incrementa conforme los usuarios consumen mayores volúmenes de energía, ya que se esperaría que estos tuvieran mayor capacidad para adoptar tecnologías menos intensivas en agua. Por supuesto, otra opción es establecer una tarifa en dos partes con un cargo fijo en el primer tramo.

Esta propuesta tiene varios inconvenientes de factibilidad. En primer lugar, en la práctica no se puede garantizar que la SHCP pueda técnicamente discriminar adecuada o aceptablemente entre tipos de productores<sup>20</sup>. En segundo, gran parte de la decisión de asignación de

20 Un dictaminador señaló correctamente que la SHCP simplemente necesitaría conocer el volumen de consumo para discriminar. Sin embargo, debe notarse que una opción de discriminación basada en la identidad del productor, que guarda relación con el problema de información discutido en este trabajo, consistiría en hacerlo por nivel de productividad (costos marginales) -que no conoce el principal- y no por el volumen de consumo. Si bien empíricamente podría haber una relación positiva entre productividad y volumen consumido, ello no tiene que ser

cuotas todavía queda centralizada en el proceso administrativo de una entidad gubernamental, lo que deja abierta la posibilidad de que grupos de interés se coordinen para buscar formas de seguir extrayendo rentas.<sup>21</sup> En tercer lugar, no se puede descartar que los actores involucrados argumenten dificultades legales para implantar el esquema propuesto.

Lo anterior impediría eliminar por completo el problema de selección adversa, debido a que, para que el esquema funcione mejor, es necesario que la SHCP pueda establecer la mayor cantidad de precios de estímulo posibles, aunque los grupos de interés presionarían para que se fijaran muy pocos niveles de precios. De esta manera, un resultado posible sería tener únicamente dos precios para adquirir las diferentes cuotas ofrecidas, en un esquema prácticamente idéntico al ahora vigente.

## 6.2. Subastar las cuotas energéticas

La segunda propuesta consiste en permitir subastar las cuotas energéticas, a fin de obtener información sobre el costo de oportunidad de los productores. Las ventajas de esta propuesta es que, al obligar a los productores a revelar sus costos de oportunidad, se elimina el problema de selección adversa y el gobierno capture el excedente de los productores.

Dado que los productores terminarían pagando cantidades de dinero mayores por las cuotas energéticas, las demandas por energía y agua subterránea claramente disminuirían. Incluso, puesto que las subastas implican que los productores deben competir por las cuotas energéticas, podría ser el caso que algunos de ellos dejen de participar, lo que disminuye

---

cierto en todos los casos. Es posible que un productor más productivo genere más producción con un mejor consumo de energía (y agua) que otro menos productivo pero más grande.

21 En este sentido, la única reforma que ha tenido la LEC consistió en adicionar un segundo párrafo al artículo 9o, a fin de establecer que: “*La asignación de la cuota energética será pública, para lo cual al inicio de cada ciclo productivo se publicará en Internet el listado de los beneficiarios de la misma, así como el de las solicitudes desechadas y estará a disposición de los usuarios en las delegaciones y subdelegaciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*”( LEC, 2002: 3). Es decir, si bien el procedimiento sigue altamente centralizado, la reforma tuvo el objetivo de traer más transparencia el procedimiento de asignación.

el estrés sobre los acuíferos. Además, en la medida en que las subastas sean diseñadas con transparencia, se minimiza el riesgo de captura por parte de grupos de interés.

Si bien las subastas son un mecanismo ampliamente utilizado para asignar bienes y servicios a los agentes que más los valoran, puede haber una duda natural si estos pueden ser utilizados para alcanzar fines ambientales o la eficiencia en procesos productivos intensivos en recursos naturales. En este sentido, Cason y Gangadharan (2004) y Schilizzi y Latacz-Lohmann (2007) dan cuenta que diversas agencias ambientales han utilizado subastas para proveer incentivos para la conservación natural en tierras de propiedad privada. Por ejemplo, en Estados Unidos se ha instrumentado este tipo de mecanismos para cumplir con un abanico amplio de objetivos ambientales, como los relacionados con vida silvestre, calidad del agua, erosión, beneficios imperecederos, calidad del aire y conservación de áreas prioritarias. Por su parte, en Australia el mecanismo de subastas se ha empleado en áreas tales como salinidad, control, control de nutrientes y conservación de vegetación existente, donde el cambio de uso de suelo es necesario para alcanzar el objetivo ambiental. Normalmente, el mecanismo específico que se utiliza son las denominadas subastas inversas (*reverse auctions*), que consiste en asignar el proyecto de conservación o de servicios ambientales a los que están dispuestos a obtener el contrato a cambio del menor pago o subsidio (Cason y Gangadharan, 2004).

Por supuesto, la factibilidad de esta propuesta puede enfrentar obstáculos. En el caso concreto que se analiza se debe tomar en cuenta que implicaría la desaparición de las tarifas de estímulo 9CU y 9N, lo que sin duda generaría fuertes resistencias por parte de los grupos de interés involucrados. Además, se podría argumentar que un esquema de subastas sería muy difícil de aplicar. Como señalan Muñoz *et al.* (2008), una propuesta similar se hizo para el Programa de pago por servicios ambientales hidrológicos, pero una entidad gubernamental rechazó la propuesta por considerar que podría confundir a los actores.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Klemperer (2003) señala que el diseño de subasta debe tomar en cuenta el ambiente en el que se pretende intervenir. Por un lado, ello puede implicar que el proponente identifique incorrectamente dos situaciones muy diferentes como iguales o muy parecidas, de tal manera

### 6.3. Entregar subsidios sustitutos en efectivo

La tercera propuesta es otorgar apoyos en efectivo a los beneficiarios del PEEC, en alguna modalidad o combinación de modalidades que han propuesto Ávila *et al.* (2005) y Guevara, Stabridis y Estrada (2007).

El atractivo es que los productores tendrían la opción de utilizar los recursos en lo que, a su juicio, serían los usos más eficientes y reducir las distorsiones vía cuotas energéticas y tarifas de estímulos. Además, daría incentivos para que los beneficiarios produjeran cultivos menos intensivos en agua.

Sin embargo, como señalan Ávila *et al.* (2005) y Guevara, Stabridis y Estrada (2007), el problema de una propuesta de estas características es que se enfrentaría la resistencia de grupos que defenderían el *estatus quo*, por lo que sería necesario establecer un diseño que, si bien no eliminaría la resistencia, la minimizaría.

En primer lugar, el esquema sería voluntario, de tal manera que los productores decidirían entre recibir la cuota energética o un subsidio sustituto en efectivo con base en el consumo promedio de un número de años previos de cuando recibió la última cuota energética.<sup>23</sup> De esta manera, no se afectarían severamente los ingresos de los beneficiarios y facilitaría la adaptación gradual a los beneficios del nuevo esquema, lo que aumentaría la factibilidad de la propuesta al reducir las presiones de los productores más grandes e influyentes. También, puesto que el otorgamiento del subsidio sustituto se basaría en recibos de consumos anteriores, ayudaría a transparentar el proceso.

En segundo lugar, se establecería que, como en el caso de las cuotas energéticas, el subsidio sustituto también sería parte accesoria de la tierra. De esta forma, se reducirían las resistencias de los actuales beneficiarios y

---

que simplemente traslade el diseño de una subasta que funcionó en circunstancias específicas a una situación en las que dichas características no se repiten. Por otro lado, el proponente también debe ser cuidadoso al reconocer que una política que le puede parecer idéntica a una que ya funcionó, puede no parecerle a los funcionarios o políticos encargados de tomar la decisión.

23 Esta propuesta de consumo histórico proviene de Ávila *et al.* (2005) y Guevara, Stabridis y Estrada. (2007). En específico, propusieron tomar en cuenta el promedio de los dos años previos de cuando recibió la última cuota energética

se facilitaría la adhesión al nuevo esquema, ya que, al incorporar el valor del subsidio al valor de la tierra, los productores podrían obtener un beneficio adicional ante la posibilidad de transmitir el uso o posesión de la propiedad.

En tercer lugar, se otorgaría un subsidio excedente. Si bien en el proyecto de decreto no se especifica, en la práctica los beneficiarios que recibirían el excedente podrían ser aquéllos que tengan una concesión de explotación de acuíferos y/o adquieran tecnologías ahorradoras de agua y energía. Ello incrementaría la probabilidad de que los productores con concesiones acepten el subsidio en efectivo y desacoplen la extracción que realizan de agua subterránea del volumen de las cuotas energéticas.<sup>24</sup> Además, reforzar lo anterior con equipamiento más eficiente tiene el atractivo de que se lograría que los productores inviertiera para lograr los mismos niveles de producción pero con menos agua y energía, además de que a largo plazo los costos del gobierno podrían disminuir, ya que el financiamiento de los equipos acabaría cuando se termine de pagar o no exista una mejor tecnología (Guevara, Stabridis y Estrada 2007: 45). Otro aspecto que hay que considerar a favor es que en las zonas de mayor escasez hídrica la necesidad de buscar alternativas para tener acceso al recurso natural es mayor (Aguilar y Canizales, 2008: 18).

A este respecto, en 2011 la Sagarpa instrumentó un proyecto piloto denominado *Proyecto transversal de recuperación de mantos acuíferos* (PTRMA), el cual consistió en que los productores beneficiarios del PEEC que se abastecían de 13 mantos acuíferos de seis estados definidos por la Comisión Nacional del Agua (Conagua), recibirían un apoyo que se debería usar para la “tecnificación del riego”, entendida como: realización de acciones para elevar la eficiencia en el uso del agua, rehabilitación de pozos, estructuras de medición y control y conceptos que mejoren la eficiencia del riego. Los productores que aceptaran el apoyo del PTRMA -que se calcularía con base en el consumo histórico, se entregaría anualmente hasta por cinco años y sujeto a condiciones a partir del segundo año- debían renunciar a los beneficios del PEEC (Sagarpa, 2011).

24 No se considera conveniente establecer que el monto del subsidio adicional será superior en los casos en los que la concesión corresponda a acuíferos sobreexplotados, pues podría generar incentivos perversos.

En el cuadro 1 se presentan las similitudes y diferencias con base en cinco características que se consideran relevantes en el diseño de la propuesta de subsidio sustituto en efectivo presentada en este trabajo y el PMTRA, mismas que son comentadas.

**Cuadro 1**  
*Comparativo de características de diseño de la propuesta de subsidio sustituto  
en efectivo y el PMTRA*

<i>Característica  de diseño</i>	<i>Propuesta  de subsidios  sustituto en  efectivo</i>	<i>PMTRA</i>	<i>Comentarios</i>
<i>Similitudes</i>			
Participación voluntaria	Sí	Sí.	Se minimiza el conflicto, ya que participarían solo aquéllos que la ganancia por salir del PEEC es superior a los beneficios que obtienen.
Apoyo basado en consumo histórico	Sí	Sí.	No se afectarían severamente los ingresos de los productores participantes y transparentaría el proceso.
<i>Diferencias</i>			
Uso del subsidio	El subsidio es en efectivo, no sujeto a condiciones de uso	Debe destinarse a la “tecnificación del riego”	La racionalidad de dar dinero en efectivo es que el beneficiario, óptimamente, asigne los recursos a la mejora tecnológica y “todo lo demás”. El riesgo de destinar todo a tecnología es que se invierta de manera ineficiente en ese ello.
Subsidio excedente	Sí. Excedente podría otorgarse a los productores que tengan una concesión de explotación de acuíferos y/o adquieran tecnologías ahorradoras de agua y energía.	No	La idea del subsidio excedente es incrementar la probabilidad de que los productores con concesiones acepten el subsidio en efectivo y desacoplen la extracción que realizan de agua subterránea del volumen de las cuotas energéticas.

Subsidio como parte accesoria de la tierra	Sí.	No.	De acuerdo con la LEC la cuota energética es parte accesoria de la tierra. La idea es asemejar lo más posible el subsidio a la cuota energética y aumentar la probabilidad de los productores de aceptar el subsidio en efectivo.
--	-----	-----	---

**Fuente:** Elaboración propia con base en Sagarpa (2011).

Cabe notar que esta propuesta -ya sea que se instrumente en los términos aquí presentados o según el diseño del PMTRA,<sup>25</sup> o una combinación de ambas- es complementaria a las dos anteriores. Es más, una combinación de la propuesta de subsidios en efectivo con alguna de las otras dos podrían reforzar los incentivos que se desean establecer. No obstante, hay que considerar que lo anterior incrementaría las resistencias para reformar la LEC, puesto que las anteriores implican una mayor pérdida neta para los beneficiarios actuales. Ello es debido a que el subsidio en efectivo es una transferencia *lump-sum* que en principio es Pareto-eficiente puesto que manda la señal de escasez del recurso natural, lo que genera un beneficio social, pero mantiene el mismo nivel de bienestar a los productores participantes.<sup>26</sup> Por su parte, las propuestas de tarifas no lineales y de subastas de cuotas energéticas no tienen esta características, ya que envían directamente al productor la señal de escasez vía precios, sin que exista un mecanismo de compensación.

25 Al momento de concluir este trabajo no se encontró evidencia de que el PMTRA siguiera en funcionamiento. De hecho, no fue posible confirmar que el proyecto tuviera recursos presupuestales después de 2012.

26 Si se supone que el subsidio en efectivo lleve al productor beneficiario a su misma curva de indiferencia. Otra posibilidad es que el subsidio le permita al productor obtener su misma “cesta de bienes”, lo que significa que no necesariamente alcanzaría el mismo nivel de bienestar. Hay que observar que esta interpretación, en la que el “productor beneficiario” enfrenta curvas de indiferencia y rectas presupuestarias, es consistente con el modelo de selección adversa de la sección 4.2., en la que los “productores beneficiarios”, en tanto agentes, tienen curvas de indiferencia.

## 7. COMENTARIOS FINALES

Mediante el análisis de equilibrio parcial y de agente-principal en este trabajo se argumenta que la aprobación de la LEC -junto con las disposiciones ya existentes de la LAN y la LFD- aumentó la demanda de energía eléctrica y la explotación de recursos acuíferos por encima de la situación previa, además de que su diseño crea problemas de riesgo moral y selección adversa que exacerbaban el uso ineficiente de los recursos involucrados.

Por lo anterior se hacen tres propuestas de reforma: 1) permitir que la SHCP sea la encargada de fijar las cuotas energéticas y que pueda establecer tarifas de estímulo no lineales; 2) subastar las cuotas energéticas en lugar de ofrecerlas a tarifas de estímulo y 3) ofrecer un subsidio sustituto voluntario en lugar de las cuotas energéticas. Las dos primeras propuestas son sustitutas en cuanto a que ambas implican modificar el mecanismo de precios de la LEC. La tercera propuesta, que puede ser instrumentada independiente de las otras dos, significa sustituir los beneficios otorgados en volúmenes de energía eléctrica por dinero en efectivo, con la intención de mantener el mismo nivel de bienestar para el productor pero mandando las señales de escasez del insumo vía precios.

Por supuesto, no se desconoce los problemas de viabilidad política de las propuestas. Desde el punto de vista de la literatura sobre la búsqueda de rentas,<sup>27</sup> lo que la LEC creó fue un privilegio de mercado a ciertas participantes en el mercado, lo que –como quedó manifestado en el análisis precedente– redujo la eficiencia económica y la capacidad de la economía de generar riqueza. En este sentido, la resistencia al cambio tiene su origen en que los productores se ven beneficiados con rentas extraordinarias que no existirían si no estuvieran inscritos en el PEEC, mientras que cualquier reforma basada primordialmente en enviar señales de escasez mediante precios les generaría una pérdida de excedente. De esta manera, los agentes económicos tratarán de obtener y mantener los beneficios obtenidos por extraer rentas y de influir en el proceso político.

---

27 Ver Rivero (2012) para una discusión en el contexto del uso de los recursos naturales.

En este sentido, si se considera que la factibilidad de instrumentación de las propuestas está en relación inversa con la pérdida de rentas económicas de los grupos beneficiarios del esquema LEC-LAN-LFD, entonces la propuesta de subastar las cuotas energéticas sería la menos viable, seguida de alguna aplicación imperfecta del sistema de tarifas de estímulo no lineales. Por su parte, los subsidios sustitutos en efectivo, dado que están pensados para ser Pareto-eficientes, tendrían mayor viabilidad, pero verían complicada su aceptación en la medida que se combinaran con alguna de las propuestas anteriores, ya que éstas mandan las señales de escasez a los productores vías precios, pero sin contar con un mecanismo de compensación. En sentido contrario, se podría pensar que las tarifas de estímulo no lineales y las subastas de cuotas energéticas podrían enfrentar menos resistencia si incluyen un subsidio sustituto en efectivo o con propósito específico, como el que contempló el PMTRA mencionado en la sección 5.3.

En relación con lo anterior, las características de los agentes beneficiados podrían afectar la viabilidad política de reformar. Por ejemplo, Potters y Sloof (1996) hacen un recuento de la evidencia empírica y dan cuenta de que, bajo ciertas condiciones, el número y tamaño relativo de los participantes en un grupo de interés incide en su efectividad para influir en el proceso de las políticas públicas. Como ya se comentó, de acuerdo con Guevara, Stabridis y Estrada (2007) y Ávila, Guevara y Múñoz (2008) los beneficiarios más importantes del PEEC son pocos y relativamente grandes, lo que podría facilitar la coordinación para mantener sus privilegios.

De igual manera, una posible crítica al enfoque de las propuestas presentadas es que descansan demasiado en la relación o nexo del agua y la energía meramente como insumos para la producción, sin que se consideren explícitamente las instituciones y el proceso de toma de decisiones (Scott *et al.*, 2011). Para una perspectiva de este tipo, la instrumentación de una política requeriría el diseño de instituciones cuya escala pueda lidiar con los retos del problema, como lo serían la verificación regulatoria, la transparencia o la mitigación de riesgos. Al respecto, si bien las propuestas se basan principalmente en solucionar o minimizar el problema mediante el uso de mecanismos de precios o de transferencias, se considera que

dichas propuestas surgen de haberse efectuado previamente un análisis, si se quiere de incentivos o de economía política, de la interrelación entre el regulado y el regulador. Así, ante la identificación de un problema de manejo de recursos naturales que, al menos en parte, se origina por un diseño institucional inadecuado, se proponen medidas de solución.

Para finalizar, hay que considerar una limitación ineludible si el enfoque de acción propuesto pasa por modificar la LEC: reformar textos legales no implica automáticamente solucionar los problemas del mundo real. Si bien es cierto que las normas jurídicas crean restricciones en la manera en que los involucrados interactúan, se debe aceptar que difícilmente eliminan los conflictos de interés y que tienen capacidad limitada para modificar la influencia relativa de los actores involucrados. En todo caso, a lo que se aspira con las propuestas presentadas es mejorar las reglas del juego, para facilitar que las decisiones que se tomen maximicen el bienestar social.

## REFERENCIAS

- Aguilar Chávez, A.M. y R. Canizales Pérez. 2008. “La demanda de transmisión de derechos de agua en México: Un análisis descriptivo para el periodo 2001-2006”, *Gaceta de Administración del Agua*, II (1), Edición especial, 35 pp.
- Ávila, S., C. Muñoz Piña, L. Jaramillo y A. Martínez. 2005. “Un análisis del subsidio a la tarifa 09”, *Gaceta Ecológica*, 74: 65-76.
- Ávila, S., A. Guevara y C. Muñoz Piña (2008), “Cómo evitar el agotamiento de los acuíferos en México: análisis del desacoplamiento del subsidio a la tarifa eléctrica de bombeo agrícola”, en H. Guerrero García Rojas, A. Yúnez Naude y J. Medellín Azuara (coords.), *El agua en México: implicaciones de las políticas de intervención en el sector*, Fondo de Cultura Económica, México, pp. 115-134.
- Badiani, R. y K. Jessoe. 2013. The impact of electricity subsidies on groundwater extraction and agricultural production, Working paper, University of California at Davis, <http://economics.ucdavis.edu/events/papers/Jessoe51.pdf>.

- Cason, T.N. y L. Gangadharan. 2004. “Auction design for voluntary conservation programs”, *American Journal of Agricultural Economics*, 86(5): 1211-1217.
- Conagua. 2011. *Estadísticas del agua en México*, Semarnat, México, 181 pp.
- Conagua. 2013. *Estadísticas del agua en México, edición 2012*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F., 133 pp.
- Conagua. 2014. *Estadísticas del agua en México, edición 2013*, Semarnat, México, 239 pp.
- Guevara, A., O. Stabridis y G. Estrada. 2007. *Políticas y gasto público federal en energía eléctrica para el bombeo hidráulico en la agricultura*, estudio para el Banco Interamericano de Desarrollo (reporte final), 53 pp. (mimeo)
- Klemperer, Paul. 2003. “Using and abusing economic theory”, *Journal of the European Economic Association*, 1: 272–300.
- Koundouri, P. 2004. Current issues in the economics of groundwater resource management, *Journal of Economic Surveys*, 18 (5), 703-740.
- Laffont, J.-J. y D. Martimort. 2002. *The Theory of Incentives. The Principal-Agent Model*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 421 pp.
- Ley de Aguas Nacionales. 1992. Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, texto vigente desde el 2 de diciembre de 1992. Última reforma: 11 de agosto de 2014.
- Ley de Energía para el Campo. 2002. Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, texto vigente desde el 31 de diciembre de 2002. Última reforma: 28 de diciembre de 2012.
- Ley Federal de Derechos. 1982. Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, texto vigente desde el 1° de enero de 1982. Última reforma: 11 de agosto de 2014.
- Mas-Colell, A., M.D. Whinston y J.R. Green. 1995. *Microeconomic Theory*, Oxford University Press, New York, New York, 981 pp.
- Muñoz-Piña, C., A. Guevara, J. M. Torres y J. Braña. 2008. “Paying for the hydrological services of Mexico’s forests: Analysis, negotiations and results”, *Ecological Economics*, 65 (4): 725-736.

- Olavarrieta Carmona, M.V., C.J.W. Thorpe y J.A. Saiz Hernández. 2010. “Beneficios de la cuota energética. Estudio de caso de la costa de Hermosillo, Sonora, México, 2006-2007”, *Región y Sociedad*, XXII (47): 145-164.
- Pfeiffer, L. y C.-Y. Cynthia Lin. 2014. “The effects of energy price on agricultural groundwater extraction from the high plains aquifer”, *American Journal of Agricultural Economics*, pp. 1-14. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1517&context=usdeptcommercepub>
- Potters, J. and R. Sloof. 1996. Interest groups. “A survey of empirical models that try to assess their influence”, *European Journal of Political Economy*, 12 (3), 403-442.
- Rivero Cob, E. 2012. “Problemas de agencia y búsqueda de rentas en el Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos de México”, *Revista de Economía*, XXIX (79): 33-70.
- y H. García Romero. 2011. “Instrumentos económicos y de política pública para la asignación de agua subterránea para uso agrícola en México”, *Revista de Economía*, XXVIII (76): 41-80.
- Schilizzi, S. y U. Latacz-Lohmann. 2007. “Assessing the performance of conservation auctions: An experimental study”, *Land Economics*, 83 (4): 497–515.
- Schoengold, K. y D. Zilberman. 2007. “The economics of water, irrigation and development”, en R. Evenson y P. Pingali (comps.), *Handbook of Agricultural Economics*, 3: 2940-2966.
- Scoot, C.A., S.A. Pierce, M.J. Pasqualetti, A.L. Jones, B.E. Montz y J.H. Hoover (2011), Policy and institutional dimensions of the water-energy nexus, *Energy Policy*, 39: 6622-6630.
- Scott, C.A. y T. Shah. 2004. Groundwater overdraft reduction through agricultural energy policy: Insights from India and Mexico, *International Journal of Water Resources Development*, 20(4): 149–164.
- Sagarpa.2011. Lineamientos específicos de operación para el acceso al proyecto transversal de recuperación de mantos acuíferos, Diario Oficial de la Federación, 26 de julio.

- Zhu, T., C. Ringler y X. Cai. 2007. Energy price and groundwater extraction for agriculture: Exploring the energy- waterfood nexus at the global and basin levels, 15 pp. [http://www.iwmi.cgiar.org/EWMA/files/papers/Energyprice\\_GW.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/EWMA/files/papers/Energyprice_GW.pdf).
- Zilberman, D., T. Sproul, D. Rajagopal, S. Sexton y P. Hellegers. 2008. Rising energy prices and the economics of water in agriculture, *Water Policy*, 10(1): 11-21.