



# Asimetrías en la extracción de agua subterránea: La tragedia de los comunes revisada

Carlos J. Ponce, PhD en Economía, University of California, Los Ángeles. Académico Facultad de Economía y Negocios, UAH  
y Eugenio S. A. Bobenrieth, Ph.D. Agricultural and Resource Economics, University of California, Berkeley. Director Magister en Economía, Facultad de Economía y Negocios, UAH.

## Objetivo

Esta nota analiza la **tragedia de los comunes** asociada al uso del agua subterránea proveniente de un mismo acuífero -o de acuíferos que están conectados- por parte de múltiples agricultores. Con base en un documento de trabajo elaborado por los autores, se explora **cómo las asimetrías entre los usuarios pueden conducir a interpretaciones erróneas y a decisiones de política pública inadecuadas.**<sup>1</sup>

## La tragedia

El término tragedia de los comunes se refiere a una situación en la que varias personas utilizan un recurso compartido —como el agua, los pastizales, los peces o el aire—, pero cada una de ellas actúa de manera

independiente y racional buscando maximizar su beneficio individual. Al hacerlo, no internalizan cómo el deterioro del recurso causado por sus propias acciones afecta a los demás usuarios. El resultado colectivo es la sobreexplotación o el rápido deterioro del recurso, en perjuicio de todos los involucrados.

La idea fue introducida en 1968 por Garrett Hardin.<sup>2</sup> En su artículo seminal, el autor presenta como ejemplo un pastizal de libre acceso en el que cada ganadero lleva a pastar su propio rebaño. Al actuar de manera independiente y maximizar su propio bienestar individual, el número de animales que cada uno introduce en el pastizal excede el nivel socialmente óptimo y, de ese modo, surge la tragedia: en un mundo de recursos finitos, el resultado colectivo es la degradación del recurso y el rápido agotamiento del pastizal.





En el caso del agua subterránea, la tragedia de los comunes se manifiesta cuando múltiples agricultores extraen, al menos parcialmente, agua de una misma fuente—como un acuífero— de manera descoordinada y sin límites claramente definidos. Cada agricultor busca maximizar su propio beneficio aprovechando la mayor cantidad de agua posible, sin considerar que la disminución del nivel freático puede provocar el agotamiento o el secado de los pozos.

El escepticismo respecto de la posibilidad de una cooperación espontánea y voluntaria entre los usuarios para lograr un manejo eficiente del recurso llevó históricamente a la intervención centralizada de los órganos gubernamentales. El abanico de instrumentos que ofrece la ciencia económica para corregir este problema es amplio y abarca desde la creación de derechos de propiedad—como los mercados de agua implementados en Chile, Australia y algunos estados de Estados Unidos— hasta la regulación estatal mediante prioridades de uso, la gestión comunitaria y la aplicación de impuestos.

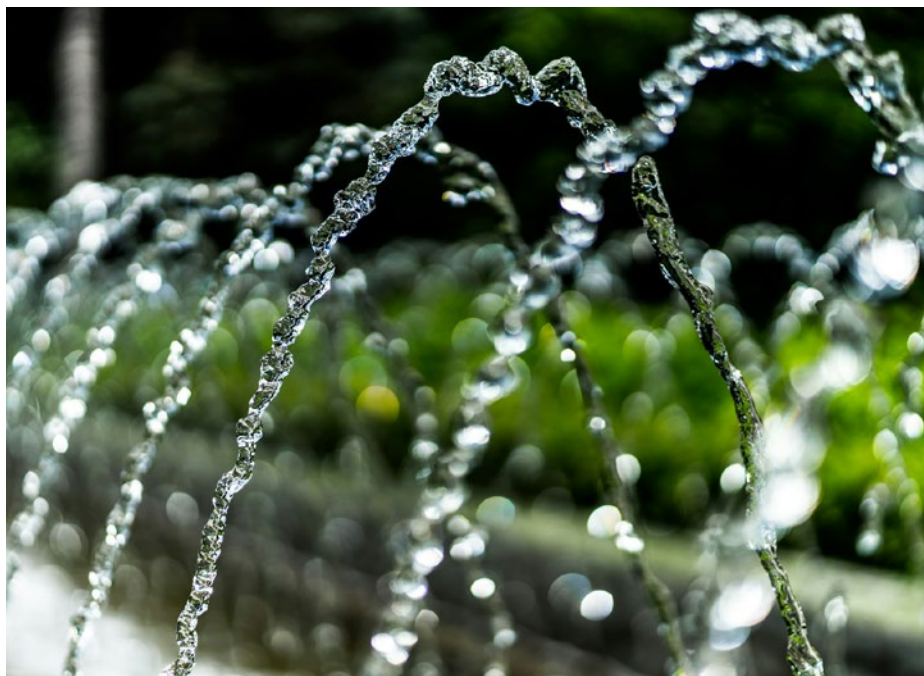
El problema de fondo con las reservas de agua subterránea radica en que sería deseable contar con instrumentos que logren su uso sostenible; pero, en contraste, a nivel

global se constata que muchos acuíferos están muy deteriorados debido a su sobreexplotación. El caso de California, EE.UU., nos permite ilustrar el problema. El año 2014 el estado de California aprobó nueva legislación, *Sustainable Groundwater Management Act*, *SGMA*, la cual obliga—en estado de régimen a partir del año 2040— a los agricultores usuarios de agua subterránea a formar agrupaciones de usuarios, quienes deben proponer sus planes de manejo al estado de California con foco en solucionar problemas asociados a la sobreexplotación de agua. Estos problemas incluyen la disminución crónica e insostenible de los niveles de agua subterránea, agotamiento de aguas superficiales conectadas con agua subterránea que generan beneficios ecológicos o ambientales, contaminación de agua subterránea con agua salada, degradación de la calidad del agua subterránea, y el hundimiento de terreno el cual puede sumar varios metros en las últimas décadas. La legislación de California no contempla ninguna distinción entre agricultores de diferente tamaño, sino que solamente obliga a que los agricultores en su conjunto ofrezcan planes realistas de extracción sostenible. Esto ha implicado que el esfuerzo de reducción de extracción de agua afecte negativamente el riego por parte de todos los agricultores involucrados

en esa zona geográfica, aunque es claro que *SGMA* afectará de manera diferente la rentabilidad de agricultores de tamaño diferente, implicando en algunos casos la pérdida casi total del valor de la tierra debido a futuras restricciones en la extracción de agua subterránea.

En algunos países se aplican impuestos a los agricultores que utilizan agua subterránea proveniente de acuíferos, aunque el uso de estas aguas resulta difícil de medir y fiscalizar. Estos impuestos buscan que los agricultores internalicen el costo asociado a la extracción excesiva de agua subterránea. Su aplicación varía según el país o la región: en algunos casos se grava la profundidad del pozo o la potencia de la bomba, mientras que en otros el monto depende de la ubicación geográfica, de modo que los agricultores que operan en zonas con acuíferos “sobreexplotados” pagan una tasa más alta.

Diversos casos prácticos ilustran la aplicación de estos principios. En España, los agricultores deben pagar un canon por el uso de agua subterránea cuando operan dentro de un sistema de concesiones. En los acuíferos declarados “sobreexplotados”, las Confederaciones Hidrográficas pueden restringir los volúmenes extraídos y aplicar tasas adicionales. En los Países Bajos existe un impuesto que obliga a las empresas que extraen agua subterránea a pagar un gravamen por metro cúbico, ya sea de forma anual o trimestral.<sup>3</sup> En Francia se aplican cargos de extracción tanto para aguas superficiales como subterráneas.<sup>4</sup> En el estado de Karnataka (India), el gobierno planea implementar un sistema de cobro por el uso de agua subterránea, según el volumen y la zona, además de exigir la instalación de medidores obligatorios.<sup>5</sup> En algunas regiones, los gobiernos locales también han establecido impuestos específicos sobre la extracción subterránea: por ejemplo, en Yakarta (Indonesia) se grava este uso mediante un impuesto regional de carácter ambiental.<sup>6</sup> En Bogotá, la normativa incorpora un componente denominado “costo de renovación del recurso” para determinar las tasas aplicables al uso de aguas subterráneas.<sup>7</sup>



## La tragedia revisada a la luz de las asimetrías

Desde una perspectiva estrictamente económica, el problema esencial de los bienes comunes radica en que resulta costoso, o incluso imposible, excluir a los usuarios potenciales de recursos compartidos cuyos beneficios son temporalmente limitados. Los primeros análisis económicos formales se desarrollaron bajo supuestos de corto plazo, información completa y agentes idénticos.

En nuestra investigación analizamos formalmente un juego dinámico de extracción de agua subterránea con usuarios racionales y asimétricos. El modelo se basa en el desarrollado por Saak y Peterson (2007), en el cual dos agricultores interactúan extrayendo agua de un mismo acuífero.<sup>8</sup> El marco incorpora la posibilidad de que el stock inicial de agua —o la facilidad de acceso a ella— difiera entre los jugadores. En particular, uno de los agricultores (el *jugador fuerte*)

dispone inicialmente de una mayor cantidad de agua, mientras que el otro (el *jugador débil*) enfrenta una posición menos favorable.

Esta aparente modificación “inocente” del modelo nos permite explorar un territorio conceptualmente inédito. La clave de nuestros resultados radica en que el jugador débil, al interactuar con el jugador fuerte, adopta un comportamiento racional pero muy conservador: al anticipar que su contraparte extraerá una cantidad considerable de agua, reduce su propia extracción más de lo que sería óptimo, con el fin de preservar parte del recurso para usos futuros. Es precisamente la interacción entre la asimetría inicial y la valoración del uso futuro del recurso la que determina el equilibrio del juego. En términos metafóricos, el jugador débil termina utilizando una cantidad menor de agua a la eficiente y conservando el recurso común más de lo que sería socialmente eficiente. La tragedia de los comunes, por tanto, se origina exclusivamente en el comportamiento del jugador fuerte, mientras que

el débil en realidad sub-explota el recurso. Una consecuencia adicional e inesperada del análisis es que, en muchos casos, el uso eficiente del recurso puede implicar que los agricultores débiles deberían agotar la parte que les corresponde del recurso.

A partir de estos resultados surge una pregunta natural: ¿qué políticas públicas podrían mejorar la situación? Nuestra investigación sugiere que algunas intervenciones pueden, por el contrario, empeorarla. En particular, la aplicación de impuestos uniformes —una medida adoptada en varios países, como se señaló anteriormente— constituye una política errónea que puede agravar la asignación ineficiente del recurso entre los usuarios. Desde una perspectiva de eficiencia, una alternativa más adecuada sería gravar únicamente al usuario fuerte o, de manera equivalente, subsidiar el uso del agua por parte del usuario débil.<sup>9</sup> Estas políticas, sin embargo, no están exentas de dificultades: por un lado, podrían considerarse discriminatorias; y, por otro lado, como se mencionó, el monitoreo del uso de agua subterránea es un proceso complejo y costoso.

De nuestra investigación se desprende también una forma de regulación que podría conducir a un uso más eficiente del recurso. Para describirla, es necesario detallar brevemente algunos aspectos del modelo. En términos conceptuales, los agricultores deciden, en cada período, la cantidad de agua a extraer de manera simultánea. Dicho en términos más intuitivos, al momento de decidir cuánta agua extraer, cada agricultor desconoce la decisión del otro. Este supuesto, aunque irreal, constituye una aproximación analíticamente útil en numerosos contextos. Surge entonces una pregunta relevante: ¿qué ocurriría si el “Código de Aguas” estableciera un orden o prioridad en la extracción? Más precisamente, ¿qué efectos tendría una norma que otorgara prioridad de uso a uno de los agricultores?

Imaginemos que, en cada período de tiempo —por ejemplo, un año—, la regulación exigiera que uno de los agricultores decidiera

“

*El problema de fondo con las reservas de agua subterránea radica en que sería deseable contar con instrumentos que logren su uso sostenible; pero, en contraste, a nivel global se constata que muchos acuíferos están muy deteriorados debido a su sobreexplotación”*





primero cuánta agua extraer, y que el otro, tras conocer la decisión inicial, determinara posteriormente su propia extracción. A primera vista, esta política no parece difícil de implementar. Como el lector podrá anticipar, cuando el agricultor débil es quien decide en primer lugar, la eficiencia en el uso del recurso mejora de manera significativa.

## Conclusiones

Por supuesto, nuestro trabajo no pretende abarcar ni examinar todas las posibles so-

luciones al problema. La evidencia empírica y experimental disponible muestra que, sin instituciones efectivas, es imposible alcanzar resultados más eficientes. Sin embargo, como enfatizan Ostrom y Gardner (1993), persiste el debate sobre los mecanismos más adecuados para resolver esta clase de dilemas.<sup>10</sup> En particular, Elinor Ostrom —la primera mujer en recibir el Premio Nobel de Economía— subraya que numerosos estudios demuestran la capacidad de las comunidades locales, y en especial de los propios agricultores, para crear, hacer cum-

plir y adaptar reglas efectivas de gestión de los recursos comunes. En otras palabras, Ostrom adopta una posición relativamente optimista —o quizás menos pesimista— respecto de la posibilidad de que la cooperación espontánea contribuya a superar ciertos aspectos del problema. Responder a la pregunta que plantea Ostrom constituye, en última instancia, el núcleo de nuestra agenda de investigación. **OE**



- (1) Eugenio Bobenrieth, Oscar Melo and Carlos Ponce (2025). The tragedy of the commons revisited: asymmetries in groundwater extraction. Documento de trabajo. Facultad de Economía y Negocios. Departamento de Economía, Universidad Alberto Hurtado.
- (2) Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science*, 62, 43-248.
- (3) <https://business.gov.nl/regulation/groundwater-tax/>
- (4) [https://en.wikipedia.org/wiki/Water\\_pricing?](https://en.wikipedia.org/wiki/Water_pricing?)
- (5) <https://timesofindia.indiatimes.com/city/bengaluru/karnataka-govt-to-levy-groundwater>
- (6) <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ins48776.pdf?utm>
- (7) <https://www.ambientebogota.gov.co/normatividad-aguas-subterraneas?utm>
- (8) Saak, A. E., & Peterson, J. M. (2007). Groundwater use under incomplete information. *Journal of Environmental Economics and Management*, 54(2), 214-228.
- (9) Actualmente, estamos estudiando si el costo fiscal de tales medidas es o no el mismo.
- (10) Ostrom, E., & Gardner, R. (1993). Coping with asymmetries in the commons: self-governing irrigation systems can work. *Journal of economic perspectives*, 7(4), 93-112.