

Objetivos en conflicto en el camino hacia un régimen sustentable de extracción de agua subterránea

Eugenio Bobenrieth (UAH) Mauricio Sauma (UFT)
Brian Wright (UC Berkeley) Felipe Zurita (PUC)

Motivación de nuestro trabajo: descubrir los efectos de regular la extracción de agua subterránea. El contexto:

- 1 Explotación excesiva de agua subterránea es una amenaza para el manejo de acuíferos.
- 2 Costos de extracción de agua subterránea en múltiples dimensiones: intrusión de agua salada, daños ambientales, etc.
- 3 Objetivos de sustentabilidad implican umbrales precautorios para la protección de ecosistemas que dependen del agua.
- 4 Umbrales aseguran la mantención de beneficios derivados del acuífero sin causar daños irreversibles en el largo plazo.

Caso de estudio: California. Sustainable Groundwater Management Act “SGMA”

- 1 SGMA tiene como objetivo controlar el agotamiento del agua subterránea para cumplir completamente con los criterios de sostenibilidad para 2040.
- 2 SGMA establece umbrales precautorios para evitar seis resultados indeseables:
 - Disminución permanente de niveles de agua subterránea.
 - Reducción de almacenamiento de agua subterránea.
 - Intrusión de agua salada.
 - Degradación de calidad del agua.
 - Hundimiento del suelo.
 - Impactos del agotamiento de las aguas superficiales interconectadas.

aprobación de SGMA

Grupos de usuarios

Enviar plan de manejo

Sustentabilidad

En 2023, El regulador (CDWR) rechazó 6 de 12 planes de manejo en el San Joaquin Valley. Subcuenca del condado de Kern: El plan de manejo se consideró deficiente en:

- Establecimiento de umbrales mínimos para la disminución crónica de las aguas subterráneas.
- Establecimiento de criterios de gestión sostenible para el hundimiento del terreno (CDWR, 2023).

Los criterios de sostenibilidad de la SGMA pueden ser ambiguos: definición de rendimiento sostenible de la SGMA no ofrece una orientación clara para las nuevas agencias y carece de fundamento físico. (Miro y Famiglietti, 2019).

Nuestra contribución: estudiamos el comportamiento de los agricultores entre los años 2023-2040. Esto es, durante la transición hacia SGMA.

- 1 Describimos la trayectoria de extracción de aguas subterráneas de un agricultor que planifica hacia el futuro.
- 2 Estudiamos el impacto de regulación que exige que la entrada de agua no sea inferior a la salida de agua, y además exige umbrales mínimos de reserva de agua. Todo a partir del 2040.
- 3 Explicamos la paradoja de incremento en area plantada en presencia de la regulación.

Economía de extracción de agua subterránea: **Burt (1964, 1966, 1967), Brown Jr. and Deacon (1972), Brozović et al. (2010), MacEwan et al. (2017), D'Odorico et al. (2020), Bruno and Hagerty (2023), Cerasoli and Porporato (2023).**

Nos diferenciamos de la literatura especializada en que nos centramos en la respuesta de corto plazo de agricultores que ajustan su comportamiento en previsión de cambios esperados en las condiciones futuras.

Simulamos un modelo de extracción de agua subterránea

- 1 Parámetros son calibrados para producción de almendros en Kern County, CA.
- 2 Nuestros resultados muestran un rango de condiciones iniciales y regulaciones.
- 3 Año inicial 2023. SGMA restringe a partir del 2040.
- 4 $z \equiv 3.26$ in 100,000 unidades de año-acre.
- 5 Los arboles dan fruto a contar del año 7.
- 6 Normalizamos el net dollar yield de una unidad de agua en 1. Esto se trasduce en un costo de plantar de 0.63.
- 7 Tasa de interés anual real 6%. (Bruce et. al, 2023)

Nuestros resultados:

- 1 Descubrimos que la regulación afecta la trayectoria del consumo de agua no solamente a partir del 2040, sino que durante la transición entre 2023-2039.
- 2 Durante los años de transición la perspectiva de restricciones de las aguas subterráneas podría aumentar, disminuir, o no tener ningún efecto sobre la extracción de agua; en función de los parámetros iniciales del modelo.
- 3 Descubrimos que la sobre-extracción de agua subterránea es una característica común de la trayectoria de uso del agua subterránea para cada parametrización que consideramos.
- 4 Descubrimos que el grado de flexibilidad del agricultor en la gestión del acuífero durante los años de transición es una característica clave para determinar la magnitud de las pérdidas económicas para el agricultor a raíz de la regulación.