



## **CHARLA CIENTÍFICA: Avances en las evaluaciones de sistemas hídricos a escala binacional**

**marzo 20, 2023**

### **Breve resumen**

#### **ALTAVOCES**

Enrique Prunes, Gerente de Río Grande y Especialista Principal de Agua Dulce en World Wildlife USA.

Jurgen Mahlkecht, Profesor, TEC de Monterrey, Líder - Grupo de Investigación en Ciencia y Tecnología.

Dr. Juan M. Huerta-Tolis, Director General de Juan M. Huerta Inc., de Sarasota.

**Moderadores:** Samuel Sandoval Solís, Profesor, UC Davis; Gabriela Rendon Herrera, candidata a maestría, UC Davis.

El Foro se convocó como un evento virtual invitado para la Semana Mundial del Agua en la Universidad de Texas en El Paso. Se plantearon tres preguntas a cada uno de los académicos presentadores.

### **Ciruelas pasas de Enrique**

#### **¿Cuál es el objetivo principal y las preguntas que su investigación está tratando de responder?**

La cuenca del Río Grande / Río Bravo incluye cinco ecorregiones terrestres y dos puntos calientes de biodiversidad global y sostiene a 16 millones de personas. Desafortunadamente, está sujeto a una gobernanza compleja y fragmentada, fuertemente represada y sobreasignada principalmente para la agricultura, lo que ha resultado en la pérdida del 83% del flujo natural histórico. Nuestro trabajo en esto es crear un Boletín de Calificaciones de Salud de la Cuenca como una herramienta para los responsables políticos.

El Report Card es el resultado del compromiso con las partes interesadas, comunicando el estado actual de la cuenca y proporcionando a los responsables políticos orientación sobre las intervenciones para lograr el mejor escenario futuro. La tarjeta define una línea de base

cuantitativa de las poblaciones y los flujos de agua, evalúa su vulnerabilidad al cambio climático y una serie de estrategias de gestión para ayudar a reducir la vulnerabilidad.

Es un proceso de siete pasos que incluye pasos para: Conceptualizar; medir; grado; modelo; pronóstico; actuar; mejorar.

### **¿Cuáles son sus resultados y, por lo tanto, las implicaciones para las condiciones actuales de su estudio de caso?**

Este fue un esfuerzo de tres años que involucró a 100 partes interesadas de 63 organizaciones en CO, NM y TX. El Boletín de Calificaciones Final se publicó en noviembre de 2022. La clasificación se realizó en una escala de D a A basada en la evaluación de 29 indicadores, por ejemplo, flujo, aguas subterráneas, aguas superficiales, diversidad de especies, calidad del aire y muchos otros. Se le dio una calificación general de "C" al Alto Río Grande, lo que significa que está en condición "moderada". Algunos indicadores obtuvieron mejores resultados que otros.

Había cuatro boletines de calificaciones para cada una de las cuatro regiones: URG Colorado; URG Nuevo México; MRG y LRG. Los tres primeros recibieron una calificación de C+ y el LRG (Las Cruces y sur) una calificación de C- en la evaluación.

El Modelo de Futuros de Río Grande es una herramienta para modelar y pronosticar las calificaciones de los Boletines de Calificaciones para políticas ejecutadas bajo diferentes escenarios climáticos. Aborda las políticas para la hidrología de la pesca, la operación de los embalses, los usos del agua agrícola y las medidas de rendimiento, y es una integración de varios modelos regionales diferentes, como el modelo SWIM en UTEP.

### **¿Cuáles son los desafíos futuros según sus resultados e implicaciones? ¿Tanto a nivel científico como político?**

Todos los modelos indican un aumento de la temperatura, menos precipitación, disminución de la satisfacción de la demanda de riego y afluencia al embalse Elephant Butte. Estos resultados se tuvieron en cuenta en una evaluación de las opciones de políticas de gestión que se pueden simular en el modelo. Entre ellas figuraban las siguientes: reducir las pérdidas de riego; barbecho de las tierras agrícolas; reducir la demanda municipal de agua; mantener caudales ecológicos mínimos; y políticas de reservorios para reducir la evaporación. Las compensaciones se representaron en una matriz de opciones o políticas de gestión contra indicadores métricos de rendimiento. Esto produjo una cartera de opciones que se puede ver en el informe final en <https://www.worldwildlife.org/publications/a-report-card-for-the-upper-río-grande-basin>.

## **Prof. Jurgen Mahlknecht**

### **¿Cuál es el objetivo principal y las preguntas que su investigación está tratando de responder?**

Este trabajo se centra en cómo las fuentes de nitrato y el ciclo del azufre afectan el agua subterránea y cómo llegan a las aguas subterráneas. El azufre no tiene un límite máximo de concentración en México, pero puede afectar la salud. La lluvia ácida de los combustibles fósiles en las centrales eléctricas y los volcanes son fuentes de azufre. Las fuentes de nitrato incluyen sistemas sépticos, desechos animales, fertilizantes y fuentes atmosféricas.

Es posible desarrollar métodos para eliminar estos contaminantes o reducirlos para cumplir con los límites reglamentarios. El objetivo de mi investigación es identificar y cuantificar las contribuciones relativas de nitrato y sulfato de diferentes fuentes y procesos en aguas subterráneas en el área de Monterrey. Una combinación de herramientas isotópicas y análisis bayesiano hace la diferencia con las "huellas dactilares" de isótopos de agua que determinan la fuente.

### **¿Cuáles son sus resultados y, por lo tanto, las implicaciones para las condiciones actuales de su estudio de caso?**

A partir de elementos hemáticos e isotópicos dentro y fuera de Monterrey que experimentaron un crecimiento poblacional del 12%, se determinó que el suelo y las aguas residuales son los mayores contribuyentes de nitrógeno y que la lluvia atmosférica, la evaporación marina y las aguas residuales son las mayores fuentes de azufre.

Sin embargo, las concentraciones de nitrato y sulfato se controlaron mediante procesos de desnitrificación y reducción de sulfatos en las zonas de transición y descarga.

### **¿Cuáles son los desafíos futuros según sus resultados e implicaciones? ¿Tanto a nivel científico como político?**

Estos implican desafíos científicos y políticos. La ciencia es necesaria para separar las fuentes de estiércol y aguas residuales. Se necesitan enfoques multidisciplinarios para comprender procesos complejos.

A nivel de políticas, existe un marco complejo y disfuncional para la gobernanza de las aguas subterráneas. El conocimiento de la calidad de las aguas subterráneas aún no ha dado lugar a un desarrollo eficaz de las aguas subterráneas y a una política de salud pública. Es necesario que

se reconozca un uso más sostenible de los recursos de agua subterránea para una población más saludable.

**Dr. Juan Huerta-Tolis**

**¿Cuál es el objetivo principal y las preguntas que su investigación está tratando de responder?**

En 2001, México se retrasó en la entrega de agua a la cuenca del Río Grande / Río Bravo en 1,314 Mm<sup>3</sup>, de acuerdo con sus obligaciones bajo el Tratado Binacional del Agua de 1944. Esto dio lugar a tensiones entre los gobiernos del presidente estadounidense George W. Bush y el presidente mexicano Vicente Fox. Como resultado, el presidente Fox instruyó a su gabinete a encontrar una solución que satisficiera los términos del Tratado y disminuyera el impacto en los productores agrícolas mexicanos.

Los expertos mexicanos en agua recomendaron un enfoque que generaría escenarios de la cuenca que determinarían la cantidad de agua que México podría entregar a los Estados Unidos y al mismo tiempo mitigar el impacto de la reducción del riego en los productores mexicanos. El alcance del proyecto desde el lado mexicano fue desde Fort Quitman hasta el Golfo de México y los arroyos alimentadores en el medio, como el Río Conchos, Arroyo La Vacas, Río San Diego, Río San Rodrigo, Río Escondido y Río Salado.

**¿Cuáles son sus resultados y, por lo tanto, las implicaciones para las condiciones actuales de su estudio de caso?**

Hay dos enfoques posibles para construir escenarios de la Cuenca. Uno es *Ex-post* en el que las proyecciones estadísticas del pasado se hacen hacia el futuro bajo el supuesto de que el pasado se repetirá, algo que no está sucediendo ahora. El segundo es *Ex-ante* en el que los cambios futuros en la cuenca se abordan utilizando el conocimiento de la estructura del sistema de la cuenca.

El enfoque *Ex-ante* fue seleccionado para incluir factores que determinan la demanda de agua, como la dinámica poblacional de nacimientos y muertes que se acumulan como una variable de estado en función del tiempo, una ecuación diferencial. Se creó un modelo holístico dinámico de la cuenca utilizando esta estructura de stock y flujo para todos los subsistemas de la cuenca, por ejemplo, medio ambiente, demografía, producción industrial y agrícola. El modelo proporciona una herramienta que muestra cómo funciona la cuenca y cómo se puede controlar para lograr un resultado deseado mediante la generación de pistas numéricas de sus variables.

El modelo se llama MAUA® que significa *Modelo de Abasta y Uso del Agua*. Es el único modelo disponible que satisface los requisitos del proyecto. MAUA imita las operaciones de la atmósfera como lluvia, temperatura y evaporación. Luego la superficie donde hay almacenamiento de agua y escorrentía y actividades artificiales y el subterráneo donde hay acuíferos.

MAUA se implementa en la plataforma STELLA con 350 ecuaciones diferenciales (ahora se está portando a la plataforma VENSIM).

Al formular el escenario de la cuenca, el lapso fue de 1999 a 2005 ejecutado un día a la vez, se asumió que la lluvia fue 40% inferior a la mediana para la región, y las variables de control fueron nacimientos / muertes de la población, uso diario de agua per cápita, producción diaria industrial y superficie de cultivo en hectáreas por ocho tipos de cultivos diferentes.

Las iteraciones de MAUA rastrearon con precisión las entregas históricas y los déficits de agua bajo el Tratado para los períodos simulados. En Scenariio 0, mostró que la deuda de agua en virtud del Tratado no se ha pagado con un tercio del agua producida por los arroyos en México entregados a los Estados Unidos. El escenario 1 formuló una entrega anual constante a los Estados Unidos de 431 Mm<sup>3</sup> aplicada en el ciclo actual.

### **¿Cuáles son los desafíos futuros según sus resultados e implicaciones? ¿Tanto a nivel científico como político?**

La Comisión establecerá un Grupo de Trabajo Binacional de Hidrología del Río Grande para mejorar el intercambio de información, desarrollar un modelo binacional de Río Grande como herramienta para analizar escenarios de gestión del agua relacionados con futuros proyectos de conservación del agua. El crecimiento de la población en la cuenca es un importante impulsor de la demanda de agua. El modelo es propietario y no está disponible públicamente.

#### **Discusión** de preguntas y respuestas

En lo que respecta a la opinión sobre el Tratado, hay consenso en que necesitamos un método de entrega más predecible y fiable.

¿Qué querría decirnos el río o el medio ambiente que tenemos que hacer ahora? Es necesario que haya una visión compartida para la cuenca, no necesariamente una gobernanza compartida, sino una visión compartida. Además, el río se encuentra en una situación desesperada, y también es un usuario de sus entregas de agua desde México.

En cuanto al tratamiento del agua para nitratos y sulfatos, el osmos inverso es filtrante, como se hace en hospitales y hogares, pero es lento y eficiente energéticamente. Lo mismo ocurre con los sistemas de intercambio iónico que requieren un ablandador de agua. Una tercera alternativa es la destilación. Estas opciones no son a gran escala. Una cuarta alternativa utiliza microorganismos. Pero el mejor enfoque es observar las fuentes de contaminación y existen varias técnicas para abordar esto.

Si bien el modelo MAUA es una herramienta, ¿cómo funciona en el clima de nacionalismo político y aislamiento? Esto depende de quién lo esté utilizando y de las preguntas planteadas al modelo, ya sean técnicas o nacionales. El modelo da resultados numéricos que nos dicen qué agua estamos usando y para qué propósitos.