

**AVANCES EN LA
SOSTENIBILIDAD
DE TIERRAS ÁRIDAS
TRANSFRONTERIZAS
DE ESTADOS UNIDOS Y MÉXICO**



**Memorias de un Taller Conjunto
The National Academies of Sciences,
Engineering, and Medicine y
Academia Mexicana de Ciencias,
Academia de Ingeniería de México y
Academia Nacional de Medicina de México**

The National Academies of
SCIENCES • ENGINEERING • MEDICINE

AVANCES EN LA SOSTENIBILIDAD DE TIERRAS ÁRIDAS TRANSFRONTERIZAS DE ESTADOS UNIDOS Y MÉXICO

MEMORIAS DE UN TALLER CONJUNTO

Jordyn White y Laurie Geller, *Relatoras*

Consejo de Cambio Ambiental y Sociedad
División de Ciencias del Comportamiento y Ambientales, y Educación

Consejo de Ciencias Atmosféricas y del Clima
Consejo de Ciencias y Tecnología del Agua
División de la Tierra y la Vida

The National Academies of

SCIENCES • ENGINEERING • MEDICINE

y

Academia Mexicana de Ciencias, Academia de Ingeniería de México y
Academia Nacional de Medicina de México

THE NATIONAL ACADEMIES PRESS

Washington, DC

www.nap.edu

THE NATIONAL ACADEMIES PRESS 500 Fifth Street, NW Washington, DC 20001

Esta actividad apoyada mediante contratos entre las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina, las Academias mexicanas y la Fundación George y Cynthia Mitchell para las Ciencias de la Sostenibilidad de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (sin número). Cualquier opinión, hallazgo, conclusión o recomendación expresada en esta publicación no refleja necesariamente los puntos de vista de ninguna organización u organismo que haya brindado apoyo al proyecto.

Número Internacional Normalizado de Libros

(International Standard Book Number)

ISBN-13: 978-0-309-48424-4

ISBN-10: 0-309-48424-3

DOI: <https://doi.org/10.17226/25253>

Se pueden adquirir ejemplares adicionales de esta publicación en inglés a través de la National Academies Press, 500 Fifth Street, NW, Keck 360, Washington, DC 20001; (800) 624-6242 o (202) 334-3313; <http://www.nap.edu>.

Se pueden obtener copias en español de esta publicación a través de la Academia Mexicana de Ciencias, km 23.5 Carretera Federal México-Cuernavaca, Calle Cipreses s/n, Col. San Andrés Totoltepec, Tlalpan, 14400 Ciudad de México, México, Tel. +(52 55) 5849-4905, correo electrónico: aic@unam.mx, <http://www.amc.mx>.

Derechos de autor 2018 por parte de la National Academy of Sciences. Todos los derechos reservados.

Impreso en los Estados Unidos de América

Cita sugerida: National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2018). *Advancing Sustainability of U.S.-Mexico Transboundary Drylands: Proceedings of a Workshop*. Washington, DC: The National Academies Press. doi: <https://doi.org/10.17226/25253>.

The National Academies of
SCIENCES • ENGINEERING • MEDICINE

Academias Nacionales de
CIENCIAS • INGENIERÍA • MEDICINA

La **National Academy of Sciences** (Academia Nacional de Ciencias) fue establecida en 1863 por una Ley del Congreso firmada por el presidente Lincoln, como una institución privada y no gubernamental para asesorar a la nación en temas relacionados con la ciencia y la tecnología. Los miembros son elegidos por sus colegas por sus contribuciones sobresalientes a la investigación. Su presidenta es la Dra. Marcia McNutt.

La **National Academy of Engineering** (Academia Nacional de Ingeniería) fue establecida en 1964 bajo los estatutos de la Academia Nacional de Ciencias para llevar al ejercicio de la ingeniería a asesorar a la nación. Los miembros son elegidos por sus colegas por sus extraordinarias contribuciones a la ingeniería. Su presidente es el Dr. C.D. Mote, Jr.

La **National Academy of Medicine** (Academia Nacional de Medicina) (anteriormente el Instituto de Medicina) fue establecida en 1970 bajo los estatutos de la Academia Nacional de Ciencias para asesorar a la nación en temas médicos y de salud. Los miembros son elegidos por sus colegas por sus distinguidas contribuciones a la medicina y la salud. Su presidente es el Dr. Victor J. Dzau.

Las tres academias colaboran como las **Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina** para ofrecer asesoría y análisis independientes y objetivos a la nación realizar actividades para atender problemas complejos y dar información para las decisiones de política pública. Las Academias Nacionales también fomentan la educación y la investigación, reconocen las contribuciones sobresalientes al conocimiento y aumentan la comprensión pública en materia de ciencia, ingeniería y medicina.

Puede obtener más información sobre las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina en www.nationalacademies.org.

Los informes de estudios de consenso publicados por las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina documentan los estudios y acuerdos basados en evidencias científicas por un comité de expertos. Usualmente se incluyen hallazgos, conclusiones y recomendaciones basadas en la información recopilada por el comité y en sus deliberaciones. Cada informe pasa por un proceso riguroso e independiente de revisión por pares y representa la posición de las Academias Nacionales en los temas tratados.

Las actas publicadas por las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina relatan las presentaciones y discusiones en un taller, simposio u otro

evento convocado por las Academias Nacionales. Las declaraciones y opiniones contenidas en las actas son las de los participantes y no están respaldadas por otros participantes, el comité de planificación o las Academias Nacionales.

Para obtener información sobre otros productos y actividades de las Academias Nacionales, visite www.nationalacademies.org/about/whatwedo.

La **Academia Mexicana de Ciencias** fue establecida en 1959 como una organización no gubernamental sin fines de lucro para promover la cultura científica en la sociedad y asesorar a la nación en temas relacionados con la ciencia y la tecnología. Los miembros son elegidos por sus colegas por sus distinguidas contribuciones a la investigación. Su presidente es el Dr. José-Luis Morán. Página web: www.amc.mx

La **Academia de Ingeniería de México**, creada en 1972, es una organización sin fines de lucro que reúne a expertos con un gran sentido de responsabilidad social, que se han destacado en la práctica, la investigación y la enseñanza de la ingeniería, y que contribuye al desarrollo sostenible de México. Los miembros son elegidos por sus colegas por sus contribuciones a la ingeniería. Su presidente es el Dr. José Francisco Albarrán. Página web: www.ai.org.mx

La **Academia Nacional de Medicina de México**, fundada en 1864, es una organización sin fines de lucro que promueve la enseñanza y la investigación en el campo de la medicina y asesora a profesionales, autoridades sanitarias y al público en general. Los miembros son elegidos por sus colegas por sus contribuciones a la investigación y la enseñanza de la medicina y la salud pública. Su presidenta es la Dra. Teresita Corona. Página web: www.anmm.org.mx

COMITÉ DIRECTIVO PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD
DE LAS TIERRAS ÁRIDAS TRANSFRONTERIZAS DE
ESTADOS UNIDOS Y MÉXICO: UN TALLER

CHRISTOPHER SCOTT (*Presidente*), Centro Udall de Estudios de
Políticas Públicas, Universidad de Arizona

ALFONSO CORTEZ LARA, Estudios Urbanos y Ambientales, El Colegio
de la Frontera Norte

HALLIE EAKIN, Instituto Global de Sostenibilidad, Universidad Estatal
de Arizona

ELISABETH HUBER-SANNWALD, División de Estudios Ambientales,
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica

CONSTANTINO MACÍAS GARCIA, Instituto de Ecología, Universidad
Nacional Autónoma de México

MARÍA AMPARO MARTÍNEZ ARROYO, Instituto Nacional de
Ecología y Cambio Climático

NATALIA MARTÍNEZ TAGÜEÑA, División de Ciencia Ambiental,
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica

IGNACIO RODRIGUEZ-ITURBE, Ingeniería Civil y Ambiental,
Universidad de Texas A&M y Universidad de Princeton

KELLY TWOMEY SANDERS, Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad
del Sur de California

ROBERT WASHINGTON-ALLEN, Ecología y Gestión de Pastizales,
Universidad de Nevada, Reno

JORDYN WHITE, *Directora de proyectos*

TOBY WARDEN, *Director del consejo*

LAURIE GELLER, *Oficial superior de Programas*

LETICIA GARCILAZO GREEN, *Asistente superior del programa*

JOSÉ-LUIS MORÁN LÓPEZ, *Presidente de la Academia Mexicana de
Ciencias*

JOSÉ FRANCO, *Consultor del proyecto (Representante de Academias
mexicanas y Coordinador principal del Foro Consultivo Científico y
Tecnológico)*

RENATA VILLALBA, *Asociada del programa (Academia Mexicana de
Ciencias)*

CONSEJO DE CAMBIO AMBIENTAL Y SOCIEDAD

KRISTIE L. EBI (*Presidenta*), Salud Global, Universidad de Washington

JOSEPH ARVAI, Recursos Naturales y Ambiente, Universidad de Michigan

HALLIE EAKIN, Instituto Global de Sostenibilidad, Universidad Estatal de Arizona

LORI HUNTER, Programa de Investigación en Población, Universidad de Colorado en Boulder

KATHARINE L. JACOBS, Instituto del Ambiente, Universidad de Arizona

MICHAEL A. MENDEZ, Escuela de Silvicultura y Estudios Ambientales de Yale

RICHARD G. NEWELL, Recursos para el Futuro, Washington, DC

MARY D. NICHOLS, Junta de Recursos del Aire de California, Sacramento

JONATHAN T. OVERPECK, Ambiente y Sostenibilidad, Universidad de Michigan

ASEEM PRAKASH, Departamento de Ciencias Políticas, Universidad de Washington

MAXINE L. SAVITZ, Tecnología/Alianzas Honeywell Inc. (jubilada), Los Ángeles, California

MICHAEL VANDENBERGH, Facultad de Derecho de la Universidad Vanderbilt

JALONNE WHITE-NEWSOME, Fundación Kresge, Troy, Michigan

ROBYN S. WILSON, Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Estatal de Ohio

TOBY WARDEN, *Director*

CONSEJO DE CIENCIAS ATMOSFÉRICAS Y DEL CLIMA

- A.R. RAVISHANKARA** (*Presidente*), Química y Ciencias Atmosféricas,
Universidad Estatal de Colorado
- SHUYI S. CHEN** (*Vicepresidenta*), Ciencias Atmosféricas, Universidad de
Washington
- CECILIA BITZ**, Ciencias Atmosféricas, Universidad de Washington
- MARK A. CANE**, Ciencias de la Tierra y del Ambiente; Física Aplicada y
Matemáticas Aplicadas (emérito), Universidad de Columbia
- HEIDI CULLEN**, Instituto de Investigación del Acuario de la Bahía de
Monterey, Moss Landing, California.
- ROBERT DUNBAR**, Ciencias Ambientales del Sistema Terrestre,
Universidad de Stanford
- PAMELA EMCH**, Northrop Grumman Aerospace Systems, Redondo
Beach, California
- ARLENE FIORE**, Ciencias de la Tierra y del Ambiente, Universidad de
Columbia
- PETER FRUMHOFF**, Union of Concerned Scientists, Cambridge,
Massachusetts
- WILLIAM B. GAIL**, Global Weather Corporation, Boulder, Colorado
- MARY GLACKIN**, The Weather Company, an IBM Business, Washington,
DC
- TERRI S. HOGUE**, Ingeniería Civil y Ambiental, Colorado School of
Mines
- EVERETTE JOSEPH**, Ciencias Atmosféricas, Universidad Estatal de
Nueva York en Albany
- RONALD “NICK” KEENER, JR.**, Duke Energy Corporation, Charlotte,
Carolina del Norte
- ROBERT KOPP**, Ciencias de la Tierra, el Océano y la Atmósfera,
Universidad de Rutgers
- L. RUBY LEUNG**, Laboratorio Nacional del Noroeste Pacífico, Richland,
Washington
- JONATHAN MARTIN**, Ciencias Atmosféricas y Oceánicas, Universidad
de Wisconsin-Madison
- JONATHAN T. OVERPECK**, Ambiente y Sostenibilidad, Universidad de
Michigan
- ALLISON STEINER**, Ciencias e ingeniería climáticas y espaciales,
Universidad de Michigan, Ann Arbor
- DAVID W. TITLEY**, Meteorología, Universidad Estatal de Pensilvania
- DUANE WALISER**, Laboratorio de Propulsión a Chorro, Pasadena,
California
- AMANDA STAUDT**, *Directora*

CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL AGUA

- CATHERINE L. KLING (*Presidenta*), Centro Atkinson para un Futuro Sostenible, Universidad de Cornell
- NEWSHA AJAMI, Política Urbana del Agua, Universidad de Stanford
- JONATHAN D. ARTHUR, Geólogo Estatal, Departamento de Protección Ambiental de la Florida
- DAVID A. DZOMBAK, Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad Carnegie Mellon
- FRANCINA DOMINGUEZ, Ciencias Atmosféricas, Universidad de Illinois
- WENDY D. GRAHAM, Ingeniería Agrícola y Biológica, Universidad de Florida, Gainesville
- MARK W. LeCHEVALLIER, Vicepresidente, American Water, Voorhees, Nueva Jersey
- MARGARET A. PALMER, Centro Nacional de Síntesis Socioambiental, Universidad de Maryland
- DAVID L. SEDLAK, Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de California, Berkeley
- DAVID WEGNER, Jubilado, Comité de Agua, Energía y Transporte, Tucson, Arizona
- P. KAY WHITLOCK, Vicepresidente, Christopher B. Burke Engineering, Rosemont, Illinois
- ELIZABETH EIDE, *Directora*

Reconocimientos

Las Memorias de este Taller fueron revisadas en forma de borrador por personas elegidas por sus diversas perspectivas y conocimientos técnicos. El propósito de esta revisión independiente es proporcionar comentarios francos y críticos que ayudarán a las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina a hacer que cada una de las actas publicadas sea lo más sólida posible y a asegurar que cumpla con los estándares institucionales de calidad, objetividad, evidencia y capacidad de respuesta al caso tratado. Los comentarios de la revisión y el borrador del manuscrito permanecen confidenciales para proteger la integridad del proceso.

Agradecemos a las siguientes personas por la revisión de estas Memorias: Ana Elena Escalante, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México; Constantino Macías García, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México; Meredith F. Muth, Programa y Coordinación Internacional, Administración Nacional Oceánica y Atmosférica; y Jadwiga R. Ziolkowska, Departamento de Geografía y Sustentabilidad Medioambiental, Universidad de Oklahoma.

Aunque los revisores mencionados anteriormente proporcionaron muchos comentarios y sugerencias constructivas, no se les pidió que apoyaran el contenido del documento ni vieron el borrador final antes de su publicación. La revisión de estas memorias fue supervisada por Aseem Prakash, del Departamento de Ciencias Políticas de la Universidad de Washington, Seattle. Fue responsable de asegurarse que se llevara a cabo un examen independiente del documento, de acuerdo con las normas de las Academias Nacionales y de que todos los comentarios de revisión se consideraran cuidadosamente. La responsabilidad del contenido final recae enteramente en los relatores y en las Academias Nacionales.

Contenido

1	INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
	Motivo del taller, 3	
	Breve historia de la colaboración binacional, 5	
	Importancia de la ciencia de la sostenibilidad para la colaboración binacional, 6	
2	ENTENDER LA REGIÓN TRANSFRONTERIZA DE TIERRAS ÁRIDAS	9
	Definición de “región transfronteriza”, 10	
	Principales desafíos en materia de sostenibilidad, 13	
	Investigación disponible sobre la sostenibilidad de las tierras áridas, 16	
3	CUATRO TEMAS CLAVE	19
	Interacción y flujo de recursos, personas y servicios, 20	
	Escasez y abundancia de recursos, 24	
	Choques y factores de tensión, 28	
	Gobernanza e innovación, 32	
4	INNOVACIONES Y SOLUCIONES EN LA CIENCIA DE LA SOSTENIBILIDAD PARA LAS ZONAS ÁRIDAS	39
	El Sistema de Conocimiento del Potencial de la Tierra, 39	
	El Sistema Nacional Integrado de Información sobre Sequías, 40	
	El Banco de Desarrollo de América del Norte, 43	

5	TEMAS CLAVE Y UN SIGUIENTE PASO POSIBLE	47
	Temas clave del taller, 47	
	Uso de los flujos primarios para identificar los desafíos en materia de sostenibilidad, 47	
	Datos y recursos intelectuales para comprender mejor las necesidades de sostenibilidad, 48	
	Mejorar la sostenibilidad mediante la mitigación del cambio antropogénico, 49	
	Gobernanza, 50	
	Financiamiento, 51	
	Un siguiente paso posible, 51	

APÉNDICES

A	Programa	53
B	Participantes	59
C	Semblanzas de los miembros del Comité Directivo y los presentadores	63

1

Introducción y Antecedentes

La región de tierras áridas compartida por los Estados Unidos y México enfrenta actualmente múltiples desafíos de sostenibilidad en la convergencia de los sistemas humano y natural. Las condiciones de calentamiento y desecación amenazan la disponibilidad de agua superficial y subterránea, perturban los sistemas de subsistencia basados en la tierra y el mar y ponen en peligro la sostenibilidad de los asentamientos humanos. Estos problemas biofísicos se ven exacerbados por la gran movilidad y el dinamismo de la población, la inestabilidad de las condiciones económicas y normativas, la mayor exposición a fenómenos extremos y la urbanización de tierras marginales y vulnerables.

La región transfronteriza ha avanzado en la gestión de la escasez de agua y la sequía mediante la tecnología de riego y las transferencias de agua entre cuencas. Sin embargo, estos avances han contribuido a lo que los científicos llaman la “paradoja del desarrollo seguro”, es decir, que la gestión institucionalizada del riesgo y el socorro en casos de desastre a escala regional en realidad reducen la sensibilidad del público a los cambios ambientales adversos (por ejemplo, un clima seco y un suministro de agua cada vez más restringido) y, por lo tanto, reducen los incentivos para la preocupación y la adaptación individuales.¹ Si bien las disyuntivas entre la

¹ Véase Burby, R.J. (2006). Hurricane Katrina and the paradoxes of government disaster policy: Bringing about wise governmental decisions for hazardous areas. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, 604(1), 171–191. doi: 10.1177/0002716205284676. Disponible en: http://www.floods.org/PDF/Burby_Katrina_WiseGovernmentalDecisions.pdf [junio 2018].

robustez y la vulnerabilidad a lo largo del tiempo de los sistemas sociales y ecológicos podrían ser inevitables, el reconocimiento de estos equilibrios podría potencialmente mejorar la planificación y la toma de decisiones y asegurar la flexibilidad, la capacidad de adaptación y una mejor capacidad de responder a las circunstancias cambiantes.

El cambio climático está afectando a la región transfronteriza de varias maneras: la disminución de las precipitaciones provoca una reducción del almacenamiento de aguas superficiales y subterráneas; en la agricultura, la reducción de las cantidades de agua afecta a las infestaciones de plagas, modifica las especies depredadoras y los polinizadores de cultivos y puede reducir la calidad y el rendimiento de las cosechas; los ecosistemas naturales se vuelven frágiles y más susceptibles a los fenómenos extremos (por ejemplo, la mortalidad de los árboles y la intensidad de los incendios forestales); los entornos costeros se ven afectados por la elevación del nivel del mar. Las Naciones Unidas destacan la importancia del nexo entre los alimentos, la energía y el agua y señalan que la demanda de estos tres elementos está aumentando debido al ascenso de la población, el crecimiento económico, el cambio de las dietas y la urbanización acelerada.² Destaca la importancia de comprender los vínculos para promover el desarrollo sostenible.

Los diversos estados fronterizos de México y Estados Unidos han tenido colaboraciones por muchos años en relación con la gestión de los recursos hídricos, el control de inundaciones, el manejo de incendios y el intercambio de información y resultados científicos relacionados con la variabilidad y el cambio del clima. El programa Frontera 2020 de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (sucesor del programa Frontera 2012) es el ejemplo principal de las iniciativas transfronterizas de la región.³ Y en la medida en que las políticas nacionales de inmigración y comercio afectan la dinámica demográfica en la región de tierras áridas, las comunidades se enfrentarán a nuevos desafíos para albergar a las poblaciones que tienen diversas necesidades sociales y económicas en el contexto de las interacciones entre los alimentos, la energía y el agua. Los factores políticos y económicos vinculados a estos cambios tienen importantes consecuencias para las comunidades y la estructura social. Según Moser y sus colegas, las diferencias en el tamaño y las estructuras de gobernanza entre las jurisdicciones locales y entre los gobiernos locales y nacionales de los países de ingresos bajos y medios pueden dar lugar a variaciones significativas en la capacidad de estas áreas para desarrollar e integrar estrategias de adaptación y gestión de

² Véase <http://www.unwater.org/water-facts/water-food-and-energy> [junio 2018].

³ Véase <https://www.epa.gov/international-cooperation/epa-collaboration-mexico> [junio 2018].

riesgos frente al cambio climático.⁴ También hacen hincapié en el papel de las organizaciones comunitarias, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado en la promoción de los ajustes reglamentarios y financieros en esta región.

MOTIVO DEL TALLER

En este contexto, los expertos en la región consideran que existe una oportunidad sin precedentes para crear nuevas plataformas de colaboración que aborden los crecientes desafíos y oportunidades relacionados con el clima y ayuden a desarrollar la capacidad binacional científica, política y de gestión necesaria para promover el desarrollo sostenible en el contexto de los cambios acelerados.

Las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina de Estados Unidos, con el apoyo financiero de la Fundación George y Cynthia Mitchell para las Ciencias de la Sostenibilidad, colaboraron con la Academia Mexicana de Ciencias, la Academia de Ingeniería de México y la Academia Nacional de Medicina de México en la planificación de un taller binacional de dos días de duración, titulado Avance en la Sostenibilidad de las Tierras Áridas Transfronterizas de Estados Unidos y México. Los objetivos del taller fueron destacar los desafíos que enfrenta la región, evaluar la capacidad científica y técnica que cada nación puede aportar para enfrentar estos desafíos e identificar nuevas oportunidades para la colaboración en investigación binacional y enfoques coordinados de gestión en el avance de la ciencia y el desarrollo de la sostenibilidad. Para consultar el alcance completo del taller, véase el recuadro 1-1. El taller se llevó a cabo en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) en San Luis Potosí, México, en mayo de 2018.

El taller se realizó a través de presentaciones plenas y en grupos de discusión: se puede consultar el programa completo en el Apéndice A.⁵ La organización de estas memorias sigue generalmente el programa del taller. El resto de este capítulo ofrece un panorama general de la historia de la colaboración entre las Academias Nacionales de México y Estados Unidos y la importancia de la ciencia de la sostenibilidad en la colaboración binacional. En el capítulo 2 se precisa el término “región transfronteriza” y se exponen algunos de los esfuerzos actuales y los principales desafíos en la zona. Los participantes en el taller sostuvieron discusiones en grupos pequeños sobre cuatro

⁴Véase Moser, C., Satterthwaite, D., Mearns, R. y Norton, A. (Ed.) (2010). Towards poor adaptation to climate change in the urban centers of low- and middle-income countries. En *Social Dimensions of Climate Change* (pp. 231–258). Washington, DC: Banco Mundial. Disponible en: <http://pubs.iied.org/pdfs/10564IIED.pdf> [junio 2018].

⁵Las presentaciones del taller están disponibles en http://sites.nationalacademies.org/DBASSE/BECS/CurrentProjects/DBASSE_181644 [junio 2018].

áreas principales de investigación de las tierras áridas, que se resumen en el Capítulo 3. En el Capítulo 4 se sintetizan las presentaciones sobre enfoques de investigación innovadores en tierras áridas y en el Capítulo 5 se identifican los temas clave para los futuros esfuerzos de sostenibilidad. En el Apéndice B se enumeran los participantes en el taller y en el Apéndice C se presentan las semblanzas de los miembros del comité directivo y de los presentadores.

Estas memorias han sido preparadas por las dos relatoras del taller como un resumen de los hechos que ocurrieron en el mismo. El papel del comité directivo se limitó a planificar y convocar el taller. Los puntos de vista contenidos en el informe son los de los participantes individuales del taller y no representan necesariamente los puntos de vista de todos los participantes del taller, el comité directivo, las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina de Estados Unidos, la Fundación George y Cynthia Mitchell para las Ciencias de la Sustentabilidad o la Academia Mexicana de Ciencias, la Academia de Ingeniería de México y la Academia Nacional de Medicina de México.

RECUADRO 1-1 **Definición de tareas**

Un comité directivo ad hoc de Estados Unidos y México planificará y llevará a cabo un taller binacional abierto de dos días de duración destinado a promover la ciencia de la sostenibilidad en la región compartida de las tierras áridas. El taller destacará las investigaciones existentes sobre sostenibilidad en la región, identificará oportunidades para abordar las brechas en la investigación a través de iniciativas de investigación inspiradas en el uso y explorará las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los principales desafíos y vulnerabilidades en materia de sostenibilidad que enfrentan las partes interesadas en la región de tierras áridas de México-Estados Unidos? (definida como la región fronteriza, así como las tierras áridas adyacentes con características ecológicas, actividades basadas en recursos naturales (por ejemplo, la minería, la agricultura de regadío) y características socioeconómicas en común).
- ¿Cuáles son los enfoques de investigación y sostenibilidad binacionales y regionales que ya existen para abordar estos desafíos?
- ¿Cuáles son las prioridades binacionales potenciales para la investigación que podrían contribuir al avance de la investigación inspirada en el uso para promover el desarrollo sostenible en esta región, como la gestión adaptativa del agua, los ecosistemas de salud, el fortalecimiento de la economía local y regional, incluyendo la resiliencia de la comunidad y de la población y la reducción de los impactos sobre las poblaciones vulnerables?

Un relator designado preparará las actas de las presentaciones y discusiones del taller y las publicará siguiendo las políticas y los procedimientos de las Academias Nacionales para tales publicaciones, incluyendo los procedimientos de revisión estándar. Las memorias serán un documento conjunto publicado en inglés por la National Academies Press y en español por la Academia Mexicana de Ciencias, y se usarán para ayudar a estimular el interés en colaboraciones binacionales adicionales.

BREVE HISTORIA DE LA COLABORACIÓN BINACIONAL

El taller comenzó con las palabras de apertura de Alejandro Ricardo Femat Flores, director del IPICYT; Vaughan Turekian, director ejecutivo de Políticas y Asuntos Globales de las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina; y José Luis Morán, presidente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC).

Después de estos comentarios, José Franco (AMC y Foro Consultivo Científico y Tecnológico) presentó una breve historia de colaboración entre las Academias de Estados Unidos y México durante las últimas tres décadas. Franco dijo que la relación entre la Academia Nacional de Ciencias (NAS) y la AMC ha sido sólida durante muchos años y que fue reforzada por la elección de 11 miembros de la AMC como asociados extranjeros de la NAS. Mencionó varios proyectos conjuntos y publicaciones entre la AMC y la NAS centrados en la ciencia ambiental y atmosférica. Una de las primeras publicaciones conjuntas fue un informe consensuado de 1995 titulado *El suministro de agua en la Ciudad de México: Mejorar el Panorama de la Sostenibilidad*,⁶ en el que participaron la NAS, la AMC y la Academia de Ingeniería de México (AIM), y resumió el trabajo de un comité binacional. El informe fue patrocinado por las Fundaciones MacArthur, Tinker, Rockefeller y Ford, el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas, la Secretaría de Salud de México, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Unos años más tarde se publicó otro informe del Grupo de Trabajo Mixto sobre Ciencias Oceánicas de la NAS y la AMC.⁷

Franco señaló que a lo largo de los años la colaboración se amplió para incluir a sus homólogos científicos de otros países. En 1998, por ejemplo, la NAS y la AMC se asociaron con el Programa Canadiense de Cambio Global para organizar y publicar un resumen de un taller trilateral.⁸ En 2003, la AMC organizó la primera reunión de las Academias de Ciencias de América Latina, con la participación de invitados especiales de la Organización de la Asociación Interacadémica de las Naciones Unidas (Inter-Academy Partnership Organization, IAP), la Sociedad Real de Canadá y la NAS. Un año más tarde, se creó la sección para las Américas de la IAP: la Red Interamericana de Academias de Ciencias, para reforzar la colaboración tecnológica y

⁶Joint Academies Committee on the Mexico City Water Supply. (1995). *Mexico City's Water Supply: Improving the Outlook for Sustainability*. Washington, DC: National Academy Press.

⁷AMC-NRC Joint Working Group on Ocean Sciences, Academia Mexicana de Ciencias, and National Research Council (U.S.). (1999). *Building Ocean Science Partnerships: The United States and Mexico Working Together*. Washington, DC: National Academy Press.

⁸National Research Council (U.S.), Canadian Global Change Program, y Academia Mexicana de Ciencias. (1998). *Atmospheric Change and the North American Transportation Sector: Summary of a Trilateral Workshop*. Washington, DC: National Academy Press. 10.17226/9654.

científica, la toma de decisiones y la creación de capacidades entre países de América del Norte, del Sur y Central. En 2014, la Sociedad Real de Canadá y las Academias de Ciencias, Ingeniería y Medicina de Estados Unidos y México organizaron conjuntamente un simposio sobre nuevos horizontes en la ciencia, que incluyó debates sobre astrofísica, biotecnología, química verde, desastres, oceanografía y biología marina. Estados Unidos y México han planificado y celebrado varias otras reuniones y han publicado muchos documentos de autoría conjunta con el objetivo común de reducir la vulnerabilidad de la región al cambio climático.

Franco señaló que la idea de este taller se incubó durante varios años, comenzando con una reunión en febrero de 2016 en la Ciudad de México y luego de nuevo en una reunión sobre la resiliencia en Washington, D.C., en mayo de 2016. Poco después de que el Dr. Morán fuera nombrado Presidente de la AMC en agosto de 2017, trabajó estrechamente con los líderes de las Academias Nacionales para iniciar este proyecto, y ese año se realizó una reunión de planificación en México. El objetivo siempre ha sido examinar y profundizar nuestros análisis y señalar iniciativas que ayuden a abordar las cuestiones de sostenibilidad en la región transfronteriza, tanto en el sector público como en el privado.

Christopher Scott (Universidad de Arizona) dio una visión general de esas reuniones de expertos y de planificación. Primero compartió sus impresiones sobre la excursión en la que él y varios otros habían participado el día anterior en Charcas, un pueblo en la parte norte del estado de San Luís Potosí. El viaje brindó a los participantes la oportunidad de conversar con las partes interesadas locales y conocer de primera mano los desafíos y problemas de sostenibilidad a los que se enfrentan. Scott también reconoció los esfuerzos de las Academias y el personal de Estados Unidos y México para asegurar la diversidad demográfica y académica del comité, lo que contribuyó a la riqueza de las primeras discusiones.

Scott repasó las metas del taller y dijo que fue diseñado para fomentar el intercambio de ideas, la retroalimentación y las perspectivas nuevas entre los participantes. Señaló que este taller debería considerarse tanto como una culminación del trabajo y las reuniones llevados a cabo en 2016 y 2017 y como un punto de partida para una investigación más avanzada y multidisciplinaria sobre la sostenibilidad.

IMPORTANCIA DE LA CIENCIA DE LA SOSTENIBILIDAD PARA LA COLABORACIÓN BINACIONAL

Ana Escalante Hernández (UNAM) comenzó su presentación describiendo la ciencia de la sostenibilidad como un principio moral que abarca el respeto y la igualdad en términos de distribución y explotación justa de los recursos naturales de la Tierra para satisfacer las necesidades humanas

y sociales, mientras se respeta y protege a todos los demás seres sensibles, tanto en el presente como en el futuro. Hizo referencia al trabajo de Dobson (1998)⁹ sobre sostenibilidad ambiental y justicia distributiva y dijo que el principio ético para una distribución equitativa, justa y equilibrada de los recursos es considerado por la legislación nacional e internacional como un derecho humano.

Escalante señaló que el diseño de las intervenciones es un componente clave para resolver los problemas de sostenibilidad. Si no se intenta reorientar las tendencias de sostenibilidad hacia un mejor estado de bienestar e igualdad, los problemas persistirán o se agravarán. Dijo que dicha reorientación requeriría un marco de sistemas que capte la complejidad que entraña la intersección socioambiental de la sostenibilidad, incluidos, entre otros, los desafíos en los numerosos sectores: alimentación, clima, agua, desarrollo, ambiente, seguridad, energía, población, urbanización, migración y globalización. Al diseñar intervenciones y estrategias, dijo Escalante, es importante considerar las variaciones técnicas, metódicas, políticas y de otro tipo que pueden dificultar el diseño y la aplicación de intervenciones universales. En consecuencia, señaló, el diseño de intervenciones eficaces debe ser un enfoque de colaboración que se base en el conocimiento de múltiples sectores académicos y no académicos.

Escalante hizo referencia al nexo entre alimentos, energía y agua como un ejemplo de la naturaleza interdisciplinaria de la ciencia de la sostenibilidad: debido a que los factores interactúan entre sí y se afectan mutuamente, la resolución de los desafíos científicos requiere una composición diversa de expertos. El tratamiento eficaz de los desafíos de la sostenibilidad binacional y transfronteriza abarcará numerosas dimensiones, incluidas las economías nacionales, la globalización, el desarrollo, la urbanización, la migración, la seguridad y la protección, y el cambio climático. Escalante dijo que muchas de las colaboraciones que ha visto no integraban realmente los campos del conocimiento, desencadenaban nuevas metodologías ni hacían preguntas formuladas colectivamente. Dijo que también ha visto esfuerzos que se consideraban multidisciplinarios pero que fueron definidos, dirigidos y ejecutados por una sola disciplina, priorizando de hecho las necesidades de una disciplina sobre las otras.

Escalante dijo que cree que la verdadera transformación de la ciencia de la sostenibilidad y la forma en que se implementa requerirá un enfoque transdisciplinario que se extienda más allá del ámbito académico. Los investigadores y profesionales tendrán que considerar los mejores enfoques metodológicos para la investigación sobre sistemas socioambientales, las

⁹Dobson, A. (1998). *Justice and the Environment: Conceptions of Environmental Sustainability and Theories of Distributive Justice*. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press.

mejores herramientas de modelado para observar escenarios futuros y, en el caso del trabajo binacional, cómo comunicar eficazmente los hallazgos entre los distintos idiomas. El esfuerzo requerirá planificación estratégica, análisis integral de los sistemas socioeconómicos y ejecución en el mundo real por parte de los políticos y otras partes interesadas fundamentales. En este contexto, describió una iniciativa de la UNAM, el Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS), que se centra en salir del ámbito académico y aprovechar la experiencia de otros sectores para promover la investigación pertinente, legítima y transparente.

En la discusión, Laureano Álvarez (Banco de Desarrollo de América del Norte) estuvo de acuerdo con el punto de vista de Escalante sobre la mala comunicación entre sectores que condujo a la duplicación o al solapamiento de los esfuerzos. Sugirió la creación de un “consorcio de conocimiento” que podría facilitar las interacciones entre campos para evitar la duplicación de esfuerzos y ayudar con las asignaciones presupuestarias. Escalante respondió que LANCIS ha estado trabajando para abordar este tema y que ha comenzado por gestionar la organización de los esfuerzos de investigación histórica en la Ciudad de México. LANCIS también está promoviendo acuerdos marco de colaboración con instituciones interesadas fundamentales, incluidos los organismos de servicios humanos, como la Secretaría de Salud y el Instituto Mexicano del Seguro Social.

2

Entender la región transfronteriza de tierras áridas

No existe una definición estandarizada para la región de tierras áridas entre Estados Unidos y México. La región desértica se extiende desde el centro de México hacia el norte a través de California, Nevada, Arizona, Nuevo México y Texas. En términos de clima, sin embargo, las tendencias de calentamiento y humedad muestran cambios similares desde tan al sur como Guatemala hasta tan al norte como Canadá.¹⁰ Una gran parte del suministro de agua de México se origina en la cuenca del Río Colorado en los Estados Unidos. El comercio internacional extiende la región aún más. Culturalmente, la región está compuesta por varios centros metropolitanos, así como por áreas rurales y tribales, como las tierras de los Tohono O'odham que cruzan la frontera México-Estados Unidos e incluyen tierras tribales con reconocimiento federal en Arizona.¹¹

Para contextualizar el tema para el taller, esta sesión abordó una definición del término “región transfronteriza”, los principales desafíos y vulnerabilidades en materia de sostenibilidad con un enfoque particular en la gestión binacional del agua, y los enfoques actuales de investigación binacional y regional en la zona.

¹⁰ Véase <https://sites.ualberta.ca/ahamann/data.climatena.html> [julio 2018].

¹¹ Véase <https://openborders.info/blog/tag/tohono-oodham> [julio 2018].

DEFINICIÓN DE “REGIÓN TRANSFRONTERIZA”

Robert Washington-Allen (Universidad de Nevada, Reno) y María Amparo Martínez Arroyo (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [por medio de Webcast]) señalaron que hay cientos de definiciones de tierras áridas y pastizales,¹² y el área se define comúnmente en función de la cuestión que se estudia, como la cubierta terrestre, el uso de la tierra o la degradación de la tierra. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency, EPA)¹³ y el Servicio Forestal de los Estados Unidos¹⁴ tienen sus propias definiciones para estas ecorregiones, y otra la proporciona la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, que desarrolló un índice de aridez ampliamente utilizado para definir las tierras áridas.¹⁵ Según este cálculo, las tierras áridas cubren el 41 por ciento de toda la superficie terrestre, incluyendo el 45 por ciento de los Estados Unidos y el 65 por ciento de México.

Washington-Allen enumeró los principales usos de las zonas áridas:

- producción de plantas para forrajeo, energía y madera;
- producción ganadera para carne, pieles, fibra, leche, energía (estiércol) y construcción (adobe);
- gestión y preservación del hábitat de la vida silvestre;
- captaciones de agua para su almacenamiento;
- espacio abierto para la recreación: campismo, caza, pesca, fotografía, parques eólicos; y
- producción de madera y minerales.

Añadió que la minería también se estaba haciendo cada vez más popular en las zonas áridas y señaló que la región de las tierras áridas constituye un sistema muy complejo.

Washington-Allen dijo que los científicos han tenido curiosidad en los últimos años sobre la cantidad de carbono que se produce en este ecosistema como resultado del cambio climático. Históricamente, las tierras áridas se consideraban sistemas de baja productividad. Aunque todavía queda mucho por aprender sobre la dinámica del carbono en los ecosistemas de

¹² Véase Lund, H. (2007). Accounting for the world's rangelands. *Rangelands*, 29(1); encontró más de “300 definiciones publicadas de prados, tierras de pastoreo, pasturas, matorrales y pastizales.”

¹³ Véase ftp://newftp.epa.gov/EPADDataCommons/ORD/Ecoregions/us/Eco_Level_III_US.pdf [julio 2018].

¹⁴ Véase https://www.fs.fed.us/research/highlights/highlights_display.php?in_high_id=984 [noviembre 2018].

¹⁵ Véase <https://www.unccd.int> [julio 2018].

tierras áridas, los estudios recientes muestran que cuando se riegan y usan eficientemente, las zonas áridas e hiperáridas pueden convertirse en grandes sumideros de carbono, con una absorción de carbono comparable y en ocasiones superior a la de las zonas forestales. Dijo que los datos también muestran tendencias positivas de ecologización en las zonas áridas durante las dos últimas décadas.

Washington-Allen señaló, sin embargo, que este tipo de zonas siguen siendo muy variables. Usó un gráfico que representaba la fenología de las plantas a lo largo del tiempo en la región de Sudán para mostrar la alta variabilidad de los pastizales áridos de año en año, con promedios que caían significativamente por debajo de las tasas de las zonas semiáridas.

Citó otro estudio¹⁶ sobre las respuestas fenológicas al cambio climático que muestra, en todo el mundo, que las regiones de las tierras áridas tienden a presentar el crecimiento más inestable de las plantas, tanto durante el año como de un año a otro. Washington-Allen dijo que muchos científicos se preguntan si el clima de las tierras áridas está cambiando de la misma manera que lo están haciendo otros climas regionales. Para estos análisis, los investigadores¹⁷ han empleado gradientes temporales para calcular la velocidad del cambio de temperatura a escala mundial. Al superponer sistemas de medición, se puede determinar cuán rápido se está modificando un ecosistema y cuánto “tiempo de residencia” hay en una zona en particular.

Tomando como ejemplo el estado de Texas, Washington-Allen describió la relación entre la precipitación y la temperatura en las zonas áridas. Él y sus colegas estudiaron la sequía de 2011 y descubrieron que afectaba negativamente a todas las especies de la región. Afirmó que más de 300 millones de árboles murieron durante la sequía, lo que dio inicio a lo que los científicos denominaron un cambio de distribución. Señaló que la forma en que se define el alcance del cambio depende de la escala, el contexto y el período de tiempo durante el cual se miden los cambios. También depende de la perspectiva del observador: un ecologista puede ver un sistema de manera diferente a un geomorfólogo, y los residentes locales de la zona pueden ver el sistema de otra manera totalmente diferente.

Washington-Allen dijo que, si se considera la zona de las tierras secas como una sola región, hay que tener en cuenta lo que se comparte en las fronteras y entre ellas. Hay corredores y enlaces, zonas de amortiguamiento y áreas naturales protegidas a ambos lados de la frontera México-Estados Unidos. Los ecosistemas compartidos en la región fronteriza tienen un enor-

¹⁶ White, M.A., Hoffman, F., Hargrove, W.W. y Nemani, R.R. (2005). A global framework for monitoring phenological responses to climate change. *Geophysical Research Letters*, 32(4), 104705. doi: 10.1029/2004g1021961.

¹⁷ Véase, por ejemplo, Loarie, S.R., Duffy, P.H., Hamilton, H., Asner, G.P., Field, C. B., y Ackerly, D.D. (2009). The velocity of climate change. *Nature*, 462, 1052–1055.

me valor natural e incluyen varias áreas núcleo de conservación: terrestre, hidrológica y aviar. Destacó los desiertos de Sonora y Chihuahua, los ríos Grande y Bravo, el delta del río Colorado y la Laguna Madre como principales ejemplos de la riqueza y diversidad ecológica de la región binacional. También hay desafíos compartidos en la región, como la contaminación, la degradación de la tierra y la calidad, cantidad e inestabilidad del agua. Dijo que el trabajo de la comunidad de interesados (incluyendo a las personas en los sectores de la salud pública, la salud ambiental, la sostenibilidad, el desarrollo y la educación) consiste en desarrollar e implementar estrategias para hacer frente a esos desafíos.

Martínez Arroyo agregó que, a la luz de las condiciones dinámicas de las tierras áridas en el contexto del cambio climático, incluida la pérdida de biodiversidad y numerosos problemas socioambientales, podría ser beneficioso para la región reunir a grupos de expertos para desarrollar intervenciones específicas. Tener un área de referencia claramente definida, así como una comprensión clara de los problemas específicos, puede ayudar a seleccionar los temas de estudio apropiados y los grupos multidisciplinarios para abordar los temas.

En la discusión que siguió a la presentación, Laureano Álvarez (Banco de Desarrollo de América del Norte) señaló que el acuerdo binacional Frontera 2020 entre la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT) (ver Capítulo 1) define administrativamente la región fronteriza como un área este-oeste de aproximadamente 3,100 kilómetros (2,000 millas) desde el Golfo de México hasta el Océano Pacífico y un área norte-sur de 100 kilómetros (62.15 millas) a cada lado de la frontera internacional.¹⁸ Agregó que el agua es el mayor recurso binacional compartido, siendo el río Colorado, el río Bravo y el río Conchos (que nace en Chihuahua) las fuentes principales. La migración de las especies dijo, es otro factor que debe ser tomado en cuenta al considerar la región en su totalidad. Washington-Allen respondió que el contexto y la granularidad serían importantes a la hora de determinar un rango geográfico particular para la investigación. El rango puede variar en función del tema que se está midiendo y de los datos disponibles sobre ese tema. Christopher Scott agregó que a medida que un grupo trata de preparar un estudio más amplio para explorar más a fondo la sostenibilidad en la región, la forma en que define el área y sus desafíos clave puede depender de los investigadores y las partes interesadas involucradas en la identificación de problemas y soluciones.

¹⁸ Véase https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/border2020summary_0.pdf [agosto 2018].

Ana Escalante Hernández (Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM) habló de la importancia de la colaboración binacional para abordar temas clave de sostenibilidad. Aunque puede resultar difícil y complejo trabajar con investigadores y partes interesadas de diferentes áreas, dijo que haberlo hecho le ha ayudado a poner los temas en una mejor perspectiva. Scott señaló que tanto la colaboración multisectorial como la necesidad de definir claramente el área de interés de la investigación y trabajar para lograr una solución compartida son importantes.

PRINCIPALES DESAFÍOS EN MATERIA DE SOSTENIBILIDAD

Christopher Scott (*Presidente del Comité Directivo*) comenzó su presentación¹⁹ con un mapa de las regiones áridas de América del Norte, Central y del Sur, y un gráfico que muestra cómo se proyecta que el cambio climático expandirá las zonas en el suroeste de los Estados Unidos y el noroeste de México que registran más de 20 días de temperaturas de más de 100 grados Fahrenheit (F) en un año. Se refirió a la zona de las tierras áridas de Estados Unidos y México como el “blanco del cambio climático” y señaló que las altas temperaturas y la alta variabilidad de las precipitaciones son significativas en esta región. Estos factores generan desafíos ambientales, sociales y económicos importantes.

Scott habló del impacto de las altas temperaturas prolongadas en la precipitación y la gestión del agua, desde cómo afecta a la nieve y al suelo en las cimas de las montañas hasta cómo el aumento de la salinidad y la disminución de la capacidad de almacenamiento de agua crean grandes retos de uso. Usando la presa Hoover como ejemplo, señaló que el almacenamiento de la presa disminuyó en un 60 por ciento entre 1983 y 2018. Dijo que la zona de las tierras áridas está alcanzando un punto crítico en el que las proyecciones de la demanda y la oferta de agua apuntan a un aumento de la competencia por el agua en varios sectores y usos (industrial, agrícola, etc.) a lo largo del tiempo. Según la Oficina de Recuperación de Tierras de los Estados Unidos,²⁰ la demanda de agua va a seguir aumentando por encima de la oferta actual y proyectada. La planificación hídrica será cada vez más importante para garantizar la seguridad del agua, es decir, para mantener suficiente calidad y cantidad para el consumo humano y un ecosistema resistente.

Scott dijo que la clave para el manejo binacional del agua es determinar cuáles pautas y políticas funcionarán mejor en ambos lados de la frontera. Hay similitudes en ambos lados: clima, paisaje, recursos naturales y rápi-

¹⁹ Scott aclaró que su presentación fue una colaboración entre él y otros dos miembros del comité directivo, Kelly Twomey Sanders y Alfonso Cortez Lara.

²⁰ Véase <https://www.usbr.gov/lc/region/programs/crbstudy/finalreport/index.html> [julio 2018].

da urbanización, pero hay notables diferencias en la cultura, el idioma, la legislación, la economía, la infraestructura, la educación y las capacidades de investigación. Cualquier infraestructura de recursos hídricos que se establezca deberá ser adaptable, adecuada para el largo plazo e incluyente de todos los niveles de gobierno (federal, estatal, local y municipal). Añadió que también será esencial incluir a las instituciones no gubernamentales en la planificación de la gobernanza y fomentar la participación y el compromiso de los ciudadanos. Scott reconoció que, si bien cada país y otras jurisdicciones pueden tener su propio marco legal y proceso de toma de decisiones, todavía es posible realizar consultas conjuntas sobre el diagnóstico de cuestiones clave y la propuesta e implementación de soluciones. Citó el Acta binacional 319 (que redefinió la asignación de agua del Río Colorado a México) y el Acta 323 (que extendió el Acta 319 hasta 2026 y agregó un Plan Binacional de Contingencia para la Escasez de Agua) como ejemplos de colaboraciones transfronterizas exitosas.²¹

Scott habló de los desafíos futuros de la gobernanza del agua, incluyendo la conservación, el almacenamiento (embalses y acuíferos), el tratamiento y la reutilización. También diferenció entre la gestión de la demanda de agua y la gestión de la escasez de agua: si los responsables de la formulación de políticas se empeñan sólo en hacer frente a la escasez, están asignando agua que ya no existe. Entonces, en el futuro, cuando la demanda de agua supere a su disponibilidad, ¿a quién afecta la escasez? Con respecto al tratamiento del agua, específicamente, la desalinización, Scott señaló que el costo debe ser sopesado contra el beneficio. Dijo que es difícil y costoso desalinizar agua de mar para el riego de los cultivos y que puede no ser un proceso justificable teniendo en cuenta los altos volúmenes de agua necesarios para la agricultura. Sin embargo, la desalinización puede ser un proceso que valga la pena para el almacenamiento de agua urbana para el consumo humano.

Scott dijo que la gente a menudo piensa que las regiones áridas son áreas rurales: desiertos extensos o pequeños pueblos, pero que en realidad también incluyen paisajes urbanos, con grupos de población densos y una actividad económica alta. Sin embargo, el crecimiento demográfico y económico de las zonas urbanas no es igual en ambos lados de la frontera. Las ciudades fronterizas mexicanas, como Tijuana, Ciudad Juárez y Matamoros, tienden a tener poblaciones más grandes que las de sus contrapartes en Estados Unidos. Dijo que en México, la actividad industrial (maquiladoras) sigue siendo un motor de la demanda de agua, a la vez que genera empleo. La infraestructura y las altas concentraciones de personas en los entornos

²¹ El sistema de Actas es una forma de adoptar ciertos tipos de modificaciones al tratado de 1944 entre los Estados Unidos y México para compartir los recursos hídricos en las cuencas del Río Colorado y del Río Grande. Disponible en: <https://pulseflow.arizona.edu/minute-319> [agosto 2018] y https://www.ibwc.gov/Files/CF_CR_Minute_323_102517.pdf [agosto 2018].

urbanos presentan riesgos específicos y pueden hacer que esas zonas sean vulnerables a peligros ambientales, como los huracanes. También señaló que en el futuro se espera que la minería sea más relevante, lo que desplazará la demanda de agua y la actividad económica hacia las zonas rurales.

La urbanización también plantea la necesidad de considerar el agua en el contexto del suministro de alimentos y energía. La generación de electricidad consume grandes cantidades de agua; por el contrario, el tratamiento del agua requiere grandes cantidades de energía. La fracturación de las tierras áridas del lado estadounidense de la frontera, otra actividad de rápido crecimiento en la región también requiere cantidades significativas de agua y tiene impactos tanto en su cantidad como en su calidad. Citando el World Factbook 2018,²² Scott señaló que, aunque mejorar la eficiencia energética es un paso clave hacia la sostenibilidad, no es lo mismo que ahorrar agua, y puede que no se refleje en ello. México es el undécimo productor de petróleo del mundo y el decimosexto consumidor de energía. Sin embargo, el 3.9 por ciento de la población carece de acceso a fuentes mejoradas de agua potable (7.9 por ciento en las zonas rurales), el 14.8 por ciento de la población carece de acceso a un saneamiento adecuado (25.5 por ciento en las zonas rurales) y los embalses se están agotando y contaminando cada vez más.

Scott señaló que el uso agrícola y el riego en México consumen el 90 por ciento del volumen total de agua subterránea. El agua pertenece a la nación y los usuarios celebran acuerdos de derechos de concesión que establecen límites para el uso del agua, incluida la explotación de las aguas subterráneas. Scott también señaló cómo la Tarifa 09 mexicana para la electricidad, que proporciona subsidios para la energía usada en el bombeo y la irrigación agrícola de bajo voltaje,^{23, 24} ha llevado a la sobreexplotación de las aguas subterráneas por parte de personas que desean aprovechar el incentivo de costos. Dijo que la aplicación efectiva de la tarifa y el consenso podrían reducir la sobreexplotación y, por consiguiente, frenar el agotamiento de las aguas subterráneas. Scott añadió que la energía solar es un recurso renovable valioso que podría mejorar la eficiencia y reducir el uso de agua para la producción de energía.

Scott mencionó algunas de las colaboraciones binacionales en el manejo del agua que se han implementado hasta la fecha, incluyendo el Centro de Excelencia para la Seguridad del Agua²⁵ y el Programa de Evaluación de Acuíferos Transfronterizos.²⁶ Algunas instituciones que forman

²² Véase <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/mx.html> [julio 2018].

²³ Véase https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_industria.asp?Tarifa=98&Anio=2018&mes=9 [noviembre 2018].

²⁴ Véase http://www.icid.org/wif2_full_papers/wif2_w.1.2.07.pdf [noviembre 2018].

²⁵ Véase <http://aquasec.org> [julio 2018].

²⁶ Véase <https://wrrc.arizona.edu/TAAP> [julio 2018].

parte del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), incluyendo la Comisión de Cooperación Ambiental Fronteriza y el Banco de Desarrollo de América del Norte, también han estado trabajando para alcanzar una solución binacional en esta región. Añadió que el tipo más eficaz de colaboración transfronteriza será el que permita identificar los desafíos y mirar tanto dentro como fuera de la comunidad científica para involucrar a los responsables de la formulación de políticas y a las partes interesadas. Incluso se pueden utilizar los objetivos de las políticas para guiar la investigación sobre las tierras áridas, dijo.

INVESTIGACIÓN DISPONIBLE SOBRE LA SOSTENIBILIDAD DE LAS TIERRAS ÁRIDAS

Angelina Martínez Yrizar habló de su trabajo como ecóloga en Sonora, México, un territorio que ha estudiado durante 25 años. Sonora tiene una frontera muy grande con Arizona, y el Desierto de Sonora atraviesa la frontera y cubre gran parte del sur de Arizona y California. En general, los ecosistemas terrestres en Sonora son muy variados: hay regiones costeras, bosques caducifolios secos y bosques templados a lo largo de la cordillera de la Sierra Madre. Señaló que, aunque Sonora representa sólo el 10 por ciento de la superficie terrestre total de México, contiene más del 20 por ciento de la flora total del país, es decir, más de 4,500 especies. Dijo que, debido a los cambios en el uso de la tierra, la deforestación y el aumento de la producción agrícola, la biodiversidad y la integridad funcional de los ecosistemas de Sonora están en peligro. Los cambios en el paisaje pueden tener impactos desde la frontera en el desierto de Arizona y Sonora, hasta los ecosistemas costeros cercanos al Golfo de California.

Martínez Yrizar dijo que a ella y a sus colegas les preocupa que a medida que surgen proyectos de inversión entre Arizona y Sonora, éstos rara vez toman en cuenta las consecuencias ambientales del cambio. La minería, otra industria en crecimiento en Sonora, ha contribuido a la contaminación de la tierra y el agua en el estado. Y aunque no se trata de cambios ambientales, dijo, el narcotráfico y la delincuencia también deben ser tomados en cuenta por sus efectos en el entorno político, social y económico de la zona. Además de los cambios antropogénicos, los fenómenos climáticos extremos, como las sequías, aumentan la vulnerabilidad de la región al cambio. Concluyó con un fragmento de un estudio que ella y Alberto Búrquez hicieron hace algunos años:²⁷

²⁷Búrquez, A. y Martínez Yrizar, A. (2000). El desarrollo económico y la conservación de los recursos naturales. En *Sonora 2000: A Debate; Problemas y Soluciones, Riesgos y Oportunidades*, Vol. I, Almada Bay. Ciudad de México: Ed. Cal y Arena.

La explotación de minerales y el desarrollo industrial no han ido acompañados de medidas contundentes para proteger el ambiente. El establecimiento de grandes reservas naturales es especialmente deficiente. La necesidad de preservar las áreas naturales ha chocado con los deseos del gobierno y de los inversionistas de desarrollar la minería a gran escala, los proyectos de uso del agua, el turismo costero, la pesca, la ganadería y la agricultura. La importancia de las reservas naturales en la preservación de la biodiversidad, la protección de las cuencas de los ríos contra la erosión, la provisión de recreación, el mantenimiento del equilibrio de los sistemas hidrológicos y la reducción de los riesgos para la salud sólo se han tenido en cuenta de manera superficial en los programas gubernamentales. (p. 312–313)

Durante la discusión en respuesta a la presentación de Scott sobre los desafíos de sostenibilidad, Jurgen Schmandt (Universidad de Texas en Austin) señaló que ha habido una pérdida significativa de sedimentos en las áreas de almacenamiento de los embalses del Río Grande y el Río Bravo debido a que los sedimentos son arrastrados por el exceso de agua de inundaciones cuando se abren las compuertas de almacenamiento. Dijo que, a su entender, ni Estados Unidos ni México han investigado o realizado esfuerzos de ingeniería con respecto a este asunto. Schmandt añadió que el aumento de las temperaturas inducido por el cambio climático ha provocado un mayor flujo de agua desde los deshielos en las zonas montañosas. Sin embargo, en lugar de aumentar el suministro de agua, las temperaturas más altas han provocado un aumento de la evapotranspiración: el agua está siendo absorbida de nuevo por la atmósfera. Las disminuciones en el almacenamiento de agua han requerido innovaciones en la agricultura y una mejor tecnología de irrigación.

Schmandt profundizó en el Acta 323 y señaló que el Acta 308 también fue redactada para reforzar la gestión de las sequías. Dijo que siente que hay grandes oportunidades para expandir el conocimiento y la gestión de la sostenibilidad. Scott añadió que el almacenamiento de agua superficial, la ingeniería de flujo y la infraestructura deben desarrollarse cada vez más para aumentar el almacenamiento subterráneo y la recuperación de los acuíferos, que requieren mecanismos especiales de recarga y bombeo. Dijo que cree que la Comisión Internacional de Límites y Aguas y el tratado de 1944²⁸ entre Estados Unidos y México son ejemplos de colaboración exitosa, pero señaló que el tratado es un tratado de 100 años, y que el año 2044 no está muy lejos.

Jorge Morán Escamilla (El Colegio de San Luis) comentó que, si bien el agua subterránea es una fuente valiosa, la sobreexplotación de los acuíferos

²⁸ Véase <https://www.ibwc.gov/Files/1944Treaty.pdf> [julio 2018].

puede ocasionar hundimiento (el colapso o derrumbe de la tierra encima de ellos). Dijo que este fenómeno ya ha ocurrido en Los Ángeles y partes de China. Scott estuvo de acuerdo en que almacenar agua bajo tierra cuando los acuíferos ya están siendo sobreexplotados parecía contradictorio, y reformuló el punto de vista de Morán en términos accesibles: si una persona va al banco a hacer un depósito y encuentra que el banco está en bancarota, esa persona no va a querer invertir en ese banco. Añadió que, independientemente de que los acuíferos se recarguen o no, será importante desarrollar esquemas de regulación para el uso de las aguas subterráneas y los embalses superficiales. Washington-Allen dijo que la falta de regulación de las aguas subterráneas es una preocupación mundial que se está convirtiendo en un tema cada vez más importante en la comunidad científica.

Morán preguntó si la desalinización de agua para uso en agricultura protegida resultaría en un mayor contenido de sal en el suelo y una eventual desertificación. Scott respondió que la agricultura protegida no conduce necesariamente a la salinización del suelo, pero que se necesita agua para eliminar las sales del suelo, el llamado requisito de lixiviación de la irrigación, que es adicional a la demanda de agua del cultivo. Dijo que este uso críticamente importante del agua se considera a menudo, erróneamente, como “ineficiencia” porque no es la propia planta la que consume el agua.

Álvarez les habló a los participantes del taller sobre un estudio de caso de reutilización de agua realizado en Tijuana, México, y un estudio que se está llevando a cabo en Los Alisos, un pequeño municipio de Sonora, para recargar un acuífero con el exceso de agua de sus plantas de tratamiento. El Paso, Texas, está haciendo algo similar, preparando un proyecto ejecutivo para inyectar aguas residuales tratadas directamente en su red de suministro de agua. Dijo que hay muchos proyectos de este tipo en todo el mundo y que los investigadores y los responsables de la formulación de políticas deben mantenerse al tanto de estos avances y aprender de ellos.

3

Cuatro Temas Clave

Los participantes del taller pasaron la tarde del primer día trabajando en grupos, que se denominaron “cafés del conocimiento”, profundizando en cada uno de los cuatro temas:

1. *Interacción y flujo de recursos, personas y servicios*: El movimiento de agua, personas, especies, bienes y servicios a través de la frontera y por toda la región crea interacciones que pueden tener implicaciones positivas y negativas para la sostenibilidad.
2. *Escasez y abundancia de recursos*: La región de tierras áridas se ve afectada por la paradoja de experimentar simultáneamente una abundancia de riqueza cultural y ecológica y una aguda escasez de otros recursos naturales preciados.
3. *Choques y factores de tensión ambientales*: La región se enfrenta a una alta variabilidad ambiental y a extremos que coexisten con cambios bruscos de política y volatilidad de los mercados.
4. *Gobernanza e innovación*: Los desafíos y oportunidades para soluciones sostenibles en toda la región requerirán coordinación y colaboración en una variedad de niveles: local, nacional, binacional y más allá.

Cada grupo estaba formado por al menos dos miembros del comité de planificación, dos facilitadores y un relator; otros participantes asistieron a las sesiones de su elección. Los participantes del café pasaron la mayor parte del tiempo en discusiones colaborativas, con el objetivo de recolectar aportes sustanciales que tengan el potencial de fundamentar los futuros esfuerzos de sostenibilidad.

Los facilitadores de cada sesión de café del conocimiento resumieron sus sesiones en el siguiente día del taller; el resto de este capítulo trata de esas presentaciones.

INTERACCIÓN Y FLUJO DE RECURSOS, PERSONAS Y SERVICIOS

Los facilitadores Rosario Sánchez (Universidad de Texas A&M) y José Luis Castro Ruíz (El Colegio de la Frontera Norte) reportaron sobre esta sesión de café. Sánchez y Castro comenzaron discutiendo cómo los flujos de recursos, personas y servicios definen la dinámica de la región fronteriza de las tierras áridas en términos de medio ambiente, desarrollo económico, cultura, política, seguridad y otras dimensiones. Compartieron varios puntos para ilustrar el dinamismo de esta región. Afirmaron que México es un destino turístico extranjero de primer orden para los viajeros estadounidenses. Según Sánchez, en junio de 2017, en toda la región fronteriza se efectuaron 279 millones de cruces en dirección norte y hubo casi 22 millones de cruces fronterizos de México a Estados Unidos. México es también el país de residencia para el mayor número de expatriados estadounidenses; en 2017, cerca de 900,000 ciudadanos estadounidenses vivían en México. También encontraron que más del 20 por ciento de los empleos en Estados Unidos están relacionados con el comercio a lo largo de la frontera, y 1 de cada 24 trabajadores depende del comercio entre Estados Unidos y México. Sánchez señaló que, dado que México es el principal destino de las exportaciones de tres de los cuatro estados fronterizos de Estados Unidos (Arizona, California y Texas), esas comunidades dependen de México para mantener el crecimiento de sus economías.²⁹

Según las estimaciones del censo de 2015 de ambos países, 7.7 millones de personas vivían en los 25 condados de Estados Unidos en los cuatro estados fronterizos (Arizona, California, Nuevo México y Texas), mientras que 7.1 millones vivían en los 37 municipios fronterizos mexicanos.³⁰ Castro y Sánchez señalaron que si el área fuera un solo país, estaría entre las cinco economías más grandes del mundo. Una de las principales fuerzas motrices que subyacen en la dinámica de esta región es la diferencia en las tasas de crecimiento de la población en México y Estados Unidos. Su investigación mostró que tanto los estados fronterizos como las ciudades de Estados Unidos y México han experimentado un gran crecimiento en las últimas décadas, pero el crecimiento en el lado mexicano ha sido mucho más rápido y ha ocurrido con muy poca regulación o planificación.

²⁹Véase <https://azmex.eller.arizona.edu/az-trade/exports-mexico>; <https://ustr.gov/map/state-benefits/nm>; <https://www.naftamexico.net/naftaworks/usmextrade/texas.pdf> [junio 2018].

³⁰Datos obtenidos de Censos de Población, 1980–2010; Censo de Población, 2015; U.S. Census Bureau.

Al analizar los flujos de recursos, Sánchez y Castro dijeron que el agua es un tema central. Los dos países tienen un acuerdo bilateral para las aguas superficiales,³¹ pero las aguas subterráneas siguen siendo un tema tabú para los debates internacionales, y el intercambio de datos sobre los recursos hídricos subterráneos es escaso o nulo. Las aguas subterráneas, especialmente las procedentes de los acuíferos regionales, serán fundamentales para apoyar el crecimiento en las regiones fronterizas, dado que las aguas superficiales prácticamente se han agotado.

La demanda de energía también está creciendo. Sánchez y Castro declararon que los costos de energía representan casi el 40 por ciento de los gastos totales de las empresas estatales de agua de Estados Unidos, y que a medida que México explora la posibilidad de la exploración de gas natural (fracturación o fracking), surgen preocupaciones sobre la gran cantidad de agua que se necesita para sufragar tales actividades. Por lo tanto, el nexo entre el agua y la energía es una cuestión de importancia crítica.

Para estimular la discusión, Sánchez y Castro pidieron a los participantes del café que reflexionaran sobre cuestiones subyacentes clave, tales como la manera en que los factores sociológicos afectan e interactúan con los factores ambientales y viceversa; cómo la zona puede lidiar mejor con el crecimiento y planificarlo, al mismo tiempo que se ajusta a las condiciones climáticas cambiantes; y qué más se puede hacer para mejorar la gestión de los recursos hídricos en toda la región.

La discusión en la sesión de café se centró en el reto de planificar para el futuro frente al cambio dinámico. Los cambios y los flujos pueden producirse en muchos niveles diferentes (pero a menudo interconectados). Por ejemplo, un participante señaló que los agricultores deben considerar tanto la forma en que el clima afecta su producción como la forma en que el comercio nacional e internacional ayudarán u obstaculizarán sus operaciones. Los participantes también plantearon la necesidad de entender mejor cómo afectan los flujos a cada lado de la frontera: un participante señaló que, en el ámbito de la gestión de residuos, las emisiones de metano producidas a partir de la basura en los Estados Unidos pueden terminar siendo desechadas en México. Otro participante señaló que México también suele enviar recursos energéticos no procesados a los Estados Unidos y luego tiene que comprar la energía procesada a los Estados Unidos a un costo más alto.

La discusión en el café volvió al tema de la gente, el “flujo humano”. Los participantes señalaron que cada tipo de migración transfronteriza tiene un contexto socioeconómico diferente. Hay quienes viajan diariamente para trabajar, quienes emigran a Estados Unidos y permanecen en el país

³¹ 1906 Convention between the United States and Mexico for Equitable Distribution of the Waters of the Rio Grande. Disponible en: <https://www.ibwc.gov/Files/1906Conv.pdf> [noviembre 2018].

(legal e ilegalmente), quienes se quedan “atascados” en tránsito en México (por ejemplo, haitianos y centroamericanos a los que se les ha negado la entrada a Estados Unidos), y quienes, después de haber sido deportados de Estados Unidos, permanecen en México cerca de la frontera para tener acceso a sus familiares que aún residen en Estados Unidos.

Los participantes del café destacaron que otros flujos representan diferentes etapas de la vida: las personas mayores en los Estados Unidos comúnmente se dirigen al sur para jubilarse o para recibir servicios médicos menos costosos, mientras que las personas más jóvenes en México comúnmente se dirigen al norte para buscar oportunidades de trabajo. Muchos participantes de los cafés señalaron que la migración es un fenómeno humano inevitable. Un cambio en la política o la construcción de un muro puede tener efectos indirectos que requerirán nuevas estrategias, acción colectiva y gobernanza; sin embargo, si la población de la región es transitoria, la cuestión es qué nivel de participación cívica e inversión en la planificación futura se puede esperar de los residentes locales.

En cuanto a los flujos biológicos, además de la idea común del movimiento de especies de plantas y animales que cruzan o abarcan la frontera, los participantes de los cafés consideraron la propagación de infecciones y enfermedades infecciosas, como la gripe aviar, que también pueden cruzar la frontera y que deberían tenerse en cuenta al abordar la migración humana y animal. Se señaló que todavía no existe una infraestructura para hacer frente a este tipo de amenazas.

En cuanto al tema del agua que Sánchez y Castro habían discutido, los participantes señalaron que el agua subterránea es un recurso crucial que atraviesa varias jurisdicciones y suscita varias preguntas con respecto a la gobernanza. Los participantes dieron ejemplos de cómo en regiones como Texas, el agua subterránea es considerada propiedad privada (propiedad del dueño de la tierra que se encuentra arriba), mientras que en México el agua subterránea es propiedad nacional, aunque no siempre se gestiona de manera efectiva. Gracias a las nuevas capacidades de observación, ahora es posible evaluar cuánta agua subterránea existe y cuánta se está extrayendo. Los resultados hasta ahora muestran el agotamiento del agua subterránea en la mayoría de las zonas de estudio, pero los participantes señalaron que se necesita una mayor resolución y mejores datos para cuantificar esta dinámica.

El grupo pasó entonces a discutir el flujo de recursos intelectuales y cómo las comunidades podrían fortalecer las interacciones entre las instituciones académicas y otros sistemas de conocimiento. Un participante señaló que, aunque ya existen varias iniciativas a nivel individual, de grupo y de red, a menudo no se comunican entre sí para compartir esfuerzos.

El grupo tuvo una larga discusión sobre las necesidades de datos. Muchos participantes destacaron que el intercambio de datos es indispensable para la acción de la comunidad científica y que representa una gran oportu-

tunidad para una mayor cooperación entre Estados Unidos y México. Por otra parte, los participantes señalaron que la falta de datos puede permitir que la gente aproveche las lagunas en los conocimientos, lo que podría dar lugar a un uso y una explotación inapropiados de los recursos. Existen muchos desafíos prácticos que deben superarse para mejorar el intercambio de datos, en particular, la necesidad de armonizar las unidades de datos, las normas y las técnicas de medición. Un participante dijo que la coordinación de la información es un desafío incluso dentro de Estados Unidos y señaló que en un proyecto que analiza la sostenibilidad a lo largo del Río Grande en tres estados, fue muy difícil recopilar y compartir datos entre los estados porque no había consistencia en los conjuntos de datos. Otro ejemplo presentado fue que, en los estudios arqueológicos de recursos culturales, el intercambio de datos entre Estados Unidos y México es también un problema serio porque los arqueólogos estadounidenses recolectan sus datos de maneras muy diferentes a las de los científicos mexicanos.

Los participantes del café subrayaron que un paso inicial fundamental es comprender qué datos sobre sostenibilidad hay disponibles actualmente en la región. Muchas agencias y programas diferentes ya han generado enormes cantidades de información, pero no ha sido recolectada y analizada de una manera y a un ritmo que permita una síntesis útil. Los participantes señalaron que los objetivos de la recolección de datos también varían de un estudio a otro y necesitan ser bien entendidos antes de que los datos sean analizados. En algunos casos, advirtieron los participantes, los datos pueden ser manipulados, analizados o diseminados de manera que beneficien a una causa en particular.

Determinar la validez de los datos es otro paso importante en el proceso, según dijeron varios participantes, pero ¿cómo se puede determinar qué información y fuentes son dignas de confianza? Señalaron que la comunidad científica será esencial para proporcionar conocimientos y supervisión a las comunidades de investigación (tanto públicas como privadas) a medida que recopilen datos. Los científicos también pueden ayudar a identificar los indicadores de datos más estratégicos para proyectos y estudios particulares. Varios participantes sugirieron objetivos para mejorar la recopilación de datos, como una base de datos común e interoperable o un mejor acceso a las bases de datos existentes, así como el establecimiento de estándares de datos que funcionen a través de diferentes estructuras de gobernanza y en ambos lados de la frontera. Los costos de estas mejoras pueden variar ampliamente, y también hay que considerar qué organismo sería responsable de la gestión de estas nuevas bases de datos y conjuntos de datos. Varios participantes subrayaron que se requiere una importante “infraestructura humana” continua para mantener actualizadas las bases de datos.

Un participante señaló que la infraestructura necesaria para gestionar las corrientes en la región de tierras áridas solía centrarse principalmente

en el alcantarillado y el tratamiento de aguas residuales, pero que ahora la zona tiene una gama más amplia de necesidades que requerirán la ampliación y rehabilitación de la infraestructura actual. Otros destacaron que la infraestructura creada deberá ser adaptable y flexible para adecuarse a la cantidad de movimientos dinámicos de personas y capital en la región fronteriza y ser sostenible en el tiempo. La comunidad de las tierras áridas tendrá que considerar la reconstrucción de la infraestructura a ambos lados de la frontera como una oportunidad para abordar problemas tan importantes como el uso del agua y la energía. Un participante planteó las posibilidades de implementar “tecnologías de salto (leapfrogging)” que puedan abordar los problemas a ambos lados de la frontera de manera holística y en conjunto. Por ejemplo, la electricidad procedente de la producción de energía renovable puede transmitirse fácilmente a través de la frontera, beneficiando a ambos lados: un lado de la frontera puede beneficiarse de una energía más limpia, mientras que el otro lado de la frontera se beneficia de los ingresos que recibe por la producción de energía.

La discusión concluyó con la identificación por parte del grupo del café de varias cuestiones que convendría estudiar más a fondo:

- ¿De dónde obtiene la región fronteriza todos los demás recursos que necesita (aparte del agua)?
- ¿En qué se basa la capacidad de resiliencia a nivel individual? ¿Cómo responden los diferentes individuos a los desastres y a los cambios a largo plazo? ¿Qué explica las diferencias en las respuestas individuales?
- ¿Cuáles son los motores estratégicos subyacentes y las causas profundas del crecimiento y los flujos en las regiones fronterizas? ¿Cuáles son los motores subyacentes de la migración? ¿Qué poblaciones se están desplazando? ¿Quién está promoviendo o demandando los flujos? ¿Cuáles son las necesidades particulares de esta zona fronteriza?

ESCASEZ Y ABUNDANCIA DE RECURSOS

Los facilitadores Jadwiga Ziolkowska (Universidad de Oklahoma), Constantino Macías García (Miembro del Comité Directivo) y Natalia Martínez Tagüeña (Miembro del Comité Directivo) informaron sobre esta sesión de café.

Ziolkowska comenzó enumerando cuatro cuestiones relacionadas con los recursos y los ecosistemas que deben tenerse en cuenta al evaluar una región diversa, como la zona de tierras áridas transfronterizas en su conjunto o por jurisdicciones: recursos comunes, recursos naturales compartidos, externalidades transfronterizas y cuestiones medioambientales y políticas

interconectadas. Los recursos comunes son aquellos, como el aire limpio, el océano y el ozono, que son valiosos pero que no siempre son propiedad de una jurisdicción en particular. Los recursos naturales compartidos son aquellos que atraviesan jurisdicciones, como los ríos, o que benefician a diferentes usuarios dentro de una jurisdicción. Las externalidades transfronterizas son factores exógenos, incluidos los cambios provocados por el hombre: pueden ser positivos, pero también pueden ser negativos, como ocurre con el dióxido de carbono, las emisiones de los automóviles y la contaminación de los ríos. Las cuestiones interconectadas se refieren a la forma en que las instituciones sociales pueden exacerbar los problemas ambientales. Señaló que estas cuatro cuestiones pueden tener diferentes pesos en diferentes áreas y que son sólo algunas de las cuestiones que podrían afectar a la gestión de los recursos transfronterizos.

Tomando como ejemplo la cuenca del Río Grande, Ziolkowska analizó cómo el crecimiento de la población de la zona, las frecuentes sequías y las demandas de la producción agrícola han ejercido una fuerte presión sobre el suministro de agua. ¿Cómo puede un territorio gestionar el agua de forma económica? ¿Cómo se determina el precio de un producto para el que no existe un mercado común o regulado? En Estados Unidos, no existe un mercado o sistema de precios bien establecido para el agua, aparte de los esfuerzos de los bancos regionales de agua o de los mercados de agua en etapa inicial no estandarizados (que no han despegado con éxito). El monto que se presente en una factura de agua no refleja el verdadero costo del agua, sólo el bombeo, la filtración, la entrega, los costos administrativos de los servicios de agua y la cantidad de uso. Señaló que los lugares del mundo que han tratado de privatizar el agua han enfrentado mucha resistencia.

En su presentación, Ziolkowska pidió a los participantes de la sesión de café que consideraran cómo la gestión de los recursos a través de las fronteras internacionales es diferente de la gestión nacional: ¿Cómo afecta la presencia física o legal de una frontera internacional a la administración coordinada de un recurso compartido? La definición de sostenibilidad, con sus enfoques económicos, ambientales y sociales, puede variar dentro de cada región. Dijo que es importante aprender de las experiencias pasadas de colaboración y avanzar hacia la institucionalización del proceso a través de tratados y acuerdos a varios niveles de gobierno que puedan fomentar la investigación y la colaboración transfronterizas.

Ziolkowska se refirió a un fenómeno llamado “la tragedia de los bienes comunes”, en el que los individuos tratan de obtener el mayor beneficio personal de un recurso común dado, descuidando el bienestar de la sociedad y a menudo agotando el recurso. Además de gestionar estas cuestiones con marcos institucionales y medidas gubernamentales, señaló que es importante considerar cómo puede aplicarse una mejor comprensión de las necesidades y la diversidad cultural de una región para resolver los problemas de

los ecosistemas. Por último, mencionó que el análisis del uso de los recursos a lo largo del tiempo, y no sólo por región, puede proporcionar una mayor comprensión de las necesidades de gestión.

Martínez Tagüeña insistió nuevamente en la importancia de entender la región como un sistema socio-ecológico en el que las necesidades ecológicas y socioculturales están entrelazadas y no deben ser vistas como una dicotomía. Además, mencionó la noción de recursos bioculturales: los recursos biológicos que son también culturales porque tienen una expresión lingüística, un conocimiento asociado y un uso práctico y a veces sagrado. Estos recursos están así cargados de historia, memoria e identidad. Además, siguiendo la literatura de investigación sobre la teoría de la materialidad, sugirió disminuir aún más la división entre agentes humanos y no humanos con una mirada conceptual a cómo los agentes no humanos también forman parte de las prácticas sociales.

Martínez Tagüeña dijo que ha aprendido a través del trabajo en colaboración con los habitantes locales (grupos indígenas, ganaderos, pastores y otros) cómo entienden ellos la unión entre la naturaleza y la sociedad.

En lugar de adoptar un enfoque de “la naturaleza está aquí para servirnos”, que en su opinión es común en la filosofía occidental, algunos habitantes locales están más dispuestos a apreciar la naturaleza, trabajar con ella y adaptarse a ella. Sus sistemas de valores son diferentes y a menudo están fuera de la búsqueda de un beneficio monetario. Alentó a los participantes del café a colaborar con las comunidades locales y a valorar sus conocimientos ecológicos tradicionales a través de metodologías innovadoras de investigación participativa. Por último, destacó la forma en que las comunidades indígenas de las regiones de tierras áridas se han adaptado a lo largo de milenios a los ciclos de abundancia y escasez de recursos, no sólo a la estacionalidad de los recursos, sino también a otros aspectos importantes de sus paisajes culturales. Dijo que nos enseñan a adaptarnos y sobrellevar el cambio y también acerca de la posibilidad de llevar una vida sencilla en armonía con la naturaleza.

Los participantes se centraron en la necesidad de entender el ecosistema y ajustar sus puntos de vista sobre el consumo y la propiedad, lo que puede ser la clave para una mejor gestión de los recursos escasos. En Estados Unidos, el agua subterránea es un bien privado, perteneciente a quienquiera que sea el dueño de la tierra de arriba. Para los ríos y las áreas que los rodean, el tema es a menudo que el primero en explotarlos tiene el derecho de continuar explotándolos. Los participantes reiteraron la cuestión de la discrepancia entre la demanda y el precio del agua, particularmente en la agricultura, pero destacaron que será difícil cambiar los puntos de vista generales de Estados Unidos sobre el uso y el valor del agua.

Los participantes del café señalaron que el flujo de agua entre países también requiere la revisión del tratamiento de las aguas residuales. Debido

a la forma en que se gestionan (o no) las aguas residuales, los caudales de los ríos y los niveles de agua en la región de tierras áridas siguen disminuyendo, mientras que la salinidad del agua y los contenidos de sedimentos aumentan. Un participante señaló que varias ciudades de México carecen de fondos para gestionar y tratar eficazmente las aguas residuales; otro señaló que Estados Unidos, en lugar de aprovechar su capacidad para tratar las aguas residuales procedentes de México, está gastando 75 por ciento más de energía en la desalinización. Otros participantes mencionaron ejemplos adicionales de conversión y reutilización de desechos y materiales peligrosos, incluyendo sistemas que son capaces de convertir sustancias altamente tóxicas como la salmuera y el hidróxido de sodio en materiales aprovechables. Sin embargo, como no hay consenso sobre quién es el propietario del agua, especialmente cuando cruza las fronteras legales, es más difícil buscar soluciones mutuas.

En cuanto a la tragedia de los bienes comunes, un participante preguntó cómo cambiar la mentalidad de los consumidores en torno a la conservación, de “debo usar todo lo que pueda antes de que se agote” a “usemos todos menos para ahorrar”. Ziolkowska respondió que el cambio mental está relacionado con el cambio generacional. Los consumidores más jóvenes deben ser educados desde el principio sobre los enfoques sostenibles, dijo. Los participantes sugirieron que en lugar de adoptar un enfoque “descendente” para la gestión de los recursos, también deberían solicitarse ideas para el cambio a nivel de la comunidad, y varios proporcionaron ejemplos de grupos locales que se sintieron motivados para lograr el cambio debido a la forma en que sus vidas cotidianas se veían afectadas.

Los participantes del café también señalaron que es importante sopesar los beneficios de los resultados personales y la necesidad de asimilación frente al bienestar universal y el contexto local: por ejemplo, intentar mantener una estética paisajística exuberante y verde en un clima desértico, o entubar ríos artificiales en ciudades, acción que utiliza recursos críticos de maneras no esenciales. En cambio, los participantes sugirieron que la atención debería centrarse en maximizar el uso de los recursos que son abundantes en cada zona. Un participante recordó a todos que uno de los principales retos de sostenibilidad de la paradoja de la escasez y la abundancia es aprender a usar recursos abundantes para compensar los que son escasos, como la energía solar, que puede emplearse de diferentes maneras (posiblemente no tradicionales). Otro participante mencionó que la minería es una gran industria en el norte de México. Si bien la extracción de minerales puede ser un proceso agresivo, ciertas medidas de uso intensivo de energía pueden mejorar la forma en que se gestionan los recursos y, por lo tanto, producir beneficios netos. La comunidad del río Nilo es otro ejemplo de cómo un grupo local pudo aprovechar inteligentemente un recurso para hacer productiva una tierra muy árida, dijo un participante.

Los participantes del café subrayaron que las nociones de escasez y abundancia y las opciones que se toman al respecto están definidas en los planos cultural y regional. Cuando se trata de inducir a los individuos y a las comunidades a adoptar un comportamiento sostenible, se debe considerar el contexto económico de un área y la importancia social de los diversos recursos (culturales, científicos, recreativos), así como la seguridad, la protección y las posibles inequidades dentro de las comunidades. Como tal, el objetivo puede no ser crear un solo proyecto, sino hacer un esfuerzo para coordinar los proyectos locales o considerar iniciativas multisectoriales que aborden estas variabilidades.

Un participante preguntó: ¿Cuáles son los factores que impulsan los esfuerzos de sostenibilidad y cómo se priorizan? Otro respondió que hay umbrales o puntos de activación en los que la falta de un recurso creará conflictos o provocará cambios. Estos umbrales pueden ser diferentes para diferentes comunidades y tipos de comunidades: por ejemplo, las poblaciones rurales pueden tener una mayor capacidad de adaptación al cambio que las poblaciones urbanas. La persona señaló que el desarrollo de una mejor comprensión de esos umbrales es clave, y ayudará a crear estrategias de investigación específicas que pueden llamar la atención de las fundaciones y corporaciones que invierten en la región de las tierras áridas.

CHOQUES Y FACTORES DE TENSIÓN

Los facilitadores Jorge Morán Escamilla (El Colegio de San Luis) y Doug Liden (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [EPA]) informaron sobre esta sesión de café.

Liden comenzó por discutir algunos ejemplos de cooperación efectiva entre Estados Unidos y México en materia de gestión ambiental, incluyendo la Comisión Internacional de Límites y Aguas (que abarca el Tratado de Agua de 1944), y los esfuerzos de cooperación de larga data entre la EPA y la Comisión Nacional del Agua en México (CONAGUA). Señaló algunos de los principales factores ambientales y socioeconómicos de tensión en la región: las enfermedades resultantes de la falta de infraestructura de saneamiento; el asma y otros padecimientos respiratorios derivados del polvo y la contaminación del aire; y las preocupaciones económicas, como el costo de tener que consumir agua embotellada. Sin embargo, hay varios factores de tensión menos obvios que afectan a la población de la región de las tierras áridas. Algunos ejemplos de preocupaciones ambientales son los grandes problemas de erosión debidos a sistemas inadecuados de drenaje de aguas pluviales en zonas vulnerables y a una fuerte concentración de contaminantes corrosivos que acortan la vida útil de la infraestructura de aguas residuales. Los choques socioeconómicos incluyen los fuertes olores de las aguas residuales que afectan a los residentes y desalientan el turismo,

las peleas entre Estados Unidos y México por la calidad y cantidad del agua, y los ríos perennes que ahora fluyen esporádicamente debido a la extracción excesiva del agua.

Afortunadamente, dijo Liden, existen soluciones prácticas para muchos de estos problemas: la conservación del agua se puede conseguir al reparar los sistemas de distribución que tienen fugas y están rotos, al instalar inodoros y cabezales de ducha de bajo flujo, al usar métodos de cero escapes para el césped y al revestir los canales agrícolas. Para un uso más eficiente, las soluciones incluyen cambiar el uso designado para los suministros de agua esenciales, ampliar el uso de la infraestructura verde y recuperar las aguas residuales y las “aguas grises” (escorrentías de fregaderos y electrodomésticos). Señaló que la desalinización del agua del océano es una opción, pero que es mucho más costosa que otras soluciones.

Morán comenzó por señalar cómo los investigadores tienden a mirar los temas desde una mentalidad aislacionista, a pesar de que los problemas no ocurren de manera aislada en la naturaleza. Hizo hincapié en la necesidad de estudiar y comprender los factores de tensión y cómo interactúan a nivel del paisaje, “a vista de pájaro”, lo que permite a los investigadores ver los patrones y los cambios de manera más amplia. Esa visión del paisaje incluye las tensiones relacionadas con los cambios en el uso de la tierra; los cambios en las actividades económicas y los procesos productivos; la intensificación en el uso de los recursos naturales y en la contaminación del aire, el agua y el suelo; los cambios en los patrones de consumo; la pérdida y migración de especies endémicas; y el deterioro de los ecosistemas.

Morán señaló que, debido a su amplitud, los estudios a escala de paisaje deben solicitar aportes de una variedad de partes interesadas, como representantes del gobierno, la industria, el público y, dependiendo del alcance, las agencias internacionales. Cree que es útil enmarcar los problemas complejos en términos de su relación con la “seguridad humana”, que él definió como estar libre de temor y libre de carencias. Aunque los responsables de la toma de decisiones no pueden garantizar la seguridad de las personas ni eliminar todos los riesgos, el marco les permite tener en cuenta tanto las preocupaciones medioambientales como las sociales y encontrar soluciones para un contexto específico. Morán dijo que los temas de seguridad que pueden representar amenazas para las personas que viven en ecosistemas complejos incluyen:

- pobreza (seguridad económica);
- hambre (seguridad alimentaria);
- enfermedades infecciosas, alimentos inseguros, malnutrición y falta de acceso a la atención sanitaria básica (seguridad sanitaria);
- degradación ambiental, agotamiento de los recursos naturales, desastres y contaminación (seguridad ambiental);

- violencia, delitos, terrorismo y trabajo infantil (seguridad personal);
- tensiones étnicas o religiosas y otros problemas de la comunidad (seguridad comunitaria); y
- abusos policiales y violaciones de los derechos humanos (seguridad política).

Morán se refirió a los desastres “natech”, es decir, las amenazas naturales que desencadenan resultados técnicos adversos. El terremoto y el tsunami de 2011 que azotaron Japón es un ejemplo destacado: comenzó como un desastre natural, pero provocó el accidente en la central nuclear de Fukushima. Los eventos en cadena como estos obligan a las personas a enfrentar múltiples eventos de riesgo simultáneamente. Dijo que debido a que los ciudadanos locales entienden la realidad y el contexto de su ubicación específica, se les debe empoderar para que comprendan los riesgos a los que se enfrentan, se les debe alentar a que articulen sus necesidades y se les debe incluir en el diálogo sobre las intervenciones de diseño.

En resumen, Morán señaló que las condiciones acumulativas resultantes de los cambios en el paisaje, los procesos de producción y la forma en que la sociedad hace uso de la naturaleza y los recursos de un ecosistema determinado pueden afectar la seguridad humana. La vulnerabilidad y los riesgos observados en la zona de las tierras áridas son el resultado de esta compleja dinámica. Un fenómeno natural puede generar escenarios de múltiples amenazas con efectos altamente perturbadores, aunque para muchas sociedades esas amenazas y vulnerabilidades se asimilan progresivamente en la vida cotidiana, anulando la gravedad del riesgo. A medida que aumenta el costo de hacer frente a los desastres naturales, se deben intensificar los esfuerzos para coordinar las intervenciones, promover el desarrollo sostenible y preservar la calidad de vida. Los facilitadores pidieron a los participantes en la sesión de café que identificaran las perturbaciones y los factores de tensión que son motivo de gran preocupación en la región de las tierras áridas, y que consideraran las intervenciones existentes, incluidas las que ya no son pertinentes, y las estrategias para mejorar la sostenibilidad en el futuro. Señalaron que es particularmente difícil abordar los factores de tensión que resultan de cambios relativamente lentos e irreversibles, como el cambio climático y la invasión biológica de especies. Para estos factores de tensión, es necesario comprender el carácter, la tasa y la probabilidad del cambio. La gestión de estos cambios requiere una previsión que puede reforzarse mediante la intervención científica.

Los participantes enumeraron los factores de tensión comunes en las zonas urbanas, entre ellos la rápida migración y el asentamiento en zonas que antes no eran urbanas. Usaron el área metropolitana de San Diego como ejemplo: la gente se siente atraída por la zona por sus oportunidades profesionales y alta calidad de vida, pero debido a que la ciudad es cara, se mudan

a áreas periféricas, como Tijuana. La entrada de residentes puede conducir a un aumento de la contaminación, las aguas residuales y la demanda de energía, con enormes impactos en la infraestructura de la región. Además, algunos participantes señalaron que el incremento de la construcción y las actividades relacionadas, como la recolección de desechos, la zonificación y los permisos de contaminación, se gestionan a nivel de la ciudad; ambos gobiernos federales tienen poca influencia en muchas cosas a ese nivel y las normas pueden ser poco claras. La pregunta entonces es: ¿Quién debe asumir la responsabilidad de mitigar los efectos? Varios participantes señalaron la importancia de incluir a la comunidad local y a los usuarios finales en la toma de decisiones para generar intervenciones de sostenibilidad eficientes y pertinentes y promover la participación de la comunidad.

Posteriormente, los participantes discutieron los factores de tensión que son exclusivos de las áreas rurales a lo largo de la frontera. Se señaló que un problema común es que cuando las cosas se ponen demasiado difíciles para los agricultores, ya sea debido a cambios ambientales o de mercado, estos abandonan sus tierras o se involucran en prácticas que conducen a un uso excesivo y degradación de la tierra. Varios participantes sugirieron que sería útil desarrollar estrategias para la resiliencia frente a estos factores de tensión. El establecimiento y mantenimiento de tierras naturales protegidas también podría reconsiderarse a medida que cambien las condiciones ambientales.

La contaminación tóxica procedente de la minería y otras industrias fue otro factor de tensión señalado por algunos participantes. No se sabe mucho sobre la naturaleza de ciertos contaminantes ni cómo afectan a los organismos. Además, los participantes señalaron que las aguas residuales que contienen metales pesados y contaminantes industriales requieren un tratamiento diferente al de los contaminantes bacterianos y que muchos de los sistemas de tratamiento de aguas de México no fueron diseñados para hacer frente a esos tipos y volúmenes de desechos. Otro factor de tensión creciente es la fracturación, que se está expandiendo hacia México, debido a los residuos que produce y al agua que consume. Un participante señaló que los niveles de “exposición segura” a los contaminantes determinados por las normas de México son más altos que los límites establecidos por la EPA, lo que tendría que ser abordado durante cualquier coordinación binacional.

A continuación, el debate en el café se centró en los retos de anticiparse y hacer frente a las grandes catástrofes y a los acontecimientos en cadena que pueden producirse. En el caso del terremoto y el tsunami de Japón, los daños irreversibles al dique y el desastre nuclear fueron dos consecuencias inesperadas. Los participantes mencionaron dos ejemplos en Estados Unidos: A medida que el mercado de la carne de res aumentó en la década de 1970, la deforestación también aumentó para abrir espacio para más ganado. El segundo ejemplo que se presentó fue la forma en que las pertur-

baciones económicas, como la recesión de 2008, pueden alterar los patrones de migración y se han vinculado al aumento de la violencia. Los participantes hicieron hincapié en la necesidad de aprender de los acontecimientos pasados, prestando atención a la forma en que respondieron los sistemas críticos, y de usar esta información para la planificación futura. Señalaron que las posibles actividades futuras, como la construcción de un muro entre Estados Unidos y México, podrían conmocionar los sistemas ambientales y sociales y forzar las conexiones entre los dos países. Muchos participantes subrayaron que será importante seguir fortaleciendo y apoyando las instituciones y plataformas que permiten el diálogo permanente entre científicos, académicos y responsables de la formulación de políticas en ambos países.

En relación con este punto, varios participantes afirmaron que para avanzar en la búsqueda de soluciones eficaces se requerirá una planificación adaptativa que fomente la resiliencia, así como un examen continuo para garantizar que las intervenciones estén cumpliendo con su propósito previsto. Un participante señaló que la EPA ha invertido cientos de millones de dólares en la financiación de la infraestructura de aguas residuales en la región fronteriza, pero a medida que el crecimiento en la zona continúa, uno podría preguntarse si las inversiones están resolviendo los problemas o los están perpetuando al permitir un mayor crecimiento.

Los participantes manifestaron que la gobernanza eficaz también es fundamental, y uno de ellos señaló que la capacidad de buena gobernanza está directamente relacionada con las capacidades de la sociedad civil; en algunos casos se han establecido los marcos correctos, pero carecen de una supervisión y una ejecución adecuadas. Un participante sugirió que la Asociación de Alcaldes Fronterizos puede proporcionar un espacio para trabajar juntos en problemas y soluciones binacionales comunes y ayudar activamente a conseguir objetivos ambientales.

GOBERNANZA E INNOVACIÓN

Los facilitadores Jurgen Schmandt (Universidad de Texas en Austin) e Ismael Aguilar Barajas (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey) reportaron sobre esta sesión de café.

Schmandt comenzó con una breve reseña de cómo se modificó el Río Grande con obras de ingeniería a lo largo del siglo pasado y los problemas relacionados con el uso compartido del agua.

La primera represa en el Río Grande, y la primera estructura de su tamaño en el mundo, Elephant Butte, fue completada en 1916 en Nuevo México para satisfacer las pautas de distribución de agua establecidas en la Convención de 1906 entre Estados Unidos y México. Hoy en día, el río está fuertemente modificado, con varias represas y desvíos de Colorado a Nuevo León, México (ver Figura 3-1). La zona ahora enfrenta varios desa-

fíos, dijo Schmandt, tales como el crecimiento de la población, el cambio climático y la variación, la disminución del almacenamiento debido a la reducción del flujo de agua y la sedimentación de los embalses. Hizo una lista de posibles opciones para responder a los desafíos, que incluían un uso más eficiente del agua en la agricultura, la reparación de los sistemas de distribución con fugas y la conservación y la recolección de agua de lluvia. La remoción de sedimentos aumenta el volumen de almacenamiento, pero puede no ser rentable.

Schmandt dijo que la interacción entre las aguas superficiales y subterráneas es crítica y ha sido un punto de discusión entre diferentes jurisdicciones durante más de un siglo. El Pacto del Río Grande, adoptado en 1939, repartió el agua entre Colorado, Nuevo México y Texas, antes de su llegada a puntos en México (por debajo de Ft. Quitman en Texas). En 1944, Estados Unidos y México firmaron un tratado que regula la forma en que cada país administraría y compartiría los recursos hídricos en las cuencas del Río Colorado y del Río Grande. En la primavera de 2013, Texas demandó a Nuevo México y Colorado ante la Suprema Corte (opinión de la corte en 2018) por su interpretación e implementación del Pacto del Río Grande, y denunció que la forma en que Colorado y Nuevo México estaban gestionando y desviando su agua afectaba negativamente la cantidad de agua que finalmente viaja hacia y a través de Texas y hacia México.

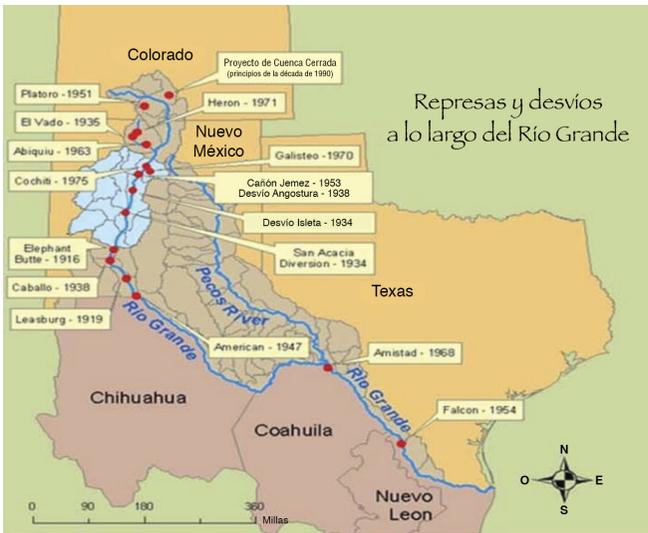


GRÁFICO 3-1 Represas y desvíos a lo largo del Río Grande.

FUENTE: Schmandt, J. (2018). Río Grande/Bravo: Gobernanza e innovación. Presentación en el Taller de NASEM sobre el Avance de la Sostenibilidad de las Tierras Áridas Transfronterizas de México y Estados Unidos. Disponible en: http://sites.nationalacademies.org/DBASSE/ BECS/CurrentProjects/DBASSE_181644 [octubre 2018].

La gestión del agua en la región fronteriza compartida sigue evolucionando a medida que la zona cambia. Schmandt explicó cómo la Comisión Internacional de Límites y Aguas de Estados Unidos (IBWC) y su contraparte mexicana, la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), establecieron un sistema de actas que proporciona una vía para modificar el tratado de 1944. Actualmente hay 324 actas. El Acta 308 (2002) solicitó la creación de un consejo consultivo y el desarrollo de un plan de sostenibilidad de la cuenca ante una sequía severa. Schmandt dijo que nunca se estableció este consejo consultivo.

Schmandt ofreció propuestas de requisitos para futuras actas sobre sostenibilidad: conocer los datos recopilados hasta la fecha sobre el desarrollo sostenible; proporcionar una evaluación detallada del trabajo realizado hasta la fecha y las lecciones aprendidas; poner a IBWC y CILA a la cabeza; incorporar flexibilidad para el cambio futuro; y establecer subcomités para regiones específicas con el fin de que aborden cuestiones específicas. Subrayó la importancia de adoptar medidas proactivas y realistas. Por ejemplo, dijo, un plan de sostenibilidad para el Río Grande debe basarse en el rendimiento confiable: la cantidad de agua que el río suministró durante la peor sequía. A medida que ese rendimiento cambie, las directrices podrían cambiar en consecuencia.

Aguilar describió un proyecto conjunto que coordinó entre el Tecnológico de Monterrey, El Centro del Agua y los Servicios de Agua y Drenaje sobre el estado del agua en Monterrey, la capital del estado de Nuevo León en el noreste de México.³² Como ciudad de gran tamaño, Monterrey tiene un gran flujo de recursos y de personas, y su área urbana se ha duplicado con creces en los últimos 40 años. Se ubica en la cuenca del río San Juan, un área que, según Aguilar, está expuesta a grandes cambios y variaciones climáticas. Agregó que, si bien el promedio de lluvias en la zona ha disminuido y la temperatura promedio ha aumentado, el principal problema es cómo se gestiona el agua en la zona. La urbanización ha creado grandes desafíos y ha suscitado preocupaciones de escasez.

En términos más generales, Aguilar señaló que la reasignación del agua ha sido una preocupación importante a ambos lados de la frontera. Las represas crean una compleja red de flujo de agua en la parte baja del Río Grande y cada una de ellas crea posteriormente su propio sistema de agua más pequeño. La titularidad sigue siendo una de las principales áreas de ambigüedad: ¿Quién financia las plantas de tratamiento de agua, el gobier-

³² Aguilar-Barajas, I., Sisto, N.P. y Ramirez-Orozco, A.I. (2015). Agua para Monterrey: Logros, Retos y Oportunidades para Nuevo León y México. Centro del Agua para América Latina y el Caribe. Agencia Promotora de Publicaciones S.A. de C.V. N.L. Monterrey, México. Disponible en: <https://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/Docs/aguaparamonterrey-media.pdf> [julio 2018].

no local o federal? ¿A quién pertenece el agua? ¿Qué sucede cuando el agua cruza las fronteras estatales o internacionales? El agua que pasa por múltiples jurisdicciones se convierte automáticamente en un asunto político, dijo. La mayoría de las localidades tienen sus propias reglas para el manejo del agua (cómo manejar la abundancia y la escasez), pero ¿qué sucede cuando las condiciones cambian? Aguilar dijo que en su informe señalan que el 30 por ciento del agua que fluye a través de la cuenca del Río Grande no está contabilizada.

Aguilar señaló que también es importante incluir la gestión de riesgos en la planificación, incluyendo los factores naturales que están fuera del control humano. Llamó a eventos como los huracanes una “bendita maldición” porque, aunque tienen el potencial de causar daños mayores, también reabastecen los suministros de agua cada vez más escasos. El cambio climático también debe ser considerado, dijo, ya que las proyecciones muestran una disminución de las precipitaciones, la humedad y la estabilidad ambiental general a largo plazo. Se refirió a un informe de 2014 elaborado por el Banco Mundial³³ que aborda la gestión del riesgo y las oportunidades a distintos niveles, desde el hogar hasta la comunidad internacional, usando como ejemplo principal la mejora y la transferencia de agua entre las zonas urbanas y rurales.

Aguilar ofreció una “fórmula” multifacética para la sostenibilidad que incluiría planificación, infraestructura y apoyo financiero por parte de funcionarios locales, estatales y federales; investigación académica y apoyo institucional en áreas como la geohidrografía y el clima; y el uso de gestión de calidad, datos y pericia técnica a lo largo del proceso. Añadió que el compromiso local y la participación de las principales partes interesadas son importantes tanto para la gestión de los riesgos como para el éxito de los planes de mitigación. Concluyó con una cita de R.M. Bird:³⁴ “... poco se puede hacer a menos que los países incorporen en sus sistemas de gobierno local instituciones que motiven el ejercicio de la previsión, la imaginación, el esfuerzo y la prudencia, que son los ingredientes clave de la buena gobernanza en cualquier parte”.

Durante la discusión, muchos participantes en los cafés estuvieron de acuerdo con la propuesta de que los desafíos y conflictos de la gobernanza entre los estados o entre los estados y el gobierno federal son comunes. Uno

³³*Risk and Opportunity: Managing Risk for Development*. Disponible en: https://siteresources.worldbank.org/EXTNWDR2013/Resources/8258024-1352909193861/89369351356011448215/8986901-1380046989056/WDR-2014_Complete_Report.pdf [octubre 2018].

³⁴Bird, R.M. (2001). Presentación del escenario: Finanzas municipales e intergubernamentales, pp. 108–123, en M. Freire y R. Stren (Eds.), *Los Retos del Gobierno Urbano*. Washington, DC y México, D.F.: Banco Mundial y Alfaomega.

señaló que, en algunos casos, un estado fronterizo como Arizona puede colaborar más fácilmente con México que con sus vecinos (por ejemplo, California). Varios participantes plantearon la necesidad de considerar las cuestiones binacionales de una manera que también podría alinearse y reforzar los esfuerzos de colaboración interestatal. La recopilación de diferentes experiencias y métodos ayudaría a comprender mejor estas situaciones.

Schmandt señaló que un punto débil de IBWC y CILA es una disposición del tratado que exige que los comisionados sean ingenieros profesionales. Dijo que el personal político y otras partes interesadas clave deberían tener más oportunidades de contribuir a la redacción de nuevas actas. El sistema de actas no permite cambios importantes en el tratado de 1944, que requiere la aprobación de los senados de Estados Unidos y México.

Un participante preguntó a Aguilar qué hacía de la ciudad de Monterrey un caso tan singular. ¿Qué provocó que alcanzara este nivel de complejidad?

Respondió que la propia ciudad tiene una tradición de innovación. Los gobernantes de Monterrey han visto la necesidad de un cambio y han tomado medidas, entre ellas la provisión de apoyo financiero, lo que ha llevado a la promoción y construcción de una segunda represa en Monterrey para gestionar el suministro de agua. Añadió que las finanzas tienen mucho que ver con la gestión del agua. Varios participantes señalaron que no todas las ciudades tienen los medios para construir presas y otras herramientas de gestión del agua. Las grandes ciudades como la Ciudad de México y Monterrey también tienen regulaciones estrictas en cuanto al uso del agua. Estas regulaciones, junto con el uso eficiente de las aguas residuales tratadas, son aspectos importantes que deben ser cuidadosamente considerados cuando se discute la sostenibilidad, sugirieron.

En cuanto a los desastres naturales y la gestión de riesgos, un participante de San Luis Potosí dijo que, si bien esa ciudad no sufre huracanes, sí tiene un exceso de agua que ocasiona problemas de gestión, principalmente debido a la falta de comunicación.

En respuesta a una pregunta sobre el trabajo con meteorólogos para gestionar el riesgo de huracanes, Aguilar dijo que su universidad tiene científicos que construyen escenarios climáticos y otros que ven los escenarios desde una perspectiva política o económica. Están tratando de reforzar el carácter interdisciplinario del trabajo.

Aguilar señaló que México cuenta con Consejos de Cuenca en todo el país. Son órganos colegiados de funcionarios, usuarios y otros que consultan y apoyan a la CONAGUA, al gobierno y a los actores clave. Los participantes del café hablaron sobre cómo se pueden aprovechar estos consejos para hacer operativas las leyes sobre el uso del agua. No obstante, señalaron que existen limitaciones financieras para ese nivel de participación de las partes interesadas, lo que podría crear problemas en determinadas esferas.

Los participantes apuntaron que, dado que los grandes avances en la sostenibilidad y la gestión de los recursos tienden a ocurrir durante o después de algún tipo de crisis, considerar que la región es dinámica y altamente variable podría ser el contexto en el que se resuelven los problemas. Sugirieron que la clave sería abordar toda la complejidad de la región transfronteriza: ¿Qué es lo que tiene esta región que permitiría que se produjera una innovación revolucionaria? Los participantes afirmaron que, si bien se ha producido un desarrollo en las zonas de tierras áridas, es necesario que éste sea más rápido e incluya una mejor respuesta a los desastres y una mejor planificación de la adaptación.

El debate se centró en la urbanización, que está provocando rápidos cambios y crecimiento en las ciudades y aumentando la presión sobre los recursos. El reto en Monterrey, como en otras ciudades, es la disponibilidad de agua. Los participantes discutieron qué sería necesario para desarrollar una estrategia sobre el agua, que incluyera el uso y la gestión de las aguas residuales tratadas. Un programa de esa naturaleza requeriría ordenanzas municipales y directrices de política programáticas. Además, dijeron, el uso común y la regulación no sólo requieren una comunicación eficaz, sino también un respaldo financiero.

Varios participantes indicaron que hay otros temas fuera de la gobernanza del agua que también deben ser tomados en cuenta. Reconocieron que ha habido algunos esfuerzos exitosos de sostenibilidad, y se preguntaron en qué nivel de la gerencia o del gobierno estos esfuerzos fueron más exitosos y efectivos. ¿Cómo se puede reproducir el contexto de oportunidades exitosas? Un participante hizo hincapié en la importancia de considerar las experiencias internacionales fuera de esta región, como en Australia, donde ahora usan fondos públicos para mantener el flujo ambiental (la cantidad, el ritmo y la calidad de los flujos de agua necesarios para mantener los ecosistemas y el bienestar humano).

Otra cuestión planteada por algunos participantes es que cuando se realiza un análisis de los sistemas, la gobernanza a menudo no es el centro de atención y los datos que podrían apoyarla no existen. Las conexiones entre las instituciones, los gobiernos y el sector educativo son inconsistentes o inexistentes. Otros temas que los participantes identificaron como necesarios de atención fueron la educación sobre los problemas y la historia del cambio y la planificación adecuada. Es decir, los responsables de la toma de decisiones deben tener en cuenta la historia, el contexto, las partes interesadas y la capacidad de participación pública. Las mejoras en la sostenibilidad requerirán una gobernanza flexible, llevada a cabo por líderes carismáticos e impulsados por el cambio.

Al considerar la cuestión de la financiación, los participantes tenían varias opiniones sobre quién podría ser el responsable. Uno dijo que el apoyo debería venir de arriba hacia abajo, pero que eso requerirá el apoyo y la pre-

sión pública, esencialmente, de abajo hacia arriba. Esta podría ser una oportunidad para crear una coalición de fundaciones que ayuden a hacer que los esfuerzos avancen. Otro participante mencionó la necesidad de evaluar los procesos ambientales actuales y la de presionar a los responsables del cambio para que implementen nuevas ideas. Algunos participantes identificaron tanto a la EPA como al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos como agencias que podrían hacer más en términos de implementación de proyectos. También dijeron que la rotación del gobierno a veces estanca el proceso, lo que subraya la importancia de facilitar la comunicación entre las redes para mantener la coherencia. Un participante señaló que el programa Frontera 2020 Estados Unidos - México de la EPA³⁵ recibe aproximadamente un millón de dólares al año en financiamiento y proporciona un enfoque de abajo hacia arriba para la participación local al involucrar a la gente a través de reuniones públicas; esta iniciativa ha facilitado la colaboración de organizaciones sin fines de lucro en ambos lados de la frontera.

Los participantes del café terminaron la sesión con una discusión sobre la importancia de considerar el papel que juegan los intereses políticos en lograr cambios en la región. Muchos proyectos terminan desplazados u ocultos porque no se alinean con el entorno político del momento. Algunos participantes destacaron que los científicos tienden a abordar la sostenibilidad desde una perspectiva académica, pero al hablar de cuestiones como el movimiento del agua, la contaminación y la fracturación, es necesario pensar en las repercusiones económicas y políticas, así como en el efecto que tendrán en las sociedades civiles.

³⁵ Véase <https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/border2020summary.pdf> [noviembre 2018].

Innovaciones y soluciones en la ciencia de la sostenibilidad para las zonas áridas

Esta sesión del taller incluyó tres presentaciones y debates sobre aplicaciones y estrategias innovadoras que se están desarrollando para su uso en la región transfronteriza: el Sistema de conocimiento del potencial de la tierra, el Sistema Nacional Integrado de Información sobre Sequías y el Banco de Desarrollo de América del Norte.

EL SISTEMA DE CONOCIMIENTO DEL POTENCIAL DE LA TIERRA

Jeff Herrick (Departamento de Agricultura de Estados Unidos [USDA]) describió el Sistema de conocimiento del potencial de la tierra en una aplicación móvil patrocinada por el USDA y la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (U.S. Agency for International Development, USAID). La función principal de la aplicación es obtener una determinación específica de puntos de uso sostenible de la tierra, basada en los aportes de los usuarios, teléfonos celulares y bases de datos en la nube y algoritmos para la planificación y gestión del uso de la tierra. En pocas palabras, dijo Herrick, el sistema determina cómo se perfila el uso sostenible para un área objetivo dada en el planeta. Ofrece usos alternativos, como la vigilancia y evaluación de pastizales y la calibración por teledetección. Además, está previsto que a finales de 2018 y principios de 2019 se añadan nuevas funciones, como la vigilancia de la salud del suelo y las referencias cruzadas de los tipos de suelo. En última instancia, dijo que la aplicación ayudará a maximizar el potencial de uso de la tierra y el retorno de la inversión mediante el uso de insumos de gestión específicos. Actualmente, la base de datos de la aplicación del sistema está abierta al público. Herrick dijo que el plan para el futuro es proporcionar al usuario

acceso a grandes bancos de datos que puedan ser usados para interpretar los datos de la manera que mejor se adapte a las necesidades de los usuarios.

Herrick dio ejemplos de cómo la aplicación puede identificar pequeñas diferencias en la composición del suelo incluso en áreas con condiciones aparentemente similares. Dijo que la aplicación es fácil de usar y no requiere experiencia en la caracterización de suelos. Le hizo una demostración al grupo y destacó los diferentes campos y funciones de reporte, incluyendo las áreas de información sobre el clima, la ubicación (si el GPS [Sistema de Posicionamiento Global] está habilitado en el teléfono celular o tableta), las condiciones de inundación, el uso actual de la tierra, y las preguntas sobre el aspecto y la textura del suelo. La aplicación también permite a los usuarios subir fotos, describir los patrones de vegetación y añadir descripciones escritas. Todas estas funciones están disponibles sin conexión a Internet. Herrick dijo que la aplicación continúa evolucionando y, como mencionó, a finales de 2018 podrá proporcionar datos globales del suelo, así como la determinación automática del Sistema de Clasificación del Potencial de la Tierra, y promover el intercambio de conocimientos entre países.

Herrick discutió brevemente la historia del proyecto, comenzando con la creación de ARIDnet, la red de evaluación, investigación e integración de la desertificación (Assessment, Research, and Integration of Desertification network) en 2004. El proyecto identificó la necesidad de un acceso rápido a los conocimientos locales sobre el clima y el suelo. En la conferencia de la Sociedad Ecológica de América (Ecological Society of America) en 2006, él y un colega presentaron una estrategia para la investigación ecológica global como medio para mitigar la degradación ambiental.³⁶ En 2013, recibieron fondos de USAID para desarrollar el proyecto piloto. Herrick dijo que una de las principales fortalezas de este proyecto es su capacidad para maximizar la colaboración entre organizaciones con intereses similares, e informó que la lista de organizaciones participantes está creciendo constantemente. Herrick cree que analizar y mejorar la forma en que las personas manejan los sistemas exigirá la creación de bases de datos y conocimientos comunes que sean fácilmente accesibles e incentivarían a los investigadores para que las usen y contribuyan a ellas.

EL SISTEMA NACIONAL INTEGRADO DE INFORMACIÓN SOBRE SEQUÍAS

Elizabeth Weight (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) señaló que la

³⁶Herrick, J.E. y Sarukhán, J. (2007). A strategy for ecology in an era of globalization. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 55(4), 172–181.

sequía había sido un tema prominente en las discusiones del taller. La sequía es un problema complejo con varias definiciones diferentes y ninguna solución simple. Dijo que la sequía suele clasificarse sobre la base de cuatro mediciones comunes, tres de las cuales toman la sequía como un fenómeno físico: la sequía meteorológica, que es un déficit de precipitaciones; la sequía hidrológica, que ocurre cuando el bajo suministro de agua afecta a los arroyos, embalses y niveles de agua subterránea; y la sequía agrícola, que ocurre cuando los cultivos se ven afectados. La cuarta categoría mide la sequía en relación con la oferta y la demanda: cuando la demanda de agua --por ejemplo, con el aumento de la población y el consumo per cápita-- es superior a los suministros de agua disponibles.

Weight dijo que, más recientemente, ha surgido una definición adicional de sequía: la sequía ecológica, que se refiere a la forma en que los déficits de agua afectan a los ecosistemas y a los servicios que éstos brindan (por ejemplo, el aire y el agua limpios, el control de la erosión, el hábitat de la fauna y la flora silvestres), lo que, a su vez, puede afectar negativamente a las comunidades y a la sociedad. Dijo que a menudo es difícil determinar cuándo comienza y cuándo termina una sequía. El comienzo suele estar marcado por la disminución de las precipitaciones y el final por un aumento de las precipitaciones, dijo, pero el impacto de la sequía puede perdurar mucho más allá del regreso de las lluvias. Particularmente si una sequía es larga o severa, puede tomar un tiempo para que el ecosistema regrese a la productividad que tenía antes de la sequía. Además, una sequía tiene efectos complejos interconectados en diferentes sectores, desde el suministro de agua hasta los sistemas forestales, pasando por la agricultura y la ganadería.

Weight explicó que el USDA emplea el Monitor de Sequías de Estados Unidos para activar los pagos a los agricultores y ganaderos a través de su Programa de Desastres de Forraje de Ganado.³⁷ Para las sequías de 2011 a 2017, el programa hizo pagos de más de 6,600 millones de dólares.³⁸ Dijo que la sequía es uno de los tipos más caros de desastres naturales, después de los tifones tropicales,³⁹ y que las sequías tienen efectos dominó que se pueden sentir en todo el mundo. Con datos del Banco Mundial sobre los precios mensuales del trigo, pudo mostrar cómo los picos en los precios coincidían con los eventos de sequía (ver Figura 4-1).

Para mejorar la capacidad de Estados Unidos para gestionar los riesgos relacionados con la sequía, en 2006 y 2014 el Congreso autorizó la creación del Sistema Nacional Integrado de Información sobre Sequías (National In-

³⁷ Véase https://www.fsa.usda.gov/Assets/USDA-FSA-Public/usdafiles/FactSheets/2018/livestock_forage_disaster_program-july2018.pdf [noviembre 2018].

³⁸ Véase http://meetings.wmo.int/CAgM-17/TECO/Presentations/Day-1_Session-2_Shannon.pdf [agosto 2018].

³⁹ Véase <https://www.ncdc.noaa.gov/billions/summary-stats> [agosto 2018].

tegrated Drought Information System, NIDIS) en la NOAA, con el mandato de “proporcionar un sistema eficaz de alerta temprana de sequías” con el fin de “informar mejor y proporcionar una toma de decisiones más oportuna para reducir los impactos y costos relacionados con la sequía”. Un Sistema de Alerta Temprana de Sequías (Drought Early Warning System, DEWS) se articula en torno a cinco componentes clave: observaciones y seguimiento; predicciones y pronósticos; planificación y preparación, comunicación y divulgación; e investigación y aplicaciones interdisciplinarias.

Weight señaló que la creación del DEWS reconoció que la complejidad de la sequía requiere que múltiples entidades que trabajan a diversas escalas en distintas disciplinas y sectores colaboren y coordinen formas de disminuir las redundancias y abordar los problemas interrelacionados de la sequía. A nivel regional, DEWS aprovecha y coordina las redes de colaboradores nuevas y existentes y la experiencia de una amplia gama de asociados federales, tribales, estatales, locales y académicos para hacer que la ciencia del clima y la sequía esté a la disposición de los responsables de la toma de decisiones, sea fácilmente comprensible y pueda ser aprovechada por ellos. DEWS emplea un enfoque de red que está diseñado para evolucionar y responder rápidamente a los desafíos de la sequía. Weight dijo que el objetivo final de DEWS es aumentar la resiliencia en las áreas afectadas al proporcionar un marco de decisión para la gestión de la sequía. El marco coordina la investigación, la planificación y la educación a múltiples escalas espaciales para abordar los riesgos y vulnerabilidades subyacentes.

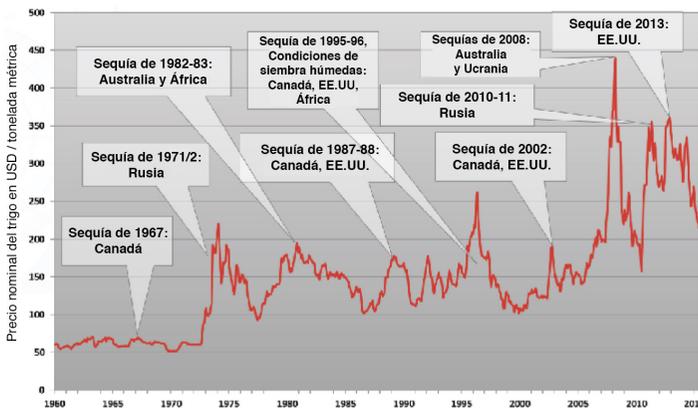


GRÁFICO 4-1 Relación entre los precios mensuales del trigo y las sequías, 1960-2015. FUENTE: Datos del Banco Mundial; Weight, E. (2018). The National Integrated Drought Information System (NIDIS) of the National Oceanic and Atmospheric Administration. Presentación en el Taller de las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina sobre el Avance de la Sostenibilidad de las Tierras Áridas Transfronterizas de México y Estados Unidos. Disponible en: http://sites.nationalacademies.org/DBASSE/BECS/CurrentProjects/DBASSE_181644 [noviembre 2018].

Weight describió varias aplicaciones de investigación interdisciplinaria que actualmente cuentan con el apoyo del NIDIS. El Índice de Sequía por Demanda Evaporativa es una herramienta experimental de monitoreo de sequías y alerta temprana que busca anomalías en “la sed de la atmósfera” en escalas de tiempo de una semana y de 12 meses. Actualmente se está usando y validando con respecto al Monitor de Sequías de los Estados Unidos (ver abajo). El NIDIS también está llevando a cabo una evaluación de la sequía en las llanuras septentrionales de 2017 que afectó a Dakota del Norte, Dakota del Sur, Montana y las praderas canadienses. Fue considerada una sequía repentina, ya que las condiciones empeoraron rápidamente y provocó incendios forestales extremos y también perjudicó los recursos hídricos. En términos más generales, la NOAA se ha asociado con el gobierno canadiense y con líderes federales, estatales, locales y tribales de Estados Unidos para comprender mejor las causas físicas de la sequía repentina y su contribución a los incendios forestales. Una tercera herramienta, el Motor Climático (Climate Engine) , es una aplicación basada en la Web, impulsada por Google Earth, que proporciona computación en la nube a pedido y visualización de datos climáticos y de teledetección. Usa una variedad de conjuntos de datos para permitir a los usuarios visualizar varios indicadores de sequía.

La NOAA también apoya al North American Drought Monitor, que combina los monitores nacionales de sequía de México, Estados Unidos y Canadá en un producto que muestra el estado actual y las perspectivas futuras de la sequía en todo el continente. Las Perspectivas del Potencial de Incendios Estacionales de América del Norte, las Perspectivas del Río Grande y el Río Bravo y el Sistema Nacional Integrado de Información de América del Norte son otros tres productos de información sobre sequías que se integran en los sistemas regionales de alerta temprana de sequías para proporcionar mejor información para la alerta temprana y la toma de decisiones.

EL BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA DEL NORTE

Laureano Álvarez (Banco de Desarrollo de América del Norte (North American Development Bank, NADB)) comenzó por explicar que el BDAN fue establecido en 1994 para desarrollar y financiar infraestructura ambiental a lo largo de la frontera México-Estados Unidos. Es propiedad conjunta de los gobiernos de Estados Unidos y México y trabaja en estrecha colaboración con la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y CONAGUA, la Comisión Nacional del Agua de México. En Estados Unidos, abarca partes de Arizona, California, Nuevo México y Texas; en México, abarca partes de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas. El BDAN brinda certificación, financiamiento y asistencia técnica a proyectos elegibles, e incluye un programa de préstamos que atiende a clientes de los sectores público y privado. Álvarez dijo

que, como requisito, todos los proyectos financiados por el BDAN deben resolver un problema ambiental o de salud humana y estar dentro de uno de los siguientes sectores: agua y alcantarillado; residuos residenciales, industriales y peligrosos; calidad del aire; energía limpia/renovable; y eficiencia energética. Todo proyecto financiado por el BDAN debe ser certificado, lo que significa que se ha determinado que es técnicamente viable y financieramente autosuficiente, que atiende necesidades ambientales y que contribuye a un ambiente sostenible.

En noviembre de 2017, el NADB se fusionó con la Comisión de Cooperación Ambiental Fronteriza y sumó a su propia misión al adoptar los criterios de desarrollo sostenible de esa comisión, que definen la plena sostenibilidad como una combinación de vitalidad económica, ambiental y social. Informó que, hasta diciembre de 2017, el NADB había apoyado 244 proyectos, más de la mitad de los cuales se ocupaban del agua y las aguas residuales. Álvarez explicó que el NADB también trabaja con la EPA en el Proyecto Frontera 2020. Como resultado de los proyectos del NADB, informó, la cobertura del tratamiento de aguas residuales en la región fronteriza aumentó de 21 a 87 por ciento entre 1995 y 2002.

Álvarez describió un estudio del NADB sobre la comunidad de Camargo, en Tamaulipas, México. La planta de tratamiento de aguas residuales de Camargo era inoperante y las aguas residuales corrían directamente al Río Bravo. El estudio consideró, radialmente, el área de impacto desde el punto focal principal, que incluía algunas partes del suroeste de los Estados Unidos. Dijo que debido a que la descarga iba directamente al río, no era difícil justificar el uso de los fondos del NADB. Sin embargo, puesto que el tema es binacional, los requerimientos de ambos países en cuanto a la calidad del agua tuvieron que ser tomados en cuenta, y hubo que llegar a una solución de mutuo acuerdo para la cual ambos países se responsabilizarían.

En otro caso, en Sonoyta, Sonora, México, la decisión de dónde construir una planta de tratamiento de aguas residuales dio lugar a preguntas sobre la redirección del agua, el bombeo, la energía requerida y cómo se financiaría. Como resultado del estudio del NADB, la EPA ofreció financiar un proyecto piloto para el uso de paneles solares en la nueva planta de tratamiento de agua. Posteriormente, México financió el 100 por ciento del costo total, y ahora la planta de tratamiento de agua de Los Alisos es la primera planta en América Latina que funciona completamente con energía solar. Álvarez proporcionó varios otros ejemplos de colaboración transfronteriza exitosa que mostraron cómo Estados Unidos y México compartieron exitosamente el beneficio y la carga de estas innovaciones.

En cuanto a la regulación, Álvarez señaló que el NADB cumple con los acuerdos ambientales internacionales. En ocasiones realiza auditorías de sus proyectos; ha llevado a cabo 24 auditorías energéticas y 10 auditorías de agua y ha redefinido proyectos como resultado de estas evaluaciones para

fortalecer la implementación de la infraestructura. El banco también ha elaborado una herramienta de evaluación de resultados, medidas e impacto que se emplea para revisar el desempeño de los proyectos. Álvarez dijo que la meta final es asegurar que los esfuerzos sostenibles que se están implementando, como los planes de ahorro de agua, se ejecuten y mantengan adecuadamente a medida que el paisaje evoluciona y las ciudades siguen creciendo.

5

Temas clave y un siguiente paso posible

TEMAS CLAVE DEL TALLER

Christopher Scott (*Presidente del Comité Directivo*) dirigió una discusión para solicitar retroalimentación de todas las sesiones e identificar los puntos clave del taller. Señaló cinco temas que habían surgido a lo largo del taller:

1. Usar los flujos primarios en la región binacional para identificar y priorizar los desafíos de sostenibilidad;
2. Aplicar e intercambiar datos y recursos intelectuales para comprender mejor las necesidades de sostenibilidad binacionales;
3. Mejorar la sostenibilidad mediante la mitigación del cambio antropogénico;
4. Usar la gobernanza para promover los esfuerzos binacionales de sostenibilidad; y
5. Financiamiento.

USO DE LOS FLUJOS PRIMARIOS PARA IDENTIFICAR LOS DESAFÍOS EN MATERIA DE SOSTENIBILIDAD

Scott señaló que el flujo y la asignación de agua, así como los efectos de la escasez de agua en las regiones áridas, fueron abordados en varios puntos durante el taller. Disponer de cantidades suficientes de agua de una determinada calidad (fresca, tratada o desalinizada) afecta a la agricultura y a las condiciones de vida de las personas. Además, el agua está ligada al flujo de energía: la energía se usa para mover agua, el agua se usa para producir

energía, y ciertos tipos de energía (solar, por ejemplo) pueden reducir la cantidad de agua que se usa para producir energía. Varios participantes dijeron que en los futuros debates sobre la sostenibilidad deben participar expertos del sector de la energía que puedan abordar cuestiones relacionadas con la tecnología, la política y las reglamentaciones energéticas.

Algunos participantes señalaron que la calidad del agua también está estrechamente vinculada a la salud ambiental. La contaminación, incluidos los contaminantes naturales como el arsénico y el flúor, puede tener efectos adversos para la salud, con síntomas que los médicos suelen pasar por alto. Esto puede requerir una mayor comunicación entre los especialistas en ciencias del agua o los ingenieros y los profesionales de la salud.

En términos más generales, algunos participantes señalaron que la región de tierras áridas transfronterizas experimenta una variedad de flujos biológicos y ecológicos. En general, las plantas, los animales y los polinizadores son flujos positivos, pero el movimiento de agentes infecciosos, especies invasoras y patógenos son flujos negativos. Los ejemplos incluyen casos de dengue, chikungunya y virus Zika, todos los cuales han sido reportados en el estado de Sonora.

Otra cuestión planteada por algunos participantes fue el comercio: el movimiento de productos agrícolas y de otro tipo a través de la frontera México-Estados Unidos y desde la región de las tierras secas hacia otras partes del mundo. En consecuencia, dijeron, una discusión sobre el uso sostenible de la tierra y los recursos para el comercio y la industria también pondrá en primer plano las consideraciones de las regulaciones comerciales y el crecimiento económico regional.

Después, la discusión se centró en el flujo diario de personas a través de la frontera por una multitud de razones. Muchos participantes señalaron que además del trabajo, la recreación y la inmigración, muchas personas cruzan la frontera para recibir servicios de salud especializados, un fenómeno conocido como turismo médico (del cual México es uno de los principales destinos). La región fronteriza es una puerta de entrada para estos flujos de personas. En un tono más funesto, señalaron que la región es también una puerta de entrada para las drogas y el tráfico de drogas. Las pandillas y las actividades relacionadas con las drogas pueden conducir a un aumento de la violencia que pone en peligro la seguridad humana en la zona, lo que exige una mayor seguridad y crea lo que varios participantes denominan factores de tensión social.

DATOS Y RECURSOS INTELECTUALES PARA COMPRENDER MEJOR LAS NECESIDADES BINACIONALES DE SOSTENIBILIDAD

Scott señaló que el flujo y el intercambio de conocimientos y recursos intelectuales era un tema que impulsaba muchas de las sesiones del taller.

Muchos participantes mencionaron que la educación para comprender los efectos de la ciencia de la sostenibilidad y los enfoques sostenibles debe ser una prioridad, y dijeron que debería comenzar antes de la educación superior. Un punto clave señalado fue que dicha educación va más allá del temario de ciencias e incluye metodologías de estudio que podrían conducir a mejores programas o políticas. Además, algunos participantes señalaron que la tecnología como recurso puede contribuir a los planes de estudio y ayudar a desarrollar soluciones socialmente pertinentes. Scott dijo que los programas educativos binacionales se están volviendo más comunes en todas las universidades de la región.

A continuación, el debate se centró en el intercambio de datos e información, incluido el saber cómo procesar y usar eficazmente los datos disponibles. Un participante subrayó que ni siquiera un suministro infinito de datos válidos y precisos sirve para nada si no se conocen y aprovechan. Otro participante planteó la noción de ir más allá de la simple generación de datos para crear un banco de datos que pueda ayudar a sintetizar los datos disponibles.

Sobre este punto, Scott señaló que la infraestructura surgió en varios contextos diferentes a lo largo del taller, no sólo en los edificios físicos, sino también en la planeación, aplicación y las políticas involucradas en el uso adecuado de la infraestructura. Dijo que es importante reconocer el papel que juegan el tratamiento y la reutilización en la infraestructura del agua, en particular en las zonas donde ésta es escasa, así como las implicaciones que tienen en el medio ambiente y la salud pública.

MEJORAR LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO ANTROPOGÉNICO

Un participante destacó el hecho de que la población de las tierras áridas se enfrenta a una combinación de riesgos naturales y antropogénicos. Están expuestos a los cambios climáticos y, en muchos casos, a la escasez de agua, y deben decidir cómo operar dentro y alrededor de estos cambios. A medida que la población crece, la economía influye en la velocidad a la que se consumen los recursos y se destinan a la infraestructura. Scott comentó que la superposición de flujos y cambios produce un tele-acoplamiento entre los sistemas naturales y los humanos. En este contexto, dijo, es importante tener en cuenta que las amenazas ambientales pueden ocurrir de forma secuencial o paralela, y que los fenómenos que ocurren a diferentes escalas (local, regional) o en diferentes lugares pueden tener efectos duraderos en otras áreas.

Scott se refirió a la presentación sobre la importancia de la ciencia de la sostenibilidad y cómo los enfoques conceptuales de los sistemas socioecológicos —comprender cómo interactúan los seres humanos con el medio

ambiente— se aplican incluso en un marco analítico. Dijo que la escasez de recursos y los eventos extremos pueden llevar a la necesidad de alcanzar nuevos tipos de soluciones y acuerdos. La escasez y los extremos no son, sin duda, condiciones óptimas, pero pueden considerarse como fuerzas impulsoras de la innovación y las soluciones.

Un participante se refirió a la conversación inicial sobre la “tragedia de los bienes comunes”, el fenómeno en el que los individuos explotan un recurso para su beneficio personal sin tener en cuenta el efecto general en la sociedad. Dijo que a medida que las ciudades se hacen más grandes pueden ser más difíciles de controlar en términos de gestión y asignación de recursos. En algunos casos, las soluciones de sostenibilidad pueden ser globales y generalizables, pero en otros puede ser necesario adaptarlas a un área específica en función de la demografía, la población local y la dinámica. Dijo que la mentalidad de la población también puede afectar su enfoque. Por ejemplo, la noción de pobreza tiene diferentes connotaciones en diferentes grupos. Añadió que la sequía también puede ser vista de diferentes maneras: para algunas poblaciones es un fenómeno de una sola vez; para otros grupos es una ocurrencia anual y la tratan como un factor común de tensión. Scott dijo que existe un estrecho vínculo entre los aspectos físicos de la sequía, la precipitación, la escasez de agua y el contexto social circundante: cómo se ven afectadas las comunidades y cómo responden y se adaptan. Sugirió que los programas sociales podrían ser diseñados para transformar la mentalidad de la población y los enfoques para hacer frente a estas vulnerabilidades.

GOBERNANZA

Scott señaló que los cambios ambientales no son los únicos factores de tensión que pueden afectar a la tierra. Las diferencias en la jurisdicción y los sistemas de gestión entre los estados y al otro lado de la frontera pueden obstaculizar la eficacia de la gobernanza y la innovación. A veces existe un marco regulador, pero no se hace cumplir ni se controla adecuadamente a lo largo del tiempo. Añadió que los ciclos políticos de varias dependencias gubernamentales y los posibles cambios en las intenciones de los partidos pueden frenar el progreso de las políticas ambientales y sociales.

Un participante destacó la importancia de elaborar leyes y políticas adaptables que puedan crecer con los cambios ambientales en curso y adaptarse a ellos. Las regulaciones deben responder a las amenazas actuales y, al mismo tiempo, mantener proactivamente una visión para el futuro. Muchos participantes señalaron que existen fuertes relaciones entre el sector político, la programación social y la dinámica biofísica de los recursos ambientales y del cambio ambiental. Scott dijo que un plan para usar el gas natural desarrollado a través de la fracturación como una transición del petróleo y

otros combustibles con emisiones altas de carbono a soluciones energéticas más sostenibles y de bajo o nulo carbono a largo plazo tendrá que depender en gran medida de la participación y coordinación del sector energético con todos los demás sectores.

FINANCIAMIENTO

El tema del financiamiento y las finanzas surgió muchas veces a lo largo de las discusiones del taller: quién financiaría los esfuerzos combinados de sostenibilidad y cómo asegurar que existan sistemas de financiamiento público o privado para seguir las directrices propuestas. ¿Es responsabilidad de los gobiernos federales o locales, de las industrias o de las organizaciones no gubernamentales privadas? Un participante sugirió crear una coalición de fundaciones o un grupo binacional de organizaciones sin fines de lucro. Otro se preguntó si el proceso Frontera 2020 podría mejorarse para crear y fortalecer los tipos de colaboración que apoyarían el trabajo binacional de sostenibilidad. Scott dijo que sería conveniente que los investigadores analizaran las lecciones aprendidas de los intentos anteriores de coordinar los esfuerzos binacionales de sostenibilidad y resiliencia.

UN SIGUIENTE PASO POSIBLE

Scott y Toby Warden (Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina) concluyeron el taller al señalar que se considera la primera fase de un proceso potencial de dos fases: la segunda fase es un estudio más profundo sobre cómo tomar medidas para lograr enfoques binacionales viables de sostenibilidad. Warden dijo que la Fase 2 podría ser aprovechada como una oportunidad para involucrar a más partes interesadas de sectores adicionales como la energía, la industria y la minería. También podría forjar un camino para una mayor interacción con las comunidades locales y ayudar a asesorar los futuros esfuerzos de investigación. Scott agradeció a las Academias Nacionales de México y Estados Unidos por invertir en este esfuerzo conjunto y por su interés en continuar colaborando.

Apéndice A

Programa

Avance en la sostenibilidad de las tierras áridas transfronterizas
de Estados Unidos y México: un taller binacional

2 a 4 de mayo, 2018

Auditorio del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica,
San Luis Potosí, México

Miércoles 2 de mayo de 2018

Observación de campo en Charcas, en el estado de San Luis Potosí

Jueves, 3 de mayo de 2018

8:30 a.m. **Bienvenida y presentaciones**

Alejandro Ricardo Femat Flores, *Director*, Instituto
Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
(IPICYT)

Vaughan Turekian, *Director Principal*, Oficina de Ciencia
y Tecnología para la Sostenibilidad, y *Director
Ejecutivo*, Política y Asuntos Globales, Academias
Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina

José Luis Morán López, *Presidente*, Academia Mexicana
de Ciencias

Christopher Scott (*Presidente del Comité Directivo*),
Universidad de Arizona

9:00 a.m. **Propósito del taller**

Motivo del taller

Christopher Scott (Presidente del Comité Directivo)
 José Franco, Foro Consultivo Científico y Tecnológico

Breves sinopsis del Taller Binacional de las Academias Nacionales de EE.UU. de mayo de 2016 sobre la creación de resiliencia de la Región de las Tierras Áridas de EE.UU. y México, la reunión de planificación de noviembre de 2017 en la Ciudad de México para este taller de sostenibilidad y otras actividades de proyecto que condujeron a este taller binacional.

9:20 a.m. **¿Por qué es importante la ciencia de la sostenibilidad? El valor del taller**

Ana Escalante Hernández, Directora, UNAM

Discusión sobre la ciencia de la sostenibilidad y el trabajo relevante que se está llevando a cabo.

9:45 a.m. **Analizar el término “región transfronteriza”**

María Amparo Martínez Arroyo (*Miembro del Comité Directivo*), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

Robert Washington-Allen (*Miembro del Comité Directivo*), Universidad de Nevada, Reno

¿Qué significa el término, qué áreas, ecosistemas y poblaciones se incluyen en la definición, y por qué es importante considerar la región como un todo?

10:30 a.m. **Receso**

11:00 a.m. **Lo que sabemos sobre la sostenibilidad en la región**

Principales desafíos y vulnerabilidades en materia de sostenibilidad

Christopher Scott (Presidente del Comité Directivo)

Abordar la gestión del agua en Estados Unidos y México (asignación binacional y desafíos de política, irrigación, aguas superficiales y subterráneas, desalinización).

Investigación existente

Angelina Martínez Yrizar, UNAM

Identificar los enfoques de investigación binacionales y regionales que ya existen.

12:00 p.m.

Principales áreas de interés | Panorama general de la estructura del taller

Hallie Eakin (*Miembro del Comité Directivo*),
Universidad Estatal de Arizona

Elisabeth Huber-Sannwald (*Miembro del Comité Directivo*), IPICYT

Las zonas áridas de la región transfronteriza comparten varias características únicas. El movimiento de agua, personas, especies, bienes y servicios a través de la frontera y a través de la región crea interacciones que pueden tener implicaciones positivas y negativas para la sostenibilidad. Las tierras áridas se ven afectadas por la paradoja de experimentar tanto una abundancia de riqueza cultural y ecológica como una aguda escasez de otros recursos naturales valiosos. Asimismo, se enfrentan a una alta variabilidad ambiental y a extremos que coexisten con cambios bruscos de política y volatilidad del mercado. Los desafíos y oportunidades para soluciones sostenibles en toda la región requerirán coordinación y colaboración en una variedad de niveles: local, nacional, binacional y más allá.

Principales áreas de interés

- Interacción y flujo de recursos, personas y servicios Escasez y abundancia de recursos bióticos y culturales
- Choques y factores de tensión: ambientales, políticos, socioeconómicos, culturales y tecnológicos
- Gobernanza e innovación

Panorama general de las sesiones de grupo del Café del conocimiento

Pasaremos la tarde profundizando en cada una de las cuatro áreas de interés mencionadas anteriormente. El grupo se dividirá en equipos de trabajo, que cubrirán

dos de las áreas de interés simultáneamente durante el primer bloque de tiempo y dos más durante el segundo. Cada equipo de trabajo estará formado por al menos dos miembros del comité de planificación, un facilitador y un relator. Los equipos de trabajo se desarrollarán al estilo “Café del conocimiento”, lo que significa que la mayor parte de la sesión se dedicará a la discusión colaborativa entre todos los participantes. El objetivo es recopilar aportes sustanciales sobre cada tema que puedan servir de base para futuros esfuerzos de sostenibilidad en estas áreas.

- 12:30 p.m. Almuerzo
- 2:00 p.m. Todos los participantes proceden a la sesión 1 o 2 del Café del conocimiento
1. **Interacción y flujo de recursos, personas y servicios**
 - Rosario Sanchez, Universidad de Texas A&M
 - José Luis Castro Ruiz, El Colegio de la Frontera Norte
 2. **Escasez y abundancia de recursos bióticos y culturales**
 - Jadwiga Ziolkowska, Universidad de Oklahoma
 - Natalia Martínez Tagüeña (Miembro del Comité Directivo), IPICYT
- 3:45 p.m. Receso
- 4:15 p.m. Sesión 3 o 4 del Café del conocimiento
3. **Choques y factores de tensión ambientales, políticos, socioeconómicos, culturales y tecnológicos**
 - Doug Liden, Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
 - Jorge Morán Escamilla, El Colegio de San Luis
 4. **Gobernanza e innovación**
 - Ismael Aguilar Barajas, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
 - Jurgen Schmandt, Universidad de Texas en Austin
- 6:00 p.m. Fin de actividades día 1

Viernes, 4 de mayo de 2018

8:00 a.m. **Síntesis de los Cafés del conocimiento: Recapitulación y prioridades futuras**

Discusión de los temas principales de los grupos de trabajo del jueves y consideración de los temas y prioridades para la investigación futura. Los facilitadores de los Cafés del Conocimiento moderarán estas discusiones.

9:00 a.m. **Interacción y flujos**

9:45 a.m. **Escasez y abundancia**

10:30 a.m. **Receso**

11:00 a.m. **Choques y factores de tensión**

11:45 a.m. **Gobernanza e innovación**

12:30 p.m. **Almuerzo**

2:00 p.m. **Innovaciones y soluciones en la ciencia de la sostenibilidad para las zonas áridas**

Constantino Macías García (*Miembro del Comité Directivo*), UNAM, Moderador

Presentadores:

- Jeff Herrick, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
- Elizabeth Weight, Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos
- Laureano Álvarez, Banco de Desarrollo de América del Norte

Discusión sobre nuevos enfoques de sostenibilidad que podrían beneficiar (o ya están siendo implementados) a la región de las tierras áridas.

3:30 p.m. **Receso**

4:00 p.m. **Cierre de la reunión y pasos siguientes**

5:00 p.m.

Fin de actividades

Apéndice B

Participantes

- Ismael Aguilar Barajas**, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
- Carlos Aguirre**, Estudiante de doctorado, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
- Laureano Álvarez**, Banco de Desarrollo de América del Norte
- Valter Barrera**, Investigador, Coordinación para la Innovación y Aplicación de la Ciencia y la Tecnología
- William Baty**, Director, Sustainable Energy and Environmental Solutions
- José Luis Castro-Ruíz**, Departamento de Estudios Urbanos y Ambientales, El Colegio de la Frontera Norte
- Leonardo Chapa-Vargas**, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
- Alfonso Cortez Lara**, Estudios Urbanos y Ambientales, El Colegio de la Frontera Norte
- David Douterlungne**, Investigador, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
- Hallie Eakin**, Instituto Global de Sostenibilidad, Universidad Estatal de Arizona
- Ana Escalante Hernández**, Directora, Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad, Universidad Nacional Autónoma de México
- Alejandro Ricardo Femat Flores**, Director, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
- José Franco**, Representante de las academias mexicanas y Coordinador General del Foro Consultivo Científico y Tecnológico
- Laurie Geller**, Oficial superior de programas, Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina

- Mauricio Guzmán Chávez**, Programa de Estudios Antropológicos, El Colegio de San Luis
- Itzell Euridice Hernandez-Sanchez**, Técnica, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
- Jeff Herrick**, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
- Elisabeth Huber-Sannwald**, División de Estudios Ambientales, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
- Doug Liden**, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
- Juan José López Pardo**, Estudiante de doctorado, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
- Constantino Macías Garcia**, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México
- María Amparo Martínez Arroyo**, Directora, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
- Natalia Martínez Tagüña**, Division de Ciencias Ambientales, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
- Angelina Martínez Yrizar**, Laboratorio de Ecología de Zonas Áridas y Semiáridas, Universidad Nacional Autónoma de México
- Ricardo Ismael Mata Páez**, Ingeniero en Manejo Ambiental de Recursos Naturales, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
- Dody Morales**, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
- Jorge Morán Escamilla**, Programa Agua y Sociedad, El Colegio de San Luis
- José Luis Morán Lopez**, Presidente, Academia Mexicana de Ciencias
- Fernando Augusto Olvera Galarza**, Jefe del Departamento de Antropología, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas
- Sandra Perez Miranda**, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
- Juan Antonio Reyes-Agüero**, Biólogo, Universidad Autónoma de San Luis Potosí
- Mónica Ribeiro Palacios**, Facultad de Filosofía, Universidad Autónoma de Querétaro
- Rosario Sánchez**, Instituto de Recursos Hídricos de Texas, Universidad de Texas A&M
- Kelly Twomey Sanders**, Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Sur de California
- Jurgen Schmandt**, Escuela de Asuntos Públicos Lyndon B. Johnson, Universidad de Texas en Austin
- Christopher Scott**, Centro Udall de Estudios de Políticas Públicas, Universidad de Arizona
- Vaughan Turekian**, Director Ejecutivo de Políticas y Asuntos Globales, Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina

Renata Villalba, Academia Mexicana de Ciencias

Toby Warden, Directora, Consejo de Cambio Ambiental y Sociedad,
Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina

Robert Washington-Allen, Ecología y Gestión de Pastizales, Universidad de
Nevada, Reno

Elizabeth Weight, Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de
Estados Unidos

Jordyn White, Jefe de programa, Academias Nacionales de Ciencias,
Ingeniería y Medicina

Jadwiga Ziolkowska, Departamento de Geografía y Sostenibilidad
Ambiental, Universidad de Oklahoma

Apéndice C

Semblanzas de los miembros del Comité Directivo y los presentadores

CHRISTOPHER SCOTT (*Presidente, Comité Directivo del Taller*) es director del Centro Udall de Estudios de Políticas Públicas de la Universidad de Arizona, donde también es profesor de geografía de recursos hídricos. También es director del Consorcio para ambientes áridos de Arizona-México, un consorcio que patrocina la investigación aplicada en las tierras áridas binacionales de Estados Unidos y México. Anteriormente, fue director regional para Asia del Instituto Internacional de Gestión del Agua. Su trabajo ha abordado los recursos hídricos y las políticas al respecto, la reutilización del agua, el nexo agua-energía-alimentos, la adaptación transfronteriza al agua y al clima, y el cambio global. Es fundador del Centro de Excelencia para la Seguridad del Agua AQUASEC, un centro virtual y red de investigadores y tomadores de decisiones. Tiene una licenciatura en ciencias y una licenciatura en humanidades de Swarthmore College y una maestría y un doctorado en hidrología de la Universidad de Cornell.

LAUREANO ÁLVAREZ (*Presentador*) es gerente de proyectos en el Banco de Desarrollo de América del Norte (NADB). En ese cargo, ha trabajado como ingeniero de procesos en tres importantes empresas en México y ha participado en el desarrollo de más de 70 evaluaciones ambientales y otros 15 estudios relacionados con permisos ambientales y análisis de procesos industriales. Anteriormente en el NADB, coordinó el desarrollo de un alcance de trabajo para el cumplimiento de los requisitos del Programa del Fondo de Infraestructura Ambiental Fronteriza. Ha supervisado el desarrollo de sistemas de gestión de agua y aguas residuales en ciudades de México, así como proyectos en Argentina, Bahamas, Bolivia, Chile, Colombia y Costa

Rica. Tiene una licenciatura en ingeniería química de la Universidad Nacional Autónoma de México y es operador certificado de plantas de tratamiento de aguas residuales.

ISMAEL AGUILAR BARAJAS (*Presentador*) es profesor e investigador en economía y desarrollo sostenible en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, donde coordina un grupo de investigación relacionado con temas económicos en la frontera norte de México. Sus temas de investigación han incluido la sostenibilidad ambiental, diagnósticos relacionados con la infraestructura del agua y el agua y la productividad agrícola, así como un estudio sobre la integración económica del noreste de México con Texas. Anteriormente fue profesor e investigador en el Colegio de México y fue consultor de diversas entidades del sector público y privado. Ha recibido el premio Rómulo Garza de investigación en ciencias sociales y humanidades. Es licenciado en ingeniería civil por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y tiene una maestría y un doctorado en planificación regional y urbana por la London School of Economics and Political Science.

JOSÉ LUIS CASTRO RUIZ (*Presentador*) es profesor e investigador en el Colegio de la Frontera Norte de Monterrey, México, donde también es director de asuntos académicos y jefe del Departamento de Estudios Urbanos y Ambientales. Su investigación se centra en el desarrollo urbano y la gestión comparativa del agua a lo largo de la frontera México-Estados Unidos. Anteriormente, dio clases en San Diego State University, Universidad de Texas A&M, la Universidad de Nuevo León y El Colegio de San Luis. También ha realizado trabajos de consultoría para varias agencias gubernamentales, tanto en México como en Estados Unidos. Sus últimos proyectos de investigación se han centrado en la gestión integrada de los recursos hídricos a nivel de cuenca y en estrategias de gestión de recursos hídricos y de sostenibilidad para cuencas transfronterizas a lo largo de la frontera México-Estados Unidos. Tiene un doctorado en planeación urbana y regional de la Universidad del Sur de California.

ALFONSO CORTEZ LARA (*Miembro, Comité Directivo*) es profesor de estudios urbanos y ambientales en el Colegio de la Frontera Norte (COLEF) en México. También es consultor internacional en gestión ambiental y del agua y en proyectos para el Banco Mundial, la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional, El Banco de Desarrollo de América del Norte, la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza, la Comisión Estatal de Aguas de Baja California, la Asociación Tahal CONTEC (Israel-Ecuador) y la Fundación Ford. Anteriormente, se desempeñó como director regional del COLEF en Mexicali. Es autor y coautor de numerosos artículos sobre

cambio climático y sobre la gestión binacional del agua entre Estados Unidos y México. Tiene un doctorado en desarrollo de recursos de la Universidad Estatal de Michigan.

HALLIE EAKIN (*Miembro, Comité Directivo*) es científica principal de sostenibilidad y profesora asociada en el Instituto Global de Sostenibilidad Julie Ann Wrigley en la Universidad Estatal de Arizona. Su reciente investigación ha estudiado la globalización económica, el cambio agrícola y la vulnerabilidad rural al clima en el contexto de proyectos internacionales comparativos; incluyó estudios de caso en México, Argentina, Guatemala y Honduras.

Ha sido consultora del Banco Mundial, la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos en proyectos de desarrollo agrícola, el uso de pronósticos estacionales en la mitigación del riesgo de sequía y la adaptación a los impactos anticipados del cambio climático en la disponibilidad de agua urbana. Tiene una licenciatura en estudios ambientales de la Universidad de Brown y una maestría y un doctorado en geografía de la Universidad de Arizona.

ANA ESCALANTE HERNÁNDEZ (*Presentadora*) es directora del Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su trabajo se centra en el valor de la biodiversidad y las consecuencias de su alteración a nivel mundial, utilizando herramientas moleculares para la caracterización taxonómica, genética y funcional de comunidades o poblaciones. Ha desarrollado colaboraciones con biotecnólogos para estudiar la relación diversidad-función en comunidades microbianas y otros procesos bioquímicos. Ha recibido varios honores y ha sido coautora de artículos en muchas revistas científicas. Es licenciada en biología y doctora en ecología, ambas por la Universidad Nacional Autónoma de México.

JOSÉ FRANCO (*Presentador*) es el coordinador jefe del Foro Consultivo Científico y Tecnológico y profesor del Instituto de Astronomía de la UNAM (IAUNAM). Fue jefe de la Dirección de Divulgación de la Ciencia de la UNAM y director de la IAUNAM durante ocho años. Su trabajo se centró en el estudio de la formación de estrellas y la promoción de la astronomía a nivel nacional e internacional. Es un investigador reconocido, un organizador muy activo de reuniones científicas internacionales y un entusiasta promotor de la ciencia en México, especialmente entre los jóvenes. Fue nombrado presidente de la Academia Mexicana de Ciencias entre 2013 y 2014 y ha ganado varios premios, entre ellos L'Ordre des Palmes académiques, un premio francés otorgado a científicos que trabajan para promover la educación. También ha organizado un programa anual a nivel nacional

llamado Noche de las Estrellas, que anima al público a participar en la astronomía y ha atraído a casi dos millones de personas para observar las estrellas en sus diez iteraciones. Recibió su licenciatura en física de la UNAM y su maestría y doctorado en física de la Universidad de Wisconsin-Madison.

JEFF HERRICK (*Presentador*) es un científico del suelo en el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en Las Cruces, Nuevo México, y es profesor adjunto en la Universidad Estatal de Nuevo México y en la Universidad de Colorado en Boulder. Trabaja estrechamente con las agencias federales en el desarrollo y aplicación de protocolos de evaluación y monitoreo de pastizales. También forma parte del Panel de Recursos Internos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, es el representante científico de Estados Unidos ante la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y dirige el desarrollo del Sistema de conocimiento del potencial de la tierra de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Tiene una licenciatura en biología de Swarthmore College, una maestría en ciencias agrícolas de Lincoln College en Nueva Zelanda y un doctorado en agronomía de la Universidad Estatal de Ohio.

ELISABETH HUBER-SANNWALD (*Miembro, Comité Directivo*) es profesora asociada de la División de Estudios Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT). Antes de unirse al IPICYT, ocupó cargos en la Technische Universität München en Weihenstephan, Alemania, y en el Instituto de Ecología de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Sus actividades de investigación actuales incluyen el análisis de la respuesta de los ecosistemas y los mecanismos de retroalimentación a los ambientes abióticos y bióticos variables a diferentes escalas espaciales y temporales en las regiones semiáridas y áridas del norte de México y la realización de evaluaciones integradas de los factores biofísicos y socioeconómicos y de los factores que causan la desertificación y la degradación de la tierra en los sistemas socioecológicos. Tiene una maestría en biología y botánica de la Universidad de Innsbruck en Austria y un doctorado en ecología de pastizales de la Universidad Estatal de Utah.

DOUG LIDEN (*Presentador*) trabaja en la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), donde es responsable de desarrollar proyectos de aguas residuales, agua potable y aguas pluviales financiados conjuntamente por Estados Unidos y México en la región fronteriza del suroeste de México. También dirige la investigación financiada por la EPA sobre la erosión generada por las aguas pluviales en la cuenca de Tijuana. Anteriormente, impartió clases en Costa Rica para el Ministerio del Ambiente y la Universidad Nacional. También expidió permisos federales de descarga de

aguas residuales para plantas de tratamiento de aguas residuales, plantas desalinizadoras de agua de mar, minas de carbón y cobre, enlatadoras de atún, fábricas de papel, refinerías de petróleo y plantas de energía. Tiene una licenciatura en ingeniería mecánica de la Universidad de Stanford.

CONSTANTINO MACÍAS GARCÍA (*Miembro, Comité Directivo*) es investigador en el departamento de ecología y director del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Su trabajo se ha centrado principalmente en la selección sexual, con el objetivo de ayudar a comprender el origen y las consecuencias de la ornamentación masculina, que estudia en peces y en aves. Más recientemente, también ha estudiado las consecuencias evolutivas de la adaptación de los animales a las condiciones creadas por el hombre en el ambiente, como la contaminación acústica y la omnipresencia de la basura. Escribe extensamente sobre estos temas. Tiene una licenciatura y una maestría en biología de la UNAM y un doctorado en biología de la Universidad de East Anglia en Norwich, Inglaterra.

MARÍA AMPARO MARTÍNEZ ARROYO (*Miembro, Comité Directivo*) es directora del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Su trabajo se centra principalmente en el análisis de los problemas ambientales, así como en las relaciones entre la ciencia y la sociedad. Colaboró en el diseño del Programa Nacional de Playas Limpias y en el desarrollo de una estrategia científica para la construcción de redes de áreas naturales marinas protegidas en América del Norte frente al cambio climático; y ha liderado el tema del cambio climático en la Agenda Ciudadana de Ciencia, Tecnología e Innovación. Anteriormente, se desempeñó como directora del Centro de Ciencias Atmosféricas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde también fue investigadora principal y coordinadora del grupo de Aerosoles Atmosféricos. Durante su estancia en la UNAM, diseñó y puso en marcha la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos. Tiene una licenciatura y una maestría en biología de la UNAM y un doctorado en ecología de la Universidad de Barcelona.

NATALIA MARTÍNEZ TAGÜEÑA (*Miembro, Comité Directivo*) es investigadora y profesora en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. Su trabajo se ha concentrado en el desierto de Sonora, donde se ha especializado en el análisis e identificación de plantas para entender la subsistencia y el clima en el pasado. Participó en varios proyectos de investigación en Costa Rica y México estudiando los primeros colonos y la agricultura, así como las adaptaciones costeras y los impactos humanos en el ambiente. Ha colaborado con miembros de comunidades indígenas para trazar un mapa de su paisaje cultural. Actualmente codirige un proyecto de

paleoclima y arqueología en la costa de Sonora y es colaboradora en un proyecto sobre la residencia de socio-ecosistemas en las zonas áridas de México. Tiene una licenciatura en antropología con especialización en arqueología de la Universidad de las Américas, Puebla, México, y una maestría y doctorado en antropología ambiental de la Universidad de Arizona, Tucson.

ANGELINA MARTÍNEZ-YRIZAR (*Presentadora*) es ecologista de ecosistemas en el Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Analiza la biodiversidad de los bosques tropicales secos y su resistencia a los eventos climáticos extremos, como las heladas y los huracanes. Gran parte de su investigación se ha centrado en el desierto de Sonora, incluyendo estimaciones de la fitomasa y comparaciones entre ecosistemas a escala local y regional. Es miembro de la rama mexicana de la red de Investigación Ecológica a Largo Plazo. Tiene una licenciatura y una maestría en biología de la UNAM y un doctorado en ecología de la Universidad de Cambridge, Inglaterra.

JORGE MORÁN ESCAMILLA (*Presentador*) es profesor e investigador de Cátedras-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) del Colegio de San Luis. Su investigación se centra en los riesgos y desastres en los espacios urbanos, las preocupaciones socio-ambientales en los niños de las zonas rurales y los megaproyectos urbanos. Actualmente está trabajando en un proyecto de fortalecimiento de las capacidades sociales frente a los riesgos hidrometeorológicos. Es miembro de la Red de Desastres Asociados a Fenómenos Hidrometeorológicos y Climáticos del CONACyT. Tiene una licenciatura en economía del Instituto Politécnico Nacional y una maestría en estudios urbanos y un doctorado en ciencias sociales con especialización en sociología de El Colegio de México.

IGNACIO RODRÍGUEZ-ITURBE (*Miembro, Comité Directivo*) es profesor universitario distinguido James S. McDonnell y profesor de ingeniería civil y ambiental en la Universidad de Princeton. También es un distinguido profesor de investigación en la Estación Experimental de Ingeniería de la Universidad de Texas A&M. Sus investigaciones se centran principalmente en la dinámica de la interacción entre el clima, el suelo y la vegetación, y también estudia ecohidrología, hidrogeomorfología e hidrología de superficie. Es miembro de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, la Academia Nacional de Ingeniería de Estados Unidos, la Academia Americana de Artes y Ciencias, la Academia de Ciencias del Vaticano, la Real Sociedad Española de Ciencias, la Academia Mexicana de Ingeniería, la Academia Venezolana de Ingeniería, el Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, la Academia de Ciencias del Tercer Mundo, la Academia del Agua (Uppsala, Suecia) y la Academia Latinoamericana de Ciencias. Tiene una

maestría del California Institute of Technology y un doctorado de la Colorado State University.

MARÍA DEL ROSARIO SÁNCHEZ FLORES (*Presentadora*) es investigadora científica principal en el Instituto de Recursos Hídricos de Texas en Texas A&M. Como investigadora científica del instituto, está trabajando en el Programa de la Ley de Evaluación de Acuíferos Transfronterizos para integrar la investigación y los datos sobre acuíferos transfronterizos entre México y Texas. En términos más generales, se ha enfocado en temas transfronterizos entre México y Estados Unidos en todas sus plazas académicas y laborales. Es la editora del Texas Water Journal y ha publicado ampliamente sobre temas de aguas transfronterizas. Es Licenciada en Relaciones Internacionales por el Tecnológico de Monterrey, Maestra en Asuntos Diplomáticos por el Instituto Matías Romero y Doctora en Administración de Recursos Hídricos y Ciencias Hidrológicas por la Universidad de Texas A&M.

JURGEN SCHMANDT (*Presentador*) es profesor emérito en la Escuela de Asuntos Públicos Lyndon B. Johnson de la Universidad de Texas en Austin. Anteriormente dirigió el Centro Mitchell para el Desarrollo Sostenible en el Centro de Investigación Avanzada de Houston, donde trabajó estrechamente con la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos en el desarrollo de su programa de sostenibilidad. También fundó y dirigió dos organizaciones no gubernamentales: la Coalición Río Grande/Río Bravo y el Grupo de Trabajo del Agua Paso del Norte. También trabajó en la Universidad de Bonn, el Servicio Alemán de Intercambio Académico, la OCDE, la Universidad de Harvard y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. Su trabajo se centra en la política del agua, los impactos del cambio climático y el desarrollo sostenible. Es miembro de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia y miembro distinguido del Centro de Investigación Avanzada de Houston. Es editor jefe de un libro de próxima publicación de la Universidad de Cambridge y la UNESCO sobre la sostenibilidad de los ríos artificiales en tierras áridas. Tiene un doctorado en filosofía política de la Universidad de Bonn en Alemania.

KELLY TWOMEY SANDERS (*Miembro, Comité Directivo*) es profesora asistente en el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental Sonny Astani de la Universidad del Sur de California. Su investigación tiene como objetivo aliviar las tensiones entre los sistemas humanos y naturales a través de la intervención técnica, regulatoria y de mercado, con especial énfasis en la reducción de los impactos ambientales de la provisión de servicios de energía y agua. Es autora de numerosas publicaciones y ha dado ponencias como invitada sobre temas de la intersección de la ingeniería, la ciencia y la po-

lítica. Sus investigaciones y comentarios han sido publicados en medios de comunicación como Forbes, The Washington Post, Huffington Post, Bloomberg, The Wall Street Journal y Scientific American. Tiene una licenciatura en bioingeniería de la Universidad Estatal de Pensilvania y una maestría y un doctorado en ingeniería mecánica e ingeniería ambiental, respectivamente, de la Universidad de Texas en Austin.

ROBERT WASHINGTON-ALLEN (*Miembro, Comité Directivo*) es profesor asistente en la Universidad de Nevada, Reno. Anteriormente enseñó y dirigió investigaciones sobre geología, ciencia y manejo de ecosistemas y estudios ambientales en la Universidad de Tennessee, Knoxville, la Universidad de Texas A&M y la Universidad de Virginia. Su trabajo se centra en el monitoreo ambiental y la evaluación de ecosistemas a través de la aplicación de tecnologías de teledetección, en las que tiene una amplia experiencia. Ha colaborado en proyectos financiados con subvenciones para varias agencias, incluyendo el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, la Asociación Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos, la Oficina de Administración de Tierras de los Estados Unidos y la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos. Tiene una licenciatura en zoología de la Universidad Estatal de Ohio y una maestría y un doctorado en ecología de pastizales de la Universidad Estatal de Utah.

ELIZABETH WEIGHT (*Presentadora*) es coordinadora regional de información sobre sequías del Sistema Nacional Integrado de Información sobre Sequías de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos en Boulder, Colorado. Ha trabajado extensamente en la aplicación de la investigación para mejorar la gestión del agua con el fin de obtener mejores resultados ambientales y financieros. Este trabajo se ha llevado a cabo en 14 países de Asia y África para las Naciones Unidas, organizaciones sin fines de lucro, el Instituto Internacional de Gestión del Agua y los programas mundiales de investigación para el desarrollo sobre el agua, la tierra y los ecosistemas del CGIAR. Tiene una licenciatura en relaciones internacionales de Connecticut College y una maestría en gestión ambiental de la Universidad Duke.

JADWIGA (“JAD”) ZIOLKOWSKA (*Presentadora*) es profesora asistente y economista ambiental en el Departamento de Geografía y Sostenibilidad Ambiental de la Universidad de Oklahoma y gerente del Instituto Agua-Energía-Alimentación. Anteriormente, fue becaria postdoctoral en la Universidad de California, Berkeley, y becaria Marie Curie de la Unión Europea en el 7º Programa Marco. Su trabajo se especializa en evaluación de políticas y apoyo a la toma de decisiones en el campo de los recursos natu-

rales, el ambiente, la bioenergía, la economía agrícola y la gestión sostenible de los recursos, y ha publicado ampliamente. Su investigación actual se centra en la optimización de los sistemas de gestión del agua, la desalinización, los biocombustibles y las implicaciones socioeconómicas de la sequía. Tiene un doctorado y un título de habilitación en economía y política agrícola de la Universidad Humboldt de Berlín, Alemania.

