

# Análisis de propuestas metodológicas sobre vulnerabilidad contenidas en los Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía de México

Analysis of methodological proposals on vulnerability contained in the Drought Prevention and Mitigation Programs in Mexico

RAÚL ALFREDO MEZA-GONZÁLEZ<sup>1,3</sup>, OSCAR FIDENCIO IBÁÑEZ-HERNÁNDEZ<sup>2</sup>

*Recibido: Noviembre 12, 2015*

*Aceptado: Febrero 10, 2016*

## Resumen

Las sequías y la vulnerabilidad en México generan impactos negativos severos en la economía, la sociedad y los ecosistemas. Tradicionalmente, esta situación se ha atendido desde un enfoque reactivo según el cual se actúa después de que ha ocurrido el desastre, sin embargo, desde la creación del Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE) se empezó a trabajar en un nuevo enfoque preventivo: se crearon los Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) que evaluaron la vulnerabilidad. En este artículo se analiza el capítulo de vulnerabilidad de dichos programas para comparar propuestas metodológicas y sus implicaciones en la definición de medidas de prevención, así como identificar oportunidades de actualización en este tema.

**Palabras clave:** PRONACOSE, Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía, vulnerabilidad, sequía.

## Abstract

Droughts and drought vulnerability in Mexico generate severe negative impacts on the economy, society and ecosystems. Traditionally, this situation has been approached from a reactive perspective characterized by acting until the disaster has occurred, but since the creation of the National Program against Drought (PRONACOSE, for its acronym in Spanish) a new preventive approach began: Programs of Preventive Measures and Drought Mitigation (PMPMS, for its acronym in Spanish) to assessing vulnerability were created. This article analyzes the vulnerability chapter of such programs to compare methodological proposals and their implications in defining preventive measures and identifying opportunities update for improvement.

**Keywords:** PRONACOSE, Programs of Preventive Measures and Drought Mitigation, vulnerability, drought.

## Introducción

**E**n México hay regiones de muy alta vulnerabilidad a las sequías, como la zona metropolitana de la ciudad de México, el norte de Sinaloa, la cuenca del río Conchos y la región del Bajío, que son consideradas las zonas más críticas, y otras no menos importantes son la zona metropolitana de Monterrey, el estado de Nuevo León y el centro de Sinaloa (Ortega-Gaucin y Velasco, 2013).

<sup>1</sup> El Colegio de Chihuahua. Calle Partido Díaz núm. 4723, y Anillo Envolvente del Pronaf, Col. Progresista, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C. P. 32310. Tel. (656) 639-0397, (656) 639-0398, (656) 251-0175.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Instituto de Ingeniería y Tecnología. Av. del Charro núm. 450 norte, Col. Partido Romero, C.P. 32310, tel. (656) 688-4846.

<sup>3</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: rmezago@gmail.com.

El término vulnerabilidad tiene varias definiciones, sin embargo, muchas de ellas se refieren al grado en que la sociedad es susceptible a un fenómeno como la sequía, ya sea por la magnitud de la exposición a este, a la capacidad para enfrentarlo o ambos factores (Wilhelmi *et al.*, 2002: 1400).

Cuando ocurren las sequías en zonas altamente vulnerables, la red compleja de impactos afecta a la sociedad, la economía y los ecosistemas. Esto se da no solo en un espacio geográfico dado sino a escala regional o global, y se produce en gran parte por la dependencia que tienen los diversos sectores de usuarios del agua respecto a la producción de bienes y prestación de servicios (Wilhite *et al.*, 2007), como es el caso, por ejemplo, de la agricultura, la minería, la industria y las ciudades. Estos impactos dependen no solo de las características físicas (meteorológicas, climáticas y del entorno geográfico), sino que, como puntualizan Wilhite *et al.* (*ídem*), son el resultado de la interacción del evento natural (eficiencias de la precipitación debido a la variabilidad climática natural) y la demanda de agua y otros recursos naturales por los sistemas de consumo de los seres humanos.

En esta perspectiva, si un periodo de sequía ocurre en un área geográfica en la que los seres humanos mantienen una presión muy alta sobre el recurso agua y sus hábitos de consumo están orientados hacia el derroche, los impactos serán mucho más severos que en lugares donde el consumo es racional. Por otro lado, si se comparan dos eventos de sequía de la misma duración e intensidad, uno que sucedió hace dos o más siglos y el otro ocurrido en 2015, en este se observan impactos más severos debido a los cambios en las características de la sociedad (p. ej., un mayor número de habitantes) y de los ecosistemas de los que se demandan más recursos. En ambos casos, la vulnerabilidad a las sequías es mayor.

Por tanto, la magnitud y características de los impactos de la sequía (duración, distribución y persistencia) están estrechamente relacionadas con la vulnerabilidad, la que a su vez está en relación inversa con al grado de desarrollo

social y económico de las áreas afectadas (Velasco *et al.*, 2005: 38), y al revisar lo anterior, así como el potencial de adaptación, se puede identificar la vulnerabilidad con mayor facilidad (Charusombat, 2011).

Por su naturaleza, muchos impactos, vulnerabilidades y riesgos de las sequías son preocupación de tomadores de decisiones, quienes necesitan información para ayudar a prepararse para las sequías, canalizar recursos con eficiencia y reducir los efectos (Agget, 2012), por tanto, la *evaluación de la vulnerabilidad*, definida por CWCB-AMEC (2013) como el proceso de identificar, cuantificar y priorizar (o contar) las vulnerabilidades en un sistema, es clave para la prevención y mitigación exitosas.

## Cambio de paradigma en México

La sequía se ha presentado de manera recurrente en México. En las últimas dos décadas, varios estados del país han padecido sequías con impactos severos. Por ejemplo, en 2011 tuvo lugar la peor sequía desde 1941 y casi todo el territorio mexicano experimentó en algún grado este fenómeno meteorológico (CONAGUA, 2014a).

Al menos hasta antes de 2014, en México ha imperado el *enfoque reactivo* en la gestión de las sequías, que está basado en la aplicación de medidas y acciones de respuesta *después* de que se conocen los estragos causados por la sequía (Ortega-Gaucin, 2014: 143). Este enfoque predomina a pesar de la importancia que han tenido las sequías en México y de los impactos negativos que siguen causando actualmente (Ortega-Gaucin y Velasco, 2013: 88). Particularmente, la gestión del agua en el norte de México propicia que las sequías adquieran dimensiones de desastre (Magaña, 2012).

Se considera que el enfoque reactivo resulta inútil para disminuir la vulnerabilidad debido principalmente a que los recursos no están enfocados en prevenir los impactos sino en la remediación, y por la tardanza en el ejercicio de los recursos públicos destinados para mitigar las consecuencias de las sequías (CONAGUA, 2014a).

Por ello, a partir de 2012 en México se empezaron a dar las primeras señales de cambio hacia un *enfoque proactivo o preventivo*, que se caracteriza por «el diseño de estrategias que se pondrán en marcha con antelación a la ocurrencia de una sequía para prevenir y mitigar el nivel de exposición al riesgo y, por lo tanto, la vulnerabilidad ante los impactos» (Ortega-Gaucin, 2014: 143, 146). Este enfoque está caracterizado por el desarrollo de programas gubernamentales preimpacto (preventivos) que se emprenden para reducir la vulnerabilidad y los impactos (Wilhite *et al.*, 2014).

Como parte de estas señales de cambio, en México se empezó a implementar el Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE), que es considerado el eje fundamental de la nueva política pública del gobierno federal para la gestión de la sequía, tiene el objetivo de «Elaborar los programas de medidas para prevenir y enfrentar la sequía a nivel de cuenca o grupos de cuenca, desarrollar capacidad institucional local y al mismo tiempo coordinar y ejecutar acciones para mitigar sequías existentes.» (CONAGUA, 2014a: 26), y sus dos componentes principales son el monitoreo de la sequía y la difusión de la información correspondiente, así como la evaluación y reducción de la vulnerabilidad (CONAGUA, 2014a: 24-25).

Como resultado de la implementación del PRONACOSE, la Comisión Nacional del Agua (órgano administrativo federal responsable de la gestión de las aguas nacionales de México y sus bienes públicos) ordenó la elaboración de 39 Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS), 26 de los cuales corresponden a igual número de Consejos de Cuenca y 13 a ciudades mexicanas. Estos programas particulares tienen como objetivo general «minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales ante eventuales situaciones de escasez temporal de agua, en un marco de un desarrollo sustentable» (CONAGUA, 2015a).

Los PMPMS fueron elaborados por equipos de investigación del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y de varias universidades mexicanas, en coordinación con los Consejos de Cuenca. Estos últimos son órganos colegiados integrados por servidores públicos, representantes de los usuarios del agua y de organizaciones de la sociedad, y cuya jurisdicción corresponde a una cuenca o región hidrológica específica (DOF, 1992).

Para la elaboración de estos programas de medidas, el IMTA elaboró la *Guía para la Formulación de Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía* (IMTA, 2013), en la cual se propusieron los ocho pasos siguientes para la planeación de la gestión de la sequía en cada Consejo de Cuenca: definir las partes interesadas, los objetivos de cada plan y los principios; caracterizar la sequía histórica y la evaluación del impacto; evaluar la vulnerabilidad a la sequía; proponer las medidas de mitigación de la sequía y las estrategias de respuesta; determinar las etapas de sequía, los puntos detonantes y los objetivos de respuesta; elaborar el programa de respuesta a las etapas de sequía, establecer la implementación y el monitoreo, y hacer el plan de revisión y actualización. La evaluación de la vulnerabilidad está ubicada en el documento como una etapa previa y fundamental para la determinación de las medidas de prevención y mitigación.

En esta guía no se propuso una metodología en particular ni se incluyeron lineamientos para evaluar la vulnerabilidad, dado que CONAGUA planteó que de esta forma los equipos de investigación definirían cómo abordar este tema en función de las características específicas de cada Consejo de Cuenca.

El proceso de elaboración de los PMPMS arrancó el 17 de abril de 2013 con la capacitación a integrantes de los Consejos de Cuenca sobre el uso de la guía del IMTA (2013) y terminó el 17 de diciembre de ese mismo año con la aprobación de los programas de medidas.

Después de haber sido elaborados, los PMPMS fueron puestos en línea a disposición del público en el portal del PRONACOSE ([www.pronacose.gob.mx](http://www.pronacose.gob.mx)). Tal como se previó, la metodología para evaluar la vulnerabilidad fue definida de manera no uniforme en estos programas.

Este ejercicio de creación de los programas de medidas no tiene precedente en la historia de la gestión del agua en México y representa un primer paso para el cambio de paradigma hacia un enfoque preventivo o de gestión del riesgo que reduzca la vulnerabilidad a las sequías. Riesgo es el producto tanto de la exposición de una región a un evento de sequía (por ejemplo, la probabilidad de que ocurra a varios niveles de severidad) y la vulnerabilidad a ese evento (Blaikie *et al.*, 1994, citado por Wilhite *et al.*, 2014).

En esta perspectiva, analizar el componente de vulnerabilidad de los PMPMS y sus implicaciones en la definición de medidas preventivas vendría a ser una de las tareas primordiales para los investigadores y centros de investigación, en la medida en que se identifiquen oportunidades y se sugieran alternativas que permitan actualizar los PMPMS.

Por tanto, el objetivo de este trabajo es analizar el componente de vulnerabilidad a la sequía contenido en los 26 PMPMS de los Consejos de Cuenca de México para comparar propuestas metodológicas y sus implicaciones en la definición de medidas de prevención, así como identificar oportunidades de actualización en este tema.

## Materiales y métodos

Los insumos principales del presente trabajo fueron los 26 Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía de los Consejos de Cuenca de México, cuya última versión fue descargada de CONAGUA (2015a).

Los PMPMS mencionados son de los Consejos de Cuenca siguientes: Altiplano, Alto Noroeste, Baja California Municipio de San Luis Río Colorado, Baja California Sur, Costa de

Chiapas, Costa de Guerrero, Costa de Oaxaca, Costa Pacífico Centro, Lerma Chapala, Mocolito al Quelite, Nazas Aguanaval, Península de Yucatán, Río Balsas, Río Bravo, Río Coatzacoalcos, Río Fernando Soto La Marina, Río Mayo, Río Pánuco, Río Papaloapan, Río Santiago, Ríos Fuerte y Sinaloa, Ríos Grijalva y Usumacinta, Ríos Presidio al San Pedro, Ríos Tuxpan al Jamapa, Ríos Yaqui y Mátape, y Valle de México.

Se revisó cada uno de los PMPMS y al final se analizó comparativamente el apartado de vulnerabilidad, con énfasis en los elementos siguientes: metodología, factores o indicadores de vulnerabilidad, escala espacial, fórmula para determinar el índice de vulnerabilidad, resultados del cálculo, cartografía y la vinculación entre los resultados y las medidas preventivas y de mitigación de la sequía.

Una vez que se identificó la metodología empleada en cada PMPMS, se procedió a comparar los elementos mencionados en el párrafo anterior y se revisaron los cálculos con el fin de confirmar en su caso los resultados plasmados en los PMPMS.

Finalmente, se verificó si las medidas de prevención y mitigación de los PMPMS se derivaron directamente de la evaluación de vulnerabilidad, dado que esta evaluación se considera un ejercicio de diagnóstico y las políticas que se propongan deben responder a vulnerabilidades concretas (Iglesias, 2014).

## Resultados y discusión

A continuación, se exponen los aspectos más relevantes del análisis.

### *Metodología y factores o indicadores de vulnerabilidad.*

En los 26 PMPMS se identificaron los tres ejercicios metodológicos siguientes para evaluar la vulnerabilidad a la sequía:

1) La metodología expuesta en el documento *Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México* (CONAGUA, 2012), que utiliza «las células de



planeación» como unidad básica espacial y las define como «área geográfica formada por un conjunto de municipios que pertenecen a un solo estado, dentro de los límites de una subregión hidrológica, de tal manera que existen un total de 168 células en todo el territorio mexicano». Incluye seis y cinco indicadores.

2) La metodología del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), que utiliza la cuenca como unidad básica especial (IMTA, 2014) y que fue desarrollada para la elaboración de PMPMS. Incluye 11 indicadores (solo ocho de ellos en un caso).

3) La metodología que utiliza el Sistema de Evaluación del Riesgo Extremo de Sequías (SERES) y la aplicación SuperDecisions, con la cuenca hidrológica y el municipio como unidades básicas (CONAGUA, 2014b). Incluye 11 indicadores.

En dos PMPMS no se incluyó metodología para evaluar la vulnerabilidad ni se presentaron resultados. En otros casos sí se exponen índices de vulnerabilidad e incluso cartografía, sin embargo, están basados en tablas a las que les faltan datos, por ejemplo, impactos en la agricultura, frecuencia de sequías, indicadores del grado de exposición, etc. (Cuadros 1 y 2).

Cabe mencionar que algunos PMPMS emplearon la misma metodología pero con variantes, por ejemplo, en el número de indicadores, en los recursos de sistemas de información geográfica y en el tipo de unidad espacial básica, entre otros. Además, en el caso de los Consejos de Cuenca Costa de Guerrero y Costa de Oaxaca se define la vulnerabilidad sin evaluarla, y de los 26 programas solo 11 proporcionan la cartografía correspondiente con los resultados de la evaluación de vulnerabilidad.

La metodología más utilizada es la de CONAGUA (15 veces), y le siguen la del IMTA (cuatro veces) y la SERES/SuperDecisions (tres veces). En dos PMPMS se evalúa la vulnerabilidad utilizando primero la de CONAGUA y después la del IMTA (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Listado de PMPMS y la metodología utilizada.

PMPMS de Consejo de Cuenca	Metodología
Altiplano	CONAGUA
Alto Noroeste	CONAGUA
Baja California y Municipio de San Luis Río Colorado	IMTA
Baja California Sur	IMTA
Costa de Chiapas	CONAGUA
Costa de Guerrero	No incluye
Costa de Oaxaca	No incluye
Costa Pacífico Centro	CONAGUA / IMTA
Lerma Chapala	CONAGUA / IMTA
Ríos Mocorito al Quelite	SERES / SuperDecisions
Nazas-Aguanaval	CONAGUA
Península de Yucatán	CONAGUA
Río Balsas	IMTA
Río Bravo	IMTA
Río Coatzacoalcos	CONAGUA
Río Fernando - Soto La Marina	CONAGUA
Río Mayo	CONAGUA
Río Pánuco	CONAGUA
Río Papaloapan	CONAGUA
Río Santiago	CONAGUA
Ríos Fuerte y Sinaloa	SERES / SuperDecisions
Ríos Grijalva y Usumacinta	CONAGUA
Ríos Presidio al San Pedro	SERES / SuperDecisions
Ríos Tuxpan al Jamapa	CONAGUA
Ríos Yaqui y Mátape	CONAGUA
Valle de México	CONAGUA

En cuanto a los resultados de la evaluación de vulnerabilidad, solo en los PMPMS elaborados por el IMTA fue posible reproducir los cálculos hasta confirmar los datos resultantes, dada la forma detallada y sistemática con que se expuso en el documento el tema de vulnerabilidad.

Los ejercicios metodológicos de los PMPMS están basados en la definición de vulnerabilidad del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre

el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), según la cual esta es la combinación de tres factores: *grado de exposición (ge)*, *sensibilidad (se)* y *capacidad adaptativa (ca)* (IPCC, 2007). Derivado de ahí, el método correspondiente utilizado en los programas de medidas fue en general el aditivo, donde la vulnerabilidad ( $v$ ) =  $ge + se - ca$ .

**Cuadro 2.** Indicadores seleccionados en los PMPMS.

Número	Indicadores
11	Grado de presión sobre el recurso hídrico (oferta/demanda), grado de explotación de los acuíferos, densidad de población, valor de la producción del sector agrícola (riego y temporal), disponibilidad natural per cápita de aguas superficiales, disponibilidad natural per cápita de aguas subterráneas, población económicamente activa desocupada, deforestación, cobertura vegetal natural, áreas naturales protegidas e índice de marginación.
8	Brecha hídrica, frecuencia de sequías, población, Valor Agregado Censal Bruto (VABC), superficie cultivada por municipio, índice de marginación, altitud, calidad del agua.
6	Relación brecha hídrica y oferta sustentable, frecuencia de sequías por tipo, población, PIB, impacto económico en la agricultura, sobreexplotación de acuíferos.
5	Relación brecha hídrica a 2030 / oferta sustentable, población, PIB, impacto en la agricultura, sobreexplotación en acuíferos.

En los programas de medidas en que se escogieron 11 indicadores, se calculó la vulnerabilidad económica, social, ambiental y global (Cuadro 3). Aunque varios optaron por igual número de indicadores, hay casos en que estos no son idénticos, por ejemplo, los Consejos de Cuenca Río Coatzacoalcos y Río Mayo seleccionaron las mismas seis variables excepto una: el primero incluyó «impacto económico en la actividad agropecuaria» y el segundo «superficie agrícola». Por otra parte, el programa del Consejo de Cuenca Península de Yucatán optó por los indicadores siguientes que no se incluyeron en ningún otro PMPMS: Valor Agregado Censal Bruto, superficie cultivada por municipio, altitud y calidad del agua.

La metodología utilizada en los PMPMS para evaluar la vulnerabilidad abordó únicamente datos cuantitativos. La escala de evaluación suele determinar el tipo de datos que deberán recabarse, por ejemplo, la evaluación de la vulnerabilidad a gran escala utiliza datos cuantitativos, provenientes principalmente de fuentes gubernamentales, y a escalas pequeñas

se agregan también datos cualitativos, básicamente surgidos de entrevistas, reuniones con usuarios del agua, visitas en sitio, grupos focales, etc. (De Stefano *et al.*, 2015).

**Cuadro 3.** Tipo de vulnerabilidad y número de indicadores de los PMPMS.

PMPMS de Consejo de Cuenca	Tipo de vulnerabilidad	Indicadores
Altiplano	Global	6
Alto Noroeste	Global, social, económica y ambiental	6
Baja California y Mpio. de San Luis Río Colorado	Global y por acuífero	6
Baja California Sur	Global y por acuífero	6
Costa de Chiapas	Global	5
Costa de Guerrero	Ninguna	0
Costa de Oaxaca	Ninguna	0
Costa Pacífico Centro	Global, social, económica y ambiental	11
Jerma Chapala	Global, social, económica y ambiental	11
Ríos Mocorito al Quehite	Global, social, económica y ambiental	11
Nazas-Aguanaval	Global	6
Península de Yucatán	Global	8
Río Balsas	Global, social, económica y ambiental	11
Río Bravo	Global, social, económica y ambiental	11
Río Coatzacoalcos	Global	6
Río Fernando - Soto La Marina	Global, social, económica y ambiental	11
Río Mayo	Global	6
Río Pánuco	Global, social, económica y ambiental	11
Río Papaloapan	Global	6
Río Santiago	Global	6
Ríos Fuerte y Sinaloa	Global, social, económica y ambiental	11
Ríos Grijalva y Usumacinta	Global	6
Ríos Presidio al San Pedro	Global, social, económica y ambiental	11
Ríos Tuxpan al Jamapa	Global	6
Ríos Yaqui y Mátape	Global	6
Valle de México	Global	5

### Escalas espaciales

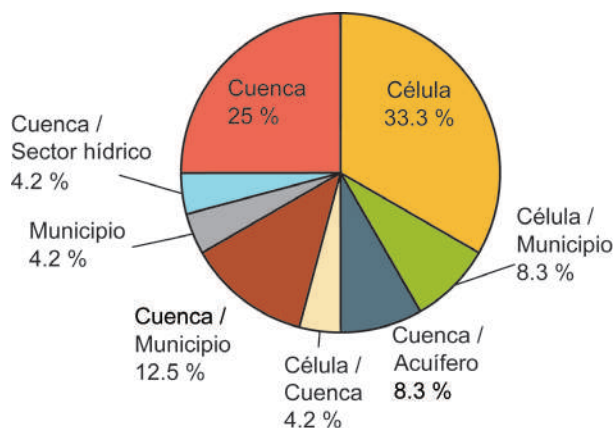
Las unidades espaciales básicas identificadas en los PMPMS analizados son la célula de planeación, la cuenca hidrológica, el municipio, el acuífero y el sector hídrico. Salvo en el caso de la evaluación de la vulnerabilidad de acuíferos, no se encontraron resultados a escalas más finas, por ejemplo, sectores (agrícola, ganadero, industrial, servicios, centros de población rurales, etc.), distritos de riego y bienes de infraestructura pública (presas, sistemas de agua potable, plantas de tratamiento de aguas residuales, etc.) (Figura 1).

**Figura 1.** Ejemplos de escalas espaciales para evaluar la vulnerabilidad a la sequía, de las más gruesas a las más finas.



En los 24 PMPMS que sí evaluaron la vulnerabilidad a la sequía, la escala especial de las cuencas hidrológicas y las células de planeación constituyeron la mayoría (58.3%) y las escalas mixtas fueron el 37.5%. En general, en estos programas no se fundamenta por qué seleccionaron una unidad espacial determinada o dos de ellas (modelo mixto) (Cuadro 4 y Figura 2).

**Figura 2.** Proporción de las escalas espaciales utilizadas en 24 PMPMS.



La evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos representa un ejercicio relevante no solo porque se trata de una escala fina, sino porque es un tema sensible para sectores y territorios que dependen completamente del agua subterránea para todas sus actividades.

**Cuadro 4.** Escala espacial en los PMPMS.

PMPMS de Consejo de Cuenca	Metodología
Altiplano	Célula de planeación
Alto Noroeste	Célula de planeación / Municipio
Baja California y Mpio. de San Luis Río Colorado	Cuenca hidrológica / Acuífero
Baja California Sur	Cuenca hidrológica / Acuífero
Costa de Chiapas	Célula de planeación
Costa de Guerrero	
Costa de Oaxaca	
Costa Pacífico Centro	Célula de planeación / Municipio
Lerma Chapala	Célula de planeación / Cuenca hidrológica
Ríos Mocorito al Quelite	Cuenca hidrológica / Municipio
Nazas-Aguanaval	Célula de planeación
Península de Yucatán	Municipio
Río Balsas	Cuenca hidrológica / Sector hídrico
Río Bravo	Cuenca hidrológica
Río Coatzacoalcos	Cuenca hidrológica
Río Fernando - Soto La Marina	Cuenca hidrológica
Río Mayo	Célula de planeación
Río Pánuco	Cuenca hidrológica
Río Papaloapan	Cuenca hidrológica
Río Santiago	Célula de planeación
Ríos Fuerte y Sinaloa	Cuenca hidrológica / Municipio
Ríos Grijalva y Usumacinta	Células de planeación
Ríos Presidio al San Pedro	Cuenca hidrológica / Municipio
Ríos Tuxpan al Jamapa	Cuenca hidrológica
Ríos Yaqui y Mátape	Célula de planeación
Valle de México	Célula de planeación

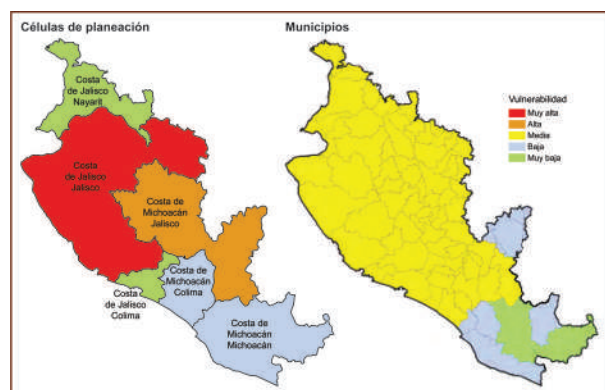
La evaluación de la vulnerabilidad se torna entonces en un problema de escalas porque se trata de cómo resolver efectivamente cuestiones de diferentes magnitudes (efectos de sequías en agricultura, ganadería, industria, bosques, ciudades, grupos sociales, ecosistemas, etc.), políticas con objetivos diversos y posturas de los ámbitos gubernamentales y de

usuarios del agua no siempre coincidentes. El problema de las escalas ha emergido como una principal y más grande preocupación ya que proliferan esfuerzos globales para implementar políticas de sustentabilidad (*vid.* Bressers y Rossenbaum, 2003).

Un ejemplo que muestra la importancia de discutir y explorar las escalas de evaluación de la vulnerabilidad es el PMPMS del Consejo de Cuenca Costa Pacífico Centro, en el cual se presentan dos mapas de vulnerabilidad: el primero a escala de células de planeación y el segundo a escala de municipios (CONAGUA, 2015b: 203-204) (Figura 3). Sin mencionar las escalas desiguales, en este programa solo se atribuyen los contrastes entre ambos por la diferencia del número de indicadores (seis en el primer caso y 11 en el segundo) y el peso asignado a cada uno de ellos (pesos iguales en el primero caso y pesos ponderados en el segundo). Una célula de planeación abarca varios municipios, por tanto, estos representan una escala más fina.

El peso asignado a cada indicador es también un elemento importante porque influye en los resultados de la evaluación. La metodología de CONAGUA (2012) asigna peso igual (1/6) a cada uno de los seis indicadores, en cambio, en la del IMTA se determinaron los pesos ponderados de los 11 indicadores mediante el software SuperDecisions (SEMARNAT-IMTA, 2014:83).

**Figura 3.** Diferencias entre la cartografía de vulnerabilidad en el Consejo de Cuenca Costa Pacífico Centro.



Como se observa en la Figura 3, en ambos mapas solo el índice de vulnerabilidad Baja coincide en algunos municipios que están incluidos en las Células de Planeación Costa de Michoacán Michoacán y Costa de Michoacán Colima. En el resto del territorio el contraste es notorio, por ejemplo, la célula Costa de Jalisco Jalisco aparece con un índice de vulnerabilidad Muy alta pero con la escala de municipios es una vulnerabilidad Media.

Se asume que a escala más fina, la evaluación de la vulnerabilidad es más precisa por varias razones, entre ellas las siguientes: se efectúa sobre un territorio o un ámbito más puntual, los datos son asequibles (p. ej., de cosechas, de daños por sequía, etc.), facilita la implementación y evaluación de políticas, se focaliza la inversión pública en prevención y mitigación en necesidades concretas, y se puede utilizar información cualitativa, especialmente en casos en que los datos estadísticos son insuficientes.

#### *Correlación entre resultados de vulnerabilidad y medidas preventivas y de mitigación*

En los PMPMS en que se calculó la vulnerabilidad no se muestra ni se explica con claridad la forma en que se utilizaron los resultados (índices de vulnerabilidad) para fundamentar la selección de las medidas preventivas y de mitigación enunciadas o la prioridad de estas.

Por ejemplo, en algunos PMPMS se relaciona el tema de la vulnerabilidad con los impactos de la sequía y en otros se considera que las estrategias que se adopten para afrontar este fenómeno natural dependen principalmente de la fase en que este se encuentre. Solo en cuatro casos hay una aproximación para establecer este vínculo:

a) El PMPMS del Consejo de Cuenca Península de Yucatán establece metas que están en función del nivel de vulnerabilidad, por ejemplo, para la etapa anormalmente seca de sequía se propone como meta «Informar a los municipios más vulnerables del riesgo de que se presente una sequía».



b) En el PMPMS del Consejo de Cuenca Río Bravo se asocian las fases de sequía (D0 – anormalmente seco, D1 – sequía moderada, D2 – sequía severa, D3 – sequía extrema y D4 – sequía extraordinaria) con cada grado de vulnerabilidad (Muy bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy alto). Sin embargo, no se muestra que cada medida preventiva y de mitigación se derivó de un índice de vulnerabilidad calculado ni se explica el mecanismo para asociar una medida con una cuenca concreta (en la tabla o cartografía correspondiente).

c) En el PMPMS del Consejo de Cuenca del Altiplano y en otros, se relaciona el grado de vulnerabilidad con la fase de sequía pero para estimar cómo sería el impacto, por ejemplo, en una célula de planeación con un grado de vulnerabilidad media el impacto sería alto si ocurriera una sequía severa (D2). Luego se enlistan acciones de respuesta para cada etapa de sequía (UJED, 2014a: 95).

**Cuadro 5.** Forma en que el PMPMS de Consejo de Cuenca del Altiplano asoció índice de vulnerabilidad, fase de sequía y medidas.

Fase de sequía	Grado de vulnerabilidad				
	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
D0	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto
D1	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
D2	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto
D3	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto
D4	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto

Fase de sequía	Ejemplos de medidas preventivas o de mitigación asociadas a fase de sequía
D0	Programar el tipo de cultivo
D1	Promover la reducción del consumo de agua
D2	Rehabilitación de pozos
D3	Racionar el uso de agua
D4	Priorizar el uso de reservas de agua

a) En el PMPMS del Consejo de Cuenca Nazas-Aguanaval se menciona que se realizó una selección jerarquizada de las medidas preventivas y de mitigación considerando el análisis de vulnerabilidad, sin embargo, en las medidas enlistadas no aparece el grado de

vulnerabilidad (de Muy baja a Muy alta) que está asociado a células de planeación concretas (UJED, 2014b: 92).

El vínculo entre vulnerabilidad y medidas concretas es fundamental en los PMPMS porque si los índices de vulnerabilidad no se toman en cuenta en la *gestión de las sequías* (definida esta como la participación de instituciones y usuarios del agua en actividades relacionadas con la sequía), entonces no tiene caso evaluar la vulnerabilidad. Precisamente, uno de los aspectos principales de cualquier gestión de la sequía es el análisis de qué y quiénes son vulnerables, así como conocer las causas (Wilhelmi y Wilhite, 2002). Por ello, la evaluación de la vulnerabilidad tiene que fundamentar el proceso de toma de decisiones para seleccionar, explotar, operar y monitorear mejores medidas y estrategias de prevención y mitigación.

En los PMPMS se menciona que la evaluación de la vulnerabilidad es un elemento fundamental para estimar los impactos potenciales de la sequía y como factor para determinar el riesgo, sin embargo, no se enfatiza su utilidad como un ejercicio de diagnóstico que lleva a que las políticas respondan a vulnerabilidades concretas, o como una herramienta en el proceso de toma de decisiones para la gestión de la sequía.

## Conclusiones

Aunque la elaboración de los PMPMS es un ejercicio sin precedente en México, que representa un cambio de paradigma hacia el enfoque preventivo o proactivo en la gestión de las sequías, no se logró en esta primera etapa que la evaluación de la vulnerabilidad fuera útil en todos los casos para sustentar medidas preventivas y de mitigación a detalle. Solo en el 15.4% se utilizó de alguna manera los resultados de la evaluación.

Tal como están presentadas en los PMPMS, las medidas preventivas y de mitigación parecen propuestas o políticas tradicionales de reducción de brechas, por ejemplo, la brecha

hídrica (diferencia entre la demanda y la oferta). En cambio, la evaluación de la vulnerabilidad en las escalas y con las variables apropiadas representa un ejercicio sistemático e integral de prevención.

Otra cuestión importante en los programas de medidas es la cartografía que muestra las zonas más vulnerables en cada Consejo de Cuenca y que debe ser utilizada en los cálculos puntuales de vulnerabilidad base. Una vez determinada esta, se podrá reducir la vulnerabilidad a través de medidas estructurales (construcción de infraestructura) y no estructurales (políticas públicas, concientización, investigación, reglas de operación, participación pública e información a la población), orientar de manera más racional el ejercicio presupuestal de los gobiernos y reducir al mismo tiempo las brechas existentes.

En el tema de las unidades espaciales básicas, las escalas gruesas no necesariamente sirven para reflejar vulnerabilidades puntuales, de ahí que las escalas más finas, como sectores, ciudades, distritos de riego, colonias, acuíferos, organismos operadores de agua, infraestructura hidráulica (presas, cuerpos de agua superficial), etc., permiten con mayor precisión vincular proyectos de inversión, acciones y medidas de prevención específicos a vulnerabilidades particulares.

Un ejemplo de escala fina en dos PMPMS es la evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos pues representa un ejercicio relevante no solo por la escala, sino porque es un tema sensible para sectores y territorios que dependen completamente del agua subterránea para todas sus actividades.

En la etapa en la que se encuentran los PMPMS (actualización con escalas de mayor detalle), la evaluación de la vulnerabilidad es una herramienta útil porque se puede emplear para apoyar la toma de decisiones; seleccionar, explotar, operar y monitorear mejores medidas y estrategias de prevención y mitigación; fundamentar la priorización de estas, y avanzar en la determinación del riesgo.


El hecho de que se hayan ensayado enfoques metodológicos, aún con sus áreas de oportunidad, representa también un punto de partida para discutir y generar mejores opciones en esta materia, sin embargo, queda pendiente una validación de los resultados de cada enfoque utilizado.

La forma en que se adoptó la metodología para evaluar la vulnerabilidad es un reflejo de la libertad que CONAGUA dio a cada equipo de investigación, dado que no hubo criterios o lineamientos que guiaran la selección en esta materia. Por tanto, al menos en el tema de la vulnerabilidad, ha sido un ejercicio exploratorio con diversas oportunidades de mejora, por ejemplo, sería pertinente identificar cuáles factores e indicadores justifican una u otra metodología, o cuáles son las escalas que mejor reflejan la vulnerabilidad en un área geográfica determinada.

Por definición, los PMPMS deben tener la capacidad de pasar de un estado de vulnerabilidad determinado a otro estado de menor vulnerabilidad. Y si la vulnerabilidad no está bien evaluada, ni se logra reducir ni sirve para calcular el riesgo. Por tanto, falta aún determinar la vulnerabilidad base y consecuentemente la vulnerabilidad futura (proceso sistemático de investigación, gestión y política pública).

Dado el tipo y naturaleza de las medidas preventivas y de mitigación de la sequía plasmadas en los PMPMS, con ellas se puede justificar la inversión en infraestructura para reducir la vulnerabilidad. Actualmente, la mayoría de los programas del gobierno federal manejados por indicadores está orientada a abatir déficits o brechas independientemente de si la intención es reducir vulnerabilidades puntuales, sin embargo, cuando se evalúa la vulnerabilidad a la sequía en forma sistemática se crean mejores condiciones para la prevención, la adaptación y los niveles de resiliencia en diferentes escalas (nacional, estatal, regional, comunitaria).

## Literatura citada

- AGGETT, G., 2012. *Overview of the Colorado Drought Vulnerability Assessment by Sector. Methods, Results, Challenges and Opportunities*. [en línea] Colorado: CWCB Statewide Drought Conference. Disponible en: <<http://cwcbweblink.state.co.us/WebLink/ElectronicFile.aspx?docid=168113&searchid=ff196f20-232c-4c8c-ae97-10d5e4baeee5&dbid=0>> [Consultado el 14 de septiembre de 2015].
- BLAIKIE, P., CANNON, T., DAVIS, I. Y WISNER, B., 1994. *At Risk: Natural Hazards People's Vulnerability, and Disasters*. Londres: Routledge Publishers.
- BRESSERS, H. TH. A. Y ROSSENBAUM, W. A., 2003. Social Scales, Sustainability, and Governance: An Introduction. En: Bressers, H. Th. A. y Rossenbaum, W. A., eds., 2003 *Achieving Sustainable Development. The Challenge of Governance Across Social Scales*. Westport, Connecticut: Praeger Publishing.
- CHARUSOMBAT, U., 2011. A Hydroclimatological Assessment of Regional Drought Vulnerability: A Case Study of Indiana Droughts. *Earth Interactions*, 15(26).
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2012. *Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México*. México, D.F.: SEMARNAT, 43 pp.
- \_\_\_\_\_, 2013. *Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía Consejo de Cuenca Alto Noroeste, 1.ª ver.* [en línea] Comisión Nacional del Agua. Disponible en: <[http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/IMTA\\_CONAGUA%20Cuenca%20Noroeste%20salida.pdf](http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/IMTA_CONAGUA%20Cuenca%20Noroeste%20salida.pdf)> [Consultado el 25 de septiembre de 2015].
- \_\_\_\_\_, 2014a. *Política Pública Nacional para la Sequía. Documento rector*. [en línea] Comisión Nacional del Agua. Disponible en: <<http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/Contenido/Documentos/Documento%20Marco.pdf>>. [Consultado el 2 de octubre de 2015].
- \_\_\_\_\_, 2014b. *Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía. Consejo de Cuenca Ríos Fuerte y Sinaloa*. [en línea] Comisión Nacional del Agua. Disponible en: <[http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/PMPMS\\_Fuerte\\_y\\_Sinaloa\\_2a\\_version.pdf](http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/PMPMS_Fuerte_y_Sinaloa_2a_version.pdf)>. [Consultado el 25 de septiembre de 2015].
- \_\_\_\_\_, 2015a. *PMPMS por Consejo de Cuenca*. [en línea] Comisión Nacional del Agua. Disponible en: <<http://www.pronacose.gob.mx/Contenido.aspx?n1=7&n2=2117&n3=2117>>. [Última modificación: 17 de marzo de 2015. Consultado el 21 de septiembre de 2015].
- \_\_\_\_\_, 2015b. *Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía en la Cuenca Costa Pacífico Centro. Informe Final*. [en línea] Comisión Nacional del Agua. Disponible en: <[http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/PMPMS\\_Pacifico\\_Actualizado\\_2015\\_tama%C3%B1o\\_reducido.pdf](http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/PMPMS_Pacifico_Actualizado_2015_tama%C3%B1o_reducido.pdf)>. [Consultado el 12 de septiembre de 2015].
- CWCB-AMEC, 2013. *Drought vulnerability assessment technical information. Annex B to the Colorado Drought Mitigation and Response Plan*. [en línea] Colorado: State of Colorado. Disponible en: <<http://cwcb.state.co.us/water-management/drought/Documents/StateDroughtMitPlan2013/AnnexBDroughtVulnerabilityAssessmentTechnicalInformation.pdf>> [Consultado el 24 de septiembre de 2015].
- DE STEFANO, L., GONZÁLEZ-TÁNAGO, I., BALLESTEROS, M., URQUIJO, J., BLAUHUT, V., STAGGE, J. H., Y STAHL, K., 2015. *Methodological Approach Considering Different Factors Influencing Vulnerability – Pan-European Scale. Technical Report No. 26*. [en línea] DROUGHT-R&SPI (Fostering European Drought Research and Science-Policy Interfacing). Disponible en: <<http://www.eu-drought.org/media/default.aspx/emma/org/10859964/DROUGHT-RSPI+Technical+Report+No.26++Methodological+approach+considering+different+factors+influencing+vulnerability++pan-European+scale.pdf>>. [Consultado el 24 de septiembre de 2015].
- DOF (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN), 1992. *Ley de Aguas Nacionales DOF 11-08-2014*. México: Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- IGLESIAS, A., 2014. Vulnerabilidad a la sequía. [entrevista] (Comunicación personal, 26 de noviembre de 2014, México, D.F.).
- IMTA, 2013. *Guía para la formulación de Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía*. [pdf] México, D.F.: Comisión Nacional del Agua / Programa Nacional contra la Sequía. Disponible en: <[http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/Gu%C3%ADa\\_elaboracion\\_PMPMS.pdf](http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/Gu%C3%ADa_elaboracion_PMPMS.pdf)>. [Consultado el 5 de agosto de 2015].
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [en línea]. Intergovernmental Panel on Climate Change, Parry, M. L., Canziani, O.F., Palutikof, J. P., Van Der Linden, P. J. y Hanson, C. E., eds. Disponible en: <[https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4\\_wg2\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4_wg2_full_report.pdf)> [Consultado el 1 de octubre de 2015].
- MAGAÑA-RUEDA, V., 2012. *GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ANTE CAMBIO CLIMÁTICO*. MÉXICO, D.F.: INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (INECC) / GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY (GEF) / PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD).
- ORTEGA-GAUCIN, D., 2014. Sequía en México y Estados Unidos de América: diferencias esenciales de vulnerabilidad y enfoques en la atención al fenómeno. *Frontera Norte*, 26(3): 141-148.
- ORTEGA-GAUCIN, D. Y VELASCO, I., 2013. Aspectos Socioeconómicos y Ambientales de las Sequías en México. *Aqua-LAC*, 5(2): 78-90.
- SEMARNAT-IMTA, 2014. *Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía. Consejo de Cuenca Río Bravo*. [en línea] Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales – Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Disponible en: <[http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/PMPMS\\_R%C3%ADoBravo\\_122014.pdf](http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/PMPMS_R%C3%ADoBravo_122014.pdf)>. [Consultado el 25 de septiembre de 2015].
- UJED (Universidad Juárez del Estado de Durango), 2014a. *Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) en el Consejo de Cuenca del Altiplano*. [en línea] Comisión Nacional del Agua. Disponible en <[http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/Altiplano\\_2014.pdf](http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/Altiplano_2014.pdf)> [Consultado el 25 de septiembre de 2015].
- UJED (Universidad Juárez del Estado de Durango), 2014b. *Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) en el Consejo de Cuenca Nazas-Aguanaval*. [en línea] Comisión Nacional del Agua. Disponible en <[http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/Nazas-Aguanaval\\_2014.pdf](http://www.pronacose.gob.mx/pronacose14/contenido/documentos/Nazas-Aguanaval_2014.pdf)> [Consultado el 25 de septiembre de 2015].
- VELASCO, I., OCHOA, L. Y GUTIÉRREZ, C., 2005. Sequía, un problema de perspectiva y gestión. *Región y Sociedad*, 17(34): 35-71.
- WILHELMI, O. V. Y WILHITE, D. A., 2002. Assessing vulnerability to agricultural drought: A Nebraska case study. *Natural Hazards*, 25: 37-58.
- WILHELMI, O. V., HUBBARD, K. G. Y WILHITE, D. A., 2002. Spatial Representation of Agroclimatology in a Study of Agricultural Drought. *International Journal of Climatology*, 22: 1399-1414.
- WILHITE, D. A., SIVAKUMAR, M. V. K., MANNAVA, V. K., PULWARTY, R., 2014. Managing drought risk in a changing climate: The role of national drought policy. *Weather and Climate Extremes*, 3: 4-13.
- WILHITE, D. A., SVOBODA, M. D. Y HAYES, M. J., 2007. Understanding the complex impacts of drought: A key to enhancing drought mitigation and preparedness. *Water Resources Management*, 21: 763-774. 

Este artículo es citado así:

Meza-González, R. A., y O. F. Ibáñez-Hernández. 2015. Análisis de propuestas metodológicas sobre vulnerabilidad contenidas en los Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía de México. *TECNOCENCIA Chihuahua* 9(3): 180-191.

## Resumen curricular del autor y coautores

**RAÚL ALFREDO MEZA GONZÁLEZ.** Ingeniero en Computación (2001) y Maestro en Ingeniería Ambiental y Ecosistemas (2012) por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). Cursa actualmente el Doctorado en Investigación en El Colegio de Chihuahua con el tema de Vulnerabilidad a la Sequía en la mancha urbana de Ciudad Juárez y el Distrito de Riego 009. Es profesor de la UACJ e imparte los cursos de Ecología de la Frontera, Taller de Periodismo en la Red y Computación. Ha participado en equipos de investigación con los temas de vulnerabilidad a la sequía, residuos sólidos urbanos y energías alternativas.

**OSCAR FIDENCIO IBÁÑEZ HERNÁNDEZ.** Título de Ingeniero Civil (1986) por la Universidad Autónoma de Chihuahua y grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Ambiental (1991) por la Universidad de Texas en El Paso y grado de Doctor en Política y Políticas Ambientales (2008) por la Universidad Estatal de Colorado, Estados Unidos. Es profesor investigador en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Realiza investigación en políticas públicas y gestión sustentable de agua, sequía y energía. Imparte los cursos de Fundamentos de Investigación, Sustentabilidad en la Ingeniería Civil, Gerencia para el Desarrollo Sustentable, Políticas Públicas, Gestión de Residuos Sólidos, Energías Alternativas y Renovables, Manejo de Recursos Naturales. Ha realizado varios proyectos de investigación con financiamiento externo. Ha dirigido y concluido varias tesis de doctorado, maestría y licenciatura. Ha publicado varios capítulos de libros, artículos científicos y resúmenes en memorias de congresos nacionales e internacionales. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) Nivel I, cuenta con el nombramiento de Perfil Deseable por la SEP-PROMEP. Es coordinador de la maestría en Ingeniería Ambiental de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.