

## ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y AMBIENTALES DE LAS SEQUÍAS EN MÉXICO

### SOCIOECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF DROUGHT IN MEXICO

David Ortega-Gaucin<sup>1</sup> e Israel Velasco<sup>1</sup>

#### Resumen

La sequía es un fenómeno natural impredecible que tiende a extenderse de manera irregular a través del tiempo y del espacio, y sus efectos son, con frecuencia, desastrosos. En este trabajo se presentan los principales aspectos socioeconómicos y ambientales relacionados con las sequías y sus impactos en México. Se incluye en principio un apartado en el que se analiza el concepto de sequía y los tipos de sequía identificados en la literatura especializada, así como los principales impactos genéricos de las sequías en los sectores económico, social y ambiental. Luego se presenta una narrativa sobre los impactos de las sequías en México, desde la época prehispánica hasta la actualidad. Finalmente, se incluye un apartado dedicado a analizar la vulnerabilidad actual ante la sequía en México. Se concluye que las sequías ocurridas en el pasado en este país han afectado principalmente al sector agropecuario y a la población rural, y han tenido un carácter altamente social; asimismo, en la actualidad la población y los diversos sectores socioeconómicos de ciertas áreas del país (sobre todo en el norte y centro), siguen siendo muy vulnerables ante los embates del fenómeno.

**Palabras clave:** sequía, agua, déficit hídrico, vulnerabilidad.

#### Abstract

Drought is an unpredictable natural phenomenon that tends to spread irregularly over time and space, and its effects are often disastrous. This paper presents the main socioeconomic and environmental aspects of drought and its impacts in Mexico. Includes a section in which is analyzed the concept of drought and drought types identified in the literature, as well as generic impacts of droughts in the economic, social and environmental sectors. Then presents a narrative about the impacts of droughts in Mexico from pre-hispanic times to the present. Finally, includes a section focused on the analysis of the current vulnerability to drought in Mexico. Concludes that droughts occurred in the past in this country have mainly affected the agricultural and livestock sector and the rural population, and have had a highly social nature; also, today the population and the various socioeconomic sectors of certain areas of the country (particularly in the north and center), remain highly vulnerable to the ravages of the phenomenon.

**Keywords:** drought, water, water shortage, vulnerability.

#### INTRODUCCIÓN

Desde siempre, la presencia de sequías y la consecuente falta de agua han sido factores que han influido en el desarrollo de la humanidad; las grandes hambrunas (los efectos más dramáticos y trágicos de la sequía) han propiciado la movilización de pueblos completos, y muchas veces su decadencia y desaparición (Seavoy, 1986; Devereux, 1994; Hidoire, 1996; Gill, 2008). Hoy día, las sequías siguen provocando estragos en la población mundial, como lo han demostrado las recientes sequías en el Cuerno de África (2011) y en el Sahel (2012) (OMM, 2012).

A diferencia de otros desastres asociados a fenómenos naturales cuyos impactos son locales y de corto plazo (como los ocasionados por tornados, huracanes o terremotos), las sequías abarcan grandes áreas geográficas, tienen un inicio lento en la naturaleza, no tienen epicentro ni trayectorias definidas, sus daños acumulativos son no estructurales, y sus consecuencias pueden prevalecer por varios años,

con un efecto negativo en la calidad de vida y en el desarrollo de las poblaciones afectadas (Wilhite, 2000). La severidad de una sequía depende no solamente del grado de reducción de la lluvia, de su duración o de su extensión geográfica, sino también de las demandas del recurso hídrico para la permanencia de los sistemas naturales y para el desarrollo de las actividades humanas.

Por lo anterior, se considera que la sequía es uno de los fenómenos más complejos y menos comprendidos de todos los peligros y riesgos naturales (Hagman, 1984; Wilhite y Vanyarkho, 2000). La complejidad del fenómeno propicia la creencia errónea de que después de una severa sequía, no ocurrirá otra igual o de mayores proporciones. Por ende, con frecuencia, sobre todo en los países menos desarrollados, no es usual prepararse para su ocurrencia futura (Wilhite, 1993), lo cual se debe en gran parte

<sup>1</sup> Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Paseo Cuauhnáhuac 8532, Col. Progreso, 62550 Jiutepec, Mor., México. ortega\_gaucin@hotmail.com; ivelasco@tlaloc.imta.mx

a que no disponen de los medios estructurales y no estructurales para afrontarla.

En las últimas décadas, en diversas partes del mundo, pareciera que las sequías son más frecuentes, persistentes y de mayores proporciones (Escalante y Reyes, 1998); además, los modelos climáticos muestran escenarios aún más severos para el siglo XXI (IPCC, 2013). En México, donde la agricultura de riego y de temporal es una fuente importante de empleo y de ingreso económico, las sequías representan un alto riesgo para el sector agropecuario, principalmente, ya que propician severos desajustes a la economía regional y nacional, como ocurrió durante la sequía más reciente de 2011-2012, “la más severa de los últimos 70 años”, según apreciaciones de diversos actores (INEGI, 2011; CONAGUA, 2012; SAGARPA, 2012).

Igualmente, en México la insuficiencia de agua es factor decisivo en que poblados y regiones completas sean abandonados por la población en etapa productiva, que buscan oportunidades en otros lados, ya sea en las grandes ciudades o en el país vecino del norte (Estados Unidos de América), situaciones que frecuentemente exacerban los efectos sociales del fenómeno. Los “pueblos fantasmas”, donde en el mejor de los casos quedan mujeres, niños y viejos, que viven de lo escaso que produce la tierra y de lo que reciben de los jóvenes que han emigrado, son una prueba fehaciente de los alcances y del impacto que produce la sequía (Velasco *et al.*, 2005). De hecho, existen investigaciones recientes que demuestran que cuando los rendimientos de los cultivos –principalmente el maíz– disminuyen en México como consecuencia de la sequía, la emigración de personas hacia Estados Unidos se incrementa notablemente (Feng *et al.*, 2010).

En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo exponer los principales aspectos relacionados con los efectos socioeconómicos y ambientales de las sequías en México, para lo cual se hace un recuento de los impactos que han tenido históricamente las sequías en nuestro país. Para cumplir con este propósito, el escrito está organizado de la siguiente manera: en primer lugar se presentan algunos elementos teóricos básicos relacionados con la sequía (definición, tipos e impactos); posteriormente se incluye una narrativa de los impactos de las sequías en México, desde los tiempos antiguos hasta la actualidad; luego se presenta un apartado dedicado a analizar la vulnerabilidad actual ante las sequías en México; y finalmente se anotan las conclusiones derivadas del estudio.

## DEFINICIÓN, TIPOS E IMPACTOS DE LA SEQUÍA

La definición de sequía ha sido un tema controversial ya que, debido a la desigualdad de criterios utiliza-

dos por los diversos autores, no existe una definición única que sea universalmente aceptada. Sin embargo, se reconoce, en general, que la sequía es un fenómeno natural que ocurre cuando la precipitación registrada en un período de tiempo y en una región determinada, es menor que la normal (generalmente el promedio histórico), y cuando esta deficiencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas y los ecosistemas (Wilhite y Glantz, 1985; Wilhite, 2000).

En la literatura se reconoce que existen diferentes tipos de sequía, los cuales están determinados por los tipos de impactos que trae como consecuencia el fenómeno. Así, se habla de sequía desde los puntos de vista meteorológico, agrícola e hidrológico (Wilhite y Glantz, 1985; Bootsma *et al.*, 1996; Barakat y Handoufe, 1998; Bergaoui y Alouini, 2001; Wilhite, 2000; Boken, 2005). La sequía meteorológica se caracteriza por una ausencia prolongada, un déficit marcado o una débil distribución de precipitaciones con relación a la considerada como normal, y puede producir serios desbalances hidrológicos; la sequía agrícola es ocasionada por un déficit marcado y permanente de lluvia que reduce significativamente la producción agrícola con relación a la considerada como normal o a los valores esperados para una región dada; la sequía hidrológica hace referencia a una deficiencia en el caudal o volumen de aguas superficiales o subterráneas (ríos, embalses, acuíferos, lagos, etc.) con respecto a los niveles considerados como normales. Sin embargo, los diferentes tipos de sequía son consecuencia de un déficit de precipitación o de una sequía meteorológica. Cuando ésta se prolonga, sobrevienen las sequías agrícola e hidrológica, y posteriormente surgen los impactos económicos, sociales y ambientales correspondientes, tal como se ilustra en la Figura 1.

Las causas de la sequía meteorológica, que da inicio a los demás tipos de sequías y sus impactos, se deben principalmente a la variabilidad natural del clima, aunque se acepta en general que su origen es producto una compleja interacción entre factores de tipo natural (alteraciones en los patrones de circulación atmosférica, fenómenos como *El Niño* y variaciones en la actividad solar) y antropogénico (quema de combustibles fósiles, deforestación, cambios en el uso del suelo, etc.) (Lean y Rind, 2001; Schubert *et al.*, 2004; Sheffield *et al.*, 2009).

Al fenómeno de la sequía se le conoce más por sus efectos que por sí mismo. Los impactos de primer orden que provoca se limitan en general a los de carácter físico (escasez o falta de agua) y biológico (daños en plantas y animales), mientras que los de orden superior se asocian con el daño socioeconómico, los grados de responsabilidad y los cambios o efectos a largo plazo. Por cada uno de los grandes rubros de daño, estos se clasifican en (NDMC, 2012):

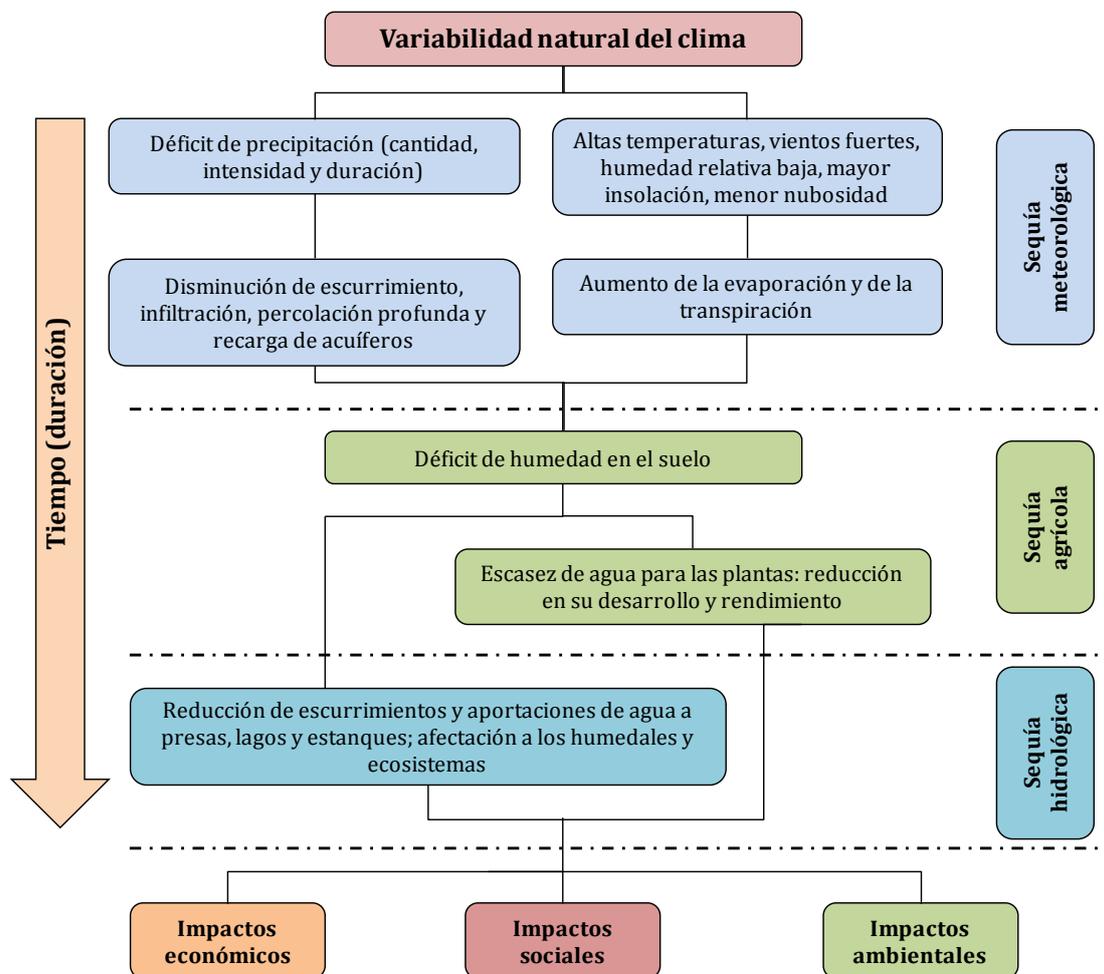


Figura 1. Secuencia de sucesos de los diferentes tipos de sequías y de sus efectos (adaptado de NDMC, 2012).

**a) Impactos económicos**

- pérdida de producción agrícola, pecuaria, forestal y pesquera
- recesión en la tasa de crecimiento económico regional
- pérdida de ingreso de productores, comerciantes, transportistas, etc.
- aumento en la demanda de energía
- decremento en industrias y actividades asociadas y/o dependientes
- desempleo y tirantez de créditos y actividad bancaria
- menor flujo de activos
- disminución de ingresos y beneficios vía impuestos

**b) Impactos sociales**

- escasez de cantidad y calidad de alimentos
- problemas de salud y aumento de morbilidad en sectores vulnerables
- conflictos entre usuarios y sectores del agua
- desigualdad en la absorción del impacto

- baja de la calidad de vida e incremento de la pobreza
- inestabilidad social, marginación y migración hacia áreas urbanas o al extranjero

**c) Impactos ambientales**

- daño a los ecosistemas
- incendios forestales
- pérdidas de flora y fauna silvestres
- erosión y pérdida de suelos
- degradación de la calidad del agua y del aire
- degradación del paisaje
- pérdida de servicios ecosistémicos

Los impactos totales y sectoriales dependerán de la duración y extensión territorial del fenómeno; de la cuantía de la reducción en la disponibilidad de agua; así como de las condiciones económicas tanto estructurales como coyunturales (por ejemplo, la etapa de desarrollo y los precios de los cultivos afectados, etc.).

## IMPACTOS DE LAS SEQUÍAS EN MÉXICO

México es un país situado en la parte meridional de América del Norte; limita al norte con los Estados Unidos de América, al sureste con Belice y Guatemala, al oriente con el Golfo de México y el mar Caribe, y al poniente con el océano Pacífico. Está integrado por 31 entidades federativas y un Distrito Federal (D.F.),

y es el décimo cuarto país más extenso del mundo, con una superficie cercana a los 2 millones de km<sup>2</sup> (Figura 2). Asimismo, es el undécimo país más poblado del mundo, con una población que ronda los 112 millones de habitantes (INEGI, 2010).



Figura 2. Estados de la República Mexicana con sus respectivas ciudades capitales.

Por su ubicación geográfica, México está situado en parte dentro del cinturón norte de los grandes desiertos del mundo, cuya existencia se debe fundamentalmente a la dinámica de la circulación general de la atmósfera y a particularidades que presenta la geomorfología del globo terrestre, que en conjunto producen los dos grandes cinturones de alta presión atmosférica localizados en latitudes cercanas a los 30° norte y sur, por lo que este país tiene zonas áridas (donde la precipitación anual es inferior a 350 mm) y semiáridas (donde la lluvia anual oscila entre 350 y 600 mm) principalmente en el norte, que coinciden en latitud con las regiones de los grandes desiertos africanos y asiáticos. Además, por sus características orográficas, este tipo de zonas también se localizan en el altiplano central de la República Mexicana. Si las zonas áridas y semiáridas de por sí ya tienen un déficit hídrico, ello las hace más vulnerables ante la ocurrencia de la sequía. Este factor hace que la región norte y el altiplano central en su conjunto, sufran severos desequilibrios ante las acometidas del fenómeno.

Aunado a lo anterior, en México el fenómeno de El Niño/Oscilación del Sur (ENOS) tiene grandes impactos en los patrones de variabilidad de la precipitación. De manera general, se puede decir que las lluvias de invierno se intensifican en los años en que

ocurre El Niño (por ejemplo, los inviernos de 1982-83, 1986-87, 1991-92, y 1997-98) y se debilitan durante los veranos correspondientes. Lo opuesto ocurre aproximadamente durante los años en que se presenta La Niña, que es la fase fría de ENOS. En inviernos de El Niño, la corriente de chorro de latitudes medias se desplaza hacia el sur, provocando una mayor incidencia de frentes fríos y lluvias en las zonas norte y centro de México. Durante veranos de El Niño, las lluvias en la mayor parte de México disminuyen, apareciendo incluso condiciones de sequía. Por el contrario, en los años en que sucede La Niña las lluvias parecen estar por encima de lo normal en la mayor parte del país (Magaña, 2004).

Entonces, como consecuencia de las complejas interacciones entre los océanos, la atmósfera y las características geográficas y fisiográficas del país, principalmente, el problema de la sequía en México ha sido recurrente y persistente a lo largo de su historia, tal como se describe en los apartados siguientes.

### Breve historia de las sequías en México

México ha padecido los efectos negativos de las sequías desde siempre, tal como lo muestran los registros documentados de las sequías ocurridas incluso desde antes de la colonización española

(Florescano, 2000; Cano y Hernández, 2007; Gill, 2008). Tláloc, el dios azteca de la lluvia, es una clara evidencia del miedo ancestral que le tenían nuestros antepasados a la falta de agua (Moreno, 2004). Textos antiguos indican que el peor azote de los pueblos fue la sequía, la cual afectaba al cultivo del maíz en dos momentos críticos: en la época de la siembra (marzo-abril), en que era indispensable la humedad para que la semilla germinara, y en el período de gestación de la mazorca (junio-septiembre), que exigía lluvias regulares y abundantes. Si la falta de lluvias ocurría en los meses de la siembra, el retraso de ésta exponía a la planta a la contingencia de las heladas tempranas, muy frecuentes en las tierras altas. Si las lluvias no llegaban en el momento de la maduración de la espiga, era seguro que se perdiera una parte considerable de la cosecha esperada. Las peores catástrofes agrícolas las ocasionaron los períodos prolongados de sequía y la conjunción de ésta con las heladas (Florescano, 2009).

El resultado de estos períodos de ausencia de lluvias era hambre, migración y muerte, que alteraba no solo la actividad agrícola sino la vida misma de las comunidades. Inclusive se cree que la causa del colapso de algunas civilizaciones prehispánicas fue la sequía. Ciertos investigadores piensan que la caída de Teotihuacán en el siglo VIII de nuestra era, se de-

bió a un desastre natural, como un terremoto o una hambruna provocada por sequía; otros expertos proponen explicaciones más complejas: su destrucción coincidió con un cambio climático que transformó las regiones agrícolas del norte en tierras áridas y estériles, por lo que la sequía obligó a los nómadas Chichimecas a emigrar al sur (Rodríguez y MacLachlan, 2001). Por otra parte, Gill (2008) sustenta en su obra una teoría en la que afirma que la civilización Maya se colapsó como resultado de una serie de sequías devastadoras ocurridas durante los siglos IX y X de nuestra era, privándolos del vital líquido y de alimentos, pues en la antigüedad la tecnología que se tenía para captar, almacenar y extraer el agua con la que se pudiera hacer frente a la sequía era muy limitada. Durante la época colonial (siglos XVI al XVIII) la sequía fue casi continua, de modo que sus efectos se prolongaron y se volvieron acumulativos para la población, cuya mayoría dependía de la agricultura como actividad económica. En el período independiente (siglo XIX), las sequías continuaron afectando a la agricultura debido a que en esa época sólo una parte muy pequeña de la tierra cultivada disponía de sistemas de riego; la mayoría de los cultivos se hacían en tierras de temporal. En ese siglo ocurrieron cinco grandes sequías en México, cuyos períodos y área geográfica afectada se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Grandes sequías en México durante el siglo XIX.

Años	Área geográfica afectada
1808-1811	Todo el Virreinato de la Nueva España.
1868	Estados de: Chiapas, Coahuila, Guerrero, Nuevo León, Oaxaca, Aguascalientes, México y Distrito Federal.
1877	La mayor parte del territorio nacional, especialmente el centro y norte del país.
1884-1885	Todo el territorio del país, una de las sequías mejor documentadas.
1892-1896	Todo el territorio del país, destaca el año de 1894, periodo en donde por lo menos 17 estados de la república registran promedios de lluvia por debajo del promedio anual de precipitación, posiblemente se trata de la peor sequía del siglo XIX.

Fuente: Contreras (2005).

Según el historiador Florescano (2000), la inestabilidad política, económica y social que agobió al país durante gran parte del siglo XIX, ocasionó que las sequías tuvieran efectos semejantes o más devastadores que en el periodo colonial. Una prueba de que este fenómeno tuvo un impacto fuerte sobre la política, lo representa el periodo que comprende los primeros años de la lucha de independencia, debido a que hubo una sequía severa y continúa en el Virreinato en los años de 1808 a 1811. Esta grave variación climatológica se convirtió en una gran perturbación económica que afectó a una generación que desde 1785 había vivido una serie de desastres. Fue esta generación la que se levantó en armas en 1810. La sucesión de sequías, alzas de precios, carestía y hambre desde fines del siglo XVIII, quizás coadyuvó a que la sequía de 1808 fuese el detonador de un

gran malestar social latente en la sociedad colonial. El descontento de una gran parte de las masas, en lugar de manifestarse en alborotos y protestas por la carestía, encontró su detonador político en la retórica revolucionaria de Don Miguel Hidalgo y Costilla, el líder iniciador de la lucha por la independencia. La unión de ambos produjo el levantamiento de 1810. El mismo autor señala que, quizás, si no hubiese habido la gran sequía de 1808-1811, el malestar campesino y el furor popular no hubiera coincidido con la demanda política de la independencia.

Además de sus efectos sociales y económicos, las sequías ocurridas durante el siglo XIX también tuvieron repercusiones ambientales. Entre los casos mejor documentados, se encuentran los efectos que tuvo la falta de lluvia, en relación con la desecación

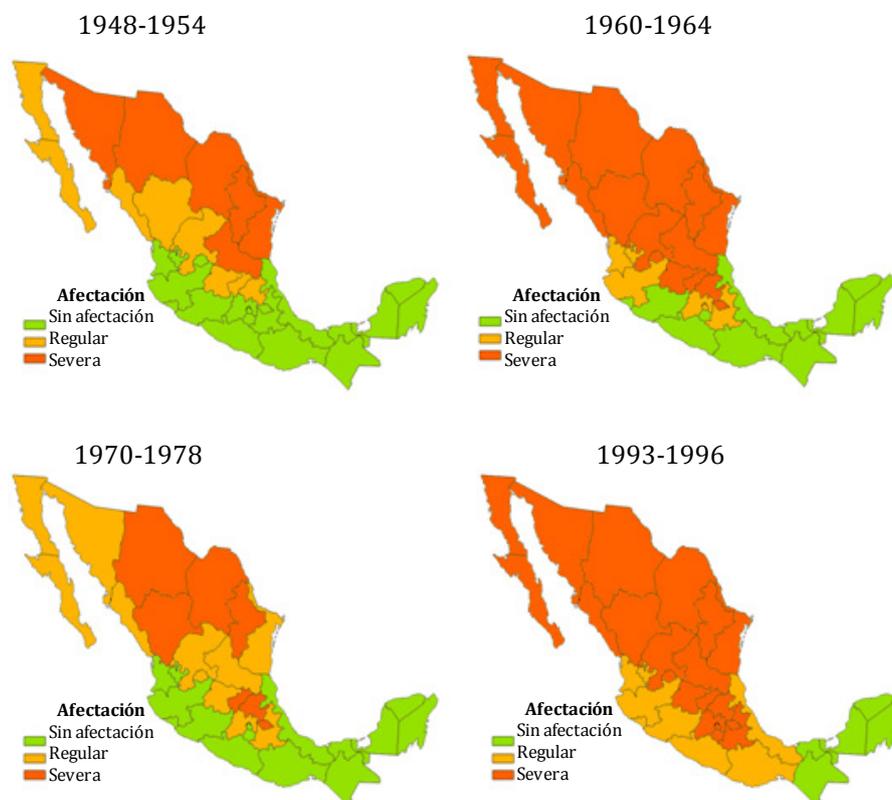
de los lagos cercanos a la Ciudad de México, ya que por ejemplo, durante la sequía de 1877 el vaso del lago de Texcoco casi se secó por completó; posteriormente, durante la sequía de 1884-1885, el mismo lago se volvió a secar, a tal grado que éste se había convertido en un pantano de aguas putrefactas, provocando que la atmósfera de la capital por esos años se tornara irrespirable. Igualmente, la sequía de 1892-1896 ocasionó que el vaso del lago de Chalco también se secara, situación que permitió a los pobladores del lugar solicitar al gobierno central permiso para convertir este sitio en tierras agrícolas (Contreras, 2005).

A principios del siglo XX, en la última década del Porfiriato, la sequía se hizo presente en casi todo el territorio nacional, pero particularmente en la región norte del país, que fue el semillero donde se gestó la Revolución de 1910. Si bien los hechos políticos fueron los factores que desencadenaron dicho movimiento civil, la sequía también tuvo participación, pues al agravar la situación miserable del campo impulsó a los campesinos a la lucha. Cientos y miles de campesinos dejaron sus parcelas empobrecidas y se incorporaron a los ejércitos o se fueron a los cerros para formar bandas de guerrilleros (Escobar, 1997; Florescano, 2000).

A lo largo del siglo XX, hubo una tendencia creciente a la ocurrencia de sequías en México y en el mundo,

la cual se prolongó hasta la década de los setenta, de modo que la producción agrícola disminuyó justo en el momento en que la población mundial aumentaba su tasa de crecimiento. El resultado de esta tendencia fue la deficiencia alimentaria y la ocurrencia de hambrunas en muchos países. A partir de la década de 1980, México pasó de ser un país exportador de granos, a ser uno de los mayores importadores de maíz (Castorena, 1980). A pesar de la Revolución Industrial y de los adelantos técnicos acumulados a lo largo de los últimos dos siglos, y a pesar de la Reforma Agraria, la economía siguió sufriendo los estragos de la sequía y de la falta de previsión y planeación.

Los estados del territorio nacional que históricamente han sido afectados por las sequías y donde se presenta con mayor frecuencia el fenómeno están ubicados en el norte. Sin embargo, en orden de severidad de sus efectos desfavorables se encuentran: Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Baja California, Sonora, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Tlaxcala (CENAPRED, 2001). En la Figura 3 se muestran los estados de la república que históricamente han sido afectados por las sequías (períodos secos más importantes ocurridos durante el siglo XX, entre 1948 y 1996), donde se indica el grado de severidad con que se han presentado en cada entidad federativa.

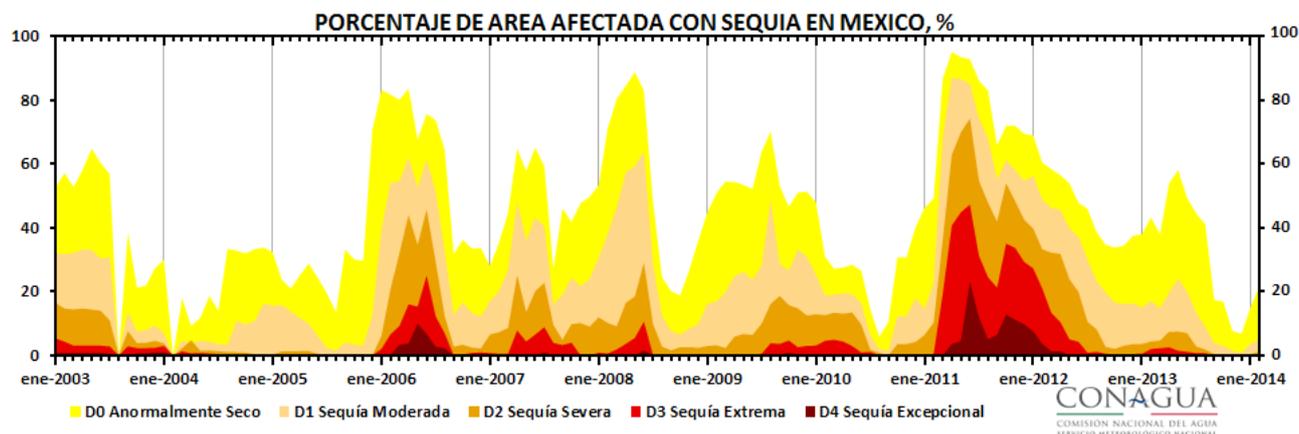


**Figura 3.** Estados de la república mexicana afectados en diferentes períodos de sequía (adaptado de CENAPRED, 2001).

## Impactos de las sequías en el México moderno

En el México moderno, desde finales del siglo XX y principios del actual, han ocurrido varios años deficitarios de lluvias, principalmente en el norte del país. Por ejemplo, en la cuenca del río Bravo, una de las más importantes de México por su extensión territorial y su estratégica ubicación geográfica, ocurrió un periodo de sequía hidrológica extraordinaria que se extendió prácticamente a lo largo de 13 años consecutivos (1993-2005), y fue el más severo y prolongado del cual se tiene registro (Ortega-Gaucin, 2013). Este periodo seco afectó principalmente a los distritos y unidades de riego que se ubican en los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, y tuvo importantes repercusiones económicas y sociales en la región. Además, la escasez de agua generó diversas controversias locales, regionales e incluso internacionales, dado que México se vio imposibilitado durante varios años para entregar a los Estados Unidos los volúmenes de agua del río Bravo

que estipula el “Tratado sobre Distribución de Aguas Internacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América”, suscrito en 1944. La Figura 4 muestra la evolución y el porcentaje de área del país afectada con una o varias categorías de sequía durante el periodo de enero de 2003 a enero de 2014. Esta gráfica es elaborada y actualizada de manera permanente por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) con base en la información generada por el Monitor de Sequía de América del Norte (NADM, por sus siglas en inglés), el cual es un esfuerzo de cooperación entre expertos de Canadá, México y Estados Unidos y ha sido desarrollado para proporcionar una evaluación continua, completa e integrada de la sequía, de forma permanente para los tres países (Lawrimore *et al.*, 2002). En esta figura se puede observar que las sequías en México han sido recurrentes durante la última década, aunque no es posible determinar con precisión un patrón definido o una tendencia predecible.



**Figura 4.** Área afectada por sequía en México en el periodo de enero de 2003 a enero de 2014 (CONAGUA/SMN, 2014).

Oficialmente se reconoce que en el año 2009 se presentó en México la segunda peor sequía en 60 años; que el año 2010 fue el más lluvioso del que se tenga registro y que, en el 2011, 40% del territorio mexicano registró la peor sequía de las últimas siete décadas. Las cifras de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2012) revelan que en el año agrícola 2010-2011 sumaron 2.7 millones las hectáreas siniestradas en siete de los principales cultivos, sobre todo en Sinaloa, Zacatecas y Guanajuato, estados del noroeste, norte y centro del país, respectivamente.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2012) corroboró este fenómeno en 1.213 municipios de México, lo que permitió aprobar la declaratoria de emergencia por desastre natural en 1.174 de éstos (96.7%). A nivel de entidades federativas, 19 de los 32 estados de la República sufrieron los efectos de la peor sequía en décadas, entre los que destacan Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Durango, San

Luis Potosí y Zacatecas. Por su parte, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2012), informó que 64 de las 174 áreas naturales protegidas en México (36.8%), se encontraban en riesgo por la sequía que afectaba al país y que ya era considerada como la más severa de los últimos 70 años.

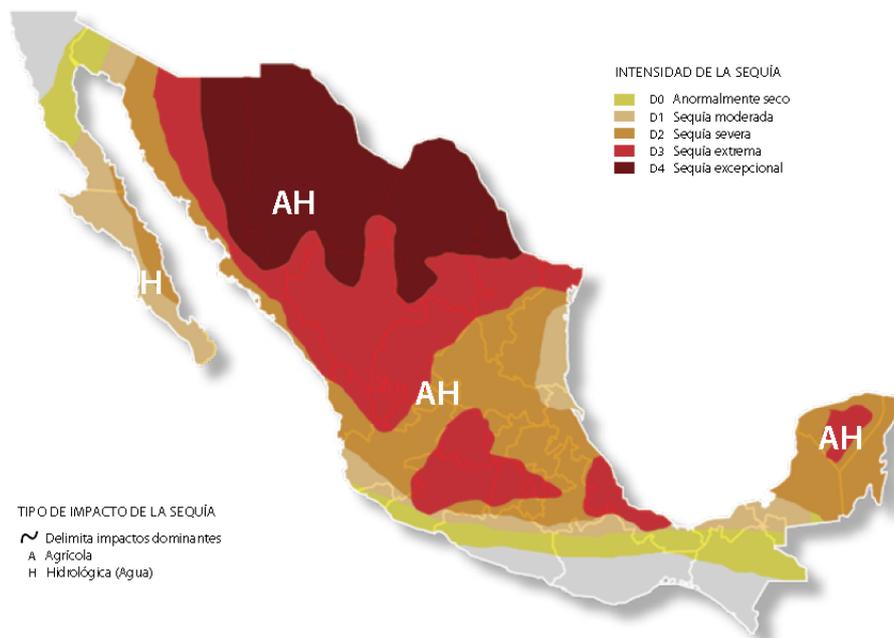
En el 2011, México sufrió uno de los peores años en cuanto a incendios forestales. Coahuila, entidad ubicada en el norte del país, fue de las más afectadas, con alrededor de 425 mil hectáreas de bosques y matorrales quemadas. En el 2012 gran parte de la República Mexicana todavía enfrentaba los estragos de una sequía que comenzó a gestarse a finales del año 2010 y cuyos efectos negativos siguen vigentes. De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2011) como resultado de las escasas precipitaciones que se presentaron desde octubre del 2010 hasta mayo de 2011, la sequía se incrementó gradualmente; en noviembre de 2010 el 12.2% de

la superficie total del país padecía los efectos de algún tipo de sequía (desde sequía moderada hasta sequía extrema), y para junio de 2011 esta superficie se incrementó significativamente hasta cubrir cerca del 86% del territorio nacional (Figura 5). El año 2011 terminó siendo el décimo tercer año más seco en la historia de México desde los últimos 70 años.

En un informe extraoficial del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) publicado en el mes de abril de 2012, se afirma que México durante el año 2011 vivió la peor sequía en siete décadas, la cual generó pérdidas económicas en la producción agrícola que superan los 16 mil millones de pesos (un mil 300 millones de dólares). Según el informe, la prolongada sequía había afectado a un 70% del país y había diezimado a la agricultura en los estados norteños de Sonora,

Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Durango, así como Zacatecas y Aguascalientes. Entre las pérdidas se incluyen 9 mil millones de pesos (710 millones de dólares) en cultivos de maíz y 6 mil millones de pesos (280 millones de dólares) en frijoles (*La Jornada*, 4 de abril de 2012).

Por su parte, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) estimó que las pérdidas en México durante el año 2011 por la peor sequía en 70 años equivalieron al 10% del producto interno bruto (PIB) nacional, y calculó que alrededor de 48 millones de mexicanos padecieron las consecuencias de la sequía en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, siendo un problema que afectó a dos de cada tres hectáreas cultivadas (*La Crónica*, 17 de junio de 2012).



**Figura 5.** Regiones del país afectadas por sequía durante el mes de junio de 2011 (adaptado de CONAGUA/SMN, 2011)

Ante esta situación, a principios de 2012 el Gobierno Federal de México a través de la CONAGUA, ordenó liberar 33.827 millones de pesos (unos 2.500 millones de dólares) para atender el escenario de sequía que afectaba al país, sobre todo en los estados del centro y norte. Los recursos gubernamentales fueron asignados particularmente a la rehabilitación y el reforzamiento de la infraestructura para el suministro de agua destinada al consumo humano, y para garantizar el abasto de alimentos a las poblaciones afectadas por la sequía.

Cuando ocurre una sequía severa, como sucedió en el año 2011, la primera reacción de los gobiernos de los estados afectados es la de solicitar la declaratoria de desastre natural por sequía ante la CONAGUA, con lo cual tienen acceso a los tradicionales apoyos federales del Fondo de Desastres Naturales

(FONDEN). Este fondo fue establecido a finales de los años 90's como un mecanismo presupuestario para apoyar a la rehabilitación de la infraestructura federal y estatal afectada por desastres naturales, y aunque ha sido una buena fuente de financiamiento para atender las necesidades de emergencia causadas por sequía y otros desastres naturales a corto plazo, no es totalmente adecuado o suficiente como una estrategia integral para gestionar el riesgo de una sequía prolongada y generalizada, como la que ocurrió recientemente en el país.

Igualmente, ante la emergencia causada por sequía, los gobiernos estatales tienden a implementar diversos "programas emergentes" de apoyo humanitario y agropecuario, entre los que destacan, por ejemplo, los siguientes: reparto de agua y despensas entre la población rural; apoyo para suplemento alimenticio

del ganado; entrega de cheques o dinero en efectivo a los afectados; etc., los cuales no tienen un propósito de largo alcance bien definido y, por ende, no están diseñados como planes integrales con estrategias específicas que sean replicables en eventos futuros de sequía. La sequía se administra actualmente en México como un desastre natural, al igual que las inundaciones o los huracanes; pero los efectos de las sequías distan mucho de ser similares a los causados por otros desastres naturales, por lo que requieren un tratamiento específico para su atención. Entonces, es necesario realizar una evaluación integral de los riesgos y contar con un sistema de monitoreo y alerta temprana, así como disponer de planes integrales de prevención y mitigación de sequías, que permitan reducir considerablemente los tiempos de respuesta y los costos incurridos en los daños y pérdidas innecesarias que pueden evitarse en gran medida. En otras palabras, es necesario gestionar los riesgos, no sólo los desastres (Ortega-Gaucin, 2012).

Finalmente, se debe considerar que aunque la última sequía en México se puede atribuir en su mayor parte a la variabilidad climática natural, hay que tener en cuenta que los efectos del cambio climático global se irán sumando a los causados por esta variabilidad como lo demuestran estudios científicos realizados en los últimos años (por ejemplo, Martínez-Austria, 2007). En consecuencia, se estima que esta clase

de escenarios se presenten cada vez con mayor frecuencia y, por ende, despierten mayor interés en la población y en las autoridades gubernamentales.

## VULNERABILIDAD ACTUAL ANTE LAS SEQUÍAS EN MÉXICO

Existen diversos factores físicos, socioeconómicos y ambientales que hacen que la población de un estado, país o región sea más o menos vulnerable al acontecimiento de un peligro o desastre de origen natural como puede ser una sequía severa y prolongada. La vulnerabilidad ante las sequías está en relación inversa al grado de desarrollo social y económico de las áreas afectadas: en tanto que para los países más desarrollados la sequía rara vez representa una amenaza severa, debido a que disponen de los medios económicos, estructurales y no estructurales para afrontarla; en los de menor desarrollo una sequía es frecuentemente sinónimo de hambre, desastre y más pobreza, situaciones en las que los habitantes difícilmente poseen elementos para mitigar los estragos. Por supuesto, existen áreas más vulnerables ante las sequías, que además de definirse por su situación geográfica, también están caracterizadas por la densidad demográfica y la intensidad de la actividad económica, es decir, por la relación oferta-demanda de agua (Postel, 1992).

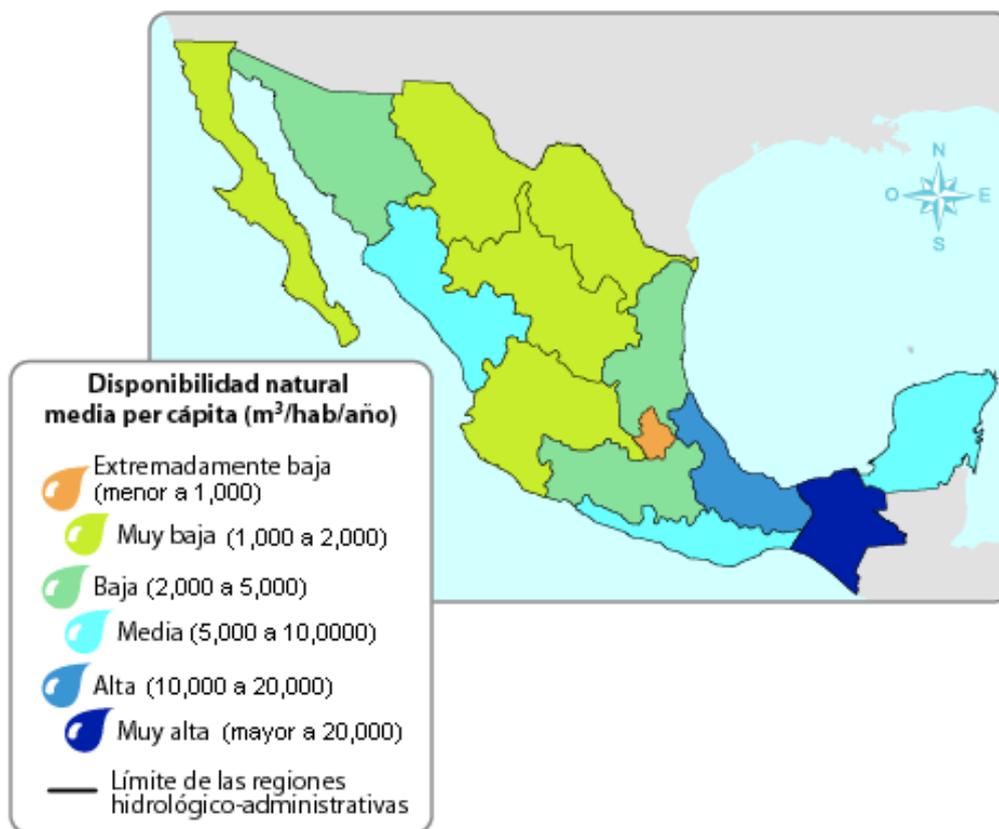


Figura 6. Agua disponible *per cápita* en México, en m<sup>3</sup>/hab/año (SEMARNAT, 2008).

En la actualidad, México, como país, está clasificado como de disponibilidad baja de agua (alrededor de 4.200 m<sup>3</sup>/habitante/año), y en el contexto mundial, la disponibilidad de agua por habitante en nuestro país es mucho menor que la de países como Canadá (91.420 m<sup>3</sup>/hab/año), Brasil (45.570 m<sup>3</sup>/hab/año) o Estados Unidos (10.270 m<sup>3</sup>/hab/año), y en general toda América del Sur, pero ligeramente superior al promedio de los países europeos. La realidad es que dada la gran variedad de entornos naturales y su combinación con los factores humanos, esta distribución tiene grandes variaciones espaciales (Figura 6), que cuando se combinan con las temporales, hacen del país todo un mosaico de posibilidades, y frecuentemente de condiciones adversas.

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), para garantizar el bienestar de la población, la disponibilidad de agua debería ser mayor a 1.000 m<sup>3</sup>/hab/año. La disponibilidad más baja del país es en el Valle de México, donde se ubica la capital de la república y se tienen menos de 1.000 m<sup>3</sup>/hab/año. Si a este hecho se le adiciona la tendencia a la disminución en la disponibilidad unitaria, y las cada vez más amplias variaciones en el clima natural, el resultado es que, como país, el futuro será más restrictivo y complejo en materia de agua, tanto en calidad como en cantidad. Regiones como el Valle de México, la cuenca de los ríos Lerma, Bravo, Nazas, y la Península de Baja California, se perfilan como zonas de mayores conflictos y de severas restricciones hídricas.

Además de lo anterior, debe tenerse en cuenta que el nivel tecnológico de nuestro país, así como también el nivel organizativo, institucional y social, son elementos clave en la vulnerabilidad ante la sequía. Una muestra clara de la diferencia en la vulnerabilidad entre México y Estados Unidos, por ejemplo, se observa entre los campesinos mexicanos y los granjeros estadounidenses que viven en la frontera entre ambos países, con condiciones biológicas y físicas similares pero con características sociales, políticas, económicas e históricas diferentes (Vásquez-León *et al.*, 2003). Evidentemente, los primeros son más vulnerables que los segundos.

Para caracterizar el nivel de vulnerabilidad actual ante las sequías en México, a escala regional y local, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2012) efectuó recientemente un estudio con este propósito, para lo cual adaptó la metodología propuesta por el Panel Intergubernamental Sobre Cambio Climático (IPCC, 2007). De acuerdo con los resultados de este estudio, se determinaron cuatro niveles de vulnerabilidad (muy baja, baja, media, alta y muy alta) para cada una de las 168 células de planeación en que ha sido dividido el país, tal como se ilustra en la Figura 7.

En esencia, en México existen básicamente cuatro regiones con muy alta vulnerabilidad ante las sequías:

1. **La zona metropolitana de la ciudad de México.** Por tener la concentración de población más grande del país (más de 20 millones de habitantes, que equivalen casi al 18% del total) representa la región más vulnerable, dada su importancia en la contribución al PIB nacional (más del 20%) y la dificultad ambiental de solventar la creciente demanda de agua.
2. **El norte de Sinaloa.** Esta región presenta una precipitación media anual de aproximadamente 570 mm, menor al promedio nacional de 760 mm. Sin embargo, allí se ubican algunos de los distritos de riego más productivos de México (063 Guasave, 075 Río Fuerte y 076 Valle del Carrizo), con una superficie total del orden de 380 mil hectáreas. La presencia de una sequía en esta región afectaría seriamente la producción de alimentos, cuyo efecto adverso se vería reflejado en la carencia de granos básicos en el resto del país.
3. **La cuenca del río Conchos.** Esta cuenca se ubica en su mayor parte en el estado norteño de Chihuahua y abarca aproximadamente 67.000 km<sup>2</sup>, siendo la más importante dentro de la región hidrológica del río Bravo. El río Conchos es uno de los más importantes del norte de México y es la principal corriente superficial del árido estado de Chihuahua. Con una precipitación media anual de 363 mm, esta región es propensa a frecuentes sequías que reducen periódicamente los niveles de las presas y es por ello que los acuíferos presentan un alto grado de explotación, principalmente en las zonas bajo riego. Debido al cambio climático, se estima que para el año 2030 los decrementos en los volúmenes de escurrimiento medio anual sean del orden del 20%, con lo cual es de esperarse que aumente la frecuencia de las sequías. La ciudad de Chihuahua merece especial atención dado que depende del agua subterránea para satisfacer el 92% de sus necesidades.
4. **La región de El Bajío.** Esta región geográfica se ubica en el centro-norte del país y comprende los territorios no montañosos de los estados de Querétaro, Guanajuato, Aguascalientes y Jalisco. Las principales ciudades de la región (León, Guanajuato, Salamanca, Celaya y Querétaro) se ubican sobre acuíferos sobreexplotados. Con una precipitación media anual de 550 mm, los escurrimientos superficiales no han sido suficientes para satisfacer la demanda de agua de las crecientes actividades industriales y domésticas de este corredor industrial y por ello se han abatido los mantos freáticos. Por otra parte, las corrientes superficiales se encuentran altamente contaminadas por las descargas industriales.

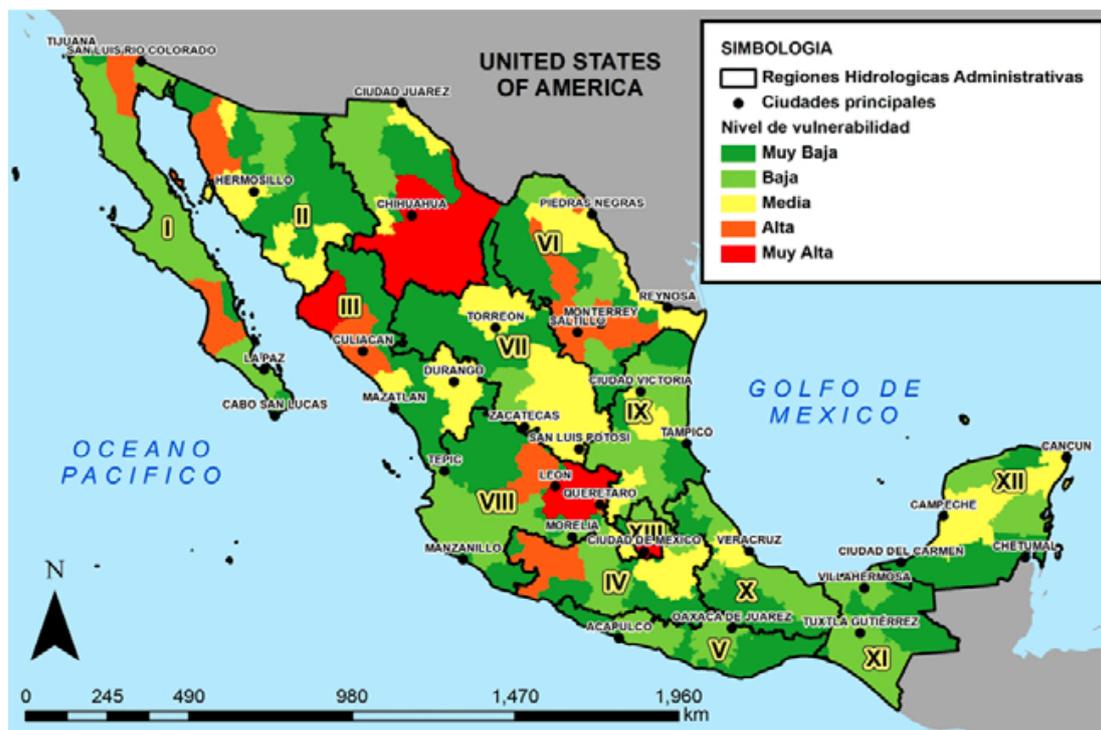


Figura 7. Mapa del nivel de vulnerabilidad ante las sequías en México (CONAGUA, 2012).

Las cuatro regiones anteriores representan las áreas más críticas, sin embargo, otras regiones vulnerables son la zona metropolitana de Monterrey, en el estado de Nuevo León, y el centro de Sinaloa.

## CONCLUSIONES

La sequía es un riesgo insidioso de la naturaleza que puede provocar severos impactos negativos en los diversos sectores productivos y económicos de una región o país, siendo capaz de alterar dramáticamente el desarrollo social y las actividades humanas, así como el medio ambiente. En el caso de México, los impactos de las sequías se han manifestado desde la antigüedad hasta nuestros días y han afectado a los distintos sectores socioeconómicos, pero sobre todo al sector agropecuario y a la población rural que vive de lo poco que producen las tierras de temporal. Asimismo, los efectos de las sequías han tenido un carácter altamente social: han sido la causa de desempleo, migraciones y hambrunas, y han influido –en conjunción con otros problemas de índole político y social– en el desencadenamiento de conflictos civiles armados como el movimiento insurgente de 1810 y la revolución de 1910.

No obstante, a pesar de la importancia que han tenido las sequías en la historia de México y de los impactos negativos que siguen causando en la actualidad, la atención a este fenómeno en las últimas décadas se ha basado en un enfoque reactivo, donde lo primordial ha sido el alivio de las crisis provocadas por la sequía y no la gestión del riesgo, por lo que la población y los diversos sectores socioeconómicos

de ciertas áreas del país (sobre todo en el norte y centro), siguen siendo altamente vulnerables ante los embates del fenómeno.

Sin embargo, afortunadamente en México ya se están dando las primeras señales de cambio en el enfoque dado en la atención a las sequías, con la puesta en marcha a partir del año 2013 del Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE), el cual tiene como objetivo llevar a cabo una serie de acciones preventivas y de mitigación con el propósito de reducir la vulnerabilidad de la población ante la sequía. Entonces, es de esperarse que estas acciones iniciadas por el gobierno federal, en conjunto con la participación activa de la sociedad civil organizada, tengan sus frutos en el mediano plazo.

## AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece el apoyo otorgado para la realización de este trabajo al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través del Programa de Apoyos Complementarios para la Consolidación Institucional de Grupos de Investigación.

## REFERENCIAS

- Barakat, F., y A. Handoufe, 1998. Approche agroclimatique de la sécheresse agricole au Maroc. *Sécheresse*, vol. 3, p. 201–208.
- Bergaoui, M., y A. Alouini, 2001. Carctésisation de la sécheresse météorologique et hydrologique: cas du Bassin Versant de Siliana en Tunisie. *Sécheresse*, vol. 4, p. 205–213.

- Boken, V. K., 2005. Agricultural drought and its monitoring and prediction: some concepts. *Monitoring and predicting agricultural drought: a global study*. Vijendra K. Boken, Arthur P. Cracknell y Ronald L. Heathcote (Eds.). Oxford University Press, EUA. pp. 3-10.
- Bootsma, A., J. Boisvert, y R. Baier, 1996. La sécheresse et l'agriculture canadienne: une revue des moyens d'action. *Sécheresse*, vol. 4, p. 277-285.
- Cano, L., y G. Hernández, 2007. *Las sequías en México*. IMTA. Consultado en línea el 12 de abril de 2012 desde: <http://www.imta.mx/>
- Castorena, G., 1980. Las sequías en el siglo XX. *Análisis Histórico de las Sequías en México*, SRH-Comisión Nacional Hidráulica, p. 59-61.
- Devereux, S., 1994. *Theories of famine*. Harvester Wheatsheaf, USA. 208 p.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2012. Sitio web oficial de la Comisión Nacional del Agua. Consultado en línea el 23 de mayo de 2012 desde: <http://www.conagua.gob.mx/>
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012. Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México. SEMARNAT. México, D.F. 43 pp.
- CONAGUA/SMN (Comisión Nacional del Agua/Servicio Meteorológico Nacional), 2014. *Seguimiento mensual de afectación por sequía*. Consultado en línea el 12 de marzo de 2014 desde: <http://smn.cna.gob.mx/>
- Contreras, C. S., 2005. Las sequías en México durante el siglo XIX. *Investigaciones Geográficas*, no. 56, pp. 118-133.
- CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres), 2001. *Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México*. Secretaría de Gobernación, 226 p.
- Escalante, C. y L. Reyes, 1998. Identificación y análisis de las sequías en la región hidrológica número 10, Sinaloa. *Ingeniería Hidráulica en México*, vol. 2, p. 23-43.
- Escobar O., A. 1997. Las sequías y sus impactos en el México decimonónico, 1856-1900. *Historia y Desastres en América Latina*, V. García A. (Coord.), vol. 2, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, Perú. pp. 170-202.
- Feng, S., A. B. Krueger y M. Oppenheimer, 2010. Linkages among climate change, crop yields and Mexico-US cross-border migration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 107, no. 32, pp. 14257-14262.
- Florescano, E., 2000. *Breve historia de la sequía en México*. 2ª ed., CONACULTA, 252 p.
- Florescano, E., 2009. Una historia olvidada: la sequía en México (agosto 1980). *Nexos*, 1 de octubre, consultado en línea desde: <http://www.nexos.com.mx/>
- Gill, R. B., 2008. *Las grandes sequías mayas. Agua, vida y muerte*. 1ª ed. en español, Trad. M. O. Arruti y Hernández, FCE, 562 p.
- Hagman, G., 1984. *Prevention better than cure*. Swedish Red Cross, Stockholm, p. 1-134.
- Hidore, J. J., 1996. *Global environmental change: its nature and impact*. Prentice Hall, New Jersey, 263 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), 2010. *Censo de población y vivienda 2010*. Consultado en línea desde: <http://www.inegi.org.mx/>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), 2011. *Estadísticas a propósito del día mundial contra la desertificación y la sequía*. Consultado en línea desde: <http://www.inegi.org.mx/>
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), 2007. *Cambio climático 2007: impacto, adaptación y vulnerabilidad*. OMM/PNUMA, Ginebra, Suiza. 103 p.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático), 2013. *Cambio climático 2013: bases físicas. Resumen para responsables de políticas*. OMM/PNUMA, Ginebra, Suiza. 27 p.
- Lawrimore, J., 2002. Beginning a new era of drought monitoring across North America. *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 83, p. 1191-1192.
- Leand, J. y Rind, D., 2001. Earth's Response to a Variable Sun. *Science*, vol. 292, p. 234-236.
- Martínez-Austria, P., 2007. *Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México*. IMTA. 58 p.
- Magaña R., V. (Ed.), 2004. *Los impactos del Niño en México*. Universidad Nacional Autónoma de México/Secretaría de Gobernación. México, D.F. 229 p.
- Moreno, P., 2004. *Nubes ausentes: las sequías*. Planeta Mexicana, 16 p.
- NDMC (National Drought Mitigation Center), 2012. Sitio web oficial del National Drought Mitigation Center. Consultado en línea el 4 de julio de 2012 desde: <http://drought.unl.edu>
- OMM (Organización Meteorológica Mundial), 2012. Reunión de alto nivel de políticas nacionales sobre la sequía. Documento de política: política nacional de gestión de sequías. UNCD/FAO/OMM. Ginebra, Suiza. 5 p.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas), 1996. *Convención de las Naciones Unidas contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África*. Consultado en línea el 6 de junio de 2012 desde: <http://www.iisd.ca/>
- Ortega-Gaucin, D., 2012. *Sequía en Nuevo León: vulnerabilidad, impactos y estrategias de mitigación*. Instituto del Agua del Estado de Nuevo León, 222 p.

- Ortega-Gaucin, D., 2013. Caracterización de las sequías hidrológicas en la cuenca del río Bravo, México. *Terra Latinoamericana*, vol. 31, no. 3, p. 167-180.
- Postel, S., 1992. *The last oasis. Facing water scarcity*. Worldwatch Institute, 241 p.
- Rodríguez O., J. E. y MacLachlan, C. M., 2001. *Hacia el ser histórico de México. Una reinterpretación de la Nueva España*. Diana, 376 p.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2012. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). Consultado en línea el 23 de junio de 2012 desde: <http://www.sagarpa.gob.mx/>
- Schubert, S. D., M. J. Suarez, P. J. Pegion, R. D. Koster y J. T. Bacmeister, 2004. Causes of long-term drought in the U.S. Great Plains. *Journal of Climate*, vol. 17, no. 3, pp. 485-503.
- Seavoy, R., 1986. *Famine in peasant societies*. Greenwood Press, USA. 478 p.
- Sheffield, J., K. M. Andreadis, E. F. Wood y D. P. Lettenmaier, 2009. Global and continental drought in the second half of the twentieth century: severity–area–duration analysis and temporal variability of large-scale events. *Journal of Climate*, vol. 22, no. 8, pp. 1962-1981.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2008. *¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo*. SEMARNAT. 193 p.
- Vásquez-León, M., C. T. West, and T. J. Finan, 2003. A comparative assessment of climate vulnerability: agriculture and ranching on both sides of the US-Mexico border. *Global Environmental Change*, vol. 3, p. 159–173.
- Velasco, I., L. Ochoa y C. Gutiérrez, 2005. Sequía, un problema de perspectiva y gestión. *Región y Sociedad*, vol. XVII, no. 34, pp. 35-71.
- Wilhite, D. A., 2000. Drought as a natural hazard: concepts and definitions. *Drought: a global assessment*, D. A. Wilhite (Ed.), Routledge, vol. 1, p. 3–18.
- Wilhite, D. A., 1993. *Preparing for drought: a guidebook for developing countries*. UNEP, 78 p.
- Wilhite, D. A., and M. H. Glantz, 1985. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. *Water International*, vol. 3, p. 111–120.
- Wilhite, D. A., and O. Vanyarkho, 2000. Drought: pervasive impacts of a creeping phenomenon. *Drought: a global assessment*, D. A. Wilhite (Ed.), Routledge, vol. 1, p. 245–255.