

RIESGOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN MÉXICO

Por:  **Poliopetro F. Martínez Austria**

RESUMEN

Se presenta una breve revisión de las principales tendencias en la ocurrencia de fenómenos extremos relacionados con el clima, particularmente en inundaciones y sequías. Se analizan sus posibles impactos en México y los probables efectos del cambio climático.

PALABRAS CLAVE

Riesgos hidrometeorológicos, extremos climáticos, cambio climático, sequías.

ABSTRACT

A brief review of the main trends in the occurrence of extreme weather-related phenomena, especially floods and droughts, are presented. Their possible impacts in Mexico and the likely effects of climate change are analyzed.

KEYWORDS

Hydrometeorological risks, weather extremes, climate change, droughts.

INTRODUCCIÓN

El número de desastres naturales relacionados con el agua (inundaciones, sequías, tormentas tropicales y deslizamientos de tierra, principalmente), y su impacto social y económico se incrementa de manera continua, como se muestra en la Figura 1 (Adikari y Yoshitani, 2009).

Durante el periodo 1980-2006, de acuerdo con estos autores, «se reportaron en el mundo 2163 desastres relacionados con el agua en la base de datos EM-DAT, causando la muerte de 290 000 personas, afectando a más de 1500 millones de personas y produciendo daños por más de 422 000 millones de dólares» (Adikari y Yoshitani, 2009).

Si bien las tendencias en el número de fallecimientos por evento se han reducido, probablemente gracias a mejores planes de atención previa y durante estos desastres, su costo se ha elevado de manera sostenida, imponiendo en muchos países graves restricciones a los procesos de desarrollo.

La tabla 1 muestra los diez principales desastres causantes de muertes en el mundo, ocurridos durante 2013. Es de notar que ocho de los diez mayores desastres, en términos de pérdida de vida humana, estuvieron relacionados con clima extremo.

De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial, en la década de 2001-2010 se registraron 9 de los 10 años más calientes del registro (WMO, 2013). Sin embargo, no sólo las temperaturas medias experimentaron un incremento, sino que se registraron también récords en temperaturas cálidas extremas. De acuerdo con este informe, en este periodo se registraron al-





Foto: www.agroinformacion.com

www.udlap.mx

290 000

MUERTES EN EL MUNDO POR
DESASTRES RELACIONADOS
CON EL AGUA EN LA BASE
DE DATOS EM-DAT EN EL
PERIODO 1980-2006.

LAS ONDAS DE CALOR
CAUSARON MÁS DE

66 000

MUERTES EN EUROPA
EN EL AÑO 2006.

gunas de las más mortíferas ondas de calor observadas en el mundo, entre ellas la de 2006 en Europa, que causó más de 66 000 muertes, y la de la Federación Rusa de 2010, que ocasionó más de 55 000 muertes.

Por otra parte, los principales análisis científicos están de acuerdo en que el cambio climático incrementará la probabilidad de eventos hidrometeorológicos extremos (UNESCO, 2009). Aunque en latitudes medias y zonas subtropicales la precipitación promedio anual se verá en general disminuida, se espera la ocurrencia de eventos de mayor intensidad. Es decir que, en promedio, se contará con menos agua pero con tormentas de corta duración y gran intensidad, que potencialmente ocasionarán inundaciones. Al mismo tiempo, son de esperar sequías más frecuentes e intensas.

1. INUNDACIONES

Entre los mayores retos a la seguridad hídrica de México se encuentra la protección contra inundaciones. En el año 2010 solamente, el costo de los daños ocasionados por fenómenos hidrometeorológicos extremos ascendió a \$82,540 millones. En Nuevo León, los daños del huracán Alex representaron el 2.45% del PIB del estado, y en Veracruz las inundaciones ocasionadas por las tormentas Karl y Matthew ocasionaron daños equivalentes al 4.8% del PIB estatal; en ese año 739 municipios del país recibieron declaratoria de desastre natural por eventos hidrometeorológicos (CENAPRED, 2012).

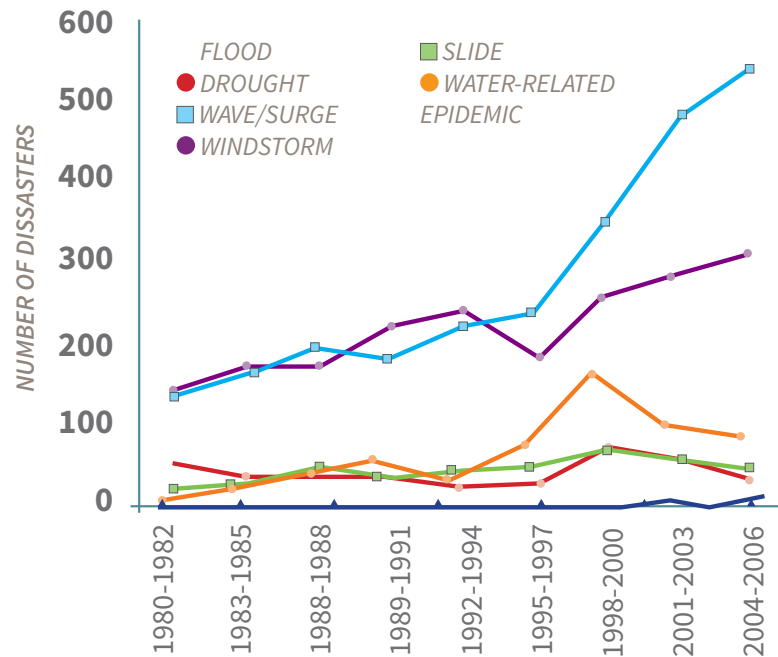


Figura 1. Número de desastres relacionados con el agua en el periodo 1980-2006 (Adikari y Yoshitani, 2009).

Evento	País	Número de muertes
Ciclón (Haiyan), noviembre	Filipinas	7,354
Inundación, junio	India	6,054
Onda de calor, julio	Reino Unido	760
Onda de calor, abril-junio	India	557
Terremoto, septiembre	Pakistán	399
Onda de calor, mayo-septiembre	Japón	338
Inundación, agosto	Pakistán	234
Inundación, julio	China P. Rep.	233
Terremoto, octubre	Filipinas	230
Inundación, septiembre-octubre	Camboya	200
Total		16,359

Tabla 1. Guha-Sapir, Hoyois, & Below (2014).

Como se aprecia en la tabla 2, estos daños se han incrementado continuamente. En el año 2007, la mayor parte del estado de Tabasco sufrió inundaciones, con enormes costos económicos y sociales.

Una tendencia similar se observa en países con mayor desarrollo, como puede apreciarse en la figura 2, para los Estados Unidos.

El costo de los daños se incrementa no sólo por el mayor peligro de eventos extremos, sino por la mayor vulnerabilidad o baja resiliencia de muchos países, en particular los menos desarrollados.

2. SEQUÍAS

La sequía es uno de los fenómenos naturales que producen mayores pérdidas de vidas, daños económicos, retrasos en el proceso de desarrollo social y afectaciones al medio ambiente. No obstante, como asienta el informe de riesgos 2011 de la ONU, uno de los problemas principales en la investigación de las sequías es que sus impactos no son registrados o no son adecuadamente medidos. Para ilustrar los efectos de las sequías, existe suficiente información sólo en algunos casos en países desarrollados.

Año	Muertes	Daños Millones de pesos
1999	480	\$11,604
2000	100	\$2,019
2001	163	\$2,416
2002	120	\$10,764
2003	138	\$4,267
2004	104	\$714
2005	203	\$45,096
2006	220	\$4,373
2007	187	\$49,422
2008	148	\$13,890
2009	100	\$14,041
2010	199	\$82,540

Tabla 2. Daños en México por desastres hidrometeorológicos (elaborada con datos de CENAPRED).

Por ejemplo, durante la sequía de 2002-2003 Australia sufrió pérdidas por un valor de 2340 millones de dólares, y su PIB se redujo en 1.6% como consecuencia de este fenómeno natural.

Durante la sequía iniciada en Norteamérica a finales de 2010, que abarcó gran parte de México y que aún persiste en una parte importante del territorio de los EE.UU., se han registrado pérdidas que podrían colocar ésta como la más devastadora en la historia de este país. Sólo en el estado de Texas, de acuerdo con información del gobierno, en el año 2011 se estimaron pérdidas por 7,200 millones de dólares en la agricultura, de 3,230 millones en la ganadería y 2,200 millones en pérdidas en la producción de algodón. Adicionalmente, esta sequía que también afectó al norte de México, abrió un nuevo potencial de conflicto entre ambas naciones que comparten el agua del río Bravo/Grande conforme a un tratado binacional de distribución de aguas. Bajo las condiciones actuales de sequía, las presas en ambos países y las presas internacionales sobre el cauce del río, tienen volúmenes de almacenamiento extremadamente bajos.

A pesar de estas alarmantes cifras en países desarrollados, las sequías producen sus mayores impactos pre-

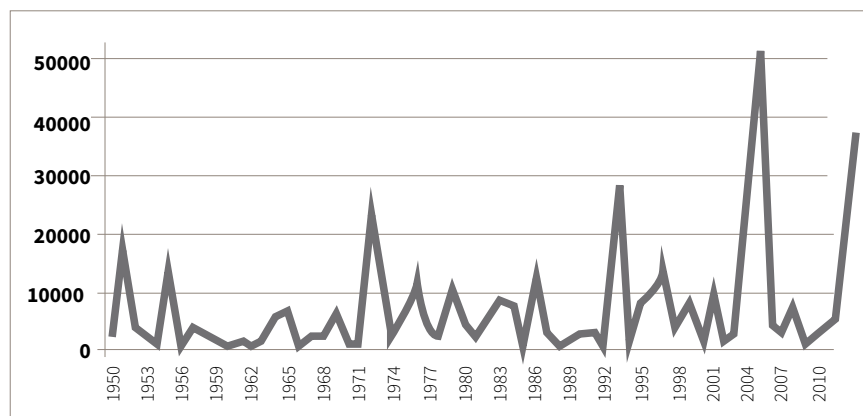


Figura 2. Daños en los EE.UU. por inundaciones en millones de dólares (elaborada con datos de NOAA).

cisamente en las comunidades y en los países con menores índices de desarrollo. Se estima que sólo la sequía del Sahel, registrada en el periodo 1968-1974, causó la muerte de 200 000 personas y millones de animales, con daños incuantificables al medio ambiente. La migración que se produce en este tipo de fenómenos naturales es otra fuente de preocupación en esas regiones del planeta.

Por otra parte, el impacto de las sequías, cuando éstas abarcan grandes regiones, se extiende mucho más allá de las áreas directamente afectadas. Son en particular perniciosos los efectos en los precios de los alimentos.

Si bien los incrementos observados en los precios de los alimentos son el resultado de un proceso multifactorial, tanto por cambios en la demanda, como

DURANTE LA SEQUÍA DE 2002-2003 AUSTRALIA SUFRIÓ PÉRDIDAS POR UN VALOR DE \$2,340 MILLONES DE DÓLARES, Y SU PIB SE REDUJO EN 1.6%.



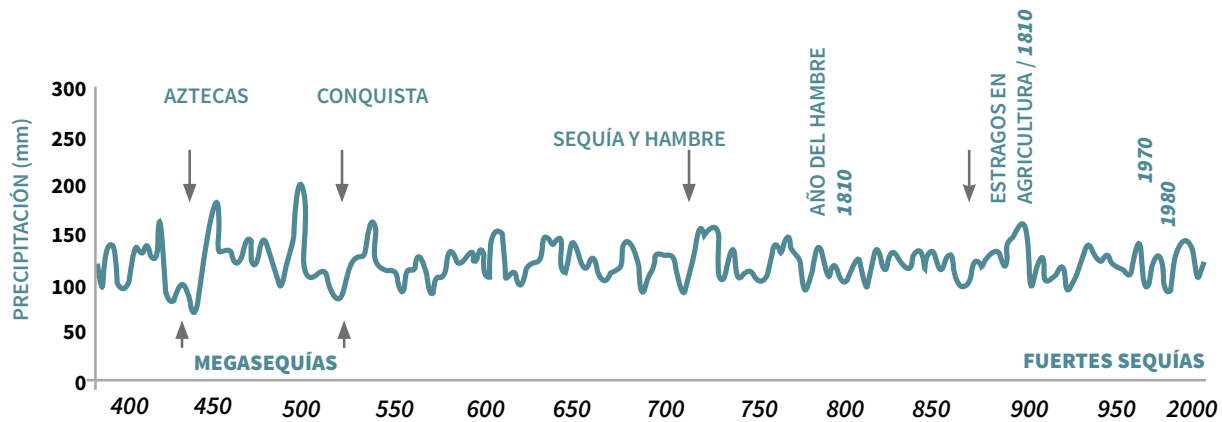


Figura 3. Variabilidad de precipitación en el noroeste de México en los últimos seiscientos años (Cerano Paredes et al., 2011).

en la oferta de alimentos, las sequías registradas en 2007-2008, en algunos países productores de granos actuaron como un disparador de los precios que durante 2008 experimentaron un fuerte incremento (ver Trostle, 2008 y Mitchel, 2008). En un mundo con precios volátiles de los alimentos, como ha ocurrido especialmente en el último lustro y parece ser una tendencia permanente, la ocurrencia de sequías extensas tiene el potencial de producir importantes aumentos en los precios con el consecuente efecto negativo en la población de los países menos desarrollados que gastan aproximadamente la mitad de sus ingresos en alimentación.

De acuerdo con FAO (2013), «desde 1900 han muerto más de 11 millones de personas como consecuencia de la sequía, y más de 2000 millones se han visto afectadas, más que en

cualquier otro riesgo físico». Por otra parte, la duración e intensidad de las sequías se ha visto incrementada, en especial a partir de 1940.

En México, estudios con sequías reconstruidas de los últimos 600 años muestran que el país, además de sequías regionales de corta duración, registra megasequías, con una periodicidad de alrededor de 50 y 100 años (Cerano Paredes et al., 2011), como se puede observar en la figura 3.

Las más recientes sequías que han afectado a México -la primera entre 2003 y 2006, y la segunda entre 2010 y 2013- han sido particularmente intensas. En la figura 4 se ilustra el porcentaje del territorio nacional bajo condiciones de sequía del año 2003 a agosto de 2013, mes en el que este fenómeno se vio interrumpido por lluvias extraordinarias, el otro extremo meteorológico, y que produjo daños inéditos en el territorio nacional.

Como puede observarse, durante 2011 se llegó a tener déficit de lluvias en el 90% del territorio, y más de 40% de la superficie se encontraba bajo sequía severa. Asimismo, es de notar que durante toda la década, en promedio, más del 30% del país se ha encontrado en condiciones de déficit de lluvia.

Desde luego, otro de los impactos mayores de las sequías se produce en el medio ambiente, con pérdidas en la biodiversidad. Se reconoce a la sequía como una de las principales causas de la desertificación, lo que supone cambios permanentes en la biodiversidad, productividad de los suelos y, en general, en la ecología de grandes regiones.

3. EVENTOS EXTREMOS Y CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo con estimaciones del Banco Mundial, el 80% del costo total de adaptación al cambio climático deberá destinarse a agua. Esta cifra da una idea

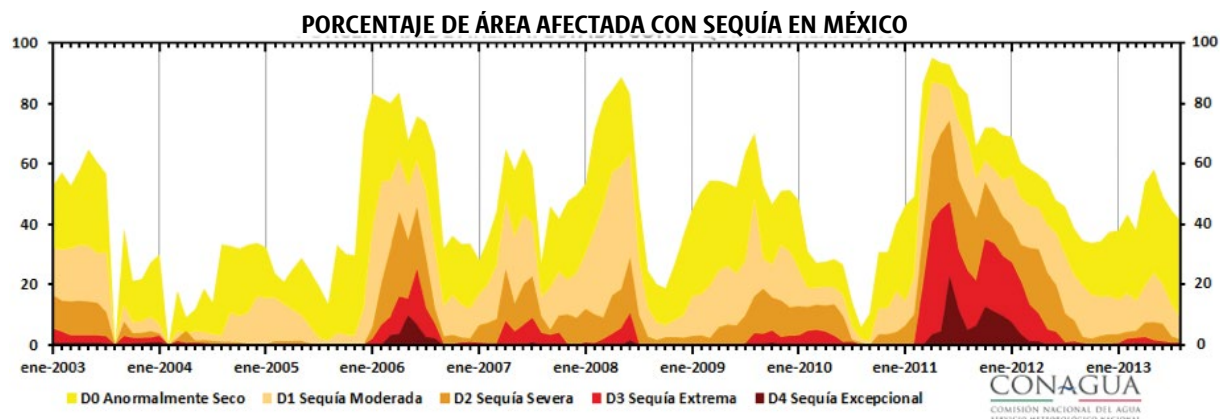


Figura 4. Porcentaje de la superficie de México afectada por sequías entre enero de 2003 y agosto de 2013 (Servicio Meteorológico Nacional).

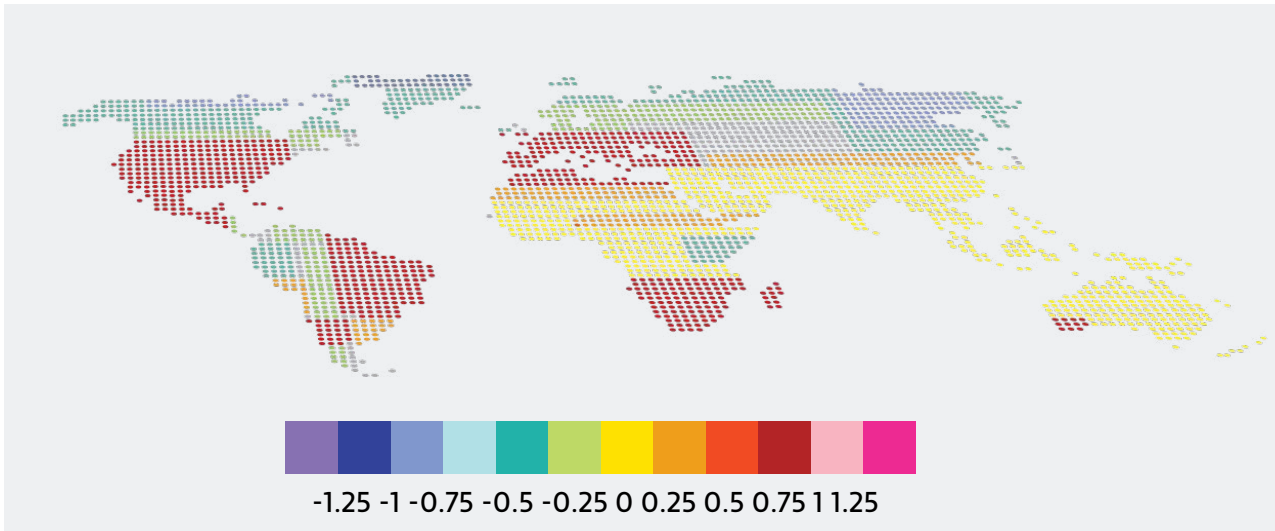


Figura 5. Cambios en días secos para el periodo 2080-2099 con relación a los valores del periodo 1980-1999, obtenidos de nueve modelos acoplados de circulación general. Se muestran los cambios en unidades de desviación estándar (Bates *et al.*, 2008).

de los retos que este proceso plantea a la gestión de los recursos hídricos.

El informe técnico del IPCC establece claramente que «Los registros observacionales y las proyecciones climáticas proveen abundante evidencia de que los recursos hídricos son vulnerables y existe el potencial de que sean fuertemente impactados por el cambio climático» (Bates *et al.*, 2008).

Debido al incremento de temperatura registrado en el último siglo, ya se observan cambios importantes del ciclo hidrológico a gran escala. En particular, «el área clasificada como muy seca se ha más que duplicado desde 1970» (Bates *et al.*, 2008). Así, la desertifica-

ción amenaza directamente a más de 250 millones de personas y a una tercera parte de la superficie del planeta; 135 millones de personas podrían verse obligadas a desplazarse por efecto de la desertificación (Ruiz y Febles, 2004).

En una reciente revisión de la investigación sobre la relación entre cambio climático y sequías, Dai (2011) considera que los datos, especialmente los de mediciones directas registrados desde 1950, proveen «un indicativo de cómo las sequías se harán más frecuentes y extensas en las próximas décadas bajo condiciones de cambio climático», al observar, en un análisis global, las tendencias en el índice de Palmer de la se-

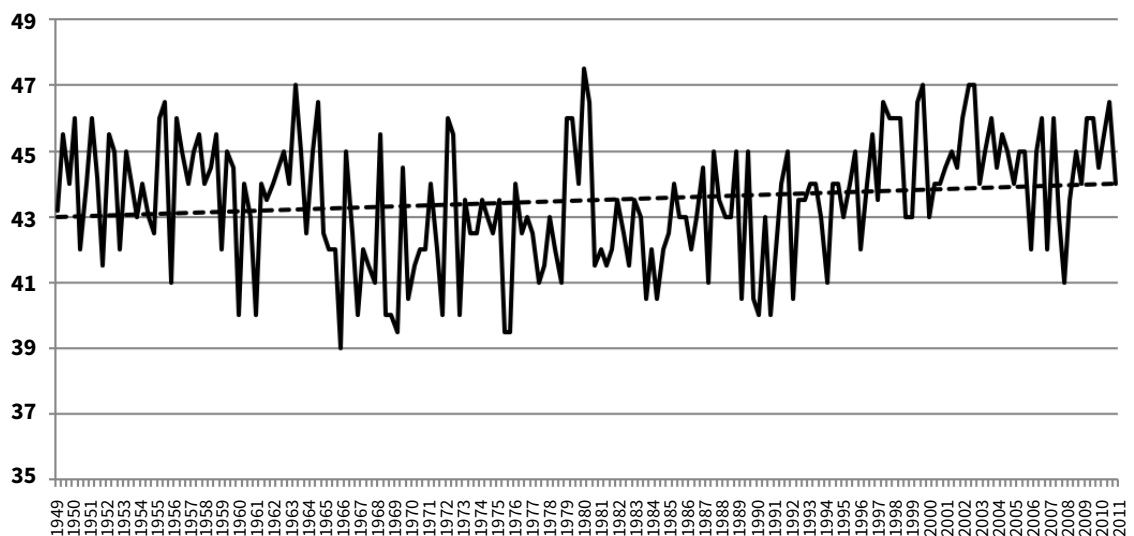


Figura 6. Temperaturas máximas en la estación 26068, río Yaqui en Sonora (Martínez Austria *et al.*, 2014).

veridad de la sequía que muestran, para los últimos cincuenta años, un aumento en el número y extensión de las sequías en África, Europa, el sur y este del Continente Asiático y Sudamérica, así como una disminución consistente en la humedad del suelo.

De acuerdo con el IPCC (Bates *et al.*, 2008), como se muestra en la figura 5, «existe una tendencia a un clima más seco en verano en las regiones interiores de los continentes, lo que indica un mayor riesgo de sequías en esas regiones». Se estima que, en el escenario A2, se podrían incrementar las sequías hasta en un 30% en algunas regiones.

En México, de acuerdo con estudios recientes a partir de down-scaling, en el escenario A1B del IPCC, se estima que a finales de este siglo se reducirá la precipitación en su territorio en promedio en 15%, y en algunos estados del norte como Sonora y Baja California, en más de 21% (Martínez-Austria y Patiño-Gómez, 2011). El impacto en el escurrimiento no ha sido estimado, pero ejercicios en algunas cuencas del norte muestran que el escurrimiento se reducirá hasta en 27% (Rivas *et al.*, 2010).

En el otro extremo, existe evidencia de que el número de huracanes con categorías 4 y 5 se ha incrementado en las últimas décadas, con el consecuente mayor riesgo de precipitaciones intensas e inundaciones, tanto en el Atlántico como en el Pacífico.

En México, diversos análisis demuestran que ya se registran incrementos importantes en la temperatura, en la región norte de nuestro país. Por ejemplo, en la figura 6 se muestra la evolución de la temperatura máxima en el verano (junio-agosto) en la estación 26068 ubicada en la cuenca del río Yaqui, en Sonora.

CONCLUSIONES

La cantidad de desastres naturales relacionados con eventos hidrometeorológicos en el mundo muestra una clara tendencia de incremento en las décadas recientes. Si bien el número de muertes ocasionadas por estos fenómenos ha disminuido, el costo económico y social es cada vez mayor. El cambio climá-

tico incrementará el riesgo y el número de estos desastres, y la sociedad debe prepararse mediante mejoras en la resiliencia y medidas de adaptación. Por su ubicación geográfica, México es uno de los

países más vulnerables a los fenómenos hidrometeorológicos extremos, por lo que se recomienda el diseño de programas efectivos de adaptación y sistemas de alertamiento temprano.



Polioptro F. Martínez Austria

Doctor en Ingeniería por la Universidad Nacional Autónoma de México. Autor de 192 publicaciones académicas, entre artículos científicos, libros y capítulos de libro. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1994. Actualmente profesor de la UDLAP y Director del proyecto de Cátedra UNESCO-UDLAP en Riesgos Hidrometeorológicos. Ha recibido diversos reconocimientos nacionales e internacionales.
polioptro.martinez@udlap.mx

REFERENCIAS

- Bates, B.C., Kundzewics, Z.W., Wu, S., y Palutokpf, J. P. (Editores). (2008). *Climate Change and Water*. Technical Paper VI of the IPCC. Secretariat.
- CENAPRED. (2012). *Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república mexicana en el año 2010*. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres Secretaría de Gobernación.
- Cerano, J., Villanueva, J., Valdez, R. D., Méndez, J., y Constante, V. (2011). «Sequías reconstruidas en los últimos 600 años para el noreste de México». *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2, 235-249.
- Dai, Aiguo. (2011). «Drought under global warming: a review.» *Climate Change* (John Wiley & Sons) 2 (1), 46-65.
- Dikari, Y., y Yoshitani, J. (2009). *Global trends in water-related disasters: an insight for policymakers*. The United Nations World Water Assessment Programme. Side Publications Series. ICHARM.
- FAO. (2013). *DROUGHT* FAO Land and Water Division. En línea. Obtenido el 19 de septiembre de 2013 desde: <http://www.fao.org/docrep/017/aq191e/aq191e.pdf>
- Guha-Sapir, D., Hoyois, P., y Below, R. (2014). *Annual Disaster Statistical Review 2013. The numbers and trends*. Brussels. Belgium: Centre for research on the epidemiology of disasters (CRED), Université Catholique de Louvain.
- Martínez-Austria P., y Patiño-Gómez C. (Editores) (2011). *Atlas de vulnerabilidad hídrica de México ante el cambio climático*. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Martínez-Austria P., y Patiño, C., y Tamayo, E. (2014). «Análisis de tendencias climáticas en la cuenca baja del río yaqui, Sonora, México». *Revista Tecnología y Ciencias del Agua*. V, 6, 135-149.
- Mitchel, D. (2008). *A note on rising food prices*. World Bank. Policy Research Working Paper 4682.
- ONU (2011). *Informe de evaluación global sobre reducción del riesgo de desastres 2011: Revelar el riesgo, replantear el desarrollo*. Nueva York.
- Rivas, I., Güitrón, A., y Ballinas, H.A. (2010). «Vulnerabilidad hídrica global: aguas superficiales». En *Atlas de vulnerabilidad hídrica de México ante el cambio climático*.
- Martínez-Austria, P., y Patiño, C. (Editores). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Ruiz, T., y Febles, G. (2004) «La desertificación y la sequía en el mundo». *Avances en Investigación Agropecuaria*. 8 (22), 3-16.
- Trostle, R. (2008). *Global Agricultural supply and demand: factors contributing to the recent increase in food commodity prices*. Outlook. A report from the economic research service. EE.UU: USDA.
- UNESCO. (2009). *Water in a changing world*. The United Nations World Water Development Report 3. World Water Assessment Program. UNESCO y Londres: Earthscan.
- UNESCO. (2013). *37 C/4 Medium-Term Strategy 2014-2021*. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- WMO. (2013). *The global climate 2001-2010. A decade of climate extremes*. Summary. Geneva: World Meteorological Organization.