

# SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

ISRAEL VELASCO





# SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

---

*Y el sol brillaba en un cielo  
sin nubes; fuentes, arroyos  
y ríos se secaron, los  
mares se encogieron, las  
montañas se agostaron y  
los valles amarillearon en  
todo el mundo.*

*Tus pecados y los míos.*  
Taylor Caldwell

Israel Velasco

2012

---

551.5773 Velasco, Israel.  
V15 *Sequía y cambio climático en México* /Israel Velasco y Eduardo Celis.  
-- Jiutepec, Mor. : Instituto Mexicano de Tecnología  
del Agua, ©2012. (Colección Avances del Conocimiento)  
160 pp.  
ISBN: 978-607-7563-50-1

1. Sequías 2. Cambio climático 3. Historia 4. México.

---

Coordinación editorial:  
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Coordinación de Hidrología

Coordinación de Comunicación,  
Participación e Información.

Subcoordinación de Vinculación, Comercialización  
y Servicios Editoriales.

Primera edición: 2012.

D.R. © Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Paseo Cuauhnáhuac 8532  
62550 Progreso, Jiutepec, Morelos  
MÉXICO  
ISBN: 978-607-7563-50-1

Impreso en México – *Printed in Mexico*

---

Se reconoce y agradece la participación del Lic. Eduardo Celis Lais, y su valioso apoyo en el trabajo computacional: creación y manejo de las bases de datos, cálculo de los parámetros e índices, y su representación cartográfica. Igualmente, también se reconoce la valiosa aportación de la base de datos climatológica CRU (*Climatic Research Unit*, de la Universidad de East Anglia, en el Reino Unido), por parte del Dr. Waldo Ojeda Bustamante. Fotos de portada y de inicio de capítulo: Cortesía de *El Siglo de Durango*, las Direcciones Locales Durango, Coahuila y San Luis Potosí de la Comisión Nacional del Agua, y del Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte.

## CONTENIDO

RESUMEN	5
PROEMIO	7
INTRODUCCIÓN	13
OBJETIVOS	21
1 EL CAMBIO CLIMÁTICO	23
2 PERSPECTIVAS DE LA SEQUÍA EN RELACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	43
3 EFECTOS DE LA SEQUÍA	55
4 COMPORTAMIENTO HISTÓRICO ESTIMADO DE LA SEQUÍA EN MÉXICO 1951-2002	71
5 CONCLUSIONES	91
REFERENCIAS	95

## ANEXOS

1 Puntos de la malla con valores estimados de lluvia mensual, dentro del territorio nacional	99
2 Ejemplo de reporte por punto de la malla (CVE_ESTAC), de los valores mensuales de lluvia estimados, en milímetros	136
3 Ejemplo del SPI calculado completo para cada punto de la malla.	138



## R E S U M E N

La caracterización de la sequía con base en el comportamiento temporal y espacial de la lluvia, confirma la complejidad del fenómeno y su cualidad de “evento raro”, en el sentido de que es poco modelable, impredecible, inevitable, progresivo e ineludible. Sus daños potenciales en el sector primario, la agricultura, superan con mucho los de todos los demás fenómenos naturales juntos.

Con los valores meteorológicos de lluvia histórica estimada para una malla de 0.5X0.5° para todo el país, se obtuvieron los mapas de isoyetas medias y para años selectos; los mismos valores estimados, procesados a través del SPI (Standardised Precipitation Index; McKee *et al.*, 1993; Edwards and McKee, 1997), permiten detectar y evaluar las características básicas del fenómeno: duración, intensidad, severidad y extensión.

Los resultados muestran que todos los años en alguna parte del país existe sequía en alguna de sus fases, y que, por ende, más que un concepto vago, la sequía es una realidad cotidiana. El análisis de estos resultados, integrados en un SIG, muestra entonces que la recurrencia y persistencia de la sequía puede ir en aumento debido, probablemente, a las variaciones y al cambio climático.

Además, destaca el hecho de que incluso las zonas tropicales son vulnerables y no exentas a la ocurrencia de este fenómeno, y que los periodos más secos, al menos para algunas regiones del país, coinciden con los años más cálidos, lo que permite al menos sospechar que hay una relación intrínseca y directa entre la sequía y el calor, por lo que si se da el temido aumento en la temperatura, es de esperarse mayor variabilidad hidrológica, mayor riesgo de sequía más severa y, por lo tanto, mayores impactos sociales y económicos.

Por otro lado, los diversos modelos de comportamiento atmosférico para este siglo XXI muestran que, debido al incremento de los GEI (gases de efecto invernadero, en especial el dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>) y a la temperatura ambiente, el ciclo hidrológico se verá alterado, lo que repercutirá en que los fenómenos meteorológicos extremos sean cada vez más extremosos –valga la redundancia–, en especial la sequía, con alto riesgo e impacto en la sociedad y sistemas humanos.



## P R O M I O

La variabilidad natural del clima, presuntamente exacerbada por las actividades humanas, está ocasionando diversos cambios en la superficie de la Tierra, en los mares y en la atmósfera, que a su vez están repercuten, negativamente, tanto en la ocurrencia natural de los fenómenos asociados al clima, como en el ambiente humano y en la estabilidad y bienestar de la población

El aumento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera (uno de los más conocidos gases de efecto invernadero), como consecuencia de la quema de combustibles fósiles y la deforestación, está incidiendo en el calentamiento ambiental, lo cual a su vez, se estima que influye en los fenómenos relativos al agua: estiajes más intensos y prolongados, lluvias más intensas, disminución de los periodos lluviosos, más ocurrencia de huracanes, etcétera, todo lo cual afecta el ambiente habitual y la marcha climática a la que estamos acostumbrados (*Cambio climático*, 2003; Gay y Estrada, 2007).

Particularmente, en lo que se refiere al agua, se prevé que la disponibilidad absoluta disminuya, así como la oportunidad de su abasto y, desde luego, al aumentar la población y la demanda de agua, las dificultades de su suministro son factores potenciales de conflictos y de problemas (Lozano García, 2004). En especial, es probable que la alteración del ciclo hidrológico haga que la distorsión de los patrones de lluvia tenga repercusiones negativas de diversa magnitud, con efectos desde moderados hasta catastróficos.

Desertificación, incremento de las zonas áridas y semiáridas, contaminación del agua y sequía, son sólo algunos posibles efectos de esta situación. A partir de considerar que la sequía es probablemente la manifestación más dramática del agua en la naturaleza, es de esperarse que este fenómeno aumente en intensidad, severidad, extensión y duración, incrementando el riesgo de su ocurrencia, así como la vulnerabilidad de las poblaciones afectadas (Magaña R, 2004).

Han pasado muchos años de alertas y denuncias, por un lado, y de subestimación y negación, por el otro. Pero al final, la realidad termina por imponerse: nadie en su sano juicio pone hoy en duda la gravedad de la amenaza del cambio climático para la vida del planeta tal como la hemos concebido hasta ahora (Tudela, 2004).

Todos los expertos coinciden en que, aun haciendo ahora todo lo que es posible hacer, aun actuando con la máxima energía posible, no se podrán evitar impactos inmensos, y debemos por tanto prepararnos para convivir con ellos y mitigar sus peores consecuencias. Pero ni siquiera frente a la evidencia del desastre inminente llega la reacción —al menos con la contundencia esperable— de quienes tienen el poder para actuar, los gobiernos y la comunidad internacional (Tierramérica, 2010; NatGeo, 2010).

Cerca de 600 millones de habitantes de América Latina y el Caribe experimentan ya de manera dramática los efectos del cambio climático, con sequías o inundaciones, derretimiento de glaciares, aumentos de temperatura, nuevas plagas agrícolas y enfermedades, entre otros males (Varady *et al.*, 2009; Mendoza *et al.*, 2004).

Las variaciones meteorológicas extremas afectan la agricultura y la productividad de algunos cultivos, lo cual expone al hambre a un número creciente de habitantes de las zonas afectadas. Plagas agrícolas y nuevas enfermedades humanas asolan el continente que asiste perplejo al montaje de un inédito y caótico escenario (Romo Santos, 2009; Conde *et al.*, 2004). A partir de estos datos de la realidad, no son pocos los científicos que advierten que el cambio climático ya no es hoy solamente un problema ambiental.

La civilización misma está en riesgo, y si no se toman medidas urgentes para enfrentarlo, se transformará en un gran reto para el ser humano y, eventualmente, para la vida en el planeta, como lo fueron en su momento las grandes extinciones ocurridas a lo largo de millones de años, en las cuales desaparecieron más del 90% por ciento de las especies de seres vivos. Por entonces fueron los grandes cataclismos los que arrasaron con dinosaurios, reptiles, peces, anfibios. Hoy, es el ser humano el que atenta contra su propia supervivencia (Tudela, 2004).

Las actividades humanas contribuyeron a acelerar los ciclos normales del clima en el planeta y el calentamiento global derivado de las emisiones de gases nocivos a la atmósfera muestra que la especie humana alcanzó una capacidad sin igual de alterar el ambiente. Ella misma y los ecosistemas que la sustentan corren el riesgo de desaparecer. Las consecuencias del cambio climático apenas se comienzan a ver (Jaramillo, 2004; Magaña *et al.*, 2004). Una reducción de la emisión de los gases de efecto invernadero (responsables del recalentamiento atmosférico vinculado al cambio climático) no acabará con el problema de inmediato.

Aun si se decide actuar ahora, lograr que la temperatura del planeta descienda es un proceso que puede llevar cientos de años. Por este motivo, los científicos recomiendan con urgencia tomar medidas para evitar desastres en el futuro. Los modelos económicos adoptados hace más de doscientos años, basados en el uso de fuentes de energía no renovables y la consecuente contaminación, desafían hoy a los políticos a pensar en nuevos paradigmas de desarrollo, sostienen los expertos. Sin embargo, sentimientos encontrados invaden a los científicos sobre los resultados y los compromisos que emerjan de las negociaciones internacionales. La mayoría espera que las presiones sean lo suficientemente fuertes como para que se pueda concretar un avance significativo de compromisos mundiales. Pero, al mismo tiempo, se muestran escépticos pues las potencias industriales —desarrolladas como Estados Unidos, y emergentes como India y China— que son los grandes emisores de contaminantes, están rehuyendo la adopción de obligaciones claras (Tudela, 2004; NatGeo, 2010; Garduño, 2004).

“Aún se discute a nivel científico si alcanzar un incremento de la temperatura de +2 grados centígrados no daría lugar a un nuevo estado de equilibrio del sistema climático que podría hacer desaparecer del planeta a gran parte de la población humana” (Tierramérica, 2010). El calentamiento global y los cambios climáticos muestran claramente que nuestra especie biológica alcanzó una capacidad sin paralelos de alterar el ambiente de manera inadvertida y sin precedentes (Magaña, 2004).

En este marco, América Latina y el Caribe —cuya población ronda los 600 millones de habitantes en 2010— es, efectivamente, una de las regiones más vulnerables y, en ella, los fenómenos pronosticados a partir de variables climáticas calculadas por modelos computacionales superan las expectativas más cautas (Varady *et al.*, 2009).

La región contribuye poco a la generación de emisiones, pero igualmente las sufre. Figura entre las más vulnerables, por estar localizada dentro de la franja de huracanes y tener numerosos Estados insulares y zonas costeras bajas, por depender de los deshielos andinos para suministro de agua a los sectores urbano y agrícola, y por estar expuesta a inundaciones e incendios forestales (Tierramérica, 2010; Magaña *et al.*, 2004).

De los 12 años comprendidos en el periodo 1995-2006, 11 figuran entre los más cálidos de los registros de la temperatura mundial desde 1850. En casi todos los países de América Latina, la temperatura aumentó considerablemente en los últimos cuarenta o cincuenta años y se produjo un notorio cambio en las precipitaciones anuales y en el inicio de las estaciones lluviosas o secas. La temperatura media anual de la Ciudad de México “aumentó en más de cuatro grados desde inicios del



Figura 1. Problemas de disponibilidad de agua, típico de las zonas rurales en Latinoamérica (Fuente: Tierramérica, 2010)

siglo XX”, confirmó a Tierramérica el doctor Fernando Tudela, subsecretario de Planeación y Política Ambiental México (Tierramérica, 2010). Ya en la primera década del siglo XXI, el aumento de la temperatura en los Andes del Norte sobrepasa los 0.6 grados por década. Los glaciares sudamericanos se derretirán, con un severo impacto en el ecosistema y en el abastecimiento de agua de las ciudades andinas. Las graves sequías experimentadas en 2005 al suroeste de la cuenca amazónica anticipan qué puede suceder si parte de esa región comienza a sufrir el impacto de la falta de lluvias y a extinguirse, como se pronostica en muchos modelos.

*Agricultura: adaptarse o morir.* Muchos y diversos expertos concuerdan en que el sector agrícola es de los más afectados por el cambio climático en los diferentes países de América Latina y el Caribe (Conde, 2006; *Cambio Climático*, 2003). A largo plazo, el promedio de pérdida de ingresos en América Latina en su conjunto (a partir de simulaciones del cambio climático para 2100) se estima que oscilará entre 12%, en un escenario de cambio climático leve, y a 50% por ciento, en un escenario más grave. Estudios realizados en México prevén que aquí se podrían experimentar pérdidas de productividad de entre 30 y 85% por ciento de todos los cultivos, dependiendo de la severidad del calentamiento (Oropeza, 2004).



Figura 2. Efectos del calentamiento global: deshielo de los glaciares de bajas latitudes  
(Fuente: Tierramérica, 2010)

“Por supuesto, este tipo de estudios no pueden tener en cuenta las posibilidades de respuesta de adaptación con los avances tecnológicos futuros. Así que no se los debería tomar como previsiones de que inevitablemente se producirán, sino más bien como indicaciones de la necesidad de profundizar las investigaciones para desarrollar mejores tecnologías de producción con el fin de reducir el daño”.

Esto estimó John Nash, del Banco Mundial (Tierramérica, 2010). La vulnerabilidad varía según la región, los cultivos y las tecnologías aplicadas; también en función de las modificaciones en los regímenes pluviales y de vientos, de la incidencia de fenómenos ciclónicos más intensos y de la elevación de temperaturas nocturnas. Debido a las nuevas condiciones climáticas, ya se anticipan variaciones en las tasas de degradación del suelo de uso agrícola, aumentos de salinización en las superficies de riego, mayores pérdidas por siniestros (superficies incendiadas, afectadas por sequías o inundaciones) y cambios en patrones de producción por temperatura y disponibilidad del agua (Mendoza *et al.*, 2004).



## I N T R O D U C C I Ó N

**D**efinitivamente y de manera más que comprobada, las actividades humanas liberan gases de efecto invernadero en la atmósfera. El dióxido de carbono se produce al quemar combustibles fósiles para generar energía, y al talar y quemar bosques. El metano y el óxido de nitrógeno se emiten en las actividades agrícolas, los cambios en el uso de la tierra y otras fuentes. Los químicos artificiales, llamados halocarbonos (CFC, HFC, PFC), y otros gases de larga vida como el hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ) se liberan en los procesos industriales. El ozono en la atmósfera baja se genera por los escapes de gases de los automóviles y otras fuentes (Garduño, 2004).

Como una consecuencia directa, aun cuando sea un tanto retardada y poco perceptible al principio, el aumento de los niveles de los gases de efecto invernadero ya está cambiando el clima. Al absorber la radiación infrarroja, estos gases controlan la forma en que fluye la energía natural a través del sistema climático. En respuesta a las emisiones humanas, el clima ha comenzado a ajustarse a un manto más grueso de gases de efecto invernadero, para así mantener el balance entre la energía que proviene del sol y la energía que escapa al espacio. Las observaciones muestran que las temperaturas globales han aumentado  $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$  a lo largo del siglo XX (Jáuregui, 2004; Magaña, 2004). Existen nuevas evidencias más fehacientes de que la mayor parte del calentamiento observado en los últimos cincuenta años es atribuible a las actividades humanas.

Los diversos modelos climáticos en su generalidad pronostican que la temperatura global aumentará entre  $1.4$  y  $5.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  para el año 2100. Este cambio sería mucho mayor que cualquier otro cambio climático que haya ocurrido por lo menos en los últimos 10,000 años. Esta proyección se basa en una amplia gama de hipótesis sobre las principales fuerzas que inciden en las futuras emisiones (tales como el aumento de la población y el cambio tecnológico), pero no refleja los esfuerzos que puedan

realizarse para controlar las emisiones en función de la preocupación que genera el cambio climático. No obstante, existen muchas incertidumbres sobre la escala y los impactos del cambio climático, en particular a nivel regional (Lozano García, 2004). Debido al efecto retardante de los océanos, las temperaturas de la superficie no responden inmediatamente a las emisiones de gases de efecto invernadero, por este motivo el cambio climático continuará durante cientos de años después de que las concentraciones en la atmósfera se estabilicen (*Cambio Climático*, 2003).

Como consecuencia de todo ello, las variaciones, graduales y/o abruptas al esquema climático reciente (figura 3), tendrán probablemente un impacto significativo sobre el medio ambiente global. En general, cuánto más rápido el cambio climático, mayor es el riesgo de daños. Según los modelos climáticos, se prevé un aumento del nivel medio del mar de 9 a 88 cm para el año 2100 (Martínez, 2008). Esto determinaría la inundación de las zonas de costas bajas y otros daños importantes. Otros efectos adicionales podrían incluir un aumento de las precipitaciones a nivel global y cambios en la severidad y frecuencia de los eventos extremos, inundaciones y sequías (IMTA, 2007). Las zonas climáticas podrían sufrir un movimiento hacia los polos y en forma vertical, lo que significaría una distorsión de bosques, desiertos, praderas y otros ecosistemas no manejados. Como resultado, muchos de estos ecosistemas se verían reducidos o fragmentados y podrían extinguirse distintas y múltiples especies individuales (Arriaga y Gómez, 2004).

Ante la casi certeza de este panorama poco halagüeño, la sociedad humana enfrentará nuevos riesgos y presiones. Aunque es poco probable que se ponga en riesgo la seguridad alimentaria a nivel mundial, sí es altamente probable que algunas regiones experimenten escasez de alimentos y sufran hambruna, sobre todo en los países menos desarrollados. Los recursos hídricos se verán afectados en la medida en que los patrones de precipitación y evaporación cambien en todo el mundo. La infraestructura física será afectada, en particular por el aumento en el nivel del mar y por la presencia de eventos climáticos extremos. Las actividades económicas, los asentamientos humanos y la salud humana sufrirán efectos directos e indirectos. Así, mientras los modelos económicos y de desarrollo actuales persistan, los pobres y los menos privilegiados son los más vulnerables a las consecuencias negativas del cambio climático (Magaña *et al.*, 2004; Mendoza *et al.*, 2004).

Por ende, la única opción viable es que los pueblos y los ecosistemas deberán adaptarse a los futuros regímenes climáticos. Así, dado que las emisiones pasadas y presentes han comprometido en algún grado la existencia del cambio climático

## I N T R O D U C C I Ó N

en el siglo XXI, la adaptación a estos cambios requerirá una comprensión adecuada de los sistemas socioeconómicos y naturales, su sensibilidad al cambio climático y su capacidad inherente de adaptación (*Cambio Climático*, 2003; Tudela, 2004). Afortunadamente, hay diversas estrategias disponibles para la adaptación a los efectos previstos del cambio climático.

Será entonces indispensable la estabilización de las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero, lo que demandará la realización de grandes esfuerzos. Sin políticas para controlar la emisión de gases de efecto invernadero motivadas por la preocupación sobre el cambio climático, las concentraciones de dióxido de carbono aumentarían de 367 partes por millón (ppm), que es el valor actual, a 490-1.260 ppm para el año 2100. Esto representaría un aumento del 75 a 350% tomando como punto de partida el año 1750. La estabilización de las concentraciones a un valor, por ejemplo, de 450 ppm, requeriría que las emisiones en todo el mundo cayeran por debajo de los niveles de 1990 en las próximas décadas. Considerando la dinámica de la actual economía mundial en expansión y el crecimiento de la población mundial, esto requeriría un drástico aumento en la eficiencia energética y cambios fundamentales en otros sectores económicos (Martínez, 2008).

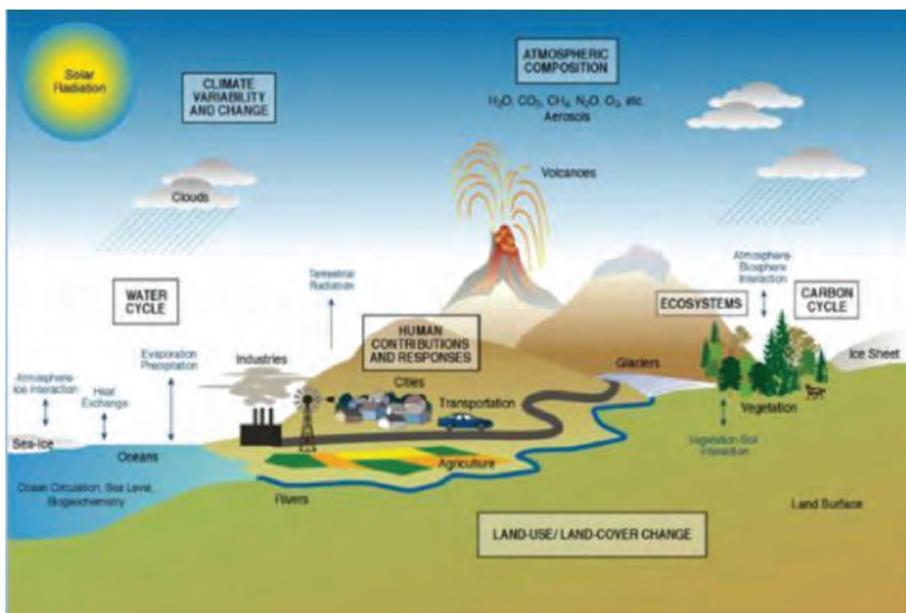


Figura 3. Esquema del sistema climático (Fuente: [www.worldproutassembly.org/archives/2006/09/adapt\\_to\\_climate.html](http://www.worldproutassembly.org/archives/2006/09/adapt_to_climate.html))

Ante este sombrío futuro, la comunidad internacional aborda este desafío a través de la Convención sobre el Cambio Climático, que fue adoptada en el año 1992, y cuenta actualmente con 185 miembros. La Convención busca estabilizar las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero a niveles seguros. Compromete o intenta comprometer a todos los países a limitar sus emisiones, reunir la información relevante, desarrollar estrategias de adaptación al cambio climático y cooperar en la investigación y en los temas tecnológicos. También, compromete a los países desarrollados –los que más contaminan– a tomar medidas que apunten a que las emisiones retornen a los niveles de 1990 (Tudela, 2004).

El Protocolo de Kioto exigiría a los gobiernos tomar medidas aún más severas, pues en 1997, las Partes de la Convención acordaron por consenso que los países desarrollados deberían aceptar un compromiso legalmente vinculante de reducir sus emisiones colectivas de seis gases de efecto invernadero en, al menos, un 5%, tomando como base los niveles de 1990 en el periodo del 2008-2012. El Protocolo también establece un régimen de comercio de emisiones y un mecanismo para un desarrollo limpio. No obstante la necesidad de hacer algo efectivo a corto plazo y la voluntad de la mayoría de las partes, el Protocolo no ha recibido todavía el número de ratificaciones suficientes para su entrada en vigor, sobre todo de algunos de los países más desarrollados y contaminadores (Tierramérica, 2010).

Afortunadamente, existen diversas opciones disponibles para limitar las emisiones en el corto y mediano plazos. Por ejemplo, es posible a través de las políticas que se apliquen, fomentar la eficiencia energética y otras tendencias favorables al clima tanto en la demanda como en el consumo de energía. Los consumidores clave de energía incluyen las industrias, los hogares, las oficinas, los vehículos y la agricultura. La eficiencia puede mejorarse en buena medida si se proporciona un marco regulatorio y económico adecuado para consumidores e inversionistas. Este marco debe promover las opciones que tengan la menor relación costo/efectividad, las mejores tecnologías presentes y futuras, y soluciones siempre adecuadas o siempre aceptables que tengan sentido en el plano económico y ambiental, independientemente del cambio climático. Medidas como impuestos, normas regulatorias, permisos de emisiones comerciables, programas de información, programas voluntarios y la eliminación progresiva de los subsidios contraproducentes, pueden influir positivamente (Magaña, 2004).

Los cambios en las prácticas y estilos de vida actuales, desde una mejor planificación del transporte urbano hasta los hábitos personales como apagar las luces, también

son importantes y decisivos. Es vital detectar y reducir las incertidumbres sobre el cambio climático, sus impactos y los costos de las distintas opciones de respuesta. Entre tanto, será necesario equilibrar las preocupaciones sobre los riesgos y daños con las referentes al desarrollo económico. La respuesta prudente al cambio climático, por tanto, consiste en adoptar una serie de acciones que apunten a controlar las emisiones, adaptarse a los impactos, y alentar la investigación científica, tecnológica y socioeconómica (Varady *et al.*, 2009).

*El efecto invernadero* El clima de la Tierra está dirigido por un flujo de energía continuo desde el sol. Esta energía llega principalmente en la forma de luz visible. Aproximadamente un 30 % es devuelta al espacio en forma inmediata, pero la mayoría del restante 70% pasa a través de la atmósfera para calentar la superficie terrestre. La Tierra –por ser un cuerpo que no genera energía propia como el sol– debe enviar esta energía de vuelta al espacio en la forma de radiación infrarroja: estando mucho más fría que el sol, la Tierra no emite energía como luz visible (Magaña, 2004; Jaramillo, 2004). En cambio, emite radiación infrarroja o radiación térmica, similar al calor que arroja una estufa eléctrica o una parrilla antes de que las barras comiencen a ponerse rojas.

El resultado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera es que bloquean la radiación infrarroja y no le permiten escapar directamente desde la superficie al espacio. La radiación infrarroja no puede pasar directamente a través del aire como la luz visible. En su lugar, la mayor parte de la energía que sale de la Tierra es transportada hacia afuera de la superficie por las corrientes de aire, escapando finalmente hacia el espacio desde las alturas por sobre las capas más gruesas del manto de gases de efecto invernadero (Martínez, 2008).

Los principales gases de efecto invernadero son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el ozono, el metano, el óxido nitroso, los halocarbonos y otros gases industriales. A excepción de estos últimos, los demás se producen en forma natural. Aunque juntos constituyen menos del 1% de la atmósfera, esto es suficiente para producir un efecto invernadero natural que mantiene al planeta unos 30 °C más caliente de lo que estaría si no existieran, siendo entonces esenciales para la vida tal como la conocemos (Jaramillo, 2004).

Los niveles de todos los gases de efecto invernadero clave están creciendo como resultado directo de la actividad humana. Las emisiones de dióxido de carbono (principalmente proveniente de la combustión de carbón, petróleo y gas natural),

metano y óxido nitroso (debido principalmente a la agricultura y a los cambios en el uso de la tierra), el ozono (generado por los escapes de gases de los motores de combustión interna y otras fuentes) y los gases industriales de larga vida como los CFC HFC y PFC (usados principalmente como refrigerantes) están alterando la forma en que la atmósfera absorbe la energía. Los niveles de vapor de agua también pueden estar creciendo debido a una retroacción positiva por el aumento de la temperatura. Todo esto está sucediendo a una velocidad sin precedentes. El resultado se conoce como un incremento del efecto invernadero (Lozano García, 2004).

Como una reacción natural del planeta, el sistema climático debe ajustarse a los niveles en aumento de los gases de efecto invernadero para mantener el balance energético global. En el largo plazo, la Tierra debe deshacerse de energía en la misma proporción en que la recibe del sol. Ya que la mayor concentración de gases de efecto invernadero ayuda a reducir la pérdida de energía en el espacio, el clima debe cambiar de alguna forma para restaurar el balance entre la energía que ingresa y la que sale. Este ajuste conduce a un calentamiento global de la superficie de la Tierra y de la atmósfera baja. Pero esto es solamente una parte del proceso: el calentamiento es el modo más simple para el clima de deshacerse de la energía extra. Sin embargo, aun un pequeño aumento en la temperatura será acompañado por muchos otros cambios: por ejemplo, en los patrones de la cubierta nubosa y de los vientos. Algunos de estos cambios pueden actuar para aumentar el calentamiento (retroacción positiva) y otros para contrarrestarlo (retroacción negativa) (Ruiz y Cruz, 2004).

En contraste, los aerosoles sintéticos que fabrica el hombre tienen un efecto general de enfriamiento, ya que, por ejemplo, las emisiones de azufre de las plantas de energía alimentadas por carbón o derivados del petróleo y la quema de material orgánico producen partículas microscópicas que pueden reflejar la luz del sol hacia el espacio y también afectan a las nubes. El enfriamiento resultante contrarresta en parte el calentamiento por el efecto invernadero. Estos aerosoles, sin embargo, permanecen en la atmósfera por un tiempo relativamente corto en comparación con los gases de efecto invernadero de larga vida, así que su efecto de enfriamiento es localizado y relativamente breve. Además, los mismos también son causantes de lluvias ácidas y mala calidad del aire, problemas colaterales que también son necesarios abordar. Por tanto, el efecto de enfriamiento de los aerosoles no es algo en lo que se pueda confiar indefinidamente (Garduño, 2004).

Los modelos climáticos disponibles prevén que la temperatura media global aumentará entre 1.4 y 5.8 °C (2.5 a 10.4 °F) para el año 2100. Esta proyección se hace

utilizando el año 1990 como línea de base y sin asumir que se adoptarán políticas para minimizar el cambio climático. También toma en cuenta las retroacciones climáticas y los efectos de los aerosoles, según el conocimiento que se tiene actualmente de estos temas (Martínez, 2008).

Dado que el clima no responde en forma inmediata a las emisiones, las emisiones del pasado ya nos han comprometido a sufrir un cierto grado de cambio climático; por esta razón, es de esperar que continuará cambiando durante cientos de años, incluso si las emisiones de gases de efecto invernadero se redujeran y los niveles atmosféricos dejaran de aumentar. Llegar a apreciar completamente algunos impactos importantes del cambio climático, tales como el aumento pronosticado en el nivel del mar, requerirá incluso más tiempo (Tierramérica, 2010).

Además de que el clima varía en forma natural, hay nuevas evidencias, más fehacientes, que llevan a afirmar que el cambio climático ya ha comenzado, lo que hace difícil identificar los efectos debidos al aumento de los niveles de gases de efecto invernadero. Sin embargo, un conjunto de observaciones cada vez mayor, traza la imagen colectiva de un mundo en fase de calentamiento. Por ejemplo, el patrón de las tendencias de la temperatura en las últimas décadas se parece al patrón de calentamiento por efecto invernadero pronosticado por los modelos; por ende, es poco probable que estas tendencias se deban completamente a las fuentes conocidas de la variabilidad natural. Siguen existiendo, sin embargo, muchas incertidumbres como, por ejemplo, de qué forma influirán en el clima del futuro los cambios en la cobertura de nubes (*Cambio Climático*, 2003).



## O B J E T I V O S

- Revisar las referencias sobre el cambio climático y su relación con la variación en el ciclo hidrológico, y su influencia en la actividad humana.
- Abordar los escenarios que se han generado para México relativos a la variación del ciclo hidrológico.
- Abordar y remarcar sobre la metodología e importancia del análisis de la lluvia y el escurrimiento, bajo escenarios de cambio climático.
- Revisar retrospectivamente lo que ha ocurrido con la sequía de 1950 a 2002: con información de lluvia mensual existente de estaciones selectas operadas por el Sistema Meteorológico Nacional (SMN), hacer uso de la malla regular de 0.5°X0.5°, generada para todo el país, y con ello detectar, si hubo, las sequías en las diversas regiones hidrológicas de la república, según el SPI.



## EL CAMBIO CLIMÁTICO

Este fenómeno ya es prácticamente innegable; las evidencias indican que el aumento de GEI (gases de efecto invernadero, en especial el CO<sub>2</sub>) está afectando la marcha climática habitual, alterando aceleradamente las condiciones naturales: aumento de la temperatura atmosférica, deshielo de polos y glaciares, aumento del nivel del mar, inviernos menos fríos, etc.; en consecuencia, los patrones de precipitación también se alteran (Martínez, 2008).

Según diversos escenarios teóricos, en la medida en que temperatura y la concentración de GEI aumente, también habrá mayores modificaciones a los patrones hidrológicos, por la alteración de la circulación atmosférica (Tierramérica, 2010; Natgeo, 2010).

Por ende, con la ocurrencia de la sequía es de esperarse que se magnifiquen sus efectos: aceptando que la sequía es inevitable, impredecible, sin epicentro ni trayectoria definidos, de causas complejas y poco entendidas, progresiva, y potencialmente catastrófica en condiciones actuales “normales”, cuando esas condiciones atmosféricas se alteren, los resultados de los escenarios apuntan a que los eventos de sequía serán más intensos, más extensos y, por lo tanto, potencialmente de mayores impactos (IMTA, 2007; Magaña *et al.*, 2004)

Las actividades humanas liberan gases de efecto invernadero en la atmósfera y el aumento de los niveles de estos gases ya está cambiando el clima. Los modelos climáticos pronostican que la temperatura global aumentará entre 1.4 y 5.8 °C para el año 2100. Este cambio climático tendrá probablemente un impacto significativo sobre el medio ambiente global, y en general, cuánto más rápido el cambio climático, mayor el riesgo de daños. Por ello, la humanidad enfrentará nuevos riesgos y presiones. Los pueblos y los ecosistemas deberán adaptarse a corto plazo a los futuros regímenes climáticos, como estrategia para sobrevivir (Varady *et al.*, 2009).

La estabilización de las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero demandará la realización de grandes esfuerzos; por fortuna, existen diversas opciones factibles para limitar las emisiones en el corto y mediano plazos. No obstante, es fundamental reducir las incertidumbres sobre el cambio climático, sus impactos y los costos de las distintas opciones de respuesta. Entre tanto, será necesario equilibrar las acciones y preocupaciones sobre los riesgos y daños con las referentes al desarrollo económico. La respuesta prudente al cambio climático, por tanto, consiste en adoptar una serie de estrategias que apunten a controlar las emisiones, adaptarse a los impactos, y alentar la investigación científica, tecnológica y socioeconómica.

*La Tierra: un gran invernadero.* La vida actual en la Tierra depende, entre otros factores, de una delgada capa gaseosa: la atmósfera. Esta capa exterior es una mezcla de gases en la que dominan principalmente el nitrógeno (78.1%) y el oxígeno (20.9%), así como pequeñas cantidades de argón (0.93%). El pequeñísimo porcentaje restante lo constituyen el vapor de agua, ozono, bióxido de carbono, hidrógeno, neón, helio y kriptón. Estos gases se encuentran dispersos, en distintas cantidades, en las cinco capas en las que los científicos han dividido la atmósfera para estudiarla (Garduño, 2004; Garduño, 1998). Entre las funciones más importantes de la atmósfera figura su control como filtro de la radiación ultravioleta que llega a la superficie terrestre, su acción protectora al destruir una gran cantidad de meteoritos que, de otra manera, llegarían a la superficie de la Tierra, y regular la temperatura; esto último, por medio del llamado “efecto invernadero”.

Dado que los gases de efecto invernadero son uno de los factores más importantes para controlar la temperatura de la atmósfera, se entiende fácilmente por qué un incremento de su concentración puede alterar el flujo natural de energía: a mayor cantidad de GEI, mayor será la cantidad de calor que se absorba y la superficie del planeta alcanzará una temperatura más alta. Esto es, se reduce la eficiencia con la cual la Tierra devuelve la energía recibida al espacio. Cualquier proceso que altere tal balance, ya sea por cambios en la radiación recibida o re-emitida, o en su distribución en la Tierra, se reflejará, tarde o temprano, como cambios en el clima (Tudela, 2004).

*Ciclo del carbono.* Durante mucho tiempo, los científicos se han dedicado a estudiar cuáles son los caminos que siguen ciertos elementos químicos y sus moléculas en la naturaleza. Como resultado, describieron los llamados ciclos biogeoquímicos, en donde se muestra el movimiento y transformación de los elementos por medio de la

actividad biológica y las reacciones químicas que se producen en la atmósfera, ríos, lagos, mares, suelos y rocas, y también en los seres vivos. Entre los más importantes se encuentran el del carbono, nitrógeno, fósforo y azufre.

El ciclo del carbono es uno de los más importantes, porque la vida en la Tierra está construida con base en sus compuestos. Este ciclo se desarrolla en la atmósfera, la corteza terrestre, los suelos, los cuerpos de agua (océanos, lagos, ríos, etc.) y en los seres vivos (Jaramillo, 2004). Este ciclo se lleva a cabo en dos fases: la geológica, que tarda millones de años en completarse, y la biológica, que se desarrolla en tiempos mucho más reducidos, que pueden ser desde días hasta miles de años.

En la fase biológica, el carbono se encuentra de manera natural en la atmósfera -en forma de bióxido de carbono o metano- como resultado de la descomposición de la materia orgánica, por los incendios forestales, por las erupciones volcánicas, o por emisiones de los organismos vivos. Las plantas absorben el  $\text{CO}_2$  de la atmósfera y, mediante la fotosíntesis, lo utilizan para la construcción de todas sus estructuras (tallos, hojas, raíces, flores, frutos y semillas). Tanto en las plantas como en los ecosistemas puede permanecer durante mucho tiempo, ya sea en la madera que sostiene a los árboles o en la hojarasca que cubre y nutre el suelo. No obstante, también puede pasar como alimento a los herbívoros. El carbono regresa a la atmósfera por la respiración y digestión de los animales o por la descomposición de sus desechos y de los restos vegetales y la hojarasca (Martínez, 2008). Así se cierra este ciclo.

La segunda fase del ciclo del carbono es la llamada geológica, y es mucho más lenta. El bióxido de carbono que está libre en la atmósfera puede disolverse en el océano. Ahí se transforma en bicarbonato y se puede combinar con el calcio para formar grandes acumulaciones de roca caliza. De esta forma, el carbono se integra a la corteza terrestre y constituye la mayor reserva de carbono en todo el ciclo. Después de mucho tiempo, la actividad de los volcanes o la disolución de las rocas calizas (por ejemplo, por efecto el agua de lluvia) regresan el carbono a la atmósfera en forma de gas, es decir, como  $\text{CO}_2$  (Garduño, 1998). Y así se cierra el ciclo geológico. El punto de unión más importante de ambas fases del ciclo es justamente la atmósfera, de donde la vegetación y los océanos absorben el carbono, ambos en forma de dióxido de carbono.

Los seres humanos hemos introducido más carbono y más rápidamente en el ciclo a través de actividades como la destrucción de los bosques, las selvas o los pastizales,

la quema de carbón, petróleo o gas natural y la cría de ganado. Sin embargo, aunque los océanos y la vegetación atrapan una gran cantidad, no pueden absorber todo el excedente a la misma velocidad que se produce, lo que ha hecho que la concentración de éste y otros GEI siga creciendo en la atmósfera (Tudela, 2004; *Cambio Climático*, 2003).

*Emisiones en México.* De acuerdo con el último Inventario Nacional de Emisiones de GEI, en 2002 se produjeron poco más de 553 millones de toneladas de GEI. El panorama resulta más preocupante al considerar que estas emisiones se han incrementado en los últimos años: la emisión del 2002 fue 30% mayor que la estimada 12 años antes, en 1990. En el 2002, la principal fuente de gases de efecto invernadero en México fue el sector energía, responsable de cerca de 70% de las emisiones (Ruiz y Cruz, 2004). En este sector se incluye el consumo de los combustibles fósiles, indispensable para mover los autos y otros transportes y para la generación de electricidad.

Otros procesos industriales –como la producción del cemento, vidrio, acero, papel, alimentos y bebidas, entre otros–, contribuyeron con alrededor de 9% de las emisiones totales de GEI del país. Por su parte, las actividades agropecuarias, de las que se obtienen los granos, frutas y carnes, generan también dos gases de efecto invernadero: el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), que contabilizaron el 8% de las emisiones nacionales de GEI. Estos gases se derivan de la fermentación de los alimentos en el sistema digestivo del ganado, del estiércol y su manejo, así como de cultivos como el arroz y de procesos naturales que ocurren en el suelo (Martínez, 2008).

Por último, los desechos domésticos e industriales también emiten GEI. Las aguas residuales municipales e industriales emiten metano y óxido nitroso por la descomposición de la materia orgánica, mientras que cuando se queman residuos también se liberan  $\text{CO}_2$  y óxido nitroso a la atmósfera. También, el manejo de los residuos y el tratamiento de las aguas residuales, a pesar de sus indudables beneficios, generan GEI: las emisiones por estos conceptos contabilizaron cerca del 12% del total de las emisiones en el país en 2002 (Ruiz y Cruz, 2004).

Hay otra fuente de emisión que también es muy importante: el cambio de uso del suelo y la silvicultura. Esta fuente incluye básicamente las emisiones generadas por la vegetación natural, las actividades que promueven el cambio de los ecosistemas naturales terrestres a cubiertas agrícolas, ganaderas o urbanas, y las relacionadas con la explotación forestal. Por más extraño que resulte, los ecosistemas terrestres

—como los bosques y selvas— también liberan grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmósfera. De hecho, de manera natural los bosques maduros pueden liberar CO<sub>2</sub> en magnitud comparable al oxígeno que producen por la fotosíntesis (Lozano García, 2004).

Por otro lado, cuando la vegetación natural es removida y quemada para convertir el terreno en potreros, campos de cultivo, e incluso, zonas urbanas —lo que se conoce técnicamente como “cambio de uso del suelo”—, también se liberan GEI. Para muchos campesinos o propietarios de terrenos con árboles o arbustos, frecuentemente la manera más sencilla de limpiarlos es usar el fuego, con lo que una gran parte del carbono almacenado en la madera y las hojas, así como en la hojarasca del suelo, es convertido rápidamente en CO<sub>2</sub> y liberado a la atmósfera. En otras ocasiones se corta la vegetación existente y simplemente se deja descomponer, con lo que también se generan GEI. Dado que en México la deforestación ha mantenido valores altos en las últimas décadas, los ecosistemas terrestres representan una fuente significativa de las emisiones de este tipo de gases (Oropeza, 2004; Conde *et al.*, 2004).

El último inventario en México indica que el uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura aportan alrededor de 14% de las emisiones nacionales de GEI, lo que alcanza aproximadamente 643 millones de toneladas, es decir, cerca de 90 millones de toneladas más que el primer estimado (553 millones de toneladas) (Ruiz y Cruz, 2004; Tudela, 2004).

Los datos publicados para México son del año 2002; en el nuevo inventario de emisiones con datos del año 2006, las cifras preliminares indican que en ese año la emisión de GEI fue de aproximadamente 626 millones de toneladas, sin considerar el uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura. Esto significa un incremento del 11% respecto al año 2002 (Tierramérica, 2010; Martínez, 2007).

El patrón de emisiones en México es muy similar al promedio mundial: la principal fuente es el sector energía, seguida por el uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura. Es innegable que se ha emitido una gran cantidad de gases de efecto invernadero a la atmósfera, y ésta ha sido más intensa a partir de la Revolución Industrial iniciada en el siglo XVIII; tan sólo en los últimos cincuenta años las emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub> fueron del orden de 898 mil millones de toneladas (Magaña *et al.*, 2004).

*Las evidencias del cambio climático.* A pesar de que el cambio climático global es aún tema de acaloradas discusiones, las principales academias de ciencias del mundo,

así como el grupo de especialistas del denominado Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), han llegado a la conclusión de que existen claras evidencias de que el calentamiento que se ha registrado en los últimos cincuenta años puede ser atribuido a los efectos de las actividades humanas (Lozano García, 2004; Cambio Climático, 2003).

Pero ¿por qué si las actividades humanas datan de varios miles de años atrás no se había generado antes el calentamiento de nuestro planeta? Esto se debe a que no fue sino hasta el inicio de la era industrial –cuando se intensificó el consumo de combustibles fósiles– que la emisión de GEI se incrementó de manera significativa. En la época preindustrial (antes del año 1750), cuando las actividades productivas se basaban en el trabajo humano y no en máquinas que consumían grandes cantidades de combustibles fósiles, la concentración de CO<sub>2</sub> era 38% menor a la actual (280 partes por millón en contraste con las 385 ppm alcanzadas en 2008). De hecho, las concentraciones de CO<sub>2</sub> registradas en muestras de 650 mil años de antigüedad son menores a las actuales, ya que no alcanzan las 300 partes por millón (Garduño, 2004).

La evidencia más contundente de que el cambio climático está ocurriendo es el incremento de la temperatura, aunque también se han observado importantes alteraciones en otros elementos del clima, como la precipitación y la humedad (Martínez, 2008).

*Temperatura.* La elevación de la temperatura en los últimos cincuenta años coincide con el aumento en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. El incremento de la temperatura terrestre y marina promedio fue de 0.74 °C entre el año 1906 y 2005. Definitivamente, el planeta se está calentando: la National Aeronautics and Space Administration (NASA) informó que los cinco años más calurosos desde 1890, en magnitud descendente, han sido 2005, 1998, 2002, 2003 y 2004 (Tierramérica, 2010). Este calentamiento también se ha notado en la ocurrencia de años en los que se alcanzan temperaturas “récord”.

Durante los últimos 10 mil años la humanidad se ha desarrollado en una franja estrecha de variación de temperatura. Si la Tierra alcanzara valores por fuera de ese rango es posible que las consecuencias para el ambiente y la sociedad sean graves. Desafortunadamente, las predicciones sobre el aumento de la temperatura en los siguientes cien años parecen ir en ese sentido. No obstante, el incremento actual de la temperatura no ha sido igual en las diferentes regiones del planeta. El Ártico, por ejemplo, se ha calentado más que el resto del planeta en los últimos cien años. Por

su parte, las regiones terrestres han incrementado sus temperaturas más rápido que los océanos, siendo más acelerado en Norteamérica, Europa y Asia (NatGeo, 2010).

*Humedad y precipitación.* Podría pensarse que un clima cálido es más agradable que uno templado y que no habría ningún problema si la temperatura aumentara. Pero no es así; el cambio en la temperatura frecuentemente viene acompañado por cambios en la humedad atmosférica y, en consecuencia, en el régimen de lluvias. Ambos cambios tienen efectos en eventos tan importantes como la formación de huracanes y la ocurrencia de inundaciones. El vapor de agua total en el aire sobre los océanos aumentó 1.2% por década, lo que ya podría estar reflejando en cambios en las precipitaciones, tanto en forma de lluvia como de nieve. En el último siglo se han incrementado significativamente las precipitaciones en las zonas orientales de América del Norte y América del Sur, Europa septentrional, Asia septentrional y el este de Australia. Con respecto a la intensidad de las lluvias, el IPCC indica que es probable que se hayan incrementado en muchas regiones de la Tierra a partir del año 1950, incluso en las regiones donde se redujo la cantidad total de precipitación. En contraste, se han registrado sequías más intensas y prolongadas a partir de 1970, principalmente en los trópicos y subtrópicos, destacando las regiones desérticas de África y América del Sur (Garduño, 1998; Jáuregui, 2004).

¿Qué consecuencias genera el cambio climático? Debido a que todos los elementos del ambiente están relacionados entre sí, alterar uno de ellos origina cambios en los restantes, algunas veces imperceptibles y otras muy evidentes. A lo largo de la historia de la Tierra se han registrado cambios en el clima, pero tomaron cientos o miles de años en presentarse. De acuerdo con los registros disponibles, ningún cambio había sido tan rápido como el actual (Lozano García, 2004). Algunas de las consecuencias más importantes del cambio climático sobre algunos de los elementos del ambiente son:

*Deshielos* Como consecuencia del calentamiento global, uno de los impactos observados más impresionantes ha sido el derretimiento de los glaciares. Los glaciares son enormes masas de hielo que cubren las cimas de algunas montañas y volcanes o inmensas extensiones sin montañas, –como en Groenlandia y la Antártida–, que se han formado por la acumulación gradual de nieve a través de cientos o miles de años. Es tal la magnitud de su extensión y profundidad, que son el mayor reservorio de agua dulce en el planeta.

En poco menos de treinta años, la capa de hielo del Ártico se redujo unos 950 mil kilómetros cuadrados, esto es, cerca del 20% de su superficie; esta superficie

equivaldría aproximadamente a la mitad del territorio mexicano. En el continente Antártico, en el año 2002 se fracturó la llamada plataforma Larsen B, con lo que se desprendió y posteriormente se fundió en el mar una masa de hielo de 3 mil 240 kilómetros cuadrados, esto es, una superficie poco mayor a dos veces la del Distrito Federal. Desafortunadamente estos ejemplos no son casos aislados, pues los reportes de grandes fracturas en los glaciares continúan: a principios de 2009, el puente de hielo que unía la plataforma Wilkins con la península Antártica se fracturó, desprendiéndose cerca del 25% del total de la plataforma (Tierramérica, 2010; NatGeo, 2010).

Los deshielos no sólo han afectado al Ártico y la Antártica, sino también a las zonas frías y con hielos perpetuos que se hallan en las zonas altas de montañas y volcanes. La cobertura de los glaciares montañosos y la nieve ha disminuido en ambos hemisferios: sólo en el norte, el área máxima cubierta por hielos estacionales se ha reducido cerca de 7% desde 1900. Por ejemplo, los glaciares de los Alpes suizos perdieron un tercio de su superficie y al menos la mitad de su masa en el periodo entre 1850 y 1980. Tan intensa ha sido esta pérdida que durante el verano del año 2003 se perdió 10% de la masa de sus glaciares permanentes. Y según los pronósticos su situación no mejorará: los científicos han calculado que, para el año 2050, el 75% de los glaciares de los Alpes podrían haber desaparecido (Gay y Estrada, 2007).

En las regiones tropicales también hay glaciares localizados sobre las cordilleras o en los volcanes más altos. Y obviamente, estos también están siendo afectados por el cambio climático. Se calcula, por ejemplo, que desde comienzos de 1970 el área superficial de los glaciares de Perú se ha reducido entre 20 y 30%. El Glaciar Chacaltaya de Bolivia ha perdido el 82% de su superficie, mientras que otros glaciares más pequeños ya han desaparecido por completo (Tierramérica, 2010).

También en México hay glaciares: se encuentran en las zonas altas del Iztaccíhuatl, Popocatepetl y Pico de Orizaba, y también han sido afectados por el cambio climático. Según datos disponibles (Martínez, 2008), los glaciares del Iztaccíhuatl ya han sufrido reducciones tanto en su superficie (de hasta 40% en un periodo de veinte años) como en su profundidad (en 1999 era de 70 metros y para el 2004 se había reducido a 40 metros). En el Pico de Orizaba y el Popocatepetl, los volcanes más altos del país, la tendencia es similar, pero en este último la reducción ha sido posiblemente acelerada aún más por la actividad volcánica de los últimos años. Si se mantiene la velocidad a la cual se han reducido los glaciares del Iztaccíhuatl y Pico de Orizaba, es posible que desaparezcan por completo en los próximos 10 y 35 años, respectivamente (Gay y Estrada, 2007).

Con el derretimiento de los glaciares ocurren dos efectos. Primero, se pierden depósitos vitales de agua dulce para la población, ya que funcionan como reservorios naturales gratuitos, reteniendo el agua durante el invierno y liberándola poco a poco durante la primavera y el verano. En segundo lugar, los glaciares contribuyen a evitar que el planeta se caliente más, y no por ser de hielo, sino por su color blanco que refleja hacia el espacio una gran cantidad de luz. Al derretirse los glaciares, las superficies de colores más oscuros, como las del agua de mar y de los suelos que están por debajo del hielo quedan expuestas, por lo que absorben más radiación, se calientan y emiten radiación infrarroja que contribuye a calentar más la Tierra. El calentamiento adicional ocasionará, en consecuencia, que se derrita aún más hielo, como un círculo vicioso.

En el caso de los glaciares de montaña, el agua derretida puede seguir sus cursos naturales a través de los cauces de los ríos que corren por los continentes y finalmente desembocan al mar, o como en el caso de los de Groenlandia, escurrir directamente al mar. Esto es preocupante por dos razones: la primera, porque el inmenso volumen de hielo que podría derretirse y llegar al mar diluiría el agua salada a niveles peligrosos para el clima global, por su afectación a las principales corrientes marinas; y en segundo lugar, porque los océanos tenderían a elevar sus niveles (NatGeo, 2010).

*Cambios en el nivel del mar.* El derretimiento de los hielos terrestres en las zonas polares y en las montañas ha ocasionado que el nivel del mar se eleve. A este efecto, hay que agregarle también el calentamiento del agua de las últimas décadas que ha ocasionado que los mares y océanos, como todos los cuerpos que adquieren calor, se expandan e incrementen su nivel. Los registros sobre el cambio en el nivel del mar en algunos sitios del planeta, como los de Ámsterdam (Holanda), Brest (Francia) y Swinoujscie (Polonia), confirman la elevación acelerada del nivel del mar durante el pasado siglo XX (NatGeo, 2010). Aunque este incremento es consecuencia del cambio climático, también se le ha empleado como evidencia de este fenómeno global. No obstante, al parecer también hay afirmaciones muy autorizadas de que este fenómeno no es tal cual, o al menos no en la magnitud catastrófica en que se menciona (Mörner, 2010).

Los científicos calculan que en el periodo 1961-2003 se registró un incremento promedio de 1.8 milímetros por año, y que el aumento total en el siglo XX fue de 17 centímetros. Este valor del incremento podría parecer mínimo, pero no lo es. De hecho, resulta preocupante, pues muchos países en el mundo tienen ciudades ubicadas en las zonas costeras e incluso por debajo del nivel del mar, como es el caso

de Ámsterdam, en Holanda, que está cuatro metros por debajo del nivel del mar. Ello implica el riesgo de que millones de personas fueran susceptibles en el futuro próximo de sufrir las consecuencias de inundaciones por la invasión del mar.

*Eventos extremos.* Aunque no hay una definición precisa, los “eventos extremos” son aquellos fenómenos climáticos, de gran intensidad y poca frecuencia, que tienen efectos ambientales y sociales adversos, ya sea regional o localmente. Ejemplos de ellos son los huracanes, tornados, sequías, heladas o granizadas, a través de los cuales se hacen más evidentes y cercanos los efectos del cambio climático. Las tormentas intensas provocan inundaciones, así como pérdidas materiales y de vidas humanas (Garduño, 1998). Como ejemplo reciente se tiene el ocurrido en julio de 2005, en Bombay, India, donde cayeron 940 milímetros de lluvia en tan sólo 24 horas.

En México ya se han vivido situaciones similares: en los estados de Tabasco y Chiapas ocurrieron graves inundaciones en 2007 a causa de las fuertes lluvias, las más graves registradas en los últimos cincuenta años, y que dejaron tan sólo en Tabasco, un total de 500 mil damnificados y 100% de pérdidas en los cultivos. Así como se han observado lluvias muy intensas, en otras regiones del mundo ha llovido menos de lo habitual (Gay y Estrada, 2007). Paradójicamente, una región comúnmente asociada con humedad permanente, la selva del Amazonas en Sudamérica, en 2005 vivió una sequía que dejó sin agua los lechos de varios de sus afluentes; una situación muy poco común, y poco probable pero perfectamente posible (Tierramérica, 2010).

Por otro lado, en los últimos años han ocurrido huracanes que han ocasionado no sólo pérdidas humanas y materiales considerables, sino también daños importantes a los ecosistemas naturales: *Emily* en Yucatán, *Katrina* en el sureste de Estados Unidos y *Stan* y *Wilma* en el sureste de México. En Hidalgo, Puebla, Oaxaca y Veracruz se estima que el huracán *Stan* generó en 2005, pérdidas por mil 934 millones de dólares, mientras que el huracán *Wilma*, en el mismo año, produjo daños por mil 724 millones de dólares y dañó el 98% de la infraestructura en la costa sur de la península de Yucatán. El huracán *Katrina*, que golpeó Nueva Orleans en 2005, causó pérdidas de al menos 60 mil millones de dólares (Tierramérica, 2010).

En los últimos años se han registrado cada vez un mayor número de huracanes intensos, es decir, de las categorías 4 y 5 de la escala Saffir-Simpson, los cuales se caracterizan por vientos superiores a 210 kilómetros por hora que pueden destruir tejados, inundar las plantas bajas de los edificios cercanos a la costa e, incluso, requerir la evacuación de la población.

La ocurrencia de huracanes se suma al resto de desastres naturales que aparecen repetidamente como noticias. De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial, el número de víctimas en el mundo por desastres naturales aumentó de 147 millones a 211 millones entre 1991 y el año 2000. Muchos de los desastres han estado relacionados con el agua: del total, alrededor del 90% estuvo relacionado con este factor, y de estos 50% involucró inundaciones, 28% epidemias y 11% sequías, estimándose la magnitud de los daños en cerca de 200 mil millones de dólares. Los desastres se ubicaron principalmente en Asia y África (35 y 29%, respectivamente), aunque en América y Europa también ocurrió un importante número. Las inundaciones afectaron la vida de alrededor de 68 millones de personas en Asia oriental y de 40 millones en Asia meridional. En el África subsahariana, 10 millones de personas se vieron afectadas por sequías y dos millones por inundaciones (*Cambio Climático*, 2007).

Aunque los desastres climáticos están afectando cada vez a más personas en el mundo, la gran mayoría de las víctimas vive en países en desarrollo. Se estima que, entre el año 2000 y el 2004, una de cada 19 personas que vivía en países en desarrollo fue afectada anualmente por alguno de estos eventos. En contraste, en los países desarrollados la cifra es muy diferente: las afectaciones sólo dañaron a uno de cada mil 500 habitantes (NatGeo, 2010).

*Efectos en agricultura y pesquerías.* En 1998 hubo por largos meses un intenso calor. Ese año fue uno de los más cálidos del siglo por efecto del fenómeno de *El Niño*, el cual a su vez ha sido afectado por el cambio climático, incrementando su frecuencia e intensidad. Tanto en México como en otras regiones del planeta disminuyeron y se retrasaron las lluvias, lo que provocó una grave sequía que afectó a diferentes actividades productivas, entre ellas la agricultura, la ganadería y la pesca: en 2005, que ha sido el año más caliente de los últimos cien años, el retraso en las lluvias de verano resultó en una caída de más de 13% en la producción agrícola del país: resultaron afectadas 669 mil hectáreas de cultivo, y los costos totales de la sequía ascendieron a cerca de 779 millones de pesos (Varady *et al.*, Tierramérica, 2010).

El cambio climático no sólo afecta los volúmenes de producción, sino también la calidad. A pesar de que se ha manejado que la agricultura puede ser beneficiada por los efectos del cambio climático, la realidad es que no es del todo cierto o al menos no en todos los casos. Una elevada concentración de CO<sub>2</sub>, si bien provoca que en el corto plazo algunos cultivos sean más productivos, también genera que su valor nutritivo se vea afectado negativamente, pues se ha detectado que el incremento de

CO<sub>2</sub> en el aire reduce la concentración de proteínas en diversos tipos de cultivo; por ejemplo, en la cebada, el arroz, el trigo y la papa se detectaron disminuciones de entre 10 y 15% (Tudela, 2004; Romo Santos, 2009; Conde *et al.*, 2004).

*El efecto del cambio climático en la biodiversidad.* La biodiversidad, que los científicos definen como la variabilidad que existe entre los organismos de una especie, entre especies y entre ecosistemas, tampoco es ajena a los efectos del cambio climático. Conforme la temperatura, la precipitación y otras variables ambientales cambian, se siguen descubriendo y documentando las consecuencias sobre muchas especies de plantas, animales y ecosistemas (Arriaga y Gómez, 2004). Es así como el cambio climático se suma, junto con la deforestación, la sobreexplotación de los recursos naturales y la contaminación, entre otras actividades humanas, a la lista de factores que impulsan la más grave crisis que vive la biodiversidad desde la extinción de los dinosaurios. Es de tal magnitud el problema que el IPCC señala que de las especies que se han estudiado, alrededor del 50% ya se han visto afectadas por el cambio climático (Lozano García, 2004).

Los efectos del cambio climático sobre la vida del planeta son explicables si se tiene en cuenta que los organismos de todas las especies viven en condiciones ambientales particulares que, de modificarse significativamente, impiden su sobrevivencia y reproducción. Por ejemplo, las ranas de los bosques de niebla.

Estos anfibios dependen de la alta humedad ambiental que existe en las áreas donde se encuentran estos ecosistemas para conseguir su reproducción, debido a que sus huevos se depositan y se desarrollan sólo en sitios muy húmedos. Si esta humedad ambiental se reduce durante largos periodos –como ya ha sucedido en algunas regiones tropicales–, los adultos no tienen descendencia, ya que sus huevos se desecan y mueren rápidamente. A la fecha, los biólogos creen que por esta y otras causas ya se han extinto 74 especies de ranas de los bosques de niebla del mundo.

Los efectos del cambio climático sobre la vida pueden observarse a distintos niveles, que van desde respuestas de los organismos a nivel individual, en las interacciones con otras especies, en la amplitud de su distribución geográfica e, incluso, en la de los propios ecosistemas.

A nivel fisiológico, la mayor concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y en los océanos ha tenido consecuencias importantes en los procesos de alimentación y crecimiento de muchas especies. Algunas especies de árboles y de plantas alpinas, por ejemplo,

se han beneficiado debido a que han sido capaces de absorber e integrar a sus tejidos una mayor cantidad de bióxido de carbono, lo que las ha hecho crecer más rápido. Este efecto también se ha observado en algunas de las especies de importancia agrícola, como la caña de azúcar, las cuales han aumentado su productividad. Sin embargo, aún no se sabe si este efecto será duradero, debido a otras limitaciones que podrían restringir el crecimiento de estas especies.

En el caso de algunas especies marinas, el efecto ha sido contrario. El CO<sub>2</sub> atmosférico, al disolverse en el agua, hace que ésta se vuelva más ácida, lo que disminuye el crecimiento de animales como los corales y los moluscos, a quienes les resulta más difícil tomar el calcio del agua para construir sus esqueletos y conchas, respectivamente. A pesar de que esta acidificación ha sido mínima a la fecha, para algunos grupos como los corales, por su sensibilidad, puede ser significativa sobre todo si se combina con otros factores de disturbio.

El aumento de la temperatura de los océanos también produce el llamado “blanqueamiento del coral”. Cuando la temperatura del mar aumenta, las algas abandonan los corales, lo que los deja sin color y permite observar por debajo del tejido su blanco esqueleto de carbonato de calcio, el cual da nombre al fenómeno. El blanqueamiento puede ser revertido y los corales pueden recuperar su estado de salud si el incremento de la temperatura marina no ha sido muy alto y si otras algas entran en asociación con el coral, pero si transcurren periodos largos de altas temperaturas –con incrementos iguales o mayores a 3 °C-, los corales mueren (NatGeo, 2010).

*Plagas Forestales y el cambio climático* Las altas temperaturas del año 1998, uno de los más calientes en el mundo, ocasionaron que alrededor del 16% de los arrecifes del mundo sufrieran del fenómeno de blanqueamiento o murieran. En algunas regiones el efecto fue más severo: en el océano Índico, por ejemplo, se decoloró 46% de los arrecifes coralinos, mientras que en el Pacífico mexicano se registró una mortalidad de corales que fluctuó entre el 18 y 70%. Las altas temperaturas del mar dejan como consecuencia arrecifes degradados, empobrecidos en especies de coral y de todas aquellas que dependen de ellos, es decir, peces, crustáceos y moluscos (*Cambio Climático*, 2003). Por lo sensibles que son al incremento de la temperatura y la acidificación de los mares, se considera a los arrecifes de coral como uno de los ecosistemas más vulnerables al cambio climático, y como indicadores de la gravedad del fenómeno.

Hay muchos otros servicios derivados de la biodiversidad. Por ejemplo, la vegetación natural captura parte del bióxido de carbono emitido por los vehículos e industrias,

lo que ayuda a la reducción de la concentración de GEI en la atmósfera y, por tanto, al efecto de calentamiento global del planeta. Otros ejemplos de servicios ambientales son: la regulación del clima local, la captación y el mantenimiento de la calidad del agua, el control de las plagas y enfermedades, la descomposición de los residuos que producimos, la formación y la fertilidad de los suelos y la polinización de los cultivos que realizan las abejas, mariposas, murciélagos y otros animales.

La pérdida de la biodiversidad, ya sea debida al cambio climático, o a su efecto combinado con el de la deforestación, la sobreexplotación de los recursos o la contaminación, entre otros, puede tener efectos negativos muy importantes, debido básicamente a la pérdida de los servicios ambientales que brindan los ecosistemas de manera gratuita. Incluso, es probable que se pierda también la capacidad propia que tienen los ecosistemas para regular el clima, como en el caso de los bosques y las selvas (Ruiz y Cruz, 2004; Arriaga y Gómez, 2004).

¿Cómo sería el futuro con cambio climático? El clima es un fenómeno tan complejo y en el cual intervienen tantos factores, que es difícil esperar una certeza absoluta en su pronóstico.

Desde que los científicos se dieron cuenta de que la temperatura promedio de la superficie del planeta podría alterarse por el cambio en la concentración atmosférica de los GEI, comenzaron a hacer cálculos. Les interesaba saber, básicamente, qué temperaturas podrían alcanzarse en la Tierra con ciertas concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Las ecuaciones matemáticas que ocupaban eran relativamente sencillas al principio –hace más 110 años–, tanto por el poco conocimiento que tenían de cómo funcionaba el clima, como por la dificultad de hacer muchas operaciones sin computadoras. Con el paso del tiempo y con mejores herramientas, las ecuaciones fueron complicándose más e incluyeron nuevas variables que también se consideraron importantes, y que ahora permitían “simular” de mejor manera y en súper computadoras, el comportamiento del sistema climático global (Garduño, 1998).

Sus resultados han permitido entender qué consecuencias podrían derivarse del aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, y con ello desarrollar distintos escenarios, entre los que destacan los realizados por el IPCC. En México también se han hecho esfuerzos para generar posibles escenarios y, aunque aún están en fase de desarrollo y mejoramiento, las predicciones nacionales van muchas veces de la mano con las mundiales (Martínez, 2008).

*En el mundo.* El Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, de 2007, incluye conclusiones muy preocupantes. Se plantea que de seguir la tendencia actual en la emisión de los gases de efecto invernadero, en el año 2100 la concentración global de CO<sub>2</sub> podría ser de entre 540 y 970 partes por millón. Para poner este dato en perspectiva, la concentración actual es de 385 partes y en la época preindustrial era de tan sólo 280 partes por millón (Magaña, 2004).

Este incremento en la concentración de los gases de efecto invernadero no irá sólo, sino que también afectará la temperatura. Según el IPCC, para la última década del siglo XXI, la temperatura promedio mundial podría aumentar entre 1.8 y 4 °C. Es posible que este incremento de temperatura parezca pequeño o poco significativo, pero 5°C por debajo de la temperatura promedio actual fueron suficientes para mantener a una gran parte de Europa, Asia y Norteamérica bajo una inmensa masa de hielo hace más de 11 mil 500 años, durante la última de las glaciaciones (NatGeo, 2010).

La concentración de GEI en la atmósfera, así como las temperaturas del aire y del mar, están conectadas de manera muy estrecha con otros elementos del ambiente, por lo que resulta ingenuo imaginar que las consecuencias del cambio climático en el futuro se limitarán al cambio de la temperatura promedio. Se sabe ahora con relativa confianza que se afectarán los regímenes de precipitación, los hielos presentes en los polos y en las cimas de volcanes y cordilleras, el nivel del mar y las especies y sus ecosistemas, incluidos los humanos. De hecho, mucha de la preocupación alrededor del cambio climático está en cómo se verán afectados los elementos de la vida diaria, tales como la alimentación (debido a la caída de la producción agrícola y pesquera; Romo Santos, 2009), la salud (por el aumento en los casos de enfermedades transmitidas por vectores, como la malaria) y la seguridad (con el aumento, por ejemplo, de las víctimas mortales por huracanes y tormentas).

Así, se pronostica que cualquier incremento de la temperatura (independientemente de si sube uno o 5 °C) provocará que aumente el número de personas en el mundo que sufran escasez de agua. En el caso de los alimentos, en las latitudes bajas del planeta, la producción de cereales podría reducirse si el aumento de la temperatura promedio alcanza los 2 o 3 °C (IMTA, 2007; Mendoza *et al.*, 2004). En esta última condición térmica, podría presentarse una mortalidad generalizada de los

corales en los océanos de todo el planeta. También las enfermedades infecciosas transmitidas por vectores podrían ampliar su área de distribución con el aumento de la temperatura global: en el 2050, en áreas anteriormente libres de malaria, como el sur de Estados Unidos y el norte y este de Australia, podrían registrarse casos de esta enfermedad (*Cambio Climático*, 2003).

Desde luego, los impactos en los elementos del ambiente no serán los mismos ni tendrán la misma intensidad en todas las regiones del mundo. Es probable que cada una de ellas, por sus características y condiciones particulares, sufra el cambio climático y sus consecuencias de manera distinta. En Latinoamérica, Europa y Oceanía, por ejemplo, se pronostica una reducción importante de la biodiversidad; la disponibilidad de agua podría decrecer en casi todas las regiones, con excepción de las zonas polares, y las inundaciones en las zonas costeras afectarían especialmente a Europa, Asia y Oceanía.

*En México.* Se han realizado algunos estudios con la intención de conocer la vulnerabilidad ante el cambio climático global. Los expertos han previsto que la temperatura promedio de México en el año 2020 podría ser entre 1.5 y 2.5 °C mayor que la actual y podría llegar hasta los 2 y 4 °C para el año 2080, con variaciones regionales: la región norte sería la que probablemente registre los mayores incrementos en la temperatura (Martínez, 2008; IMTA, 2007).

Junto con la temperatura del aire, la de los mares nacionales también será mayor en el futuro: en el Caribe, Golfo de México y Pacífico podría aumentar entre 1 y 2°C a partir del año 2020. Como consecuencia, es altamente probable que los huracanes aumenten en intensidad y, con ello, sus efectos sobre las poblaciones humanas y los ecosistemas cercanos a las costas; los huracanes obtienen su fuerza de la condensación del aire húmedo que existe sobre las aguas oceánicas, por lo que, al ser más calientes, evaporarán más agua y fortalecerán a este tipo de ciclones tropicales. Los científicos esperan que los huracanes de las categorías 4 y 5 en la escala Saffir-Simpson, es decir, los más fuertes, aumenten en frecuencia y tengan un mayor riesgo e impacto sobre las costas del país (Gay y Estrada, 2007).

Los huracanes no serán la única consecuencia del calentamiento del agua de los océanos; también se prevén inundaciones por el incremento del nivel del mar. Algunas zonas del país se verían muy afectadas si ocurriera un incremento entre 1

y 5 metros del nivel del mar: estas inundaciones tendrían efectos importantes tanto en ecosistemas como en localidades. Según algunas estimaciones, en México existen alrededor de veinte millones de habitantes viviendo en zonas susceptibles de sufrir eventos extremos como inundaciones y huracanes.

En lo que se refiere a las lluvias, los resultados de los estudios sugieren que podrían reducirse en el invierno hasta 15% en las zonas del centro de México y 5% en el Golfo, e incluso, es probable que se retrase su inicio en gran parte del país (Martínez, 2008). Además, el número de tormentas severas podría aumentar, es decir, que esos eventos en los que llueve de manera torrencial y que causan inundaciones y deslaves, sean más frecuentes y más intensos.

En contraste, se espera que también se presenten periodos de sequía más extremos y prolongados. Lo anterior significa que la escasez de agua que ya se sufre en la mayor parte del país se agravará seguramente con el cambio climático. Actualmente ya la presión hídrica es muy fuerte, principalmente en la región noroeste y en la cuenca del Valle de México. Según algunos estudios, si se considera el desarrollo social y económico del país, así como los escenarios previstos de cambio climático, se obtiene que la cantidad de agua de la que se puede disponer entre los años 2020 y 2030 pudiera disminuir hasta 10% respecto a la que se tenía en el 2000. Bajo este escenario, tanto Baja California como Sonora pasarán a una situación crítica de agua. Otras zonas del país también incrementarán sensiblemente su presión sobre los recursos hídricos, aunque a niveles menos críticos (IMTA, 2007).

Los ecosistemas mexicanos también podrían sufrir por el cambio climático. Las principales causas serán los aumentos de la temperatura (con el riesgo de provocar mayores y más intensos incendios forestales), las alteraciones del ciclo hidrológico (observadas como cambios en la cantidad, frecuencia y temporada de lluvias) y por los eventos meteorológicos extremos (como los huracanes, inundaciones y sequía, que debido a su mayor frecuencia podrían retardar la regeneración natural de los ecosistemas) (Mendoza *et al.*, 2004).

Los efectos del cambio climático serán diferentes dependiendo del tipo de ecosistema. Según un estudio incluido en la Tercera Comunicación Nacional de Gases de Efecto Invernadero de 2006, los tipos de vegetación que podrían registrar los mayores cambios en sus superficies son los pastizales, matorrales de las zonas

áridas y bosques de encino, tres ecosistemas importantes y ricos en biodiversidad (Varady *et al.*, 2009). Los escenarios futuros son preocupantes, pues los estudios sugieren que entre el 53 y 62% de la vegetación podría estar sujeta a condiciones ambientales distintas a las que vive hoy día, por lo que las selvas, bosques templados y muchos otros de los ecosistemas mexicanos también sufrirán los efectos del cambio climático.

De la mano con la reducción de la superficie de algunos ecosistemas estarán los cambios en la distribución de las especies. Un estudio realizado por el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Nacional de Ecología de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) evaluó el posible impacto que el cambio climático podría tener sobre cuarenta especies de vertebrados endémicos del país. Los resultados obtenidos mostraron que las especies que viven en el altiplano central podrían sufrir una reducción importante de sus hábitats por efecto del cambio climático, como es el caso del perrito de la pradera (*Cynomys mexicanus*), un roedor de los pastizales abiertos. El mismo estudio incluyó el posible impacto de la deforestación, encontrando que en algunos casos sería menor que el ocasionado por el cambio climático (Lozano García, 2004).

Como consecuencia de la disminución en la disponibilidad del agua en el país, la producción de alimentos también podría afectarse. Los expertos indican que para el año 2020 la superficie con condiciones adecuadas para el cultivo de maíz de temporal podría contraerse; particularmente, Sonora sería el estado más afectado. A pesar de que existen diferencias en las estimaciones, varios estudios concuerdan en que, para el año 2050, habrá cambios en la aptitud para cultivar maíz en aproximadamente el 40% de la superficie del país. Un estudio sobre los costos económicos del cambio climático en México prevé que para el año 2100, los del sector agropecuario serán de entre el 15 y 22% del Producto Interno Bruto (PIB) (Oropeza, 2004; Romo Santos, 2009).

Un efecto directo del cambio climático en la salud humana es el llamado “golpe de calor”, una situación en la que el cuerpo es incapaz de deshacerse del calor excedente y que puede causar la muerte, principalmente en los niños y las personas mayores (Hernández y Valdés, 2004). Los estados del país en los que se ha registrado una mayor mortalidad por esta causa están en el norte del país, siendo los más importantes Sonora y Baja California, donde tan sólo en 2007, causó la muerte de seis personas. De aumentar las temperaturas, episodios como estos podrían ocasionar muchas

más víctimas, quizá como ocurrió en Europa, en donde 35 mil personas, sobre todo adultos mayores, murieron en el verano de 2003.

Además de los golpes de calor, ciertas enfermedades infecciosas también podrían favorecerse por el calentamiento global. Según los indicios, se sabe que existe una relación directa entre el incremento en la temperatura ambiental y el número de casos de dengue, una enfermedad característica de las zonas tropicales, causada por virus transmitidos por una especie de mosquito. En México, de acuerdo con la Secretaría de Salud, esta relación se ha documentado en Veracruz, Nuevo León, Guerrero y Colima. En México, de acuerdo con la Secretaría de Salud, esta relación se ha documentado en Veracruz, Nuevo León, Guerrero y Colima. En estos dos últimos estados se ha calculado que por cada grado centígrado que la temperatura aumenta, los casos se incrementan entre 1.5 y 2%. Además del dengue, debe mencionarse que el paludismo –transmitido también por mosquitos, pero causado por un protozoario– y la enfermedad diarreica aguda –producida por una infección bacteriana– puede aumentar su incidencia en la población con el incremento de la temperatura (Tierramérica, 2010; Varady *et al.*, 2009).



## LAS PERSPECTIVAS DE LA SEQUÍA EN RELACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

A través del tiempo, se han comprobado las visiones señaladas en los reportes del IPCC (varias de las mencionadas en el Tercer Reporte se comprueban en el Cuarto Reporte), pues éstas ya se pueden observar en una variedad de sectores y ecosistemas. Existe un dato importante sobre la información plasmada en este Cuarto Reporte, y es que para elaborarlo se revisaron y actualizaron una extensa cantidad de bases de datos, mismas que tratan de documentar los impactos en los sistemas físicos y en los sistemas biológicos. En los sistemas físicos, por ejemplo, ya se ha dado el derretimiento del hielo polar y de los glaciares, así como los cambios en los regímenes de lluvia, y puede verse también en el problema de la distribución del agua. Sobre los sistemas biológicos puede hablarse de los que la mano del hombre toca menos, como es el caso de la biodiversidad y sobre los que interviene de manera frecuente, tales como los sistemas agrícolas (Gay y Estrada, 2007; Tierramérica, 2010).

Los resultados de la revisión de las miles de bases de datos y sus análisis, es que permiten comprobar, que en donde ha habido cambios, las alteraciones son consistentes con las previsiones del Reporte del 2001 (el Tercero). Como ejemplo se tiene el aumento en la frecuencia e intensidad de los eventos extremos en temperatura, la disminución del agua, problemas de desertificación, resequedad y aridez, así como ciclones tropicales más intensos. Estas manifestaciones dan una mayor claridad y una menor incertidumbre en relación a los impactos esperados de cambio climático (Oropeza, 2004).

Los escenarios futuros resultan estremecedores, porque se está previendo que si la temperatura se incrementa dos o tres grados, se perderá alrededor de un 20 o 30% de la biodiversidad conocida. Se prevé que si para finales del siglo XXI la temperatura aumentara 4 o 5 grados, el Amazonas podría desaparecer. Esto sería una verdadera catástrofe. Particularmente en el caso de Latino América es probable una pérdida

importante en biodiversidad y en agua, que haya mucha gente en condiciones de estrés hídrico y que acontecerán problemas serios con la agricultura (Tierramérica, 2010; Mendoza *et al.*, 2004). Por lo pronto, se estima que la producción de los cereales disminuirá y que quizá aumente un poco el cultivo de la soya en algunas regiones en Sudamérica como Argentina, pero en términos generales, la agricultura en América Latina y El Caribe se verá negativamente afectada y la producción va a estar comprometida, así como el sustento de millones de personas que dependen actualmente de ella (Gay y Estrada, 2007; Conde *et al.*, 2004).

Las condiciones de sequía e inundaciones van a ser más frecuentes y probablemente más intensas (IMTA, 2007; Chapela, 2004). Contrario a lo que se podría pensar, es muy probable que estos fenómenos ocurran en combinación. Es decir, primero podría presentarse una inundación que barre con la tierra y enseguida presentarse una sequía muy intensa, implicando, para la agricultura en particular, en que lo que no se perdió con la primera acción, sí se pierda con la segunda (Tierramérica, 2010).

Por tanto, es necesario hacer notar la urgencia de contar con planes efectivos y eficientes de alerta temprana y respuesta oportuna, programas de protección de suelo, políticas ambientales e investigación sobre estos problemas; la protección del medio ambiente es inobjetable. No basta con tener estadísticas, hay que convertirlas de inmediato en políticas públicas y procesos para su solución; debe actuarse ya. Si ahora no queremos darnos cuenta de lo que está sucediendo, más adelante será tarde para evitar las consecuencias y la adaptación será más costosa. Ahora todavía se está a tiempo de hacer algo al respecto (Tudela, 2004).

Eventos extremos en temperatura y precipitación más frecuentes. El último reporte del IPCC confirma que el cambio climático se manifestará también a través de:

- Ciclones tropicales más intensos.
- Aumento en el nivel del mar entre 0.18 y 0.54 metros.
- Aumento en la precipitación en latitudes altas y disminución en los subtropicos.
- Aumentos en la precipitación en regiones donde actualmente es abundante, y reducciones en precipitación en lugares donde existe escasa precipitación.

En la figura 4, las líneas continuas muestran los promedios de cambio en la temperatura global obtenidos mediante varios modelos de simulación climática. La línea naranja muestra el incremento en la temperatura global que se produciría si se mantuvieran

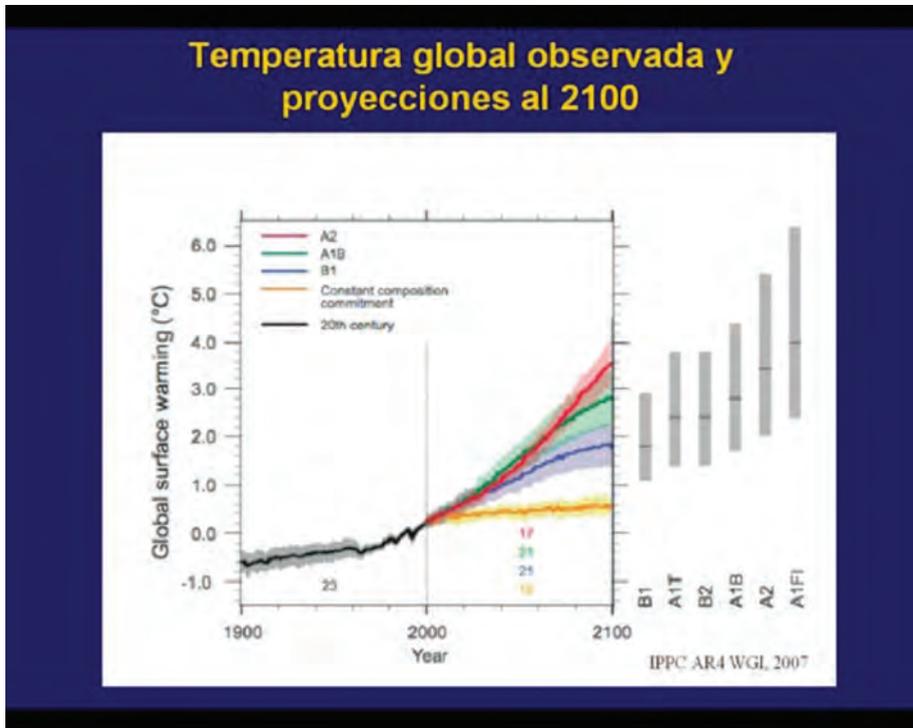


Figura 4. Probable evolución de las temperaturas atmosféricas globales, según los diversos escenarios de desarrollo futuro (Fuente: Gay y Estrada, 2007)

constantes las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero a niveles del año 2000. Todas las demás proyecciones, iniciando en el año 2000 y hasta el 2100, corresponden a mayores concentraciones atmosféricas de dichos gases que serían producidos por distintos escenarios de desarrollo socioeconómico globales para los próximos cien años. La A1FI por ejemplo, representa un desarrollo económico intensivo en combustibles fósiles y produce los mayores incrementos de temperatura (IMTA, 2007).

El tipo de desarrollo que siga el planeta y la tecnología que se desarrolle para lograrlo, involucrará mayores o menores emisiones de gases de efecto invernadero, y esto nos llevará a mayores o menores aumentos en la temperatura global. La familia de escenarios “A1” en términos generales, es un mundo que se desarrolla económicamente de una forma muy importante, y tiene un crecimiento de la

población, con un máximo a mitad del siglo XXI y que luego decae, pero es fuertemente tecnológico (Gay y Estrada, 2007):

AIT = Desarrollo tecnológico.

AIB = Desarrollo balanceado entre tecnologías limpias y combustibles fósiles.

AIF1 = Desarrollo basado en combustibles fósiles.

Esto señala que existen opciones para decidir qué tipo de desarrollo socioeconómico se quiere, y plantea ya que si se quieren evitar algunos impactos que son previsibles en el futuro es necesario actuar ahora. Es importante notar que ninguna de estas líneas de desarrollo es un futuro indefectible, sino que depende de las decisiones que como planeta se tomen y, es aquí donde entra la responsabilidad de la humanidad de construir el futuro más conveniente. Por ende, es indispensable la participación social para exigir a los políticos y tomadores de decisión la creación de políticas y estrategias, tanto para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y así evitar los escenarios más peligrosos, como para generar los recursos (humanos y materiales) para la adaptación que los distintos sectores necesitarán.

La incertidumbre en los escenarios de cambio climático es enorme *per se*. Por ejemplo, para el 2100, se plantea que la temperatura global aumente entre 1 y 6 °C. Sin embargo, es trascendental entender que la política es la única herramienta disponible para reducirla; sólo a través de ella se podrán eliminar los peores escenarios de cambio climático, cambiando el tipo de desarrollo global y las emisiones asociadas. Por esta razón, la incertidumbre no puede ni debe ser una justificación para no actuar o para aplazar la toma de decisión, sino todo lo contrario, y México debe asumir una política activa tanto en las negociaciones internacionales como a nivel nacional con el fin de asegurar que el desarrollo de nuestro país no se vea comprometido (Tierramérica, 2010).

China, por ejemplo, se está desarrollando de forma realmente acelerada, creando decenas de plantas carboeléctricas por año. *China es ya el segundo emisor de gases de efecto invernadero en el mundo*, tiene 1,300 millones de habitantes, que aspiran a niveles de desarrollo tan altos como los pueden tener los norteamericanos o los canadienses, y con la tecnología actual el planeta no lo soportaría. Es por ello que se insiste en que la política mexicana sea más inteligente, y tiene que estar concentrada en dos principales aspectos:

### 1. ADAPTACIÓN A LAS CONDICIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO

*Adoptar y establecer políticas internacionales*, que lleven a una reducción de emisiones, en particular de los mayores productores de las mismas, lo que implicaría negociar que países como Estados Unidos y China desistan de irse por el recorrido de desarrollo que han escogido. O en el peor de los casos, estudiar y definir estrategias para que asuman la responsabilidad y los costos de los daños que están experimentando la industria, la agricultura y la biodiversidad mexicana y mundial (Tudela, 2004).

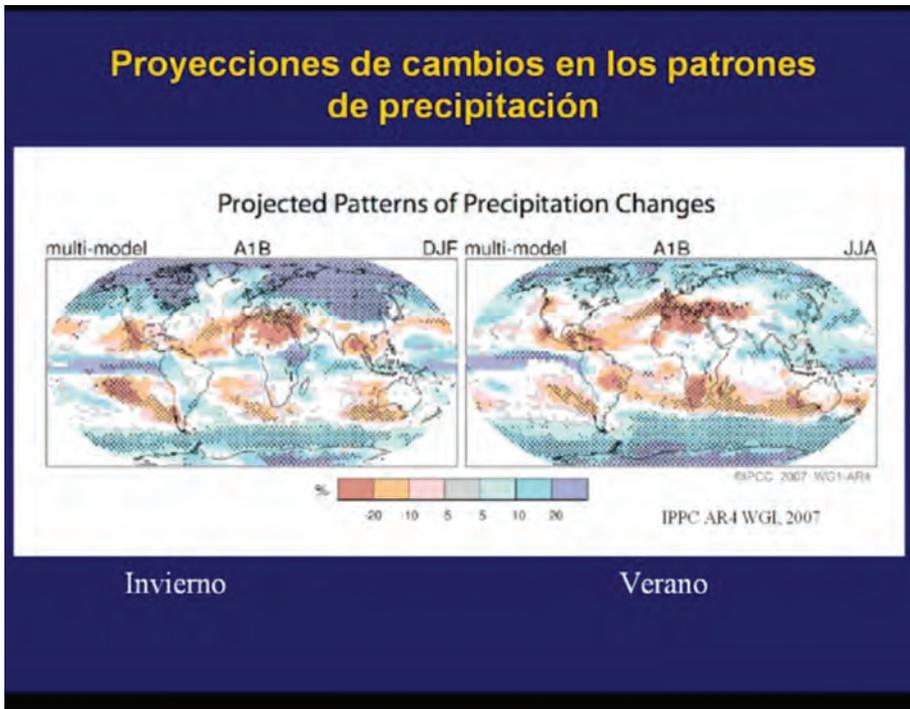


Figura 5. Escenarios de cambios en los patrones de precipitación mundial, de acuerdo con los modelos climáticos y escenarios de desarrollo (Fuente: Gay y Estrada, 2007)

En la figura 5, se representan los cambios de precipitación proyectados. Estas proyecciones están basadas en un escenario de desarrollo alto (A1B) con tecnología balanceada entre combustibles fósiles y energías alternativas, y fueron obtenidas a través de un ensamble de modelos de clima (Gay y Estrada, 2007; Martínez, 2008). Es un mundo optimista desde el punto de vista de la economía, con tasas altas de crecimiento, desarrollo tecnológico y mayor globalización.

De acuerdo con estas proyecciones, México se ve que está de color marrón, lo que significa que se encuentra en las regiones en las que se proyecta una disminución en la precipitación. El cuadro de la izquierda corresponde a la temporada de invierno y el de la derecha a la del verano. Los espacios ashurados indican que el 90% de los modelos coincidieron en términos del signo en el cambio de la precipitación.

## 2. IDENTIFICACIÓN Y PUESTA EN PRÁCTICA DE LÍNEAS ESENCIALES DE ACCIÓN SINÉRGICA (CHAPELA, 2004).

Este enfoque incluye diversos factores que, en conjunto, permiten garantizar la base de la producción primaria como forma fundamental para la captura de carbono en suelo y vegetación, proteger la cubierta vegetal y los ecosistemas como conjunto integral, adoptar patrones agro-pastoriles que incluyan mayor persistencia de la cobertura vegetal y mayor productividad primaria, y promover productos agropecuarios y forestales de mayor persistencia en su uso. Desde esta perspectiva, para un país como México, considerar las complejas interacciones e interrelaciones

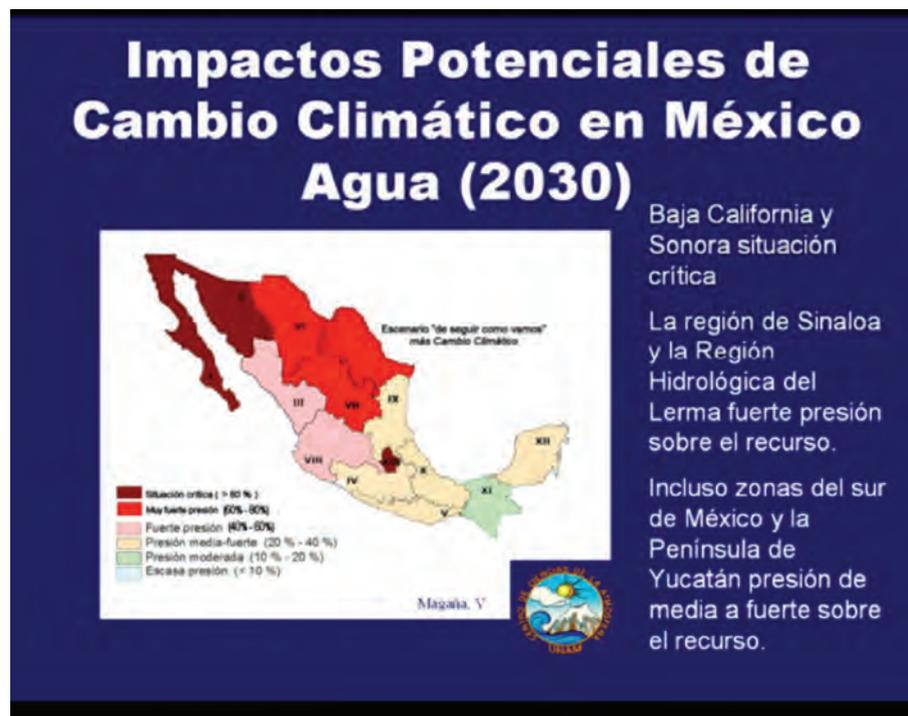


Figura 6. Escenario de estrés hídrico en México para el año 2030, bajo condiciones de cambio climático (Fuente: Gay y Estrada, 2007)

## LAS PERSPECTIVAS DE LA SEQUÍA EN RELACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

---

entre los diversos elementos del ambiente y sus recursos naturales posibilita abordar con éxito la lucha por su mejoramiento y, por ende, el de la calidad de vida de las poblaciones que viven directamente de ellos y de los servicios ambientales, como son la captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>.

### IMPACTOS POTENCIALES DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO AGUA (2030)

La figura 6 muestra proyecciones para el sector agua para el 2030, basadas en los escenarios de cambio climático antes mencionados y en patrones de consumo y manejo de agua similares a los actuales. Los resultados muestran que hacia el norte del país la situación, ya crítica actualmente, va a empeorar y en algunos casos podría volverse inmanejable. En particular, se muestran muy comprometidas las regiones noroeste y centro del país.

Baja California y Sonora presentan situación crítica. La región de Sinaloa y la Región Hidrológica del Lerma presentan fuerte presión sobre el recurso. Incluso en zonas del sur de México y la península de Yucatán existe presión de media a fuerte sobre el recurso. Para la planeación de largo plazo en la administración del agua y obra hidráulica y, por ejemplo, en desarrollos urbanos, se deben considerar estos escenarios de cambio climático.

Se puede observar que, dada la reducción en la disponibilidad del agua en la región norte será necesario crear obra hidráulica pública para llevarla del sureste al norte, o bien empezar a determinar cómo desalar el agua del mar (Martínez, 2008). Nada más que si la decisión es desalarla, se tendrá que importar tecnología coreana, española, o de algún otro país, y si se piensa en alternativas de viento, habrá que importar grandes motores.

El cambio climático es una amenaza, pero también puede verse desde el punto de vista de la oportunidad y de la innovación. El problema es que en el país existe un gran rezago en el desarrollo tecnológico, debido, en gran parte, a la falta de inversión en esta actividad.

### ESTRUCTURA PROBABILÍSTICA DE LAS INCERTIDUMBRES CLIMÁTICAS

El aumento en el promedio de largo plazo de alguna de las variables climáticas (por ejemplo la temperatura) puede asociarse con un aumento en la probabilidad

de ocurrencia de los valores extremos de esta variable, así como un aumento en su intensidad y esto es lo que puede ocurrir con el cambio climático. Aparentemente en condiciones climáticas actuales estaríamos bien adaptados: solamente las colas de la distribución se salen de los umbrales, lo que representa que eventos fuera de nuestro rango de soporte ocurren muy pocas veces. Pero, ¿qué es lo que pasaría si se calienta el planeta? Pues que la distribución se iría corriendo más y se iría quedando fuera de los umbrales; es decir la probabilidad de los eventos que causan impactos negativos iría aumentando. Estos conocimientos son imprescindibles para la determinación de los impactos potenciales de cambio climático sector por sector, cultivo por cultivo, y de su viabilidad futura, y realmente es algo que no se tiene, o al menos no con el grado de detalle y profundidad necesarias (Magaña *et al.*, 2004).

Se cuenta con alguna información, como la fenología del maíz (desarrollo fisiológico de la planta) y la de algunos otros cultivos, pero se necesita más, porque una cosa es la fenología de un cultivo en particular, pero otra muy diferente es estudiar el sector como sector (Chapela, 2004).

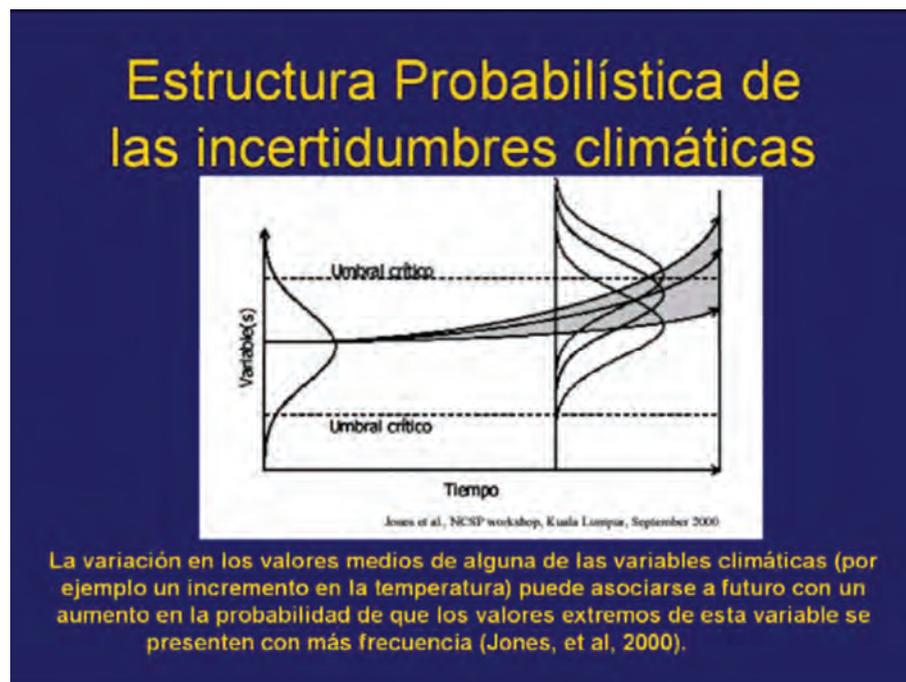


Figura 7. Estructura probabilística de variación de las incertidumbres climáticas.

Fuente: Gay y Estrada, 2007)

### **LOS IMPACTOS VARIARÁN DE ACUERDO A LA REGIÓN**

#### *En latitudes templadas y frías*

- Las superficies adecuadas para cultivo aumentarán.
- La duración del periodo de cultivo aumentará.
- Los costos de proteger el ganado durante inviernos largos disminuirán.
- Los rendimientos de los cultivos mejorarán y los bosques pueden crecer con mayor rapidez.

Sin embargo, estas ganancias pueden verse reducidas por la pérdida de algo de tierra fértil por inundación, especialmente en las llanuras costeras.

#### *En zonas de los trópicos y de los subtrópicos*

- Podría disminuir el potencial de producción.
- Está previsto que en algunas zonas tropicales como el Asia meridional y el norte de América Latina reciban menos precipitaciones que antes.
- Aumentarán las pérdidas por evapotranspiración y se reducirán los niveles de humedad del suelo.
- Algunas zonas cultivadas se harán inadecuadas para el cultivo y algunas de las zonas de pastos tropicales pueden volverse más áridas.

Las condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas del país lo hacen particularmente vulnerable a eventos hidrometeorológicos que pueden ser exacerbados por el cambio climático. Durante los últimos años se registraron incrementos en (Martínez, 2008):

- Precipitación media anual en la zona noroeste.
- Frecuencia y la severidad de las sequías en el centro-norte del país.
- Número de depresiones tropicales en el Caribe y Golfo de México.
- Fuerza de los huracanes.

#### *Algunos efectos sobre la agricultura en México (Conde et al., 2004)*

- Incremento en la vulnerabilidad y estrés hídrico, sobre todo para la agricultura y en especial en el norte del país.
- Las áreas que mayor pérdida pueden sufrir son los pastizales, los matorrales xerófilos y los bosques de encino.
- Efectos positivos iniciales en algunas regiones (ganancia en suelos agrícolas) que se invierten posteriormente.
- Pérdida en rendimientos de los cultivos (sin tomar en cuenta factores externos como desarrollo tecnológico).

*Sin embargo, debe tenerse presente que:*

- Cada ciclo y cada cultivo tienen diferentes sensibilidades de respuesta a la temperatura y la precipitación.
- Aunque es posible compensar el aumento de temperatura con una mayor cantidad de agua, el procedimiento tiene límites y no es sustentable en el largo plazo, pudiendo llevar a la sobreexplotación de los acuíferos.

Algunas metas viables y complementarias de adaptación para el sector agrícola (Romo Santos, 2009)

- Fomentar la agricultura bajo ambiente protegido.
- Impulsar el desarrollo de sistemas de producción sustentables con reconversión productiva y mejoras territoriales.
- Asegurar 9 millones de hectáreas de cultivo contra la ocurrencia de fenómenos climatológicos extremos.
- Ahorrar 3 mil hectómetros cúbicos de agua en usos agropecuarios.
- Aumentar la capacidad de almacenamiento en 116.2 hectómetros cúbicos.
- Crear el Centro Nacional de Recursos Genéticos.
- Tecnificar 522,000 ha con infraestructura hidroagrícola.
- Elaborar 21 planes directores en los distritos de riego.
- Expedir 85 permisos únicos de siembra y de riego en los distritos de riego.
- 58 distritos de riego con planes agrícolas para impulsar el establecimiento del Programa Único de Siembra en los Distritos de Riego del País.
- Tres mapas de potencial productivo de especies agrícolas (maíz, frijol y cebada) en regiones determinadas de México, bajo distintos escenarios de cambio climático generados.
- Un estudio sobre la afectación a la agricultura en tierras bajas costeras, por inundaciones e intrusión salina en acuíferos y suelos, bajo diferentes escenarios de cambio climático.

Un equipo internacional de científicos que estudia la relación agua-clima en la región del oeste de los Estados Unidos-México emitió recomendaciones para mejorar la capacidad de adaptación a las cambiantes condiciones climáticas. Se espera que el cambio climático tenga impactos sociales diversos en las regiones de América Latina y el Caribe (Varady *et al.*, 2009). Para comprender los impactos de situaciones extremas tanto climáticas como referentes al agua (huracanes, inundaciones, lluvias intensas, sequías, olas de calor y fenómenos relacionados como incendios forestales), que se espera serán más pronunciados como resultado del cambio climático, el equipo de este proyecto de dimensión humana estudió la vulnerabilidad

## LAS PERSPECTIVAS DE LA SEQUÍA EN RELACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

---

de diferentes grupos sociales. El acceso a la información y la habilidad para actuar de acuerdo con ella, los recursos económicos, la diversificación de los medios de vida y los servicios públicos aumentan la capacidad de resistencia de la sociedad a los impactos del cambio climático.

De hecho, la capacidad de adaptación a la creciente probabilidad de impactos producidos por el clima está íntimamente relacionada con factores sociales, culturales y económicos. Desde este enfoque, la variabilidad de los recursos hídricos constituye una categoría especial de los riesgos inducidos por el clima. La dependencia del agua de una sociedad varía, desde el muy corto plazo (por ejemplo, las necesidades actuales de agua potable) hasta los objetivos estratégicos de largo plazo (por ejemplo, una calidad adecuada y la cantidad de agua en los acuíferos para satisfacer demandas futuras aún inciertas).

Por eso, el agua como recurso refleja el impacto del cambio climático en una gran variedad de actividades humanas, que incluyen el crecimiento urbano, la agricultura, la generación de energía eléctrica y los ecosistemas. Como resultado, el equipo científico está suministrando, a los tomadores de decisiones del noroeste de México y el sudoeste de Estados Unidos, información climática de una manera que mejora las decisiones críticas sobre administración de recursos hídricos mediante la evaluación de la adaptación, el planeamiento, y el diálogo entre el sector científico y el sector responsable de determinar las políticas a seguir.

También se ha puesto de manifiesto la urgente necesidad de un compromiso continuo y permanente de los interesados en mejorar la capacidad de resistencia de, particularmente, poblaciones marginadas sin acceso a los medios para adaptarse a los riesgos o superarlos. En primer lugar, la necesidad y utilidad de los pronósticos y de la información climática deben ser claramente identificadas y priorizadas, y deben tomarse medidas para solucionar las lagunas existentes en la materia. En segundo lugar, distribuir la información no es suficiente para que su uso sea efectivo; conocer mejor la manera en que se transmite y entiende la información es esencial para las políticas y para lograr una respuesta de adaptación a las incertidumbres sobre el clima y los recursos hídricos (Tudela, 2004).

Para ser efectivas, las respuestas programáticas deben construirse sobre la base de los mandatos de las instituciones y dependencias existentes, teniendo muy presente cómo se institucionalizarán dichas iniciativas, incluyendo la necesidad de nuevas formas de organización. En otras palabras, se requiere un enfoque evolutivo y dinámico que siga refinando los flujos de información, la adaptación, sus usos y sus consecuencias (IMTA, 2007).



## E F E C T O D E L A S E Q U Í A

Como se esboza en el capítulo previo, la agricultura mundial enfrentará muchos desafíos en las próximas décadas, dado que la degradación de los suelos y los recursos hídricos determinan serias dificultades para lograr la seguridad alimentaria de las poblaciones en crecimiento (Lozano García, 2004). Estas condiciones pueden empeorar por el cambio climático. En tanto un calentamiento global menor a 2.5 °C podría no tener un efecto significativo sobre la producción de alimentos en general, un calentamiento mayor a 2.5 °C podría reducir los suministros de alimentos a nivel global y contribuir sensiblemente al aumento de sus precios (Chapela, 2004).

Con todo y el alto riesgo del cambio climático, algunas regiones agrícolas serán amenazadas por el fenómeno, en tanto que otras podrían beneficiarse del mismo. El impacto en los resultados de las cosechas y la productividad variarán considerablemente. Un aumento del estrés calórico, los cambios en los monzones y los suelos más secos pueden reducir los rendimientos hasta en un tercio en los trópicos y subtropicos, donde las cosechas están cerca del máximo de la tolerancia al calor. Las áreas meso-continenciales, como el cinturón de granero de los Estados Unidos, amplios sectores de latitudes medias de Asia, el África sub-sahariana y partes de Australia sufrirían condiciones de mayor sequedad y calor. Por otra parte, estaciones de crecimiento más largas y mayores precipitaciones pueden aumentar los rendimientos en regiones templadas; los registros muestran que la estación de crecimiento ya se ha alargado en el Reino Unido, Escandinavia, Europa y América del Norte (Arriaga y Gómez, 2004).

Las temperaturas más altas incidirán definitivamente en los modelos de producción. El crecimiento y la salud de las plantas pueden resultar beneficiados por menores cantidades de heladas y frío, pero algunas cosechas pueden resultar dañadas por las

altas temperaturas, en particular si éstas se combinan con escasez de agua. Además, algunas malezas pueden expandir su hábitat a latitudes más altas, huyendo del calor. Existe también evidencia de que la expansión hacia los polos de insectos y pestes acrecentará los riesgos de pérdida de cosechas, también por la elevación de la temperatura (Magaña, 2004).

Como consecuencia inmediata y directa del cambio climático, la humedad del suelo será afectada por el cambio en los patrones de precipitación. Con base en un calentamiento global de 1.4 a 5.8 °C en los próximos cien años, los modelos climáticos proyectan que tanto la evaporación como las precipitaciones aumentarán, al igual que la frecuencia de las lluvias intensas. Si bien algunas regiones pueden tornarse más húmedas, en otras el efecto neto de un ciclo hidrológico intensificado será una pérdida de la humedad del suelo y un aumento de la erosión. Algunas regiones que ya son propensas a las sequías pueden sufrir periodos de sequía más intensos y severos. Los modelos también proyectan cambios estacionales en los patrones de precipitación: la humedad del suelo declinará en algunas regiones de latitudes medias durante el verano, en tanto que la lluvia y la nieve probablemente aumentarán en las latitudes altas durante el invierno (Hernández y Valdés, 2004; Jáuregui, 2004).

Paradójicamente, al haber más dióxido de carbono en la atmósfera, esto podría impulsar una mayor productividad. En principio, los niveles más altos de CO<sub>2</sub> deberían estimular la fotosíntesis en algunas plantas. Esto es particularmente cierto en cuanto a las plantas denominadas C3 ya que el aumento del dióxido de carbono tiende a suprimir su foto respiración. Las plantas C3 constituyen la mayoría de las especies a nivel mundial, en particular en los hábitats más fríos y húmedos, e incluyen a la mayor parte de las especies que se cosechan, como el trigo, el arroz, la cebada, la mandioca y la papa. Los experimentos basados en un 50% de aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> actuales, han confirmado que la “fertilización” de CO<sub>2</sub> atmosférico puede aumentar los rendimientos medios de las cosechas de C3 en un 15% en condiciones óptimas (Jaramillo, 2004). Las plantas C4 también podrían utilizar el agua en forma más eficiente, pero los efectos sobre los rendimientos serían menores ante la ausencia de escasez de agua. Las plantas C4 incluyen cosechas tropicales como el maíz, la caña de azúcar, el sorgo y el mijo, los que son importantes para la seguridad alimentaria de muchos países en desarrollo, así como las pasturas y las praderas de forraje. Estos efectos positivos podrían verse reducidos, sin embargo, si son acompañados de cambios en la temperatura, las precipitaciones, las plagas y enfermedades, y la disponibilidad de nutrientes (Conde *et al.*, 2004).

Por ende, la productividad de las praderas y las pasturas se vería afectada. Por ejemplo, el ganado aumentaría sus costos si la distorsión de la agricultura lleva a aumentos en el precio de los granos. En general, parece que los sistemas de manejo ganadero intensivo se adaptarán con más facilidad al cambio climático que los sistemas de cultivo. Sin embargo, esto puede no ser así en el caso de los sistemas pastoriles, en los que las comunidades tienden a adoptar nuevos métodos y tecnologías más lentamente, y en los que el ganado depende en una medida mucho mayor de la productividad y la calidad de las praderas, que pueden resultar degradadas.

Con todo y la dimensión global del cambio climático, los riesgos en la seguridad alimentaria se ubican principalmente en los niveles local y nacional. Los estudios sugieren que la producción agrícola global podría mantenerse en los niveles de base esperados durante los próximos 100 años con un cambio climático moderado (calentamiento inferior a 2 °C). Sin embargo, los efectos regionales podrían variar ampliamente, y algunos países podrían experimentar una reducción de su producción, incluso tomando medidas de adaptación. Esta conclusión toma en cuenta los efectos beneficiosos de la fertilización del CO<sub>2</sub>, aunque no otros efectos posibles del cambio climático, entre ellos los cambios en las plagas y suelos agrícolas (Romo Santos, 2009).

Sin embargo, persiste el hecho de que los más vulnerables son los pobres, los sin tierra y los pueblos aislados. Las malas condiciones para el comercio, una infraestructura débil, carencias en el acceso a tecnología, créditos e información, y conflictos armados, son condiciones que pueden hacer más difícil a estos pueblos superar las consecuencias del cambio climático sobre la agricultura. Muchas de las áreas más pobres del mundo, dependientes de sistemas agrícolas aislados en regiones semiáridas y áridas, enfrentan los riesgos más grandes (Varady *et al.*, 2009). Y muchas de estas poblaciones en riesgo viven en el África sub-sahariana; el sur, el este y el Sudeste de Asia; las áreas tropicales de América Latina; y algunos países insulares del Pacífico.

Esto conduce a que la aplicación de políticas efectivas puede y debe ayudar a mejorar la seguridad alimentaria. Los efectos negativos del cambio climático pueden limitarse a través de cambios en los cultivos y las variedades de cultivos, mejoras en el manejo del agua y los sistemas de irrigación, adaptación de los cronogramas de siembra y las prácticas de cultivo, un mejor manejo de los recursos hídricos y la planificación del uso de la tierra. Además de abordar la respuesta fisiológica de plantas y animales, las

políticas pueden apuntar a ayudar a que los sistemas de producción y distribución logren superar las fluctuaciones en los rendimientos.

### DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y ECOSISTEMAS

La diversidad y riqueza biológica –fuente de enorme valor ambiental, económico y cultural-, está amenazada por el rápido cambio climático, dado que la composición y distribución geográfica de los ecosistemas cambiará en tanto las especies individuales respondan a las nuevas condiciones generadas por el cambio climático. Al mismo tiempo, es posible que los hábitats se degraden y fragmenten en respuesta a otras presiones humanas. Las especies que no puedan adaptarse con suficiente rapidez se extinguirán, lo que representa una pérdida irreversible.

Tan es así, que las especies y ecosistemas ya han empezado a responder al calentamiento global, pues los científicos han observado cambios inducidos por el clima en al menos 420 procesos físicos y especies o comunidades biológicas (Lozano García, 2004). Entre los cambios, podemos mencionar que las aves migratorias llegan antes en la primavera y se van más tarde en el otoño, la estación de crecimiento en Europa se prolonga 10.8 días de acuerdo con el control de mezcla de especies realizado entre 1959 a 1993, la reproducción primaveral de muchas aves y anfibios se ha adelantado, y las mariposas, los escarabajos y los libélulas sensibles al frío se desplazan hacia el norte (*Cambio Climático*, 2003).

Otro hecho es que los bosques se adaptan aunque más lentamente a los cambios. Las observaciones, los experimentos y los modelos demuestran que un aumento sostenido de solamente 1 °C en la temperatura global promedio afectaría el funcionamiento y la composición de los bosques. La composición de especies en los bosques existentes cambiará, en la medida en que se establezcan nuevas combinaciones de especies, y por ende, nuevos ecosistemas. Otras tensiones causadas por el calentamiento incluirán un aumento en las plagas, agentes patógenos e incendios. Está previsto que las latitudes más altas se calienten más que las ecuatoriales, por tanto los bosques boreales serán más afectados que los bosques templados y los tropicales; los bosques boreales de Alaska ya se están expandiendo hacia el norte a una velocidad de 100 kilómetros por grado centígrado de temperatura más.

Indudablemente, los bosques juegan un papel importante en el sistema climático, ya que son una reserva fundamental de carbono; contienen aproximadamente el 80% del carbono almacenado en la vegetación terrestre y un 40% del que reside en los suelos. Grandes cantidades de carbono podrían ser emitidas a la atmósfera durante

las transiciones de un tipo de bosque a otro si la mortalidad libera el carbono más rápidamente que lo que la regeneración y el crecimiento lo absorben. Los bosques también afectan directamente el clima a escala local, regional y continental al influir sobre la temperatura de la tierra, la evapotranspiración, la aspereza de la superficie, la reflectividad (albedo), la formación de nubes y las precipitaciones.

Desde luego, también los desiertos y los ecosistemas áridos y semiáridos pueden tornarse más extremos, ya que con pocas excepciones, se prevé que los desiertos se volverán más cálidos pero no significativamente más húmedos (IMTA, 2007). El aumento en las temperaturas puede amenazar a organismos que hoy existen cerca de sus límites de tolerancia al calor.

Además, las estaciones de crecimiento de las praderas pueden verse alteradas. Se estima que las praderas son el soporte de aproximadamente el 50% del ganado del mundo y también sirven de hábitat para la fauna silvestre. Los cambios en temperatura y precipitación pueden remodelar los límites entre las praderas, los brezales, los bosques y otros ecosistemas. En las regiones tropicales, estos cambios en el ciclo de evapotranspiración podrían alterar fuertemente la productividad y la mezcla de las especies (Tierramérica, 2010).

Por otro lado, las regiones montañosas ya sufren considerables tensiones por las actividades humanas. Se prevé que la reducción prevista en los glaciares de montaña, el permafrost, y la cubierta de nieve afectarán aún más la estabilidad del suelo y los sistemas hidrológicos (la mayor parte de los sistemas de los principales ríos comienzan en las montañas). Si especies y ecosistemas se ven forzados a migrar hacia lo alto de la montaña, aquellos que están limitados a las cumbres ya no tendrán donde ir y podrían extinguirse. Observaciones realizadas en los Alpes muestran que algunas especies de plantas están desplazándose hacia las alturas a razón de 1 a 4 metros cada década, y que algunas especies de las cumbres ya han desaparecido. La agricultura, el turismo, la energía hidroeléctrica, la tala y otras actividades económicas también resultarán afectados. Como una consecuencia adicional, los recursos alimentarios y combustibles de las poblaciones indígenas en muchos países en desarrollo podrían verse distorsionados.

La criósfera, que representa casi un 80% de toda el agua dulce del planeta, comprende toda la nieve, hielo y permafrost del planeta. El permafrost se está derritiendo en todo el mundo –se reporta que incluso en los alrededores del lago Baikal en Siberia, el lugar más frío del Hemisferio Norte– desestabilizando infraestructuras y

liberando carbono y metano adicional en la atmósfera. Los glaciares de las montañas están achicándose; casi las dos terceras partes de los glaciares del Himalaya se han reducido en las últimas décadas, y los glaciares andinos se redujeron dramáticamente o han desaparecido. Esto afectará a los ecosistemas y comunidades cercanos así como a los flujos estacionales de los ríos y a las reservas de agua, lo que a su vez tiene consecuencias para la energía hidroeléctrica, la agricultura y los usos domésticos. Los paisajes de muchas praderas de montaña alta y regiones polares se modificarán drásticamente. La reducción en el hielo de los mares podría alargar la estación de navegación para algunos ríos y áreas costeras. La capa de hielo del mar Ártico ha adelgazado un 40% en las últimas tres décadas, y su extensión ha disminuido aproximadamente entre un 10 y un 15%. A pesar de estos efectos impactantes, afortunadamente no se prevén grandes cambios en las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida en los próximos cincuenta o cien años (NatGeo, 2010).

Es de esperarse que los humedales no relacionados con las mareas también se reduzcan. Estos ecosistemas, las áreas de aguas abiertas y cenagosas proporcionan refugio y lugar de cría para muchas especies. También ayudan a mejorar la calidad de agua y a controlar las inundaciones y sequías. Estudios realizados en distintos países y ambientes sugieren que un clima más cálido contribuiría a una disminución de los humedales al provocar un aumento en la evaporación. Al alterar los regímenes hidrológicos, el cambio climático influirá en las funciones biológicas, biogeoquímicas e hidrológicas de estos ecosistemas, y también en su distribución geográfica.

No obstante, las acciones humanas pueden ayudar a que los ecosistemas naturales se adapten al cambio climático. Crear corredores de migración natural y ayudar a la emigración de algunas especies podría beneficiar a los ecosistemas boscosos. La reforestación y el manejo integrado de incendios, plagas y enfermedades también pueden contribuir. Los pastizales y praderas podrían apoyarse a través de la selección activa de especies de plantas, los controles sobre la cría de animales, y nuevas estrategias de pastizales y praderas. Los humedales pueden restaurarse e incluso crearse. Es posible lograr una mejor adaptación de las tierras que han sufrido la desertificación, promoviendo la presencia de especies tolerantes a las sequías y mejores prácticas de conservación del suelo (Chapela, 2004).

### RECURSOS HÍDRICOS

Los cambios y variaciones en los patrones de precipitación ya están afectando los recursos hídricos. Según las observaciones, ha aumentado la intensidad de las lluvias

y las nevadas que caen en las latitudes medias y altas del hemisferio norte, en tanto que han disminuido las lluvias en los trópicos y subtropicos de ambos hemisferios (IMTA, 2007). En extensas zonas del este europeo, el oeste de Rusia, el centro de Canadá y California (USA), los flujos pico de los cursos de agua se han trasladado de la primavera al invierno, ya que caen más precipitaciones como lluvias en vez de nieve, y por tanto el agua llega a los ríos más rápidamente. Entretanto, en las grandes cuencas del Níger, el lago Chad y Senegal, en África, el total de agua disponible ha disminuido entre un 40 y un 60% (NatGeo, 2010).

El cambio climático conducirá a mayores precipitaciones, aunque también a mayor evaporación. En general, esta aceleración del ciclo hidrológico tendrá por consecuencia un mundo más húmedo en algunas áreas, y más seco en otras. La pregunta es: ¿qué cantidad de esta humedad irá a parar donde se necesita? Probablemente las precipitaciones aumentarán en algunas zonas y disminuirán en otras. Realizar predicciones regionales es complicado debido a la extrema complejidad del ciclo hidrológico: un cambio en las precipitaciones puede afectar la humedad de la superficie, la reflectividad y la vegetación, que luego afectarán la evapotranspiración y la formación de nubes, que a su vez afectarán la precipitación. Además, el sistema hidrológico está respondiendo no solamente a cambios en el clima y las precipitaciones, sino también, y muy significativamente, a actividades humanas como la deforestación, la urbanización, y el uso en exceso de las reservas de agua (Magaña *et al.*, 2004).

Luego entonces, los cambios en los patrones de precipitación afectarán la cantidad de agua que se puede capturar. Muchos de los modelos climáticos aplicados sugieren que aumentará la intensidad de las precipitaciones. Esto incrementará el escurrimiento y las inundaciones mientras se reduce la capacidad de infiltración del agua en el suelo. Los cambios en los patrones estacionales pueden afectar la distribución regional tanto de las reservas de aguas subterráneas como superficiales. A nivel local, la vegetación y las propiedades físicas del área también influirán en cuánta agua se pueda retener por el suelo (Gay y Estrada, 2007).

Es un hecho que cuanto más seco el clima, mayor la sensibilidad del sistema hidrológico local. Así, en los climas secos, cambios relativamente pequeños en la temperatura y las precipitaciones podrían causar cambios relativamente grandes en el escurrimiento. Las regiones áridas y semiáridas serán por tanto particularmente sensibles y vulnerables a la reducción en las lluvias y al aumento de la evaporación

y la transpiración de las plantas (Tierramérica, 2010). Muchos modelos de clima proyectan una reducción de las precipitaciones promedio en las regiones ya secas de Asia Central, el Mediterráneo, el sur de África y Australia.

Dada la heterogeneidad de los impactos del cambio climático, las regiones de latitudes altas pueden experimentar mayor escurrimiento debido a mayores precipitaciones. El escurrimiento también sería afectado por la reducción en las nevadas, la nieve profunda y el hielo glaciar, particularmente en la primavera y el verano, cuando tradicionalmente se usa para la energía hidroeléctrica y la agricultura. Todos los modelos de cambio climático muestran el aumento de la humedad del suelo en el invierno en las latitudes altas del norte. La mayoría de los modelos indican menos humedad en los suelos en el verano en las latitudes medias del norte, incluyendo algunas importantes zonas productoras de granos; estas proyecciones son más consistentes para Europa que para Norteamérica (NatGeo, 2010).

Con todo y eso, los efectos sobre los trópicos son más difíciles de predecir. Los diferentes modelos de clima producen resultados diferentes sobre la intensidad y distribución de las lluvias tropicales en el futuro. Se prevé, sin embargo, que el sur de Asia experimente un aumento en las precipitaciones entre junio y agosto, en tanto para América Central, se prevé una reducción de las lluvias en esos mismos meses.

Desde esta perspectiva, los nuevos patrones de escurrimiento y evaporación afectarán los ecosistemas naturales, puesto que los ecosistemas de agua dulce responderán a la alteración en los regímenes de inundación y a los niveles de agua. Los cambios en las temperaturas y la estructura térmica y bioquímica de las aguas dulces podrían afectar la supervivencia y el crecimiento de algunos organismos, y la diversidad y productividad de los ecosistemas. Los cambios en el escurrimiento, los flujos de aguas subterráneas y las precipitaciones directamente sobre los lagos y los cursos de agua, afectarían los nutrientes y el oxígeno disuelto, y por tanto la calidad y claridad del agua (*Cambio Climático*, 2003).

Además, los embalses y los pozos también resultarían afectados: el almacenamiento de agua superficial podría disminuir en la medida en que las lluvias extremas y el arrastre de tierra promuevan un proceso de azolvamiento y, por tanto se reduzca la capacidad del embalse. Un aumento de las lluvias extremas y las inundaciones podría también llevar a que se perdiera más agua por escurrimiento. En el largo plazo esto afectaría también los acuíferos. Asimismo, la calidad del agua puede verse afectada

por los cambios en la cantidad y la ocurrencia de las precipitaciones (Conde, 2006; Arriaga y Gómez, 2004).

Si ocurre el aumento del nivel del mar, las aguas marinas podrían invadir las reservas de agua dulce costeras, y los acuíferos costeros de agua dulce podrían contaminarse por la intrusión salina a partir del aumento de las aguas subterráneas saladas (Mörner, 2010). El movimiento del frente de agua salada sobre los estuarios afectaría las plantas de bombeo de agua dulce, la pesca en aguas salobres y la agricultura.

Esta alteración y posible reducción de las reservas de agua agregaría nuevas tensiones a las poblaciones, la agricultura y el medio ambiente. En la actualidad, un tercio de la población mundial –más de 1.7 mil millones de personas– viven en países que sufren estrés hídrico y es de esperarse que esta cifra pueda alcanzar los 5 mil millones para el año 2025. El cambio climático exacerbará las tensiones y conflictos generados por la contaminación y el crecimiento de las poblaciones y las economías. Las regiones más vulnerables son las zonas áridas y semiáridas, algunas costas bajas, los deltas y las pequeñas islas (Tudela, 2004).

Más aún, las tensiones podrían aumentar debido a presiones adicionales. Los vínculos entre el cambio climático, la disponibilidad de agua, la producción de alimentos, el crecimiento de la población y el crecimiento económico son muchos y complejos. Pero es probable que el cambio climático se sume a tensiones económicas y políticas, en particular en las regiones que ya tienen escasez de recursos hídricos. Un número importante de sistemas de agua son compartidos por dos o más países y, en algunos casos, ya han existido conflictos internacionales severos y de difícil solución (Mendoza *et al.*, 2004).

Por tanto, un mejor manejo de los recursos hídricos puede ayudar a reducir la vulnerabilidad; para ello, se deberán desarrollar nuevas reservas de agua y las existentes deben utilizarse más eficientemente. Las estrategias a largo plazo para el manejo de la oferta y la demanda podrían incluir, entre otros aspectos: regulaciones y tecnologías para controlar directamente el uso del agua y la tierra, incentivos e impuestos para afectar indirectamente y enfocar la conducta humana, la construcción de nuevos embalses y ductos para aumentar los suministros, mejoras en las operaciones e instituciones de manejo de agua y la promoción de soluciones locales o tradicionales. Otras medidas de adaptación pueden incluir la protección de la vegetación de las orillas, la restauración de los canales del río a sus formas naturales y la reducción de la contaminación del agua, es decir, impulsar el uso ambiental del agua (Lozano García, 2004).

### *Desastres y eventos extremos del clima*

El clima varía naturalmente en diferentes escalas de tiempo. Las variaciones pueden tener su origen en fuerzas externas como las erupciones volcánicas o cambios en la energía proveniente del sol. También pueden ser el resultado de interacciones internas de los distintos elementos del sistema climático –la atmósfera, los océanos, la biosfera, la cubierta de hielo y la superficie terrestre, el suelo, la biota. Estas interacciones internas pueden causar fluctuaciones bastante regulares, como las del fenómeno de El Niño/Oscilación del Sur (ENSO), o cambios aparentemente aleatorios del clima (Garduño, 1998).

La variabilidad natural a menudo lleva a climas extremos. En una escala de tiempo de días, meses y años, la variabilidad del tiempo y del clima puede producir olas de calor, heladas, inundaciones, sequías, incendios forestales, avalanchas y grandes tormentas (figura 8). Tales extremos representan una desviación significativa del estado promedio del sistema climático, independientemente de su impacto efectivo sobre la vida o la ecología del planeta. Los extremos que por su magnitud o severidad rompen récord ocurren de vez en cuando en todas las regiones del mundo.



Figura 8. Incendios forestales, como consecuencia de las elevadas temperaturas y la baja humedad, producto del cambio climático (Fuente: [www.worldproutassembly.org](http://www.worldproutassembly.org))

La creciente vulnerabilidad humana está transformando más y más los eventos extremos en “desastres climáticos”. A una manifestación extrema del clima se la llama desastre climático cuando tiene un impacto negativo muy importante sobre el bienestar humano. En algunas partes del mundo, los desastres climáticos tienen lugar con tanta frecuencia que pueden considerarse parte de la norma. La vulnerabilidad a los desastres crece en la medida en que más personas se ven forzadas a vivir en zonas expuestas y en condiciones de marginalidad. En todas partes, la vulnerabilidad mayor es causada por el desarrollo de mayor número de propiedades o instalaciones de gran valor en zonas de alto riesgo (Garduño, 2004).

Se prevé que el cambio climático aumente la frecuencia y severidad de las olas (u ondas) de calor. Más tiempo cálido significará más muertes y enfermedades entre los pobres y los enfermos de las ciudades y los más ancianos. En conjunto con veranos crecientemente más secos, esto llevará a mayor estrés calórico sobre el ganado y la fauna y flora, mayores daños a las cosechas, más incendios forestales y mayor presión sobre las reservas de agua. Otros impactos similares son el cambio de los destinos turísticos y un crecimiento importante en la demanda de energía. Entretanto, menos olas de frío podrían reducir los riesgos relacionados con el frío en la población, la agricultura y la demanda de energía para calefacción, a la vez que determinarían una ampliación de la gama y actividades de algunas pestes y enfermedades.

Lluvias más intensas podrían llevar aparejadas un aumento de las inundaciones en algunas regiones. Se prevé que el calentamiento global acelere el ciclo hidrológico y consecuentemente aumente la presencia de precipitaciones con rachas violentas. Además del riesgo de inundaciones, esto podría contribuir a mayores deslizamientos de tierras, avalanchas, y a un aumento en la erosión del suelo. Un mayor escurrimiento del agua de las inundaciones podría disminuir la cantidad de agua superficial capturada para el riego u otros efectos, aunque también podría ayudar a recargar algunos acuíferos de planicie inundable.

Es altamente probable que la intensidad de los ciclones tropicales empeore en algunas áreas. Los riesgos incluyen amenazas directas a la vida humana, epidemias y otros riesgos a la salud, daños a infraestructuras y edificios, erosión costera, y destrucción de ecosistemas como los arrecifes de coral y los manglares, entre otros (Tierramérica, 2010).

Los grandes patrones climáticos podrían variar. Aunque centrado en el Pacífico Sur, el fenómeno de El Niño/Oscilación del Sur afecta el tiempo y el clima en los

trópicos, y en general tiene repercusión planetaria. El cambio climático podría intensificar las sequías e inundaciones que se asocian a este fenómeno en muchas regiones del mundo, algunas sin aparente conexión con el fenómeno, por su lejanía (Lozano García, 2004).

En forma similar, nuevos patrones podrían emerger para los monzones de verano en Asia, que afectan grandes áreas templadas y tropicales de ese continente. Los impactos probables incluirían una mayor variabilidad anual en los niveles de precipitaciones de los monzones, conduciendo a inundaciones y sequías más intensas, afectando amplios sectores de población.

Es difícil y complejo predecir las tendencias locales y regionales de los eventos extremos. Por ejemplo, un calentamiento de los océanos tropicales por sí mismo supondría un aumento de la frecuencia, y quizás de la severidad de los ciclones tropicales. Sin embargo, otros factores, como el cambio en la dirección de los vientos y las tormentas, podrían desencadenar este efecto a nivel local. Otro caso: dado que los modelos climáticos aún no logran representar correctamente los eventos a pequeña escala, éstos tienden a no coincidir sobre si la intensidad de estos fenómenos en las latitudes medias se modificará o no (Garduño, 1998).

Si bien los eventos extremos son inherentemente abruptos y aleatorios, los riesgos que representan se pueden reducir, y mitigar sus efectos. Es urgente mejorar la planificación de la preparación en muchas partes del mundo, con o sin cambio climático. Mejor información, instituciones más fuertes y nuevas tecnologías pueden minimizar las pérdidas humanas y materiales. Por ejemplo, los nuevos edificios pueden ser diseñados y ubicados de forma de minimizar el daño de inundaciones y ciclones tropicales, en tanto que el uso de técnicas de irrigación sofisticadas puede proteger a los productores y sus plantaciones contra las sequías.

El cambio climático también tiene potencial para determinar eventos singulares a gran escala. A diferencia de la mayor parte los eventos extremos, los eventos singulares tendrían implicancias regionales o globales amplias y son esencialmente irreversibles. Ejemplos de tales calamidades incluirían una significativa disminución del transporte de agua cálida oceánica hacia el Atlántico norte (factor responsable del clima relativamente benigno de Europa), un encogimiento importante de las capas de hielo de Groenlandia o del Antártico occidental (cada uno de los cuales elevaría los niveles del mar en unos 3 metros en los próximos mil años, según algunos escenarios [IMTA, 2007]) y un calentamiento acelerado debido a las

retroacciones del ciclo de carbono en la biósfera terrestre, la liberación de carbono proveniente del deshielo del permafrost, o la emisión de metano de los sedimentos costeros. Estos riesgos todavía no han sido objeto de una cuantificación confiable, pero afortunadamente se espera que sean muy bajos (Mendoza *et al.*, 2004).

### *Nuevos enfoques para la silvicultura y la agricultura*

La silvicultura y las actividades agropecuarias son fuentes importantes de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. Los bosques contienen grandes cantidades de carbono: algunos bosques actúan como sumideros, al absorber el carbono del aire, en tanto otros con flujos de carbono balanceados actúan como reservorios. La deforestación y otros cambios en el uso de la tierra hacen de los bosques una fuente neta de dióxido de carbono. En cuanto a la agricultura, ésta es responsable del 20% del efecto invernadero de origen humano. Las prácticas agrícolas intensivas, como la cría de ganado, el cultivo de arroz, y el uso de fertilizantes emiten el 58% del metano proveniente de actividades humanas y gran parte del óxido nitroso. Afortunadamente, las medidas y tecnologías disponibles hoy podrían reducir significativamente las emisiones netas tanto de los bosques como de la agricultura, y en muchos casos incluirían una disminución de los costos de producción, aumento de los rendimientos, y otros beneficios sociales y económicos (Tudela, 2004).

Entonces, los bosques necesitarán una mejor protección y manejo si se quieren reducir las emisiones de dióxido de carbono. Mientras las reservas protegidas legalmente cumplen un papel, la deforestación debería ser abordada ya, como un asunto urgente, junto con otras medidas que disminuyeran las presiones económicas sobre los bosques. Una gran parte de la destrucción y degradación de los bosques es causada por la expansión de la producción agrícola y ganadera. Otras fuerzas son la demanda del mercado internacional de la madera (las más) y las demandas locales de leña para combustible y otros recursos del bosque para el consumo de subsistencia (las menos o más moderadas). Estas presiones pueden aminorarse si se impulsa la productividad agrícola, se reduce la velocidad de la tasa de crecimiento de la población, se involucra a los pueblos locales en el manejo sostenible de los bosques y en prácticas de recolección de madera sostenibles, se adoptan políticas que aseguren que la madera comercial se cosecha en forma sostenible y se abordan las fuerzas socioeconómicas y políticas subyacentes que incitan a la migración al interior de los bosques (Varady *et al.*, 2009).

El carbono almacenado en árboles, vegetación, suelos y productos de madera duraderos, debe maximizarse a través del manejo del almacenamiento. Cuando se

protegen los bosques secundarios y las tierras degradadas o se las maneja en forma sostenible, generalmente éstas se regeneran naturalmente y comienzan a absorber cantidades significativas de carbono. Los suelos de estos bosques pueden mantener carbono adicional si se los enriquece con ese propósito, por ejemplo, utilizando fertilizantes, y se pueden plantar nuevos árboles. La cantidad de carbono almacenada en productos de madera puede aumentarse si se diseñan productos cuya vida útil sea lo más larga posible, incluso más larga que la esperable para el árbol en pie.

El manejo sustentable de los bosques puede generar biomasa como recurso renovable, la cual puede sustituir a los combustibles fósiles; este enfoque tiene un mayor potencial a largo plazo para reducir las emisiones netas que el de la plantación de árboles con el fin de almacenar carbono. La opción de establecer bosques en tierras degradadas o no forestadas aumenta la cantidad de carbono almacenado en árboles y suelos. Además, el uso de leña como combustible generada en forma sustentable, reemplazando al carbón o a los derivados de petróleo, puede ayudar a preservar el reservorio de carbono que contienen los combustibles fósiles debajo de la tierra al no ser necesario utilizarlo (Tierramérica, 2010).

Aunque los suelos agrícolas son una fuente neta de dióxido de carbono, también podrían transformarse en un sumidero neto, ya que si se mejoran las prácticas de manejo, diseñadas para aumentar la productividad agrícola, sería posible que los suelos agrícolas absorbieran y retuvieran mayor cantidad de carbono. Las estrategias de baja tecnología incluyen el uso de residuos agrícolas y prácticas de poco o ningún laboreo (mínima labranza), dado que el carbono se libera más fácilmente de los suelos que se remueven o que quedan limpios. En los trópicos, el carbono del suelo puede aumentarse si se devuelve una mayor cantidad de residuos agrícolas al suelo, se introducen prácticas de cosecha perennes (de todo el año) y se reducen los periodos en que descansan los suelos. En las áreas semiáridas, la necesidad del barbecho de verano se puede reducir a partir de un mejor manejo de los recursos hídricos, o introduciendo cultivos de forraje perennes (que también eliminarían la necesidad de laboreo). En las regiones templadas, el carbono del suelo podría aumentar si se utilizara en forma más eficiente el abono animal.

El problema que representan las emisiones de metano del ganado podría disminuir con el uso de nuevas mezclas de alimentos. El ganado vacuno y los rumiantes en general representan un 80% de las estimaciones globales anuales de las emisiones de metano del ganado doméstico. Es posible aumentar la eficiencia de la alimentación de los animales y promover las tasas de crecimiento de estos a partir del uso de aditivos en los alimentos, y obtener de esta forma menores emisiones de metano por unidad de carne producida. En los proyectos de desarrollo rural en India y Kenia,

el agregado de vitaminas y suplementos minerales a la alimentación de las vacas lecheras locales ha implicado un aumento significativo de la producción de leche y la disminución de las emisiones de metano (Conde *et al.*, 2004).

En cuanto al metano del cultivo de arroz de regadío puede reducirse significativamente si se introducen cambios en los sistemas de irrigación y el uso de fertilizantes. Algo así como el 50% del total de las tierras dedicadas al cultivo del arroz es bajo riego (Jaramillo, 2004; Martínez, 2008)). Los productores de arroz solamente pueden controlar la inundación y el drenaje en un tercio de los arrozales anegados del mundo, y las emisiones de metano son mayores en los sistemas de inundación continua. De acuerdo con experimentos recientes, el drenaje de un campo en momentos específicos durante el ciclo del cultivo puede reducir drásticamente las emisiones de metano sin disminuir los rendimientos de la cosecha de arroz. Otras opciones técnicas para reducir las emisiones de metano son agregar sulfato de sodio o carburo de calcio recubierto a los fertilizantes en base a urea, o sustituir a la urea con sulfato de amonio como fuente de nitrógeno para los cultivos de arroz (Chapela, 2004).

En complemento, las emisiones de óxido nitroso originadas en el sector agrícola pueden minimizarse con nuevos fertilizantes y prácticas de fertilización. Cuando se fertilizan los suelos con nitrógeno mineral y con abono de origen animal se libera  $N_2O$  en la atmósfera. Al aumentar la eficiencia con la cual los cultivos utilizan el nitrógeno, es posible reducir la cantidad de nitrógeno necesaria para producir una cantidad dada de alimento. Otras estrategias apuntan a reducir la cantidad de óxido nitroso que se produce como resultado del uso de los fertilizantes y la cantidad de  $N_2O$  que el sistema agrícola libera en la atmósfera. Una manera es adaptar los tiempos y la cantidad de nitrógeno a las demandas específicas de los cultivos (Jaramillo, 2004). También se puede incidir en las interacciones de un fertilizante con el suelo local y las condiciones del clima optimizando los sistemas de laboreo, irrigación y drenaje.

Finalmente, el almacenamiento de carbono en los suelos agrícolas también puede contribuir al logro de otras metas ambientales y socioeconómicas: por ser carbono en forma (materia) orgánica, mejora la productividad del suelo. También, las prácticas como la del laboreo reducido, el aumento de la cubierta vegetal, y un uso mayor de los cultivos perennes impiden la erosión, mejorando de esta forma la calidad del aire y el agua. A consecuencia de estos beneficios, las prácticas de almacenamiento de carbono se justifican a menudo más allá de su contribución a minimizar el cambio climático. Se debe tener cuidado, sin embargo, de asegurarse que el almacenamiento de carbono no lleve a aumentar los niveles de óxido nitroso a partir del aumento de la humedad del suelo o del uso excesivo de fertilizantes (Tudela, 2004).



## COMPORTAMIENTO HISTÓRICO ESTIMADO DE LA SEQUÍA EN MÉXICO 1951-2002

México, como todas las partes del planeta, también está sujeto al embate de la sequía; incluso, por su situación geográfica, el riesgo del fenómeno puede ser mayor, dado que dos terceras partes de su territorio –alrededor de 1,280,500 km<sup>2</sup>– se ubican en la clasificación de áridas, semiáridas y subhúmedas secas (CAZALAC, 2010), de acuerdo con los criterios y estándares vigentes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) para la clasificación de los índices del régimen hídrico.

Aunque sequía y aridez son dos conceptos diferentes, la presencia del segundo implica mayor riesgo y vulnerabilidad si ocurre el segundo (Hernández y Valdés, 2004).

El inicio de esta evaluación parte de la estimación de cuánto llueve en el país. Sobre esta base, se puede conjeturar si la lluvia es abundante, suficiente o escasa, en términos cualitativos. Los registros históricos de lluvia disponibles en México, que administra el SMN, contienen una gran cantidad de estaciones o puntos de observación, y una gran cantidad de datos. Lamentablemente, la información que esas bases de datos contienen, no cumplen las expectativas requeridas para un trabajo de esta naturaleza, dada la gran cantidad de huecos o datos faltantes en la mayoría de las estaciones meteorológicas registradas, así como a la no homogeneidad en la temporalidad de los registros. Todos estos factores hacen que el uso de estas bases de datos, tal y como están, sea muy complicado por los supuestos que hay que hacer, en cuanto a completar las series –lo cual frecuentemente desvirtúa la consistencia del registro resultante–, y, lo más importante, hacer que los registros sean temporalmente homogéneos. Así, se tienen muchas estaciones registradas, con mucha y valiosa información, pero que, por diferentes causas, se suspendieron desde hace muchos años; aunque su valor intrínseco para los periodos registrados es innegable, no es fácil extrapolar esa información hasta los tiempos actuales, pues las estimaciones, aun cuando sean las mejores que se puedan hacer, pueden diferir sensiblemente de la realidad del valor si este estuviera registrado.

En contraste, existen estaciones nuevas o recientes –tradicionales y automáticas-, que son confiables y actualizadas, pero la cantidad de información que tienen, de apenas unos pocos años, las hace insuficientes para este propósito.

Además, hacer compatible toda la información de esas estaciones en el tiempo, es decir, homogeneizarla hasta un año reciente, es una ardua tarea –que, por otra parte, no corresponde hacerla a IMTA, sino a la dependencia que tiene la responsabilidad de esta información-. Aunque se trató por diversos medios de usar la base de datos existente (por ejemplo, solicitando a algunos OC su base de datos actualizada, así como a las oficinas centrales del SMN, o bien usando información específica de algunas regiones que el IMTA ha trabajado para otros fines), no fue posible lograr una base de datos resultante que reuniera las características deseadas: consistencia, homogeneidad, suficiencia, etcétera.

Ante esta situación, y dado que el requerimiento de información es para todo el país, se optó por la opción de usar una base de datos estimada, realizada por la CRU (Climatic Research Unit, de la Universidad de East Anglia, en el Reino Unido; CRU, 2010). Esta es una base de datos estimada en los registros que existen, pero a una malla regular para todo el mundo; en este caso, se tuvo acceso a esta base de datos para una malla de  $0.5 \times 0.5^\circ$ , tanto en latitud como en longitud (figura 9).

Cabe mencionar que el plan original de este trabajo era usar información hasta 2006, pero por las razones expuestas esto no fue posible; entonces, usando la base de datos mencionada en malla regular, el periodo utilizado es de 1951 a 2002.

Desde luego, es de esperarse que esta malla tenga algunas diferencias con los valores reales, dado que es solo una estimación, pero tiene la ventaja de ser homogénea en tiempo y espacio, atributos de que carece la base de datos del SMN.

Para fines de este trabajo, y dado que es necesario hacer interpolaciones para que los mapas sean más aproximados, se usó toda la información de la malla mostrada en la figura 9, pero la base de datos de la que se muestran valores corresponde sólo a los puntos de la malla que se ubican en tierra firme del país. Así, son 1,379 puntos de la malla los que corresponden al total, pero sólo 853 los que se ubican en México (Anexo 1).

Con esta información se obtuvo un mapa nacional de isoyetas medias anuales, que se muestra en la Figura 6.2, y que en términos generales, tiene la misma configuración que los obtenidos por el SMN.

## COMPORTAMIENTO HISTÓRICO ESTIMADO DE LA SEQUÍA EN MÉXICO 1951-2002

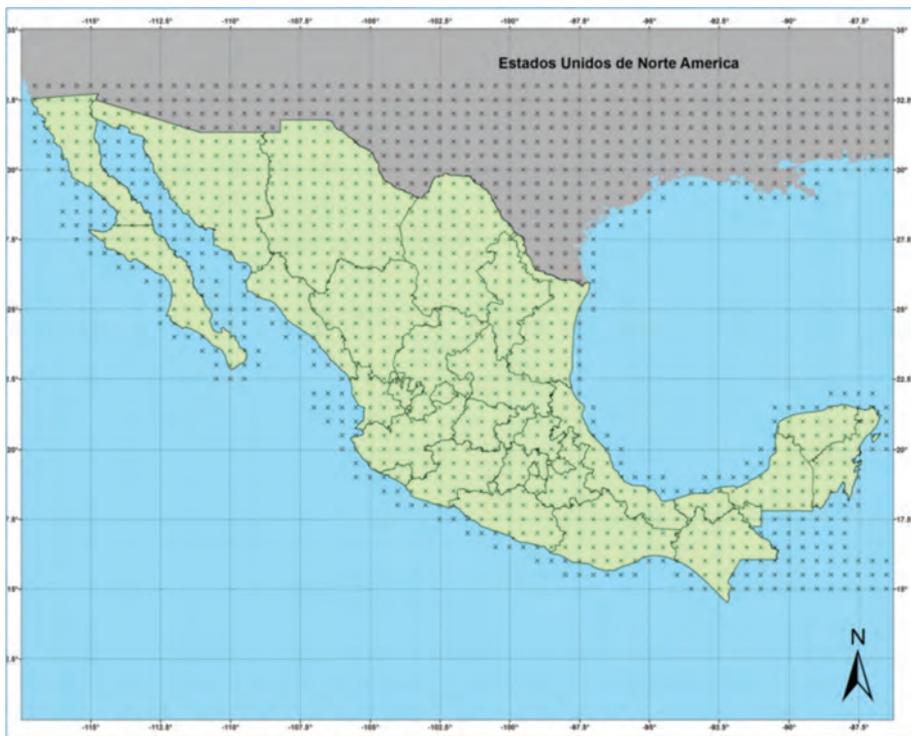


Figura 9. Malla de 0.5X0.5°, para la que se tiene estimación mensual de la lluvia, de 1951 a 2002

Así entonces, se aprecia que la región sureste y Golfo de México son las más húmedas, con lluvias superiores a los 1,000 mm/año, mientras que el norte y noroeste tienen los valores más bajos, y corresponden propiamente a las zonas áridas y semiáridas; en complemento, la zona centro, de transición, tiene valores de lluvia anual entre 500 y 1,000 mm, ubicándola en el régimen de subhúmeda seca, y las transiciones hacia la aridez y/o la humedad abundante.

Como una forma ágil y eficiente de procesar la gran cantidad de información que este trabajo implica, se diseñó un SIG, que permite versatilidad y rapidez en la obtención de resultados; para la creación de las isolíneas se usó el método *Kriging-Lineal*. En este contexto, para estimar si en un año determinado hubo condiciones de sequía y en dónde, es posible obtener, primeramente, el mapa de isoyetas para ese año; en la

Figura 11, a manera de ejemplo, se muestra el correspondiente al año 1998, uno de los más secos y cálidos.

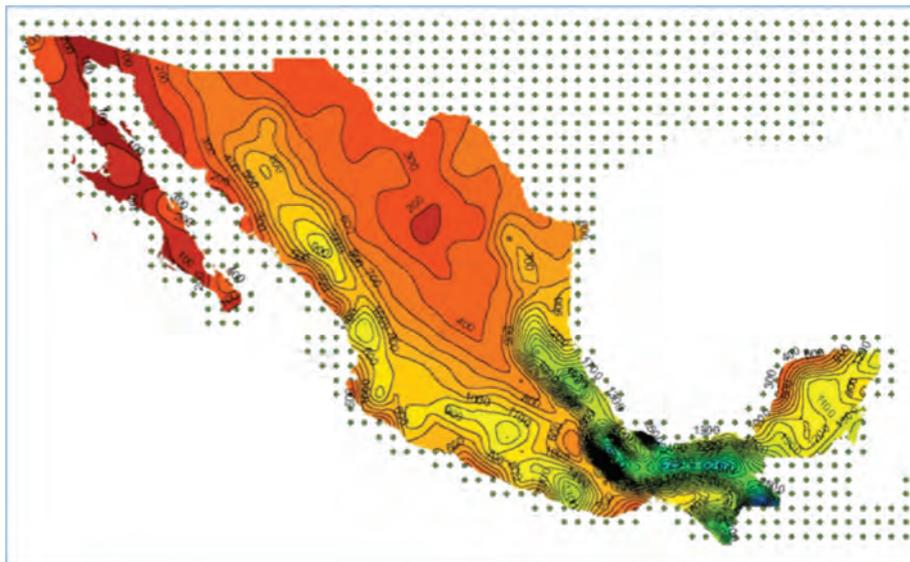


Figura 10. Isoyetas medias anuales en milímetros, obtenidas con la malla regular de valores de lluvia estimados

Desde luego, un mapa anual de isoyetas es más “abrupto” que el mapa medio de todo el registro, dado que este último es de los promedios, que son valores calculados; el de un año determinado es con datos puntuales, ya sean medidos o estimados (como en este caso); por ende, las isolíneas resultan más suavizadas en el promedio que en el anual.

De la diferencia que resulte entre los valores (para el mismo punto de la malla) entre la lluvia estimada de un año específico y la lluvia media en todo el periodo de registro, dependerá si el año en cuestión es seco, normal o húmedo.

Como puede apreciarse visualmente, para 1998 sí hay diferencias espaciales en la ocurrencia de la lluvia, respecto al promedio de largo plazo; son precisamente esas diferencias las que, según criterios específicos en relación a su magnitud, indicarán si el año fue seco o no.

## COMPORTAMIENTO HISTÓRICO ESTIMADO DE LA SEQUÍA EN MÉXICO 1951-2002

---

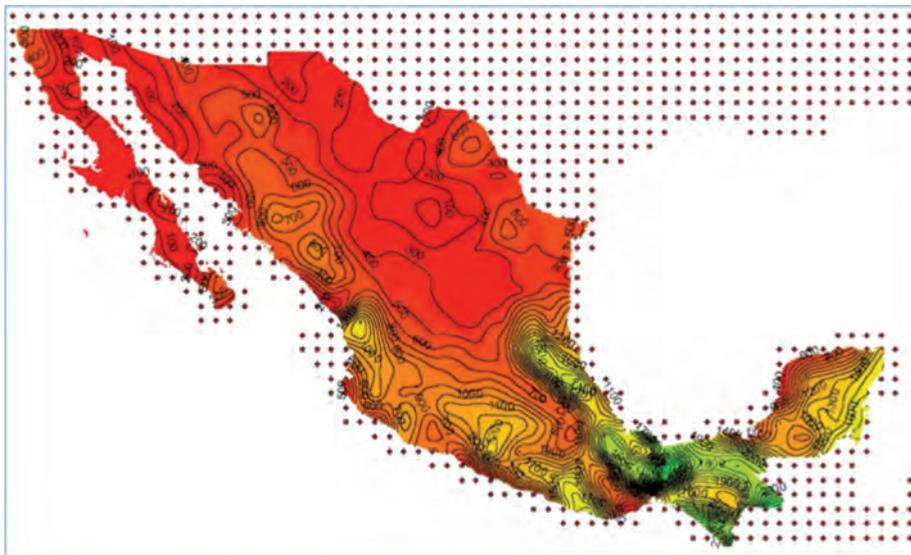


Figura 11. Isoyetas en milímetros para el año 1998

El mapa resultado donde se plasman estas diferencias es un “mapa de anomalías”: indica las áreas o lugares en los que lluvia se comportó en forma diferente a lo normal; entre más diferencia haya en los valores, más “anormal” será el año en cuestión. La figura 12 muestra el plano de anomalías, del año 1998, respecto a lo normal o esperado.

En esta figura, los valores negativos indican la cantidad de lluvia, en milímetros, que ocurrió en menor cantidad a lo esperado; los valores positivos indican lo propio para las áreas que recibieron mayor precipitación. Así, según los valores resultantes, la variación va de entre -765 mm hasta +1,100. Destaca entonces que para 1998, un año seco porque, entre otras razones, hubo un periodo de *El Niño* fuerte, la etapa veraniega lluviosa resultó deficitaria en una extensa porción del país: buena parte de Sonora y Sinaloa, así como Tamaulipas y Veracruz. Destaca en especial que una significativa parte de Tabasco, Campeche y Chiapas hayan tenido el mayor déficit de lluvia; no obstante, paradójicamente, parte de la costa de Chiapas tuvo, a su vez, los valores más altos del año. Así entonces, los valores de déficit o superávit muestran los valores absolutos de las diferencias entre lo registrado y lo esperado.

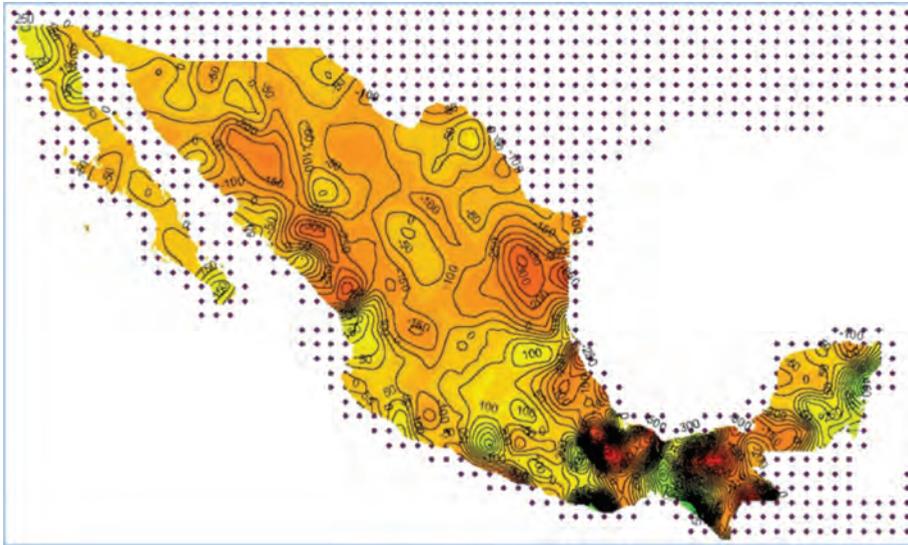


Figura 12. Anomalías de precipitación del año 1998 respecto a la media histórica, en milímetros

Desde luego, aunque son valores absolutos, su efecto está dado por los valores relativos; por ejemplo, el trópico húmedo mexicano donde se presentaron los mayores déficit, aún cuando se presentaron algunos problemas de sequía, por el hecho de haber llovido menos; así, si en lugar de los 2,500 mm esperados, llovieron, digamos 2,000, ciertamente ésta es una anomalía importante de la lluvia, pero 2,000 mm son aún suficientes para los requerimientos de las diversas actividades. En cambio, en el norte, donde lo esperado es que lluevan 400 mm, si el déficit fue de 200, entonces sólo llovió la mitad, y lo llovido por supuesto que tuvo consecuencias serias, por la simple razón de que 200 mm de lluvia no son suficientes para satisfacer la demanda normal; en estos casos, indudablemente un déficit, por pequeño que sea, puede causar graves estragos a las actividades dependientes del agua.

Hasta aquí, intuitivamente, la obtención de ambos planos, isoyetas de un año específico y anomalías de ese año respecto a la normal de largo plazo, proveen una aproximación intuitiva de la escasez o abundancia de la lluvia. Esto es muy importante, pero no suficiente para tener una idea más precisa del valor de las anomalías; es decir, si los valores absolutos de las anomalías de lluvia son negativos, eso no necesariamente indica sequía, pues debe referenciarse a los valores normales, y más aún, a lo relativo de ellos.

## COMPORTAMIENTO HISTÓRICO ESTIMADO DE LA SEQUÍA EN MÉXICO 1951-2002

---

Dado que la lluvia es el elemento natural del ciclo hidrológico que define (por su magnitud y distribución temporal), tanto las condiciones medias de humedad, como las anomalías anuales, entonces el índice para dimensionar la sequía debe ser en función de la lluvia. Para este fin, en este trabajo se usa el SPI (Standardised Precipitation Index; McKee *et al.*, 1993; Edwards and McKee, 1997). En esencia, el método consiste en ajustar el registro de lluvia mensual de una estación o punto de observación, a una función de distribución de probabilidad Gamma-incompleta (que es en general la que mejor ajuste tiene a este tipo de variables), y luego ésta transformarla a una función de distribución de probabilidad normal estándar; bajo esta transformación, los valores de la desviación estándar relativos a los valores transformados de la lluvia, corresponden a los índices de sequía. Una ventaja adicional del método es que, a partir de registros mensuales, se pueden obtener valores del índice para diversas escalas temporales (1, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, etcétera. meses), según los requerimientos o conveniencias, bajo las mismas bases teóricas, sólo considerando que los nuevos valores a procesar son sumas móviles, para la misma periodicidad o escala deseada.

De acuerdo con los creadores del concepto y el método, los valores convencionales de este índice son los mostrados en la tabla 1.

Tabla 1. Valores convencionales del SPI

valor	Característica
Mayor a +3.0	Catastróficamente húmedo
+2.0 a +3.0	Extremadamente húmedo
+1.5 a +2.0	Humedad moderada
+1.0 a +1.5	Humedad incipiente
-1.0 a +1.0	Condiciones normales
-1.0 a -1.5	Sequía incipiente
-1.5 a -2.0	Sequía moderada
-3.0 a -2.0	Sequía extrema
Menor a -3.0	Sequía catastrófica

Cabe mencionar que, según resultados obtenidos en diversos ensayos, es muy probable obtener valores del índice entre -3.0 y -4.0; por esta razón, no es desatinado complementar esta clasificación convencional aceptando que de -2.0 a -3.0, sea sequía extrema, y menos de -3.0 calificarla de sequía catastrófica, puesto que en términos de probabilidad de ocurrencia, es la que menos puede ocurrir, pero la que más impactos negativos tiene.

El SIG desarrollado incluye el cálculo del SPI, como una rutina ya establecida, para cada uno de los puntos de la malla, y para las escalas temporales de 1, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36 y 48 meses. Los valores del SPI para un mes son los más variables, dado que la lluvia de un mes a otro puede tener amplias variaciones respecto a lo esperado; a tres meses es muy útil para estimar la “eficiencia de la lluvia” de carácter estacional. Así, por ejemplo, dado que en México la lluvia se concentra hasta en un 80% en los meses de julio-agosto-septiembre, evaluar el SPI a septiembre y a una escala temporal de tres meses, indicará qué tan lluvioso o seco ha sido el periodo julio-agosto-septiembre en su conjunto para un año determinado, respecto al periodo julio-agosto-septiembre tomado en su forma histórica, es decir, para todo el registro de datos.

La figura 13 muestra el mapa del SPI para el año 1998, a la escala temporal de 12 meses (es decir, todo el año). Aquí se aprecia que excepto para pequeñas áreas de las penínsulas de Baja California y Yucatán, así como de la costa de Chiapas, el resto del país tuvo condiciones adversas de lluvia; incluso, en la región noreste éstas fueron más acentuadas, con valores del índice inferiores a -2.0. Esto implicó que, visto todo el año en su conjunto, 1998 fue efectivamente un año seco, lo que parcialmente se atribuye a la presencia de La Niña en ese verano.

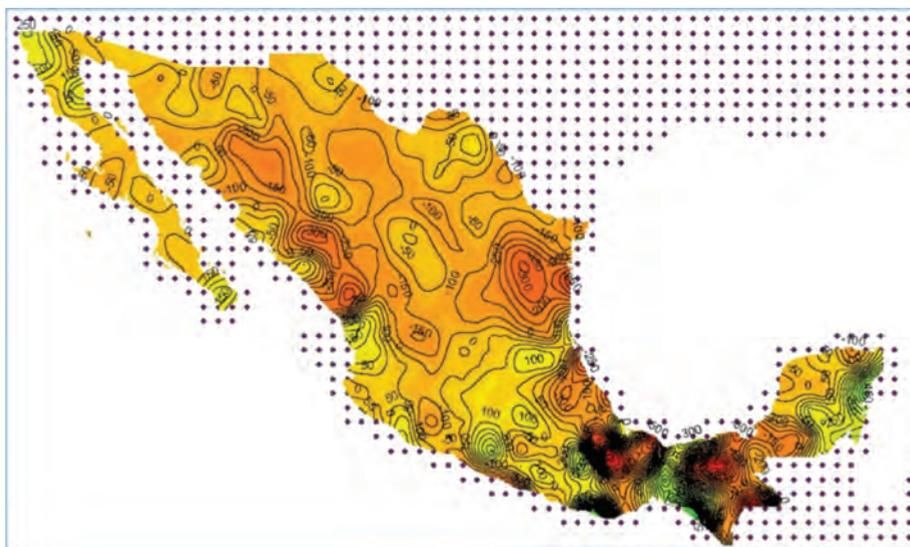


Figura 13. Mapa del SPI a escala temporal de 12 meses, para diciembre del año 1998

## COMPORTAMIENTO HISTÓRICO ESTIMADO DE LA SEQUÍA EN MÉXICO 1951-2002

---

Pero, estas condiciones de menor lluvia pueden apreciarse y dimensionarse mejor si se toma en cuenta sólo el periodo julio-agosto-septiembre, en el que se concentra la lluvia. Así, la figura 14 muestra el mapa del SPI a una escala temporal de tres meses, para septiembre de 1998: es decir, aquí se refleja, en términos del índice, lo que ocurrió en cuanto a la deficiencia de la lluvia en esos tres meses, en comparación a las condiciones medias históricas del mismo periodo.

Este mapa resulta muy ilustrativo, en complemento con los de las figuras 11 y 12, dado que, independientemente de las cantidades y de la distribución espacial de la lluvia media histórica, la distribución de los índices de la figura 13 indica que, efectivamente, la temporada de lluvias usual en el país, julio-agosto-septiembre, resultó deficitaria o menor a lo normal en gran parte del país, especialmente en el Norte, en términos de la “eficiencia de la lluvia”. Esto tiene, al menos, dos connotaciones especiales: coincide con el establecimiento y desarrollo de los cultivos de temporal, que abarca la mayor superficie de cultivo del país, y que si no recibe la cantidad de lluvia necesaria, implica severos problemas en el campo, sobre todo para los cultivos más importantes (maíz, frijol, etcétera.), y con ello el alto riesgo de que la población que depende de esas actividades para su subsistencia no alcance los niveles mínimos de bienestar e ingreso, acentuándose los problemas de tipo socioeconómico y hasta políticos.

En segundo término, también este periodo es el más importante en el sentido de que es cuando se generan los mayores escurrimientos en los ríos, que alimentan a los embalses para los diferentes usos: agrícola, hidroeléctrico, doméstico-urbano, etcétera. Por ello, si los almacenamientos no son suficientes, eso también implica el alto riesgo de que los meses siguientes (hasta la siguiente temporada de lluvias), puedan presentarse restricciones en el abasto de agua, y con ello los problemas subsecuentes.

De acuerdo con estos resultados estimados, confirmados por las anomalías detectadas en este año, destaca que Tabasco, Campeche y Chiapas, el trópico húmedo de México, haya tenido importantes déficit de lluvia, es decir, que en esas áreas se haya presentado la sequía, con sus impactos consecuentes, sobre todo en la agricultura y la ganadería. Y, en contraste, sólo parte de la península de Baja California tuvo valores positivos del índice; no obstante, los valores absolutos de la lluvia en estas áreas son tan bajos, que en realidad cualquier déficit o superávit, sin despreciarlos, es realmente poco el impacto que tienen en las actividades económicas; en lo que sí pueden influir sensiblemente es en el escurrimiento superficial, si las lluvias se presentan con intensidad suficiente para crear problemas en los cauces y zonas inundables.

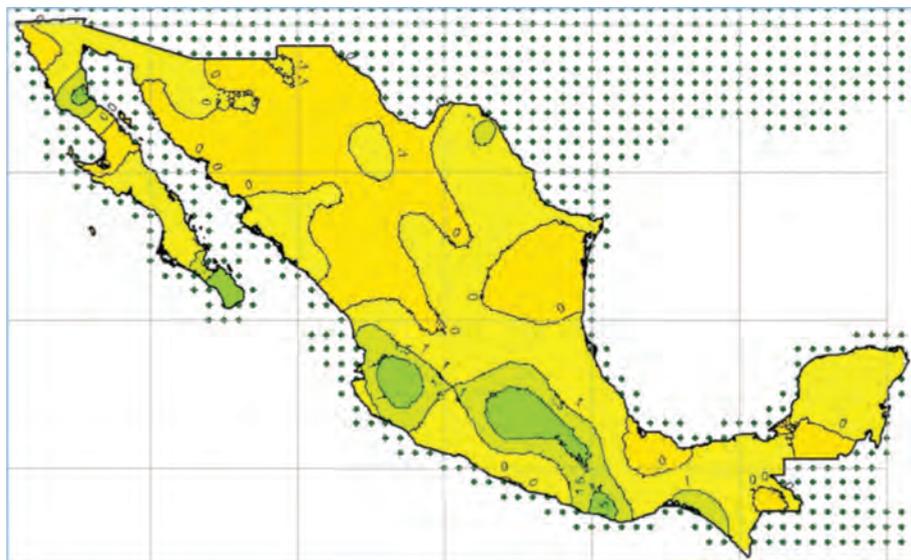


Figura 14. Mapa del SPI a escala temporal de tres meses, para septiembre de 1998

Estos resultados confirman la idea de que la sequía como fenómeno, es tan rara – pero no en su ocurrencia–, que puede presentarse en cualquier lugar y en cualquier tiempo, y que ni las zonas típicamente húmedas como los trópicos están exentas del riesgo. Y también se confirma, para este año 1998 y para el periodo de lluvias, que una extensa parte del país, sobre todo el norte, noreste, centro y Golfo, hayan experimentado desde leves hasta severos problemas por la disponibilidad de agua.

El mismo SIG desarrollado permite también evaluar en los mismos términos los periodos que son abundantes en lluvia. Para estos, el índice es positivo: entre más positivo, mayor humedad. Así, destaca el caso del año 1991, que es uno de los más húmedos registrados y, paradójicamente, un año previo al inicio del periodo más seco de los últimos tiempos –la sequía que inició a fines de 1992, y alcanzó su máximo en 1994.

La figura 15 muestra las isoyetas del año 1991, en donde se aprecia que en buena parte del país, llovió más de lo esperado.

Destaca aquí que norte, noroeste y noreste fueron áreas en las que la lluvia fue abundante, lo que se confirma con el mapa de anomalías para el mismo año, respecto de la media general.

## COMPORTAMIENTO HISTÓRICO ESTIMADO DE LA SEQUÍA EN MÉXICO 1951-2002

---

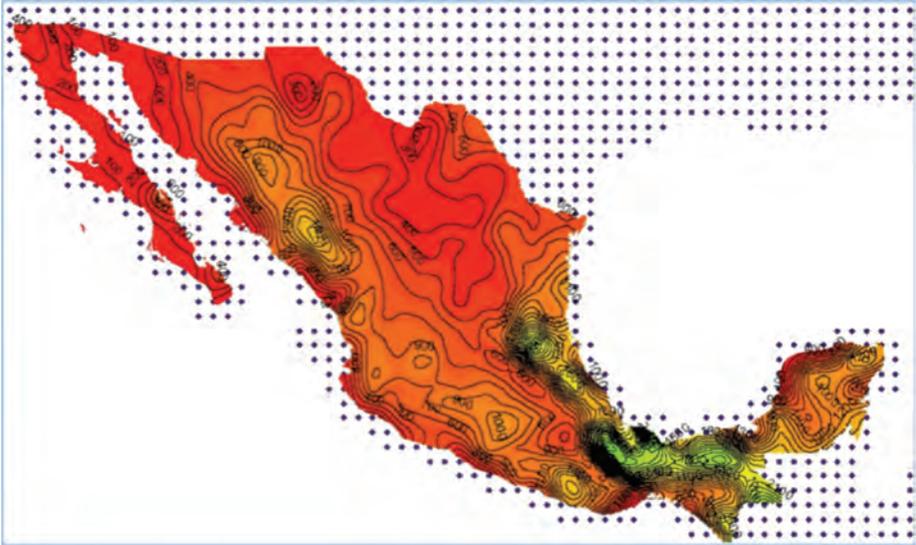


Figura 15. Isoyetas en milímetros del año 1991

No obstante, también destaca que, con todo y 1991 haber sido un año “bueno”, tampoco fue generalizado, ya que algunas áreas de la costa Pacífico, así como del Golfo de México resultaron deficitarias, y sobre todo, este efecto se presentó con mayor magnitud en Chiapas, Tabasco y Campeche.

Así entonces, la evaluación de la sequía por medio del SPI para una escala de 12 meses (el total del año 1991), se muestra en la figura 17.

Así, el hecho de haber llovido más en zonas en las que normalmente la lluvia es baja –áridas y semiáridas-, propició una abundancia de agua que permitió el aumento de las actividades dependientes de este recurso, como la agricultura, porque los embalses –prácticamente todos- se llenaron, incluso algunos tuvieron desagües importantes y, al menos por un tiempo, hubo una bonanza inusual.

Esto se aprecia más objetivamente a través del SPI a escala de tres meses; así, de nuevo considerando que julio-agosto-septiembre es el periodo más lluvioso, la evaluación del índice para este caso conduce a lo mostrado en la figura 6.18. Según

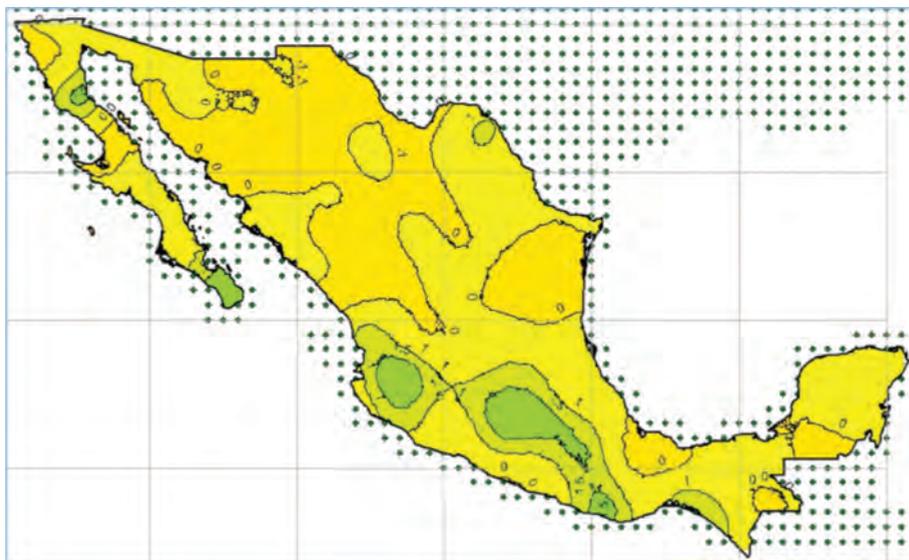


Figura 16. Anomalías de lluvia anual, en milímetros, del año 1991 respecto a la normal histórica

estos resultados, sobre todo el norte del país recibió una abundante lluvia en ese periodo, uno de los más lluviosos de que se tenga registro. Casualmente, se dio la circunstancia de que en estas áreas se ubican muchos de los distritos de riego del país, y en ese tiempo estaba en ejecución el proceso de transferir su administración a los propios usuarios; eso dio pauta a que el proceso se facilitara, con la idea de los usuarios de que ellos podrían tener más éxito que la CONAGUA en el manejo del agua, cosa que, desafortunadamente, en algunos casos resultó exagerada, ya que en los siguientes años, cuando la sequía muy severa ocurrió, quedó al descubierto la inexperiencia y falta de preparación, visión y sentido común para hacer la tarea; es decir, el aprendizaje fue doloroso, cuando la realidad cambió.

También aquí destaca que la abundancia de agua no fue general, sino que algunas áreas del trópico húmedo tuvieron lluvias menores a lo esperado, como el caso de Chiapas, Tabasco y Campeche, con las consecuencias lógicas en el sector agropecuario.

Cabe mencionar, desde luego, que esta época de abundancia inició desde el verano de 1990, y que el invierno 1990-1991 fue muy atípico por las abundantes lluvias,

## COMPORTAMIENTO HISTÓRICO ESTIMADO DE LA SEQUÍA EN MÉXICO 1951-2002

---

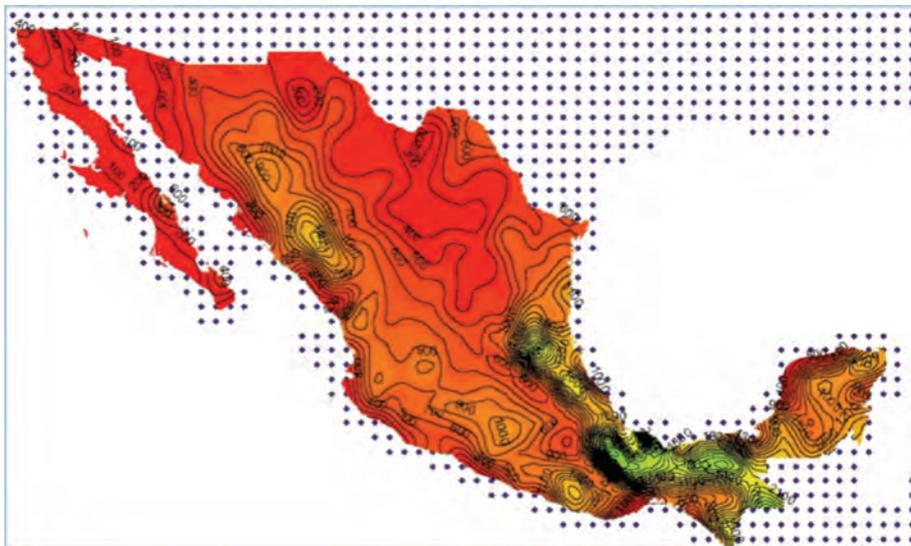


Figura 17. SPI a escala temporal de doce meses, enero a diciembre, para el año 1991

que además de los beneficios comentados, también causaron daños por inundación y destrucción de obras en algunas zonas.

Esto se muestra en la figura 19, en la que se indican las isóneas del SPI a 18 meses, de julio de 1990 a diciembre de 1991; el centro y norte del país, en general, tuvieron condiciones de lluvia superiores a lo normal, lo que permitió que ambos periodos, 1990 y 1991, sean considerados como años húmedos, años de abundancia que permitieron un desarrollo expansivo de las actividades económicas con base en el agua, especialmente el sector agropecuario, pero que, al mismo tiempo, paradójicamente, sirvieron de antecedente a uno de los periodos de mayor sequía, que inició a fines de 1992 y en algunas zonas, como Chihuahua, se prolongó hasta por diez años, con severos efectos en la economía regional, incluso con problemas de tipo diplomático con los Estados Unidos, por la imposibilidad de cumplir con el Tratado de Aguas de 1944.

En los mapas presentados del SPI, se muestra la distribución espacial del índice, para un periodo definido: un mes determinado del año elegido, o un periodo estacional (por ejemplo julio-agosto-septiembre, o enero-diciembre) también para un año

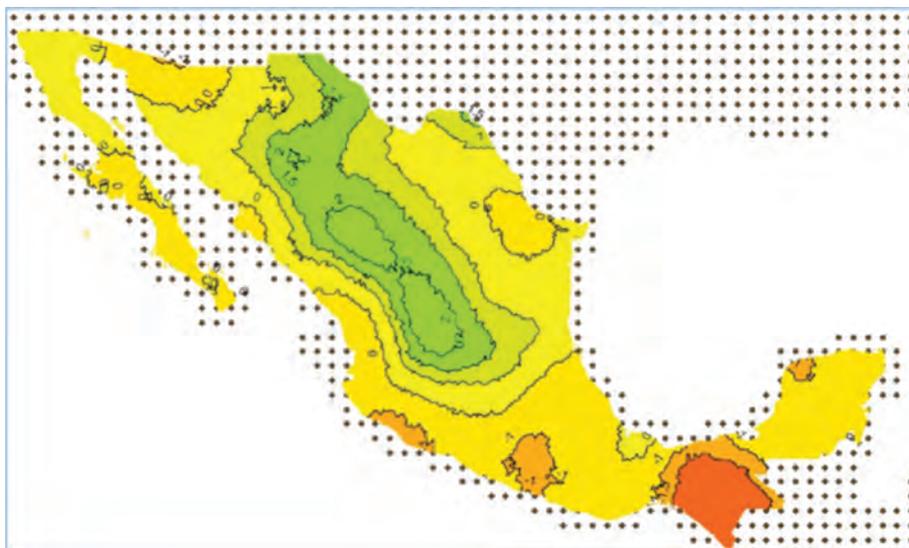


Figura 18. SPI a escala temporal de 3 meses, para septiembre de 1991

específico. Como una serie temporal, el SPI puede graficarse, también para una escala de tiempo determinada y por un lapso de tiempo a elección, a partir de los valores generales calculados (Anexo 3), para cada uno de los puntos de observación o con datos. Así, la figura 20 muestra el comportamiento del SPI a escala mensual (un mes) para el punto 355 de la malla. Ahí se aprecia que, por ejemplo, durante 1991 y 1992, cuando los valores del índice son altos (positivos, mayor a +1.0), fueron los periodos más lluviosos, arriba de lo normal. En contraste, del periodo 1993 a 1996, con una racha casi continua negativa, incluso con valores menores a -2.0, fue cuando se presentaron los problemas por la prolongada y severa sequía. El año 1997 fue relativamente húmedo, pero a partir de 1998, y casi hasta el 2002, con breves periodos de humedad incipiente, nuevamente se presenta la sequía, con algunas etapas tan intensas como las de 1995.

Como se ha mencionado en este trabajo, de acuerdo con estudios específicos, la presencia de El Niño produce lluvias inusuales durante el invierno, pero en el verano, la principal época de lluvias, puede haber serios retrasos o déficit, que alteran todo el esquema de uso y aprovechamiento del agua.

A la escala temporal de un mes, la variabilidad del SPI es la más alta, debido a la incertidumbre del fenómeno hidrológico, es decir, que de un mes a otro, incluso en

## COMPORTAMIENTO HISTÓRICO ESTIMADO DE LA SEQUÍA EN MÉXICO 1951-2002

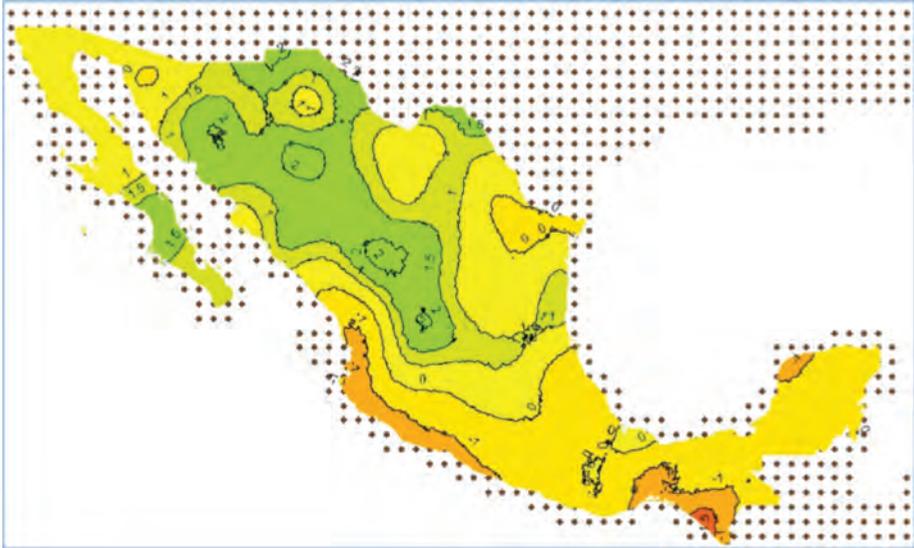


Figura 19. SPI a escala temporal de 18 meses (julio de 1990 a diciembre de 1991)

plena época de lluvias, puede haber fuertes variaciones respecto a lo esperado. Por ello la sequía, en su valoración es un fenómeno de escala temporal superior a un mes.

Desde este enfoque, el SPI a escala estacional –tres meses-, tiene un comportamiento menos variable, tal como se muestra en la figura 21. Aquí se aprecia que los periodos deficitarios y húmedos son más prolongados, más “definidos” por decirlo así, y nuevamente se confirma que los periodos 1991-1992, y 1997 fueron relativamente más húmedos, mientras que los demás años en general fueron deficitarios, incluso con valores muy negativos del índice, lo que denota severos problemas potenciales por la escasez de agua.

Esta situación, de recurrentes y severos periodos de sequía, cobra mayor importancia en esta zona, que es árida, porque casi todas las actividades que dependen del agua, tienen su suministro de los embalses o del acuífero, y si ambas fuentes carecen de los volúmenes necesarios, entonces todo se altera, haciendo que las condiciones se vuelvan anormales, por el surgimiento de los conflictos entre usos y usuarios del agua.

Así entonces, en esta área, y en general en todo Chihuahua, y en todo el Norte de México, la lluvia suficiente veraniega, de julio a septiembre, es fundamental para que

ocurran los escurrimientos que aportarán a los embalses, con lo que podrá haber una cierta garantía en la disponibilidad de agua para el siguiente ciclo agrícola, que inicia inmediatamente después de este periodo, el 1 de octubre.

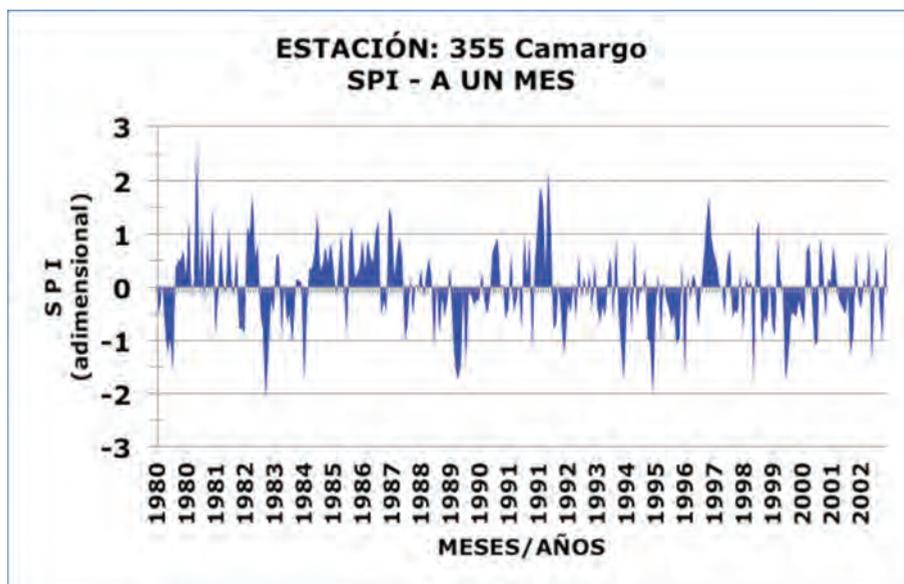


Figura 20. SPI para el punto 355 (Camargo, Chihuahua, 28°N, 104°W), a escala temporal de un mes, de 1980 a 2002

Si esta condición de un volumen mínimo no se da, y si además, las lluvias invernales (aunque usualmente poco significativas) por El Niño tampoco ocurren, la probabilidad de que el siguiente año se vea trastocado por insuficiencia de agua, será una realidad.

Es decir, el fantasma de la sequía, con todos sus impactos y secuelas, será una ominosa amenaza para todo el sistema social, económico y productivo.

En la figura 22 se muestra, para el mismo punto de datos, el comportamiento del SPI a escala temporal de 12 meses: para un año y mes dados, el valor del índice refleja lo ocurrido en la lluvia durante los 12 meses previos, incluido el mes citado. Como se aprecia, los periodos positivos y negativos tienden a ser más “consistentes”, y reflejan a más largo plazo los tiempos de sequía y abundancia. Así, de 1980 a 2002, se

## COMPORTAMIENTO HISTÓRICO ESTIMADO DE LA SEQUÍA EN MÉXICO 1951-2002

muestra que los periodos secos han sido más recurrentes y severos que los periodos húmedos, y que especialmente los últimos años de la década de 1980, de fines de 1992 a fines de 1997, y de mediados de 1998 a 2002, la sequía, en alguna de sus fases, estuvo presente en la región.

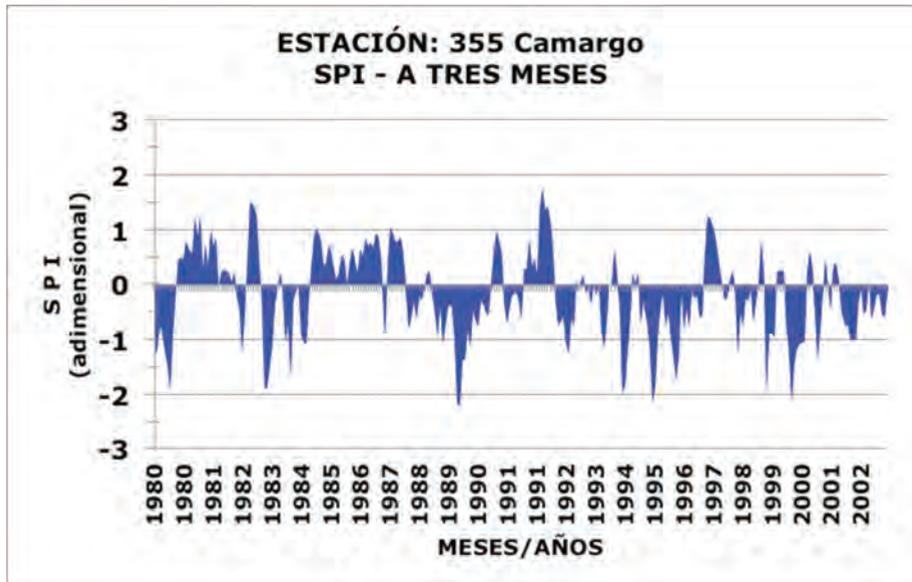


Figura 21. SPI a escala temporal de tres meses -estacional-, para el punto de observación Camargo (24°N, 104°W), de 1980 a 2002

Se recuerda, particularmente, la sequía que entre 1994 y 1997 alcanzó su fase más intensa, y que dejó enormes pérdidas en todos los sectores, que, en el mejor de los casos, han tardado años en recuperarse, y otros que aún no lo logran, como los cultivos de perennes y los hatos ganaderos. Y la paradoja que confirma la alta incertidumbre del acontecer hidrológico, es que esta intensa sequía se presentó inmediatamente después de la abundancia de 1990-1992, cuando realmente nadie esperaba que algo así ocurriera, y desde luego, tampoco nadie estaba preparado para afrontarlo.

El año 1998, sin ser abundante, sin ser un año abundante, apenas sí mitigó levemente y por corto tiempo las condiciones de escasez, que se recrudecieron de inmediato, y llegó el año 2002 aún con problemas y daños. Así, vastas regiones de la zona norte, padecieron la sequía hasta por más de diez años, habiendo sido el periodo más catastrófico en las últimas décadas, pues significó una alteración muy significativa

en las condiciones normales regionales: abandono del campo (haciendas, ranchos, zonas de riego), pérdida de empleo y de poder adquisitivo, desmantelamiento de agroindustrias, migración masiva hacia las ciudades y a la frontera, etcétera.

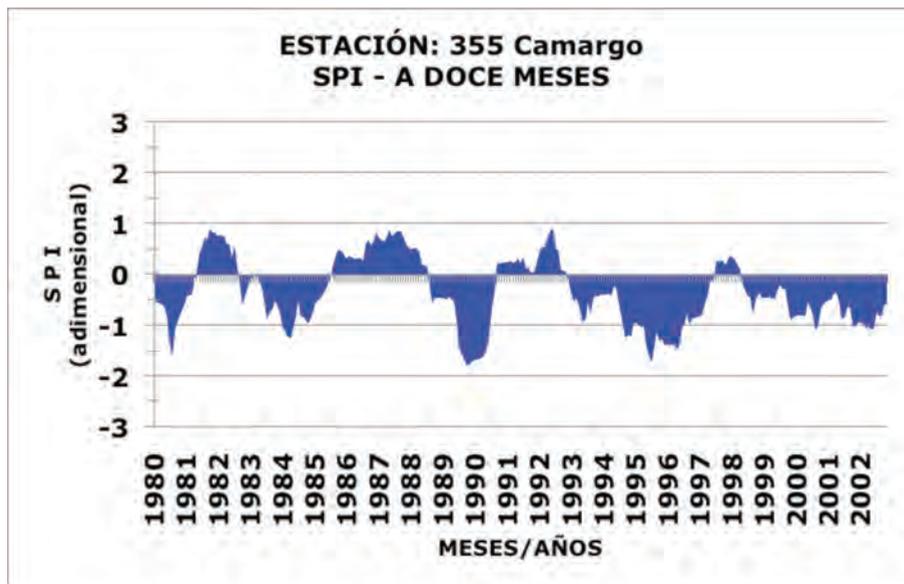


Figura 22. SPI a escala temporal de doce meses -anual-, para el punto de observación Camargo (24°N, 104°W), de 1980 a 2002

Aun cuando la sequía existe per se, es indiscutible que su ocurrencia se exacerba por la cada vez mayor presión que se ejerce sobre los recursos hídricos disponibles: mayor demanda para todos los usos; mayor contaminación puntual y difusa; mayor uso sin el debido control de los recursos asociados –tierra y vegetación–, que inexorablemente conducen al alto riesgo de desertificación; mayor extracción de agua subterránea, con la consiguiente merma en su calidad y en los niveles estáticos, así como mayor costo de equipamiento, operación y mantenimiento.

Por ende, no es circunstancial el que estos periodos de sequía sean coincidentes con los años calurosos, como se han registrado 1995 y 1998, por ejemplo. Ambos fenómenos parecen tener una estrecha correlación.

Si se admite la idea de que, al menos parcialmente, la sequía se debe a la alteración de los patrones de circulación atmosférica, y que este factor a su vez está siendo

## COMPORTAMIENTO HISTÓRICO ESTIMADO DE LA SEQUÍA EN MÉXICO 1951-2002

---

ocasionado o magnificado por los efectos de carácter antropogénico, debidos a la sociedad humana y sus actividades, entonces puede afirmarse que sí hay una relación directa entre cambio climático y sequía, y que aquel influye decisiva y fuertemente sobre ésta.

Sabido es que la única verdad constante de la naturaleza es su variabilidad, y si en condiciones previas al evidente cambio climático, la sequía siempre estaba presente en alguna parte del planeta, ahora, con el acelerado cambio ambiental inducido, puede afirmarse lo mismo, pero a escala nacional, de país, ya que, como se ha documentado extensamente en diversas fuentes, incluso las áreas que antes se consideraban relativamente libres de este flagelo, ahora son tan susceptibles y vulnerables como cualquier otra (Varady *et al.*, 2009).

Así, ante las perspectivas sugeridas por los modelos climáticos, es de esperarse que en el futuro cercano se intensifiquen las condiciones de variabilidad hidrológica, y que entre otros efectos, pueda haber una disminución de la lluvia en algunas áreas, además de que sean más intensas. Esto lleva a dos posibles consecuencias inmediatas: que los volúmenes no sean suficientes ni oportunos, y que el riesgo de erosión se incremente, y la pérdida de suelo se constituya en un factor adicional que limite la producción de alimentos y otros productos (Chapela, 2004).

Ante este panorama poco alentador, y dada la alta incertidumbre de lo que pueda acontecer, destaca que, como se ha establecido, la mejor, si no es que la única opción para afrontar el fenómeno y sus impactos, sea la prevención, en todos los niveles de gobierno, en todos los usos y usuarios, y en toda la sociedad. El costo de investigar, planear y prepararse para la eventualidad de un fenómeno seguro en su ocurrencia, con intensidad, severidad y duración inciertas, es siempre más bajo que el costo de no hacer nada, y por ende, el costo de los impactos y daños sin prevención puede superar muy cuantiosamente la inversión en prevención. Dicho de otra forma, manejar el riesgo siempre será más efectivo (en todos los aspectos), que soportar la crisis (Oropeza, 2004; Tudela, 2004)).

Desde luego, debe tenerse presente que la escala de este estudio es la del país, por lo que, casi seguramente, concentrarse en otras escalas menores, como regional, por cuenca, estatal, municipal, etcétera., puede significar cambios obvios en los resultados. No obstante, a nivel de país, estos resultados sí son congruentes y dan una buena aproximación y apreciación del fenómeno que se quiere representar.



## C O N C L U S I O N E S

**E**l agua en México está mal distribuida naturalmente: 50% de la población tiene menos del 20% de este recurso, en el centro y norte, mientras que en el sureste el 20% de la población dispone de más del 50% del mismo. Con poca precipitación en el norte y mucha en el sur, el cambio climático podría traducirse, de acuerdo con los escenarios del *Estudio de País*, en escasez en el primero y exceso en el segundo. Si, en adición, prácticamente todas las cuencas hidrológicas en el país están siendo deficientemente administradas y utilizadas, esto aumenta su vulnerabilidad a las fluctuaciones climáticas, situación que se vería amplificadas en condiciones de cambio climático.

La administración de los recursos hídricos se haría más complicada, agravándose incluso los problemas ya existentes de manejo del agua, sobre todo en las cuencas transfronterizas. El agua es probablemente el recurso natural más importante para el país, por lo que requiere de atención especial, sobre todo en cuencas tan estresadas como el Valle de México, Lerma-Chapala, cuencas de los ríos Pánuco, Bravo, Nazas, etcétera.

Por lo común, ya se acepta que el calentamiento del planeta se debe al desequilibrio que la actividad humana ha provocado en las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero, siendo el más importante el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) producido por la quema de combustibles fósiles, carbón, petróleo y gas natural, así como por la deforestación masiva e incontrolada. Las emisiones de este gas se dan en todo el mundo y en muchos casos están relacionadas con la generación de riqueza y confort; es decir, los países más ricos e industrializados, son los que producen más GEI, pero las consecuencias son para todos, y de hecho, las resienten más los países pobres.

En amplio término, México es un país vulnerable al cambio climático: de acuerdo con los resultados del *Estudio de País*, en el caso de la agricultura de temporal, áreas

que en la actualidad son medianamente aptas para el cultivo del maíz desaparecerían, reduciéndose así la extensión para su cultivo, lo cual afectaría a millones de personas que dependen de él. La agricultura de riego, la más “segura”, en términos de disponer de agua (de los embalses y/o acuíferos), ante la persistencia de posibles sequías más frecuentes y severas, puede significar un verdadero descalabro social y económico para quienes dependen de ello, y para el país en general, al disminuirse su capacidad de producir alimentos suficientes.

Como una consecuencia más, los asentamientos humanos serían más vulnerables en cuanto a la satisfacción de sus requerimientos de agua y alimentos, además de requerir, posiblemente, un consumo mayor de energía. Estas demandas extras podrían poner en serios aprietos al sistema energético nacional, si éste a su vez no previene un más que posible incremento futuro de la demanda, en combinación con una disminución del agua disponible para la generación, y las variaciones en los precios de los combustibles, por los mercados internacionales.

Muchos ecosistemas también se verían amenazados: 50% de la vegetación cambiaría de características con un calentamiento de 2 a 4 °C, sobre todo los bosques templados de pino y encino, y con ellos, la fauna y flora asociadas. Los ecosistemas marinos y costeros tendrán severos problemas de adaptación y sobrevivencia, por el cambio de temperatura y acidez del agua; esto ya está ocurriendo y si persiste, como son las perspectivas, la situación se hará más crítica, afectando a todo el sistema de la biodiversidad.

Todos los temas discutidos requieren de estudios a mayor profundidad. Se requiere plantear prioridades en un contexto global, nacional, regional y local, de acuerdo con la percepción de los actores interesados, ya sean estos sectores completos o bien organizaciones sociales que sean particularmente vulnerables. Se requieren estudios y plantear soluciones viables, prácticas y eficaces, de acuerdo con las necesidades de cada sector y/o usuario, así como de los analistas y tomadores de decisiones.

Aunque la cantidad de agua disponible en términos globales se mantenga constante, su mayor variabilidad en tiempo y espacio, provocará problemas de oportunidad y calidad, y los fenómenos extremos asociados a ello se magnificarán, creando situaciones tan severas que, eventualmente, podrían salirse de control, poniendo en grave riesgo la sobrevivencia y estabilidad natural y humana: hambrunas, migraciones masivas, enfermedades, pérdida de la capacidad productiva y adquisitiva, además de otras consecuencias igualmente nocivas. Visto todo esto en conjunto, el panorama

## CONCLUSIONES

---

es poco alentador y muy amenazador; por si fuera poco, estos escenarios se vuelven más ominosos para los países y regiones más vulnerables, por su desarrollo y/o ubicación geográfica, como lo es México.

Ante estas perspectivas, que en general reproducen todos los modelos climáticos, una de las pocas medidas de solución aproximadas, si no es que la única, es la previsión y preparación para afrontar unas condiciones hostiles ya inevitables, aún y cuando se puedan moderar o revertir las causas que las generan.

Tal como se muestra en los resultados obtenidos con el SIG desarrollado para este trabajo, en retrospectiva los periodos de sequía coinciden con los periodos más cálidos, lo cual no es circunstancial, sino la concatenación de causas y efectos. La estimación de los índices de sequía sugieren que, aun y con las discrepancias de la distribución del agua en México, las zonas tropicales no están exentas (como se ha visto en la realidad) de experimentar periodos de escasez de agua, lo cual pone en riesgo los sistemas productivos y económicos que ahí se asientan. Para las zonas áridas y semiáridas del país, esto es un hecho indiscutible, y en todos los casos queda confirmado que la vulnerabilidad a los impactos del fenómeno crece, y por tanto, la única opción o al menos la más viable, es generar estrategias que permitan hacer frente a los embates del fenómeno, es decir, crear programas de prevención.

“En el mundo de los recursos hídricos, la información económica es insuficiente, la gestión es a menudo opaca, y los tomadores de decisiones no están lo suficientemente involucrados ... sin una mejora sustancial en la gestión de los recursos hídricos, será muy difícil enfrentarse a los desafíos presentados por recursos relacionados, tales como la seguridad alimenticia o la generación de energía en forma sustentable para la población mundial” (2030 WRG, 2009).



## R E F E R E N C I A S

- 2030 WRG. 2009. (2030 Water Resources Group). Charting Our Water Future: Enfoque económico para apoyar la toma de decisiones. Resumen Ejecutivo. [www.mckinsey.com/water](http://www.mckinsey.com/water). 32 pp.
- Arriaga, Laura, Leticia Gómez. 2004. Posibles efectos del cambio climático en algunos componentes de la biodiversidad de México. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.
- Cambio Climático*. 2003. Compendio Informativo. Unidad de Cambio Climático del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Traducción de "Climate Change, Information Kit", del PNUMA y CMNUCC. Montevideo, Uruguay. 74 pp.
- Cazalac. 2010. Atlas de zonas áridas de América Latina y El Caribe. Proyecto conjunto CAZALAC-PHI-Gobierno de Flandes. La Serena, Chile. 49 pp. Versión digital del Atlas en: [http://www.cazalac.org/mapa\\_za.php](http://www.cazalac.org/mapa_za.php)
- Chapela, Gonzalo. 2004. Lucha contra la desertificación y lucha contra el calentamiento global. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.
- Conde, Cecilia, Rosa Ma. Ferrer, Carlos Gay, Raquel Araujo. 2004. Impactos del cambio climático en la agricultura de México. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.
- Conde, Cecilia. 2006. México y el cambio climático global. Centro de ciencias de la Atmósfera – UNAM. 28 pp.
- Edwards, Daniel C., and Thomas B. McKee. 1997. *Characteristics of 20th Century Drought in the United States at Multiple Time Scales*. Climatology Report No. 97-2. Colorado State University. Department of Atmospheric Science, Paper No. 634. 155 pp.

- Garduño, René. 2004. ¿Qué es el efecto invernadero? En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.
- Garduño, René. 1998. El veleidoso clima. SEP-Fondo de Cultura Económica, La ciencia para todos. Número 127. México, D. F. 171 pp.
- Gay, Carlos, y F. Estrada. 2007. Cambio Climático en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM. México, D. F. 31 pp.
- Hernández Cerda, María Engracia, Gonzalo Valdez Madero. 2004. Sequía meteorológica. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.
- IMTA. 2007. Determinación de periodos de sequía y lluvia intensa en diferentes regiones de México ante escenarios de cambio climático. Número de Registro INE: INE/A1-056/2007. Informe Final. IMTA, Jiutepec, Mor. 101 pp.
- Jaramillo, Víctor J. 2004. El ciclo global del carbono. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.
- Jáuregui, Ernesto. 2004. La variabilidad climática en los registros instrumentales de México. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.
- Lozano García, Ma. Socorro. 2004. Evidencia de cambio climático: cambios en el paisaje. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.
- Magaña Rueda, Víctor O. 2004. El cambio climático global: comprender el problema. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.
- Magaña, Víctor, Juan Matías Méndez, Rubén Morales, Cecilia Millán. 2004. Consecuencias presentes y futuras de la variabilidad y el cambio climático en México. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.
- Martínez Austria, Polioptro F. (ed.). 2008. Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México. Volumen II / editado por Polioptro Martínez Austria y Ariosto Aguilar Chávez. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Mor. 120 pp.
- Mendoza, Víctor M., Elba E. Villanueva, Laura E. Maderey. 2004. Vulnerabilidad en el recurso agua de las zonas hidrológicas ante el cambio climático global. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.

## REFERENCIAS

---

- McKee, T., N. Doesken, and J. Kleist. 1993. Drought Monitoring with Multiple Time Scales. *American Meteorological Society*, 9th Conference on Applied Climatology. pp. 233-236.
- Mörner, Nils-Axel. 2010. Afirmar que el nivel del mar crece es un fraude total. Entrevista en <http://www.portaldelmedioambiente.com/articulos/8112/>
- National Geographic (NatGeo). 2010. Reporte Especial AGUA. *Agua dulce*. Bárbara Kingsolver. Abril, 2010.
- Oropeza Orozco, Oralia. 2004. Evaluación de la vulnerabilidad a la desertificación. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.
- Romo Santos, J.J. 2009. Impacto del cambio climático en la producción de alimentos. SAGARPA, Foro Latinoamericano de la Ingeniería al Mejoramiento del Medio Ambiente. México.
- Ruiz Suárez, Luis Gerardo, Xóchitl Cruz Núñez. 2004. Los gases de efecto invernadero y sus emisiones en México. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.
- Tierramérica. 2010. América Latina ante los efectos irreversibles de un planeta más caliente Primer Informe Regional sobre Cambio Climático. <http://www.tieramerica.net>
- Tudela, Fernando. 2004. México y la participación de países en desarrollo en el régimen climático. En *Cambio climático: una visión desde México*. Julia Martínez y Adrián Fernández (compiladores). SEMARNAT-INE. México, 523 pp.
- Varady, Robert G., Chistopher A. Scott, Gregg M. Garfin, Margaret Wilder. 2009. Adaptación al cambio climático en América Latina y El Caribe: el sector hídrico. En *IAI Newsletter*, Issue 1-2009.



## A N E X O S

### ANEXO 1. PUNTOS DE LA MALLA CON VALORES ESTIMADOS DE LLUVIA MENSUAL, DENTRO DEL TERRITORIO NACIONAL.

PUNTO	MUNICIPIO	ESTADO	LONGITUD	LATITUD	CLAVE MUNICIPAL	LLUVIA ANUAL mm
2	Ojinaga	Chihuahua	-104.5	29	8052	262.5
4	Parras	Coahuila	-103	25.5	5024	173.61
7	Álamos	Sonora	-108.5	27.5	26003	793.5
8	Los Cabos	Baja California Sur	-109.5	23.5	3008	238.82
14	Jiménez	Chihuahua	-103.5	26.5	8036	225.64
15	San Juan del Río	Durango	-104.5	24.5	10028	479.44
16	Tlaltenango de Sánchez Román	Zacatecas	-103.5	22	32048	667.77
17	Tzucacab	Yucatán	-89	19.5	31098	1,125.22
18	Navojoa	Sonora	-109	26.5	26042	378.15
19	Sinaloa	Sinaloa	-108.5	25.5	25017	419.91
20	La Paz	Baja California Sur	-110.5	24.5	3003	184.1
21	Villa de Arista	San Luis Potosí	-101	23	24056	370.65
22	Tizimín	Yucatán	-88	21.5	31096	780.21
24	Santa Apolonia Teacalco	Tlaxcala	-98.5	19.5	29057	662.49
25	Tatahuicapan de Juárez	Veracruz	-95	18.5	30209	2,815.69
26	Las Choapas	Veracruz	-93.5	17.5	30061	2551.4

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
27	Tlacolula de Matamoros	Oaxaca	-96	16.5	20551	724.46
30	San Luis Río Colorado	Sonora	-114	32.5	26055	89.63
31	San Luis Río Colorado	Sonora	-115	32	26055	76.15
32	Ensenada	Baja California	-116	31.5	2001	264.71
36	Nacoziari de García	Sonora	-110	30.5	26041	452.91
37	San Juan del Río	Querétaro	-100	20	22016	755.33
38	Trincheras	Sonora	-111.5	30	26064	243.18
39	Luvianos	México	-100	19	15123	1,137.73
41	Tres Valles	Veracruz	-96.5	18	30207	2,673.25
42	San Buenaventura	Coahuila	-102.5	28.5	5031	256.49
43	Zimatlán de Álvarez	Oaxaca	-97	17	20570	805.42
44	Mulegé	Baja California Sur	-114.5	28	3002	67.32
46	Álamos	Sonora	-108.5	27	26003	719.34
48	San Bernardo	Durango	-105.5	26	10025	427.02
50	Topia	Durango	-106.5	25	10037	1,108.49
52	La Paz	Baja California Sur	-109.5	24	3003	488.18
54	Trancoso	Zacatecas	-102.5	22.5	32057	447.36
56	Benito Juárez	Quintana Roo	-86.5	21	23005	1,240.61
57	Ojinaga	Chihuahua	-104.5	30.5	8052	312.51
58	Santa Elena	Yucatán	-90	20	31066	676.49
59	Chihuahua	Chihuahua	-106	30	8019	313.56
61	Ures	Sonora	-110.5	29.5	26066	414.32
62	Balancán	Tabasco	-91	18	27001	1,456.99

## A N E X O S

PUNTO	MUNICIPIO	ESTADO	LONGITUD	LATITUD	CLAVE MUNICIPAL	LLUVIA ANUAL mm
64	Palenque	Chiapas	-91.5	17	7065	2,185.86
65	Yécora	Sonora	-109	28	26069	782.36
66	San Pedro Tapanatepec	Oaxaca	-94.5	16	20327	863.61
67	Sierra Mojada	Coahuila	-103	27	5034	253.11
69	Salinas Victoria	Nuevo León	-100	26	19045	596.87
71	Poanas	Durango	-104.5	24	10022	535.49
74	Hermosillo	Sonora	-112	28.5	26030	153.59
75	Pánuco	Veracruz	-98.5	22.5	30123	848.49
76	Tzimol	Chiapas	-92	16.5	7104	1,565.75
78	Jiménez	Chihuahua	-104.5	27.5	8036	323.15
79	Santa María de la Paz	Zacatecas	-103.5	21.5	32058	748.59
80	Santa María Tonameca	Oaxaca	-97	15.5	20439	677.64
82	Mier	Tamaulipas	-99.5	26.5	28024	462.75
85	Acuña	Coahuila	-102	30	5002	337.04
86	Gral. Terán	Nuevo León	-99	25.5	19022	537.21
87	Calakmul	Campeche	-89.5	19	4010	992.02
89	Riva Palacio	Chihuahua	-106.5	29.5	8054	339.9
90	El Salvador	Zacatecas	-100.5	24.5	32041	317.4
93	Ensenada	Baja California	-114	29	2001	97
94	Sombrerete	Zacatecas	-104	23.5	32042	491.32
96	Caborca	Sonora	-112	31.5	26017	291.52
97	Saucillo	Chihuahua	-105	28	8062	313.8
98	El Naranjo	San Luis Potosí	-99.5	22	24058	1,011.72
99	Marqués de Comillas	Chiapas	-90.5	16	7116	2,853.05
100	Puerto Peñasco	Sonora	-113	31	26048	124.42
101	Guerrero	Tamaulipas	-99	27	28014	484.84

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
102	Unión de San Antonio	Jalisco	-102	21	14109	682.65
105	Mulegé	Baja California Sur	-113.5	26.5	3002	53.22
106	San Gabriel	Jalisco	-104	20	14113	800.39
108	Ensenada	Baja California	-115.5	30	2001	132.08
110	Villa de Álvarez	Colima	-104	19	6010	572.1
113	Victoria	Tamaulipas	-99	24	28041	707.08
114	Tlapachuala	Guerrero	-100.5	18	12067	1038.7
116	Riva Palacio	Chihuahua	-106.5	28.5	8054	384.38
117	Huajicori	Nayarit	-105	23	18005	973.41
118	Técpan de Galeana	Guerrero	-101	17	12057	334.26
121	Tempoal	Veracruz	-98	21.5	30161	1,115.23
124	Mulegé	Baja California Sur	-112.5	27	3002	132.42
125	Querétaro	Querétaro	-100.5	20.5	22014	614.09
128	Ahome	Sinaloa	-109.5	26	25001	172.01
129	Uruapan	Michoacán	-102.5	19.5	16102	931.01
131	Jiménez	Coahuila	-101	29.5	5014	425.16
132	La Paz	Baja California Sur	-110.5	25	3003	198.73
133	Teotlalco	Puebla	-99	18.5	21160	904.9
135	Sahuaripa	Sonora	-108.5	29	26052	617.34
136	Soto la Marina	Tamaulipas	-98.5	23.5	28037	748.03
137	Magdalena Yodocono	Oaxaca	-97.5	17.5	20562	772.86
138	Juárez	Chihuahua	-106.5	31.5	8037	219.91
141	Othón P. Blanco	Quintana Roo	-87.5	19	23004	1,334.14

**A N E X O S**

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
142	Mulegé	Baja California Sur	-112.5	28	3002	73
145	Ojinaga	Chihuahua	-104.5	29.5	8052	239.64
146	Santiago Tetepec	Oaxaca	-98	16	20489	1,295.19
147	San Nicolás	Tamaulipas	-98.5	24.5	28036	610.41
149	Tumbiscatío	Michoacán	-102.5	18.5	16096	701.55
150	El Tule	Chihuahua	-106.5	27	8064	538.38
152	Yaxcabá	Yucatán	-89	20.5	31104	1,144.76
153	Hermosillo	Sonora	-112	29	26030	137.07
155	Villa de Cos	Zacatecas	-102	23.5	32051	341.58
157	Técpán de Galeana	Guerrero	-101	17.5	12057	530.21
158	Tlahualilo	Durango	-103.5	26	10036	207.15
159	Naco	Sonora	-110	31.5	26039	359.71
160	Veracruz	Veracruz	-96.5	19.5	30193	1,350.95
161	Ocampo	Coahuila	-103	28	5023	226.36
163	Tampico Alto	Veracruz	-97.5	22	30152	872.76
166	Nuevo Ideal	Durango	-104.5	25	10039	422.04
167	Tubutama	Sonora	-111	31	26065	427.39
168	Paraíso	Tabasco	-93	18.5	27014	1,039.81
171	Tolimán	Querétaro	-100	21	22018	472.65
172	Ocampo	Coahuila	-102.5	29	5023	246.97
174	San Ignacio	Sinaloa	-106.5	24	25016	598.38
175	Trincheras	Sonora	-112	30.5	26064	242.01
176	Tenosique	Tabasco	-91.5	17.5	27017	2,084.04
177	Mulegé	Baja California Sur	-111.5	26.5	3002	332.82
179	Zináparo	Michoacán	-102	20	16109	855.91
180	Ensenada	Baja California	-114	28.5	2001	109.91

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
182	Villa de Arista	San Luis Potosí	-100.5	22.5	24056	455.35
184	Santo Domingo Zanatepec	Oaxaca	-94	16.5	20525	975.59
185	Comondú	Baja California Sur	-111	25.5	3001	201.86
187	Uruapan	Michoacan	-102	19	16102	883.99
188	Satevó	Chihuahua	-106.5	27.5	8061	422.65
190	Santiago Ixcuintla	Nayarit	-105.5	21.5	18015	730.67
195	Xicotlán	Puebla	-98.5	18	21198	807.52
196	Ramos Arizpe	Coahuila	-101.5	26.5	5027	290.27
198	Solidaridad	Quintana Roo	-88	20	23008	975.03
199	Ojinaga	Chihuahua	-104.5	28.5	8052	316.32
201	Zacatecas	Zacatecas	-103	23	32056	427.22
203	Acatepec	Guerrero	-99	17	12076	999.85
204	García	Nuevo León	-101	25.5	19018	289.32
206	Carmen	Campeche	-91.5	19	4003	700
209	Progreso	Yucatán	-90	21.5	31059	253.15
210	Sahuaripa	Sonora	-108.5	29.5	26052	651.72
212	Mazapil	Zacatecas	-102.5	24.5	32026	274.47
214	Othón P. Blanco	Quintana Roo	-89	18	23004	1,265.19
215	San Ignacio Río Muerto	Sonora	-110.5	27	26072	170.63
216	General Plutarco Elías Calles	Sonora	-113	32	26070	181.86
217	Zontecomatlán	Veracruz	-98.5	20.5	30202	1,268.06
220	San Ignacio	Sinaloa	-106	23.5	25016	644.68
223	Sinaloa	Sinaloa	-107.5	26	25017	899.11

**A N E X O S**

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
224	San Luis Río Colorado	Sonora	-114	31.5	26055	71.57
225	Zitácuaro	Michoacán	-100.5	19.5	16112	974.37
226	San Francisco de Borja	Chihuahua	-107	28	8057	457.83
228	Pinos	Zacatecas	-101.5	22	32038	417.26
230	Montecristo de Guerrero	Chiapas	-92.5	16	7117	1,539.26
231	Guasave	Sinaloa	-108.5	25	25011	430.64
232	Mexicali	Baja California	-115	31	2002	103.47
233	Zongolica	Veracruz	-97	18.5	30201	1,791.79
234	Lampazos de Naranjo	Nuevo León	-101	27	19032	352.18
236	La Yesca	Nayarit	-104	21	18019	884.13
237	Riva Palacio	Chihuahua	-106.5	29	8054	368.69
239	La Paz	Baja California Sur	-111.5	24	3003	79.52
240	Ensenada	Baja California	-116	30.5	2001	158
241	San Juan Evangelista	Veracruz	-95.5	17.5	30142	2,267.84
242	Valle Hermoso	Tamaulipas	-98	26	28040	557.38
247	Valparaíso	Zacatecas	-104.5	22.5	32049	890.54
249	Santiago Tetepec	Oaxaca	-98	16.5	20489	1,445.98
250	Villagrán	Tamaulipas	-99	25	28042	627.63
251	Guadalupe	Chihuahua	-105.5	31	8028	222.18
252	Othón P. Blanco	Quintana Roo	-87.5	18.5	23004	1,320.23
253	San Ignacio Río Muerto	Sonora	-110.5	27.5	26072	230.15
255	Yaxcabá	Yucatán	-88.5	21	31104	798.84
258	Mazapil	Zacatecas	-101	24	32026	329.51

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
259	Ahumada	Chihuahua	-106.5	30.5	8001	254.28
260	Lázaro Cárdenas	Michoacán	-102.5	18	16052	840.74
261	San Bernardo	Durango	-105.5	26.5	10025	421.47
263	Yecuatla	Veracruz	-96.5	20	30197	1197.62
264	Yécora	Sonora	-108.5	28.5	26069	679.35
267	Nuevo Casas Grandes	Chihuahua	-108	30	8050	452.13
269	Santiago Papasquiario	Durango	-105	25.5	10032	388.48
271	Zentla	Veracruz	-96.5	19	30200	1,563.46
272	Lampazos de Naranjo	Nuevo León	-101	27.5	19032	377.36
273	Tecate	Baja California	-116	32.5	2003	228.07
274	Santa María del Río	San Luis Potosí	-100	21.5	24032	546.56
275	Pitiquito	Sonora	-112.5	29.5	26047	120.62
276	Montecristo de Guerrero	Chiapas	-92.5	15.5	7117	2,433.65
277	San Ignacio	Sinaloa	-106.5	24.5	25016	809.71
279	Teapa	Tabasco	-93	18	27016	1,946.83
280	Mulegé	Baja California Sur	-114.5	27	3002	56.17
281	Playas de Rosarito	Baja California	-117	32	2005	232.06
282	Eduardo Neri	Guerrero	-100	17.5	12075	854.96
283	Nochistlán de Mejía	Zacatecas	-102.5	21.5	32034	623.78
284	Parras	Coahuila	-102.5	26	5024	182.62
285	Ensenada	Baja California	-115	29.5	2001	110.79
286	Agua Prieta	Sonora	-109	31.5	26002	299.22
287	Santa María Huatulco	Oaxaca	-96	15.5	20413	347.5

## A N E X O S

PUNTO	MUNICIPIO	ESTADO	LONGITUD	LATITUD	CLAVE MUNICIPAL	LLUVIA ANUAL mm
290	San Buenaventura	Coahuila	-102	28	5031	396.2
293	Carlos A. Carrillo	Veracruz	-95.5	18	30208	1,659.09
295	Gustavo Díaz Ordaz	Tamaulipas	-98.5	26.5	28015	510.12
299	Bahía de Banderas	Nayarit	-105	20.5	18020	724.86
300	Cuencamé	Durango	-103.5	25	10004	288.58
301	Zaragoza	Coahuila	-101.5	28.5	5038	446.29
302	Naco	Sonora	-110	31	26039	417.37
304	Jonuta	Tabasco	-92	18.5	27011	1,264.53
305	Tula	Tamaulipas	-100	23	28039	483.77
306	Mulegé	Baja California Sur	-115	27.5	3002	46.49
309	Totontepec Villa de Morelos	Oaxaca	-96	17	20554	1,386.32
310	Tamazunchale	San Luis Potosí	-99	21	24037	1249.62
311	Valle Hermoso	Tamaulipas	-98	25.5	28040	561.41
312	Zaragoza	Coahuila	-101.5	29	5038	408.99
315	José María Morelos	Quintana Roo	-88.5	19	23006	1,141.67
316	San Dimas	Durango	-105.5	24	10026	861.14
317	Mulegé	Baja California Sur	-113.5	28	3002	135.67
318	Tubutama	Sonora	-111	30.5	26065	369.66
321	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo	-87	21.5	23007	1,241.54
322	Huatabampo	Sonora	-110	26.5	26033	144.67
323	Coyame del Sotol	Chihuahua	-105.5	29.5	8015	284.08
326	Zinapécuaro	Michoacán	-101	20	16110	761.45
327	Villagrán	Tamaulipas	-99.5	24.5	28042	742.86

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
328	Ensenada	Baja California	-113	28.5	2001	83.1
331	Chinicuila	Michoacán	-103.5	18.5	16026	820.3
332	Tula	Tamaulipas	-99.5	22.5	28039	942.59
333	Urique	Chihuahua	-107.5	27	8065	706.49
334	Pitiquito	Sonora	-112.5	30	26047	142.1
336	Zinacantán	Chiapas	-93	16.5	7111	1,157.09
337	Santa Elena	Yucatán	-90	20.5	31066	641.43
338	Ahome	Sinaloa	-109.5	25.5	25001	247.84
339	Ensenada	Baja California	-113	29	2001	57.29
342	Tzitzio	Michoacán	-101	19	16101	996.48
343	Sain Alto	Zacatecas	-103	23.5	32040	392.11
344	Valle de Zaragoza	Chihuahua	-105.5	27.5	8067	334.08
348	La Yesca	Nayarit	-104.5	21.5	18019	991.85
349	Hidalgo	Durango	-104.5	26	10010	299.61
351	Sáric	Sonora	-111	31.5	26060	406.89
353	Villa Aldama	Veracruz	-97.5	19.5	30194	1,075.57
354	La Paz	Baja California Sur	-111.5	24.5	3003	100.14
355	Camargo	Chihuahua	-104	28	8011	346.42
358	Zapotitlán	Puebla	-97.5	18	21209	514.38
359	El Higo	Veracruz	-98.5	22	30205	1093.1
360	Villaldama	Nuevo León	-100.5	26.5	19051	384.06
365	Nuevo Ideal	Durango	-105.5	25	10039	570.94
366	Manuel Benavides	Chihuahua	-103.5	28.5	8042	244.45
367	Pitiquito	Sonora	-112	31	26047	278.98
369	Cárdenas	Tabasco	-94	18.5	27002	1,718.37
370	Trancoso	Zacatecas	-102	23	32057	357.79

**A N E X O S**

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
374	Santo Tomás Ocotepéc	Oaxaca	-98	17	20532	1,398.31
375	Santa Cruz de Juventino R.	Guanajuato	-101	21	11035	553.98
376	Santiago	Nuevo León	-100	25.5	19049	706.34
377	Manuel Benavides	Chihuahua	-103.5	29	8042	232.61
380	Escárcega	Campeche	-90.5	19	4009	1,147.23
381	Culiacán	Sinaloa	-107.5	24	25006	384.39
383	Caborca	Sonora	-113	30.5	26017	118.15
385	Tacotalpa	Tabasco	-92.5	17.5	27015	2,666.91
386	Yobaín	Yucatán	-89	21.5	31106	302.13
387	Mulegé	Baja California Sur	-112.5	26.5	3002	154.19
388	Namiquipa	Chihuahua	-107.5	29.5	8048	393.88
391	Venustiano Carranza	Michoacán	-103	20	16103	843.59
392	Melchor Ocampo	Zacatecas	-101.5	24.5	32027	345.1
396	Othón P. Blanco	Quintana Roo	-88	18	23004	1,500.8
397	Villa Hidalgo	Zacatecas	-101.5	22.5	32054	362.3
398	Benito Juárez	Sonora	-109.5	27	26071	292.03
399	Ensenada	Baja California	-114.5	30	2001	96.69
401	Unión Hidalgo	Oaxaca	-95	16.5	20557	813.42
402	Túxpam	Veracruz	-97.5	20.5	30189	2,025.29
403	Comondú	Baja California Sur	-112	25.5	3001	95.45
404	Ensenada	Baja California	-115	29	2001	82.1
407	Tepalcatepec	Michoacán	-103	19	16089	915.76
408	Pueblo Nuevo	Durango	-105	23.5	10023	785.94

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
409	Urique	Chihuahua	-107.5	27.5	8065	650.89
414	Tepehuanes	Durango	-106.5	26	10035	828.81
416	General Plutarco Elías Calles	Sonora	-113	31.5	26070	152.84
418	Cuautitlán Izcalli	México	-99.5	19.5	15121	842.77
419	Soto la Marina	Tamaulipas	-98	24	28037	698.29
420	Saucillo	Chihuahua	-106	28	8062	331.07
423	Eduardo Neri	Guerrero	-99.5	18	12075	892.83
424	Zaragoza	San Luis Potosí	-100.5	22	24055	471.61
425	Cuatrociénegas	Coahuila	-102.5	26.5	5007	185.85
428	Maravilla Tenejapa	Chiapas	-91.5	16	7115	2,807.58
429	Tzucacab	Yucatán	-89	20	31098	1,188.24
430	Navolato	Sinaloa	-107.5	25	25018	709.81
431	Saucillo	Chihuahua	-105.5	28.5	8062	283.24
434	Carlos A. Carrillo	Veracruz	-96	18.5	30208	1,473.43
435	Valparaíso	Zacatecas	-104	23	32049	547.76
436	Vallecillo	Nuevo León	-100	27	19050	406.87
437	Ojinaga	Chihuahua	-105	30	8052	261.56
439	Chilpancingo de los Bravo	Guerrero	-100	17	12029	772.1
440	Nochistlán de Mejía	Zacatecas	-103	21	32034	815.64
441	Parras	Coahuila	-102	25.5	5024	271.09
442	Julimes	Chihuahua	-105.5	29	8038	275.59
446	La Paz	Baja California Sur	-110.5	24	3003	189.88
448	Ensenada	Baja California	-115	30.5	2001	126.71

## A N E X O S

PUNTO	MUNICIPIO	ESTADO	LONGITUD	LATITUD	CLAVE MUNICIPAL	LLUVIA ANUAL mm
450	Uxpanapa	Veracruz	-94.5	17.5	30210	2,619.51
452	Matamoros	Tamaulipas	-97	26	28022	637.97
453	Tepache	Sonora	-109.5	29.5	26063	471.04
456	Tomatlán	Jalisco	-105	20	14100	770.45
457	Miguel Auza	Zacatecas	-103.5	24.5	32029	373.61
461	Candelaria	Campeche	-90	18	4011	1,220.13
462	Valparaíso	Zacatecas	-103.5	22.5	32049	572.17
463	Mulegé	Baja California Sur	-111.5	27	3002	358.77
465	San Luis Río Colorado	Sonora	-114	32	26055	68.24
466	Zimatlán de Alvarez	Oaxaca	-97	16.5	20570	1,022.22
467	Ezequiel Montes	Querétaro	-99.5	20.5	22007	491.34
468	San Fernando	Tamaulipas	-98	25	28035	595.59
472	La Huerta	Jalisco	-105	19	14043	359.67
473	San Ignacio	Sinaloa	-107	23.5	25016	308.55
474	Rosario	Sonora	-109.5	27.5	26051	440.54
478	Tizimín	Yucatán	-87.5	21	31096	1,189.04
479	Sinaloa	Sinaloa	-108.5	26	25017	554.02
481	Mexicali	Baja California	-115	31.5	2002	78.68
483	Zacapu	Michoacán	-101.5	19.5	16107	1,008.79
484	Miquihuana	Tamaulipas	-100	24	28026	515.03
485	Uruachi	Chihuahua	-108	28	8066	734.45
486	Guadalupe	Chihuahua	-105.5	30.5	8028	252.33
488	Zirándaro	Guerrero	-101.5	18	12073	583.77
489	Villanueva	Zacatecas	-102.5	22	32055	530.01
490	Hidalgo	Durango	-104.5	26.5	10010	286.33
493	Villaflores	Chiapas	-93.5	16	7108	1,160.05
496	Matachí	Chihuahua	-107.5	28.5	8043	486.67

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
497	Ensenada	Baja California	-116	31	2001	210.23
499	Zacapala	Puebla	-98	18.5	21206	590.13
500	Rosario	Sinaloa	-106	23	25014	367.68
501	Sacramento	Coahuila	-102	27	5029	247.15
502	Buenaventura	Chihuahua	-107	30	8010	257.35
505	Bahía de Banderas	Nayarit	-105	21	18020	793.71
506	Cuencamé	Durango	-104	25.5	10004	274.56
507	Temósachi	Chihuahua	-107.5	29	8063	432.83
510	Alvarado	Veracruz	-95.5	19	30011	1,869.25
511	Soto la Marina	Tamaulipas	-97.5	23.5	28037	926.93
512	Nuevo Laredo	Tamaulipas	-100	27.5	28027	420.55
514	San Luis Río Colorado	Sonora	-115	32.5	26055	61.75
515	San Juan Bautista VN	Oaxaca	-96.5	17.5	20559	1,679.14
516	Matlapa	San Luis Potosí	-99	21.5	24057	1,633.49
517	Miguel Alemán	Tamaulipas	-99	26	28025	485.56
518	Pitiquito	Sonora	-111.5	29.5	26047	211.56
521	Felipe Carrillo Puerto	Quintana Roo	-88	19.5	23002	1,168.03
522	Nuevo Ideal	Durango	-105.5	24.5	10039	763.62
526	Macuspana	Tabasco	-92	18	27012	2,075.97
527	Escuinapa	Sinaloa	-105.5	22.5	25009	999.55
528	Mulegé	Baja California Sur	-113.5	27	3002	78.58
530	Tecate	Baja California	-116	32	2003	265.06
531	Marquelia	Guerrero	-99	16.5	12077	576.47
532	José Sixto Verduzco	Michoacán	-101.5	20.5	16113	666.91

**A N E X O S**

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
533	Santiago	Nuevo León	-100	25	19049	628.05
535	Juárez	Chihuahua	-106.5	31	8037	238.6
537	Othón P. Blanco	Quintana Roo	-88.5	18.5	23004	1,246.08
538	La Paz	Baja California Sur	-110.5	23.5	3003	197.8
542	Santiago el Pinar	Chiapas	-92.5	17	7119	1,959.94
543	Yaxkukul	Yucatán	-89.5	21	31105	628.14
548	Zapotitlán de Vadillo	Jalisco	-103.5	19.5	14122	935.1
549	Villa de Cos	Zacatecas	-102	24	32051	301.93
550	Suaqui Grande	Sonora	-110	28	26062	393.47
551	Nuevo Casas Grandes	Chihuahua	-107.5	30.5	8050	231.27
553	Aguila	Michoacán	-103.5	18	16008	771.82
554	La Yesca	Nayarit	-104.5	22	18019	1,006.35
555	Ocampo	Durango	-106.5	26.5	10017	720.03
556	Zaragoza	Coahuila	-102	29.5	5038	341.31
558	Santo Domingo Tehuantepec	Oaxaca	-95.5	16	20515	278.7
559	Zozocolco de Hidalgo	Veracruz	-97.5	20	30203	1,860.75
560	La Paz	Baja California Sur	-111.5	25	3003	135.41
561	Yécora	Sonora	-109.5	28.5	26069	636.84
565	Tumbiscatio	Michoacán	-102	18.5	16096	712.75
566	Amatlán de Cañas	Nayarit	-104.5	20.5	18003	978
567	Pueblo Viejo	Veracruz	-98	22.5	30133	833.57
568	San Juan de Guadalupe	Durango	-103	25	10027	233.18
569	Ocampo	Durango	-106	27	10017	428.72

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
570	Zaragoza	Coahuila	-101	28.5	5038	439.02
571	Santa Ana	Sonora	-111	30	26058	324.8
572	Naco	Sonora	-109.5	31	26039	338.44
575	Maravilla Tenejapa	Chiapas	-91.5	16.5	7115	2,433.11
576	Carmen	Campeche	-91.5	18.5	4003	986.94
577	Yaxcabá	Yucatán	-88.5	20.5	31104	1124.38
578	Tula	Tamaulipas	-99.5	23	28039	784.74
579	Sinaloa	Sinaloa	-108	25.5	25017	643.34
580	Mulegé	Baja California Sur	-114.5	27.5	3002	61.03
581	Hermosillo	Sonora	-111.5	29	26030	185.89
586	Santo Domingo Tehuantepec	Oaxaca	-95.5	17	20515	1887.88
587	Xochitepec	Morelos	-99.5	19	17028	1,044.14
588	Zontecomatlán de L y F	Veracruz	-98.5	21	30202	1,560.44
589	Villa de Cos	Zacatecas	-101.5	23.5	32051	332.45
590	Valle Hermoso	Tamaulipas	-97.5	25.5	28040	612.51
591	Jiménez	Chihuahua	-104	27.5	8036	331.39
592	Zaragoza	Coahuila	-101	29	5038	438.18
597	Técpán de Galeana	Guerrero	-100.5	17.5	12057	735.51
598	Othón P. Blanco	Quintana Roo	-88	19	23004	1,274.79
599	Santa María de la Paz	Zacatecas	-103	21.5	32058	692.38
600	San Dimas	Durango	-105	24	10026	671.38
601	San Pedro	Coahuila	-103	26	5033	179.83
602	Mulegé	Baja California Sur	-113	28	3002	113
603	Ensenada	Baja California	-115.5	29.5	2001	113.71

## A N E X O S

PUNTO	MUNICIPIO	ESTADO	LONGITUD	LATITUD	CLAVE MUNICIPAL	LLUVIA ANUAL mm
604	Opodepe	Sonora	-110.5	30.5	26045	445.65
605	Naco	Sonora	-109.5	31.5	26039	315.03
607	Santa María Tonameca	Oaxaca	-96.5	15.5	20439	453.74
609	Veracruz	Veracruz	-96	19.5	30193	1,119.47
610	Isla Mujeres	Quintana Roo	-86.5	21.5	23003	1,410.91
611	La Paz	Baja California Sur	-110	24.5	3003	272.45
612	Navojoa	Sonora	-109.5	26.5	26042	208.06
613	San Buenaventura	Coahuila	-102.5	28	5031	274.53
614	Ojinaga	Chihuahua	-105	29.5	8052	253.45
618	Santiago Pinotepa Nacional	Oaxaca	-98.5	16	20482	822.24
619	Carlos A. Carrillo	Veracruz	-96	18	30208	2382.6
620	Zinapécuaro	Michoacán	-100.5	20	16110	808.98
622	Villagrán	Tamaulipas	-99	24.5	28042	702.52
623	Miguel Alemán	Tamaulipas	-99	26.5	28025	475.32
630	Tumbiscatío	Michoacán	-103	18.5	16096	783.93
631	Bahía de Banderas	Nayarit	-105.5	20.5	18020	387.82
632	Ocampo	Tamaulipas	-99	22.5	28029	1,168.85
633	Peñón Blanco	Durango	-104	25	10021	348.46
634	Nonoava	Chihuahua	-107	27	8049	661.12
635	Zaragoza	Coahuila	-102	28.5	5038	381.39
636	Trincheras	Sonora	-112	30	26064	202.12
637	Santa Cruz	Sonora	-110.5	31	26059	459.99
640	Zinacantán	Chiapas	-92.5	16.5	7111	1,265.04
641	Jonuta	Tabasco	-92.5	18.5	27011	1,226.96
642	Umán	Yucatán	-89.5	20.5	31101	1,062.33

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
643	Villa de Arista	San Luis Potosí	-100.5	23	24056	414.52
644	Guasave	Sinaloa	-109	25.5	25011	298.81
647	Acuña	Coahuila	-101.5	30	5002	372.64
651	Villa de Zaachila	Oaxaca	-96.5	17	20565	692.59
652	Tuzantla	Michoacán	-100.5	19	16099	1,076.59
653	San Joaquín	Querétaro	-99.5	21	22015	684.71
654	Villa de Cos	Zacatecas	-102.5	23.5	32051	354.52
655	Reynosa	Tamaulipas	-98.5	25.5	28032	532.31
656	San Francisco de Conchos	Chihuahua	-105	27.5	8058	318.16
657	Zaragoza	Coahuila	-102	29	5038	337.04
662	Petatlán	Guerrero	-101.5	17.5	12048	332.5
663	José María Morelos	Quintana Roo	-89	19	23006	1,072.92
664	La Yesca	Nayarit	-104	21.5	18019	792.52
665	San Ignacio	Sinaloa	-106	24	25016	938.23
666	Tlahualilo	Durango	-104	26	10036	245.16
667	Mulegé	Baja California Sur	-114	28	3002	108.53
669	Tubutama	Sonora	-111.5	30.5	26065	293.15
670	Santa Cruz	Sonora	-110.5	31.5	26059	410.27
673	Tenosique	Tabasco	-91	17.5	27017	1,887.84
674	Villa Aldama	Veracruz	-97	19.5	30194	1,471.36
675	Tizimín	Yucatán	-87.5	21.5	31096	1,041.29
676	La Paz	Baja California Sur	-111	24.5	3003	134.02
678	Sierra Mojada	Coahuila	-103.5	28	5034	278.95
679	Chihuahua	Chihuahua	-106	29.5	8019	315.95
684	San Sebastián Tlacotepec	Puebla	-97	18	21145	1,395.94

**A N E X O S**

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
685	José Sixto Verduzco	Michoacán	-101.5	20	16113	752.6
686	Tampico Alto	Veracruz	-98	22	30152	867.39
687	Linares	Nuevo León	-100	24.5	19033	516.16
688	Villaldama	Nuevo León	-100	26.5	19051	463.32
689	Ensenada	Baja California	-113.5	28.5	2001	109.24
695	Tecomán	Colima	-104	18.5	6009	599.68
697	Tula	Tamaulipas	-100	22.5	28039	506.08
698	Nuevo Ideal	Durango	-105	25	10039	452.09
699	Choix	Sinaloa	-108	27	25007	748.31
700	Ocampo	Coahuila	-103	28.5	5023	205.24
701	Pitiquito	Sonora	-113	30	26047	116.66
702	Tubutama	Sonora	-111.5	31	26065	361.28
705	Villaflores	Chiapas	-93.5	16.5	7108	926.65
706	Paraíso	Tabasco	-93.5	18.5	27014	1,299.07
707	Maxcanú	Yucatán	-90.5	20.5	31048	269.13
708	Villa de Ramos	San Luis Potosí	-101.5	23	24049	343.63
711	Ensenada	Baja California	-113.5	29	2001	70.26
712	Acuña	Coahuila	-102.5	30	5002	325.74
716	Zapotitlán del Río	Oaxaca	-97.5	17	20566	1,253.16
717	Turicato	Michoacán	-101.5	19	16097	972.03
718	Querétaro	Querétaro	-100.5	21	22014	490.52
719	Sombrerete	Zacatecas	-103.5	23.5	32042	467.76
720	Los Ramones	Nuevo León	-99.5	25.5	19042	658.84
721	Valle de Zaragoza	Chihuahua	-106	27.5	8067	359.86
722	Ocampo	Coahuila	-103	29	5023	221.76

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
728	Calakmul	Campeche	-90	19	4010	1,058.38
729	Tepic	Nayarit	-105	21.5	18017	927.67
730	San Ignacio	Sinaloa	-107	24	25016	310.5
731	El Oro	Durango	-105	26	10018	364.69
732	Mulegé	Baja California Sur	-115	28	3002	50.45
734	Pitiquito	Sonora	-112.5	30.5	26047	164.51
735	Tubutama	Sonora	-111.5	31.5	26065	362.22
738	Macuspana	Tabasco	-92	17.5	27012	2,483.15
739	Santa Isabel Xiloxotla	Tlaxcala	-98	19.5	29060	744.75
740	Sucilá	Yucatán	-88.5	21.5	31070	543.03
741	La Paz	Baja California Sur	-112	24.5	3003	85.66
742	Mulegé	Baja California Sur	-112	26.5	3002	291.35
743	Camargo	Chihuahua	-104.5	28	8011	342.37
744	Riva Palacio	Chihuahua	-107	29.5	8054	334.81
749	Xayacatlán de Bravo	Puebla	-98	18	21196	668.7
750	Zamora	Michoacán	-102.5	20	16108	854.35
751	Tanlajás	San Luis Potosí	-99	22	24041	1,405.96
752	El Salvador	Zacatecas	-101	24.5	32041	338.88
753	Mina	Nuevo León	-101	26.5	19037	290.11
754	Ensenada	Baja California	-114.5	28.5	2001	77.24
761	Solidaridad	Quintana Roo	-87.5	20	23008	873.83
762	Villa de Arista	San Luis Potosí	-101	22.5	24056	371.87
763	Topia	Durango	-106	25	10037	937.26

**A N E X O S**

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
764	Navojoa	Sonora	-109	27	26042	529.15
765	Ojinaga	Chihuahua	-104	28.5	8052	309.81
766	Ensenada	Baja California	-114	30	2001	78.55
767	Puerto Peñasco	Sonora	-112.5	31	26048	182.43
770	Unión Hidalgo	Oaxaca	-94.5	16.5	20557	1,008.48
771	Tatahuicapan de Juárez	Veracruz	-94.5	18.5	30209	2,982.44
772	Tecolutla	Veracruz	-97	20.5	30158	1,412.67
773	Trancoso	Zacatecas	-102.5	23	32057	393.62
774	Comondú	Baja California Sur	-111.5	25.5	3001	155.4
776	Ensenada	Baja California	-114.5	29	2001	93.74
781	Coicoyán de las Flores	Oaxaca	-98.5	17	20016	1,139.97
782	Tumbiscatío	Michoacán	-102.5	19	16096	793.23
783	Silao	Guanajuato	-101.5	21	11037	622.07
784	Súchil	Durango	-104.5	23.5	10033	608.2
785	Santiago	Nuevo León	-100.5	25.5	19049	473.58
786	San Francisco de Borja	Chihuahua	-107	27.5	8057	520.56
787	Ojinaga	Chihuahua	-104	29	8052	255.52
793	Escárcega	Campeche	-91	19	4009	906.3
796	Tepehuanes	Durango	-106	26	10035	588.04
800	General Plutarco Elías Calles	Sonora	-112.5	31.5	26070	208.59
803	Teapa	Tabasco	-93	17.5	27016	2,639.77
804	Tonanitla	México	-99	19.5	15125	723.97
805	Telchac Puerto	Yucatán	-89.5	21.5	31083	235.94
806	Soto la Marina	Tamaulipas	-97.5	24	28037	748.81

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
807	Mulegé	Baja California Sur	-113	26.5	3002	66.69
808	Saucillo	Chihuahua	-105.5	28	8062	305.42
809	Temósachi	Chihuahua	-108	29.5	8063	579.53
814	Jolalpan	Puebla	-99	18	21087	881.75
815	Zapotiltic	Jalisco	-103.5	20	14121	803.37
816	Villa Juárez	San Luis Potosí	-100	22	24052	546.79
817	Melchor Ocampo	Zacatecas	-102	24.5	32027	296.31
818	Ramos Arizpe	Coahuila	-102	26.5	5027	248.84
824	Marqués de Comillas	Chiapas	-91	16	7116	3392.13
825	Othón P. Blanco	Quintana Roo	-88.5	18	23004	1487.99
826	Yaxcabá	Yucatán	-88.5	20	31104	1,147.62
827	Trancoso	Zacatecas	-102	22.5	32057	386.89
828	Culiacán	Sinaloa	-107	25	25006	927.73
829	San Ignacio Río Muerto	Sonora	-110	27	26072	175.76
830	Saucillo	Chihuahua	-105	28.5	8062	293.9
831	Ensenada	Baja California	-115	30	2001	120.78
832	Puerto Peñasco	Sonora	-113.5	31	26048	101.45
833	General Plutarco Elías Calles	Sonora	-112.5	32	26070	210.33
835	Santo Domingo Tehuantepec	Oaxaca	-95.5	16.5	20515	687.09
836	Carlos A. Carrillo	Veracruz	-95.5	18.5	30208	1,661.05
837	Zontecomatlán de L y F	Veracruz	-98	20.5	30202	1,946.21
838	Valparaíso	Zacatecas	-103.5	23	32049	497.36
840	Guerrero	Tamaulipas	-99.5	27	28014	433.53

## A N E X O S

PUNTO	MUNICIPIO	ESTADO	LONGITUD	LATITUD	CLAVE MUNICIPAL	LLUVIA ANUAL mm
842	Ojinaga	Chihuahua	-104.5	30	8052	276.02
846	Tecoanapa	Guerrero	-99.5	17	12056	1,041.14
847	Chinicuila	Michoacán	-103.5	19	16026	954.22
848	Cañadas de Obregón	Jalisco	-102.5	21	14117	754.53
849	Rosario	Sinaloa	-105.5	23.5	25014	765.14
850	Saltillo	Coahuila	-101.5	25.5	5030	279.68
851	Uruachi	Chihuahua	-108	27.5	8066	772.71
852	Ojinaga	Chihuahua	-105	29	8052	267.43
860	La Paz	Baja California Sur	-110	24	3003	372.09
861	Badiraguato	Sinaloa	-107	26	25003	913.6
864	Ensenada	Baja California	-114.5	30.5	2001	102.24
865	San Luis Río Colorado	Sonora	-113.5	31.5	26055	109.33
868	Uxpanapa	Veracruz	-94	17.5	30210	2,568.43
869	Zitácuaro	Michoacán	-100	19.5	16112	889.98
871	Soto la Marina	Tamaulipas	-98.5	24	28037	658.76
873	Satevó	Chihuahua	-106.5	28	8061	383.2
874	Sahuaripa	Sonora	-109	29.5	26052	527.16
879	Eduardo Neri	Guerrero	-100	18	12075	974.7
880	Unión de Tula	Jalisco	-104.5	20	14110	1,077.51
881	Zaragoza	San Luis Potosí	-101	22	24055	383.68
882	Juan Aldama	Zacatecas	-103	24.5	32022	313.35
883	Sierra Mojada	Coahuila	-103	26.5	5034	207.57
889	Tzimol	Chiapas	-92	16	7104	1,576.16
890	Calakmul	Campeche	-89.5	18	4010	1,118.92
891	Ticul	Yucatán	-89.5	20	31089	1,081.05
892	Zacatecas	Zacatecas	-103	22.5	32056	512.8
893	Navolato	Sinaloa	-108	25	25018	540.28

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
895	Rosales	Chihuahua	-106	28.5	8055	323.7
896	Ensenada	Baja California	-116	30	2001	133.86
897	Mexicali	Baja California	-114.5	31	2002	67.83
898	General Plutarco Elías Calles	Sonora	-113.5	32	26070	125.89
900	Yogana	Oaxaca	-96.5	16.5	20563	745.15
901	Tres Valles	Veracruz	-96.5	18.5	30207	2,350.42
902	Tlahuiltepa	Hidalgo	-99	20.5	13071	699.96
903	Súchil	Durango	-104.5	23	10033	734.47
904	San Fernando	Tamaulipas	-97.5	25	28035	624.42
905	Sabinas Hidalgo	Nuevo León	-100.5	27	19044	389.57
907	Coyame del Sotol	Chihuahua	-105.5	30	8015	283.93
911	Técpán de Galeana	Guerrero	-100.5	17	12057	415.48
912	Cihuatlán	Jalisco	-104.5	19	14022	282.12
913	Teul de González Ortega	Zacatecas	-103.5	21	32047	865.67
914	San Ignacio	Sinaloa	-106.5	23.5	25016	447.58
915	Parras	Coahuila	-102.5	25.5	5024	204.49
916	Rosario	Sonora	-109	27.5	26051	673.51
917	Chihuahua	Chihuahua	-106	29	8019	311.13
924	Solidaridad	Quintana Roo	-87	21	23008	1,238.43
925	La Paz	Baja California Sur	-111	24	3003	106.65
926	Sinaloa	Sinaloa	-108	26	25017	801.74
929	Ensenada	Baja California	-115.5	30.5	2001	158.13

## A N E X O S

PUNTO	MUNICIPIO	ESTADO	LONGITUD	LATITUD	CLAVE MUNICIPAL	LLUVIA ANUAL mm
930	San Luis Río Colorado	Sonora	-114.5	31.5	26055	39.74
933	Uxpanapa	Veracruz	-95	17.5	30210	2,239.84
934	Zinapécuaro	Michoacán	-101	19.5	16110	995.94
935	Tantima	Veracruz	-97.5	21.5	30154	1247.8
936	Victoria	Tamaulipas	-99.5	24	28041	697.67
937	Valle Hermoso	Tamaulipas	-97.5	26	28040	622.88
938	Guerrero	Chihuahua	-107.5	28	8031	596.46
939	Villa Pesqueira	Sonora	-110	29.5	26068	473.16
940	Ojinaga	Chihuahua	-105	30.5	8052	260.98
944	Zirándaro	Guerrero	-101	18	12073	804.56
945	Tomatlán	Jalisco	-105.5	20	14100	282.82
946	Villa García	Zacatecas	-102	22	32052	467.95
947	Peñón Blanco	Durango	-104	24.5	10021	429.14
948	Jiménez	Chihuahua	-104	26.5	8036	239.71
954	Villaflores	Chiapas	-93	16	7108	1521.04
955	Candelaria	Campeche	-90.5	18	4011	1377.2
956	Tenabo	Campeche	-90.5	20	4008	289.86
957	Valparaíso	Zacatecas	-104	22.5	32049	640.46
959	Mulegé	Baja California Sur	-112	27	3002	232.89
960	Riva Palacio	Chihuahua	-107	28.5	8054	416.51
962	Mexicali	Baja California	-115.5	31	2002	183.76
963	San Luis Río Colorado	Sonora	-114.5	32	26055	49.97
965	Zapotitlán del Río	Oaxaca	-97.5	16.5	20566	1,476.43
966	Acultzingo	Veracruz	-97.5	18.5	30006	551.77
967	Tequisquiapan	Querétaro	-100	20.5	22017	565.67
968	Rosario	Sinaloa	-105.5	23	25014	717.83
969	San Fernando	Tamaulipas	-98.5	25	28035	594.48

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
970	San Buenaventura	Coahuila	-101.5	27	5031	313.29
972	Chihuahua	Chihuahua	-106.5	30	8019	301.95
973	Guadalupe	Chihuahua	-105	31	8028	254.93
978	La Yesca	Nayarit	-104.5	21	18019	955.98
980	Mapimí	Durango	-103.5	25.5	10013	221.84
981	San Ignacio Río Muerto	Sonora	-110	27.5	26072	264.64
982	Riva Palacio	Chihuahua	-107	29	8054	390.12
987	Ocosingo	Chiapas	-91	17	7059	2,109.75
989	Valladolid	Yucatán	-88	21	31102	1,021.51
991	Sinaloa	Sinaloa	-109	26	25017	292.6
992	Nuevo Laredo	Tamaulipas	-99.5	27.5	28027	454.9
995	Mexicali	Baja California	-115.5	31.5	2002	197.55
996	San Luis Río Colorado	Sonora	-114.5	32.5	26055	69.68
998	Playa Vicente	Veracruz	-96	17.5	30130	2,493.87
999	Ziracuaretiro	Michoacán	-102	19.5	16111	1,063.69
1000	El Higo	Veracruz	-98.5	21.5	30205	1,463.57
1001	Vanegas	San Luis Potosí	-100.5	24	24044	361.5
1002	Reynosa	Tamaulipas	-98.5	26	28032	498.1
1003	Uruachi	Chihuahua	-108.5	28	8066	807.26
1004	San Miguel de Horcasitas	Sonora	-111	29.5	26056	304.63
1005	Ahumada	Chihuahua	-106	30.5	8001	265.98
1009	Lázaro Cárdenas	Michoacán	-102	18	16052	748.57
1010	Felipe Carrillo Puerto	Quintana Roo	-87.5	19.5	23002	1,203.45
1011	Villanueva	Zacatecas	-103	22	32055	617.98
1012	Nuevo Ideal	Durango	-105	24.5	10039	558.57
1013	Ocampo	Durango	-105	26.5	10017	353.84

## A N E X O S

PUNTO	MUNICIPIO	ESTADO	LONGITUD	LATITUD	CLAVE MUNICIPAL	LLUVIA ANUAL mm
1019	San Pedro Tapanatepec	Oaxaca	-94	16	20327	1057.6
1020	Emiliano Zapata	Tabasco	-91.5	18	27007	1,683.93
1022	Rosamorada	Nayarit	-105	22.5	18010	1,201.62
1024	Mulegé	Baja California Sur	-113	27	3002	81.59
1025	Temósachi	Chihuahua	-108	28.5	8063	596.97
1027	Ensenada	Baja California	-116.5	31	2001	202.16
1028	Mexicali	Baja California	-115.5	32	2002	157.37
1030	Santo Domingo Armenta	Oaxaca	-98.5	16.5	20507	900.62
1031	Zacapala	Puebla	-98.5	18.5	21206	773.9
1032	Yuriria	Guanajuato	-101	20.5	11046	635.29
1033	Rosario	Sinaloa	-106.5	23	25014	324.76
1034	Villagrán	Tamaulipas	-99.5	25	28042	716.98
1035	Ocampo	Coahuila	-102.5	27	5023	214.94
1037	Nuevo Casas Grandes	Chihuahua	-107.5	30	8050	292.8
1038	Praxedis G. Guerrero	Chihuahua	-106	31	8053	229.33
1042	Othón P. Blanco	Quintana Roo	-88	18.5	23004	1319.78
1043	Bahía de Banderas	Nayarit	-105.5	21	18020	566.3
1044	Los Cabos	Baja California Sur	-110	23.5	3008	281.38
1045	El Oro	Durango	-104.5	25.5	10018	352.86
1047	Temósachi	Chihuahua	-108	29	8063	559.74
1052	Yajalón	Chiapas	-92	17	7109	2,068.94
1053	Veracruz	Veracruz	-96	19	30193	1,157.83
1054	Yobaín	Yucatán	-89	21	31106	665.32

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
1055	Soto la Marina	Tamaulipas	-98	23.5	28037	841.65
1057	Lampazos de Naranjo	Nuevo León	-100.5	27.5	19032	386.74
1060	Ensenada	Baja California	-116.5	31.5	2001	243.6
1061	Mexicali	Baja California	-115.5	32.5	2002	94.53
1063	Santa Inés de Zaragoza	Oaxaca	-97	17.5	20569	732.69
1064	Cotija	Michoacán	-103	19.5	16019	913.31
1065	Tamasopo	San Luis Potosí	-99.5	21.5	24036	1,016.75
1066	Villa de Cos	Zacatecas	-101.5	24	32051	315.33
1067	Los Ramones	Nuevo León	-99.5	26	19042	537.91
1068	Yécora	Sonora	-109.5	28	26069	596.87
1069	Pitiquito	Sonora	-112	29.5	26047	157.46
1070	Buenaventura	Chihuahua	-107	30.5	8010	222.23
1071	Praxedis G. Guerrero	Chihuahua	-106	31.5	8053	221.64
1073	Siltepec	Chiapas	-92	15.5	7080	2,191.41
1074	Lázaro Cárdenas	Michoacán	-103	18	16052	654.52
1075	José María Morelos	Quintana Roo	-88.5	19.5	23006	1119.7
1076	Valparaíso	Zacatecas	-104	22	32049	722.23
1077	San Ignacio	Sinaloa	-106	24.5	25016	953.75
1078	San Bernardo	Durango	-106	26.5	10025	524.45
1080	Zaragoza	Coahuila	-101.5	29.5	5038	394.45
1084	Santo Domingo Tehuantepec	Oaxaca	-95	16	20515	469.38
1085	Macuspana	Tabasco	-92.5	18	27012	2,080.58
1086	Yecuatla	Veracruz	-97	20	30197	1,505.59
1087	Escuinapa	Sinaloa	-106	22.5	25009	698.67

## A N E X O S

PUNTO	MUNICIPIO	ESTADO	LONGITUD	LATITUD	CLAVE MUNICIPAL	LLUVIA ANUAL mm
1088	La Paz	Baja California Sur	-111	25	3003	190.65
1089	Mulegé	Baja California Sur	-114	27	3002	79.93
1090	Yécora	Sonora	-109	28.5	26069	711.99
1093	Playas de Rosarito	Baja California	-116.5	32	2005	288.18
1095	San Marcos	Guerrero	-99.5	16.5	12053	773.98
1096	Xochitepec	Morelos	-99.5	18.5	17028	1,076.89
1097	Yurécuaro	Michoacán	-102	20.5	16106	733.94
1099	Rayones	Nuevo León	-100.5	25	19043	427.04
1100	Jiménez	Chihuahua	-103.5	27	8036	275.97
1102	Nácori Chico	Sonora	-108.5	30	26040	525.87
1103	Juárez	Chihuahua	-107	31	8037	217.12
1107	Othón P. Blanco	Quintana Roo	-89	18.5	23004	1,085.58
1110	Teprehuanes	Durango	-105.5	25.5	10035	433.43
1111	Mulegé	Baja California Sur	-112	27.5	3002	35.17
1112	Sahuaripa	Sonora	-109	29	26052	563.04
1117	San Andrés Duraznal	Chiapas	-93	17	7118	1,763.09
1118	Zongolica	Veracruz	-97	19	30201	1,403.41
1119	Umán	Yucatán	-90	21	31101	421.01
1120	Victoria	Tamaulipas	-99	23.5	28041	706.35
1121	Comondú	Baja California Sur	-111.5	26	3001	240.23
1122	San Buenaventura	Coahuila	-101.5	27.5	5031	381.45
1126	Tijuana	Baja California	-116.5	32.5	2004	345.9

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
1127	Unión Juárez	Chiapas	-92	15	7105	2,732.79
1128	Acapulco de Juárez	Guerrero	-100	16.5	12001	727.24
1129	Tezoatlán de Segura y Luna	Oaxaca	-98	17.5	20549	988.67
1130	Zacualpan	México	-100	18.5	15117	1,205.58
1131	Zapotitlán de Vadillo	Jalisco	-104	19.5	14122	714.99
1132	Yurécuaro	Michoacán	-102.5	20.5	16106	806.27
1133	Tierra Nueva	San Luis Potosí	-100.5	21.5	24043	449.89
1134	Los Cabos	Baja California Sur	-109.5	23	3008	59.68
1135	Villa de Cos	Zacatecas	-102.5	24	32051	305.66
1136	Concepción del Oro	Zacatecas	-101	25	32007	380.76
1137	Hidalgo	Nuevo León	-100.5	26	19047	410.89
1138	Jiménez	Chihuahua	-104	27	8036	277.68
1139	Guaymas	Sonora	-110.5	28	26029	298.15
1142	Villa Hidalgo	Sonora	-109	30	26067	465.92
1143	Nuevo Casas Grandes	Chihuahua	-108	30.5	8050	309.75
1144	Nuevo Casas Grandes	Chihuahua	-107.5	31	8050	210.91
1145	Juárez	Chihuahua	-107	31.5	8037	208.89
1146	Juárez	Chihuahua	-106.5	32	8037	218.16
1149	Montecristo de Guerrero	Chiapas	-93	15.5	7117	2,121.08
1152	Calakmul	Campeche	-89.5	18.5	4010	986.83
1153	Tekax	Yucatán	-89.5	19.5	31079	1,054.09
1154	Cozumel	Quintana Roo	-86.5	20.5	23001	984.87
1155	Tuxpan	Nayarit	-105	22	18018	1,187.05

## A N E X O S

PUNTO	MUNICIPIO	ESTADO	LONGITUD	LATITUD	CLAVE MUNICIPAL	LLUVIA ANUAL mm
1157	Elota	Sinaloa	-107	24.5	25008	544.6
1158	Topia	Durango	-106	25.5	10037	753.32
1159	Guadalupe y Calvo	Chihuahua	-107	26.5	8029	841.22
1160	Mulegé	Baja California Sur	-112.5	27.5	3002	63.85
1161	Anáhuac	Nuevo León	-100	28	19005	440.23
1162	Soyopa	Sonora	-109.5	29	26061	532.81
1163	Acuña	Coahuila	-102.5	29.5	5002	286.27
1171	Santiago Xanica	Oaxaca	-96	16	20495	492.18
1172	Las Choapas	Veracruz	-93.5	17	30061	1,697.32
1173	Huimanguillo	Tabasco	-93.5	18	27008	1,916.44
1174	La Perla	Veracruz	-97.5	19	30127	736.5
1175	Zongozotla	Puebla	-98	20	21215	1,429.87
1176	Maxcanú	Yucatán	-90.5	21	31048	219.88
1178	Victoria	Tamaulipas	-99.5	23.5	28041	577.74
1179	Comondú	Baja California Sur	-112	25	3001	89.48
1180	Comondú	Baja California Sur	-112	26	3001	173.97
1182	San Buenaventura	Coahuila	-102	27.5	5031	322.13
1183	Suaqui Grande	Sonora	-110	28.5	26062	487.04
1190	Playas de Rosarito	Baja California	-117	32.5	2005	278.21
1192	Tuzantán	Chiapas	-92.5	15	7103	1,969.44
1194	Zapotitlán Lagunas	Oaxaca	-98.5	17.5	20567	1,083.09
1195	San Lucas	Michoacán	-100.5	18.5	16077	1,040.25
1196	Villa Purificación	Jalisco	-104.5	19.5	14068	728.85

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
1197	Zapotlanejo	Jalisco	-103	20.5	14124	842.67
1198	Villa de Reyes	San Luis Potosí	-101	21.5	24050	439.41
1199	Los Cabos	Baja California Sur	-110	23	3008	128.32
1200	Sain Alto	Zacatecas	-103	24	32040	359.05
1201	Melchor Ocampo	Zacatecas	-101.5	25	32027	369.44
1202	Mina	Nuevo León	-101	26	19037	208.51
1203	López	Chihuahua	-104.5	27	8039	297.21
1204	Guaymas	Sonora	-111	28	26029	239.54
1206	Ensenada	Baja California	-113.5	29.5	2001	63.19
1207	Villa Hidalgo	Sonora	-109.5	30	26067	465.47
1208	Bavispe	Sonora	-108.5	30.5	26015	371.25
1209	Nuevo Casas Grandes	Chihuahua	-108	31	8050	243.37
1210	Ascensión	Chihuahua	-107.5	31.5	8005	205.54
1211	Juárez	Chihuahua	-107	32	8037	208.97
1214	Tonalá	Chiapas	-93.5	15.5	7097	1,480.97
1217	Calakmul	Campeche	-90	18.5	4010	1131.3
1218	Hopelchén	Campeche	-90	19.5	4006	837.8
1219	Solidaridad	Quintana Roo	-87	20.5	23008	974.48
1220	Tuxpan	Nayarit	-105.5	22	18018	1,008.76
1221	Casas	Tamaulipas	-98	23	28008	873.79
1222	Navolato	Sinaloa	-107.5	24.5	25018	472.57
1223	Topia	Durango	-106.5	25.5	10037	1035.1
1224	Morelos	Chihuahua	-107.5	26.5	8046	832.61
1225	Mulegé	Baja California Sur	-113	27.5	3002	105.01

## A N E X O S

PUNTO	MUNICIPIO	ESTADO	LONGITUD	LATITUD	CLAVE MUNICIPAL	LLUVIA ANUAL mm
1226	Anáhuac	Nuevo León	-100.5	28	19005	397.75
1227	Villa Pesqueira	Sonora	-110	29	26068	496.39
1228	Acuña	Coahuila	-103	29.5	5002	276.76
1236	Santo Tomás Tamazulapan	Oaxaca	-96.5	16	20533	705.48
1237	Uxpanapa	Veracruz	-94	17	30210	1,861.93
1238	Agua Dulce	Veracruz	-94	18	30204	2,036.51
1239	Santa Isabel Xiloxotla	Tlaxcala	-98	19	29060	701.75
1240	Honey	Puebla	-98.5	20	21057	759.21
1241	Túxpam	Veracruz	-97	21	30189	1,591.53
1243	Miquihuana	Tamaulipas	-100	23.5	28026	456.87
1244	Comondú	Baja California Sur	-112.5	25	3001	82.09
1245	Comondú	Baja California Sur	-112.5	26	3001	90.19
1247	Ocampo	Coahuila	-102.5	27.5	5023	261.53
1248	Guaymas	Sonora	-110.5	28.5	26029	353.15
1257	Villa Comaltitlán	Chiapas	-93	15	7071	1,751.05
1259	José Joaquín de Herrera	Guerrero	-99	17.5	12079	1,135.57
1260	Turicato	Michoacán	-101	18.5	16097	876.01
1261	Tomatlán	Jalisco	-105	19.5	14100	626.34
1262	Zapotlanejo	Jalisco	-103.5	20.5	14124	857.78
1263	Ojuelos de Jalisco	Jalisco	-101.5	21.5	14064	515.45
1265	Sombrerete	Zacatecas	-103.5	24	32042	431.1
1266	Melchor Ocampo	Zacatecas	-102	25	32027	321.56
1267	Ramos Arizpe	Coahuila	-101.5	26	5027	236.88
1268	López	Chihuahua	-105	27	8039	332.45

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
1269	Hermosillo	Sonora	-111.5	28	26030	199.7
1271	Ensenada	Baja California	-114	29.5	2001	77.9
1272	San Felipe de Jesús	Sonora	-110	30	26053	474.04
1273	Villa Hidalgo	Sonora	-109	30.5	26067	371.03
1274	Agua Prieta	Sonora	-108.5	31	26002	295.21
1275	Janos	Chihuahua	-108	31.5	8035	226.25
1276	Ascensión	Chihuahua	-107.5	32	8005	218.19
1280	Marqués de Comillas	Chiapas	-90.5	16.5	7116	2,176.29
1282	Candelaria	Campeche	-90.5	18.5	4011	1,257.08
1283	Champotón	Campeche	-90.5	19.5	4004	629.28
1284	Chemax	Yucatán	-87.5	20.5	31019	951.27
1286	Llera	Tamaulipas	-98.5	23	28019	784.56
1287	Navolato	Sinaloa	-108	24.5	25018	496.54
1288	Culiacán	Sinaloa	-107	25.5	25006	1,007.35
1289	Sinaloa	Sinaloa	-108	26.5	25017	809.01
1290	Mulegé	Baja California Sur	-113.5	27.5	3002	119.45
1291	Villa Unión	Coahuila	-101	28	5037	413.75
1292	Ures	Sonora	-110.5	29	26066	404.4
1301	Santos Reyes Nopala	Oaxaca	-97	16	20526	880.03
1302	Uxpanapa	Veracruz	-94.5	17	30210	2,035.42
1303	Tatahuicapan de Juárez	Veracruz	-94.5	18	30209	2,292.21
1304	Santa Apolonia Teacalco	Tlaxcala	-98.5	19	29057	828.21
1305	Zumpango	México	-99	20	15120	552.48
1306	Túxpam	Veracruz	-97.5	21	30189	1,553.35
1308	Villa de la Paz	San Luis Potosí	-100.5	23.5	24048	413.31

## A N E X O S

PUNTO	MUNICIPIO	ESTADO	LONGITUD	LATITUD	CLAVE MUNICIPAL	LLUVIA ANUAL mm
1309	Soto la Marina	Tamaulipas	-97.5	24.5	28037	639.89
1312	Ocampo	Coahuila	-103	27.5	5023	270.4
1313	Hermosillo	Sonora	-111	28.5	26030	240.31
1324	Eduardo Neri	Guerrero	-99.5	17.5	12075	1,045.95
1325	Turicato	Michoacán	-101.5	18.5	16097	809.32
1326	Tomatlán	Jalisco	-105.5	19.5	14100	388.29
1327	Amatlán de Cañas	Nayarit	-104	20.5	18003	890.28
1328	Unión de San Antonio	Jalisco	-102	21.5	14109	578.16
1330	Sombrerete	Zacatecas	-104	24	32042	464.88
1331	Melchor Ocampo	Zacatecas	-102.5	25	32027	245.95
1332	Ramos Arizpe	Coahuila	-102	26	5027	238.02
1333	Valle de Zaragoza	Chihuahua	-105.5	27	8067	379.85
1335	Zaragoza	Coahuila	-100.5	28.5	5038	465.07
1336	Ensenada	Baja California	-114.5	29.5	2001	99.54
1337	San Felipe de Jesús	Sonora	-110.5	30	26053	427.26
1338	Villa Hidalgo	Sonora	-109.5	30.5	26067	403.8
1339	Bavispe	Sonora	-109	31	26015	311.96
1340	Janos	Chihuahua	-108.5	31.5	8035	268.26
1341	Ascensión	Chihuahua	-108	32	8005	245.06
1345	Marqués de Comillas	Chiapas	-91	16.5	7116	2,604.2
1347	Candelaria	Campeche	-91	18.5	4011	1,062.84
1348	Champutón	Campeche	-91	19.5	4004	653.2
1349	Valladolid	Yucatán	-88	20.5	31102	1,004.3
1351	Xicoténcatl	Tamaulipas	-99	23	28043	927.9
1353	Mocorito	Sinaloa	-107.5	25.5	25013	873.92
1354	Alamos	Sonora	-108.5	26.5	26003	657

**SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

---

<b>PUNTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>CLAVE MUNICIPAL</b>	<b>LLUVIA ANUAL mm</b>
1355	Mulegé	Baja California Sur	-114	27.5	3002	98.63
1356	San Juan de Sabinas	Coahuila	-101.5	28	5032	453.08
1357	Hermosillo	Sonora	-111	29	26030	287.15
1358	Ojinaga	Chihuahua	-104	29.5	8052	254.4
1366	Tataltepec de Valdés	Oaxaca	-97.5	16	20543	1,228.18
1367	Uxpanapa	Veracruz	-95	17	30210	1,918.88
1368	Tatahuicapan de Juárez	Veracruz	-95	18	30209	1,945.14
1369	Temoac	Morelos	-99	19	17033	919.63
1370	Villa del Carbón	México	-99.5	20	15112	624.38
1371	Zontecomatlán de L y F	Veracruz	-98	21	30202	1,522.28
1373	Villa de la Paz	San Luis Potosí	-101	23.5	24048	363.39
1374	Soto la Marina	Tamaulipas	-98	24.5	28037	614.7
1375	Matamoros	Tamaulipas	-97	25.5	28022	635.12
1377	Sierra Mojada	Coahuila	-103.5	27.5	5034	308.1
1378	Hermosillo	Sonora	-111.5	28.5	26030	174.84
1379	Zaragoza	Coahuila	-100.5	29	5038	500.53

## ANEXOS

### ANEXO 2. EJEMPLO DE REPORTE POR PUNTO DE LA MALLA (CVE\_ ESTAC), DE LOS VALORES MENSUALES DE LLUVIA ESTIMADOS, EN MILÍMETROS

CVE_ ESTAC	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
17	1951	14.27	8.68	17.53	30.88	71.85	121.61	62.76	172.58	145.26	52.84	37.25	18.66
17	1952	5.71	3.9	46.55	21.38	68.13	127.9	177.66	196.86	240	153.3	32.12	40.32
17	1953	4.03	24.44	1.41	9.15	108.93	114.35	201.26	72.52	299.84	178.69	17.46	47.6
17	1954	4.04	30.2	38.54	67.94	173.4	190.56	97.23	188.37	304.47	183.5	8.35	29.98
17	1955	20.48	21.12	0.07	0	27.92	154.96	168.87	149.1	205.03	183.59	47.99	55.61
17	1956	20.81	14.03	26.5	0.01	160.53	256.8	179.54	178.24	268.44	169.41	37.98	19.02
17	1957	66.67	57.88	28.93	93.6	51.91	200.36	74.58	236.35	208.43	27.11	23.7	43.75
17	1958	14.1	8.41	23.02	5.84	175.45	118.67	119.14	103.45	171.67	124.71	47.28	47.65
17	1959	35.79	19.18	40.61	30.84	90.69	194.49	70.24	111.68	179.63	214.54	60.25	5.1
17	1960	1.4	0.32	18.66	136.71	155.61	254.82	159.18	128.02	235.63	116.89	38.64	8.94
17	1961	35.59	30.67	67.58	34.82	99.2	67.69	151.51	171.83	170.61	133.2	88.65	38.23
17	1962	31.98	1.22	22.71	54.7	30.59	153.84	76.53	130.86	134.18	161.35	30.49	1
17	1963	10.6	10.18	51.2	2.38	43.66	56.69	140	96.18	223.71	74.47	93.11	27.02
17	1964	99.36	21.85	70.37	9.68	84.82	152.88	97.36	121.08	126.04	83.29	68.73	42.83
17	1965	19.89	57.93	5.17	28.17	52.84	129.42	133.86	92.87	118.73	107.24	46.1	67.76
17	1966	54.34	36.54	44.04	55.44	115.96	102.35	107.99	93.08	220.17	138.78	18.4	22.58
17	1967	70.89	41.44	11.79	85.61	21.49	154.96	79.54	122.58	173.01	190.82	20.56	39.9
17	1968	41.61	38.98	0.49	13.71	88.47	82.02	108.13	142.18	88.11	90.41	55.68	33.62
17	1969	37.69	10.43	16.63	57.21	137.1	90.37	129.78	225.37	231.04	124.71	35.06	8.06
17	1970	17.82	10.61	4.18	22.95	92.69	151.7	149.64	197.2	148.92	63.2	23.43	2.96
17	1971	13.74	26.93	21.01	52.73	52.52	105.96	120.33	146.2	139.64	152.98	72.21	51.69
17	1972	25.07	47.72	12.48	21.02	134.6	181.5	214.81	115.68	215.83	83.65	111.42	95.45
17	1973	18.78	16.15	5.8	20.37	140.43	68.56	94.61	168.72	232.43	138.88	62.65	45.7
17	1974	42.45	21.02	7.55	16.13	71.04	172.92	102.42	95.25	270.54	102.82	19.99	24.43
17	1975	46.1	38.57	26.6	0	70.95	20.39	100.02	142.22	121.82	242.25	61.06	12.23
17	1976	12.86	6	5.52	6.71	155.51	236.62	127.33	177.82	91.37	66.15	98.36	95.49
17	1977	22.08	67.59	13.24	126.85	106.19	120.78	111.11	90.2	193.01	99.12	60.94	65.95
17	1978	21.83	43.74	93.92	15.72	179.11	183.47	162.12	106.54	237.6	166.15	91.47	38.58
17	1979	69.08	1.12	53.27	44.03	85.78	177.75	148.96	135.12	210.32	144.39	46.79	28.39
17	1980	29.63	29	10.55	41.71	28.62	154.3	92.48	156.28	193.65	131.74	71.67	37.24
17	1981	37.34	47.35	40.75	1.66	98.43	193.01	208.62	92.21	159.68	111.95	14.86	15.72

## SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

---

CVE_ ESTAC	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
17	1982	7.84	41.81	7.78	45.32	78.32	183.5	107.16	94	281.34	175.89	68.49	58.12
17	1983	38.17	104.67	46.83	15.51	34.35	226.73	256.03	114.77	122.13	198.88	81.22	72.62
17	1984	66.88	26.57	63.64	32.12	204.84	189.85	198.98	195.4	169.74	49.4	66.66	49.13
17	1985	9.19	45.6	19.59	112.38	84.24	74.02	162.89	105.18	163.63	153.59	28.1	107.29
17	1986	64.29	22.58	29.21	17.79	151.82	124.02	84.23	128.87	114.24	107.73	70.73	37.9
17	1987	5.87	15.68	22.49	33.41	36.01	185.94	256.46	167.19	161.73	89.69	42.03	12.48
17	1988	56.94	28.49	59.17	35.78	105.21	211.02	118.12	162.54	347.47	73.91	25.33	6.5
17	1989	42.46	6.92	37.27	97.26	61.14	75.78	153.35	136.83	292.05	127.67	80.82	49.22
17	1990	36.92	34.89	107.14	69.11	103.77	91.67	182.74	122.94	189.5	40.53	82.41	55.54
17	1991	36.13	38.43	5.02	2.61	111.14	126.92	84.54	120.33	223.84	112.46	74.69	102.24
17	1992	44.52	16.75	39.39	92.16	94.86	141.65	178.98	162.84	207.38	182.99	98.09	38.24
17	1993	103.35	15.54	39.99	34.61	183.75	248.12	127.48	130.04	192.98	110.16	49.08	30
17	1994	174.55	43.64	27.38	36.93	60.5	140.25	101.77	153.01	265.81	68.17	83	27.24
17	1995	29.1	6.49	61.97	50.98	35.78	210.78	241.05	206.32	234.01	504.58	56.53	43.59
17	1996	34.48	8.49	43.97	99.71	168.83	136.98	127.57	192.19	96.42	147.18	69.61	27.62
17	1997	71.83	85.4	15.54	115.22	73.58	228.32	144.47	235.77	283.48	102.53	194.6	40.64
17	1998	49.56	0.41	7.48	68.24	163.6	85.41	145.33	209.69	199.04	215.68	117.4	41.47
17	1999	59.79	31.55	21.09	13.47	124.11	203.94	239.24	187.58	273.5	205.84	76.87	94.63
17	2000	19.53	9.13	20.6	20.58	86.4	134.06	123.68	300.26	195.26	143.96	82.4	37.47
17	2001	4.32	66.31	44.65	104.38	216.7	80.29	158.5	258.63	171.4	116.67	92.95	80.81
17	2002	38.12	75.72	35.41	14.48	140.59	207.6	124.02	101.73	486.73	126.83	16.11	110.94

## ANEXOS

**ANEXO 3. EJEMPLO DEL SPI CALCULADO COMPLETO PARA CADA PUNTO DE LA MALLA. PUNTO DE OBSERVACIÓN O AJUSTE DE DATOS: 355 CAMARGO, CHIHUAHUA. 28°N, 104°W**

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1951	1	-0.56								
1951	2	-0.45								
1951	3	0.61	-0.19							
1951	4	-0.72	-0.21							
1951	5	-0.28	-0.23							
1951	6	-1.26	-1.16	-1.16						
1951	7	-0.8	-1.24	-1.17						
1951	8	-1.34	-1.94	-1.62						
1951	9	-0.69	-1.63	-1.89	-1.75					
1951	10	-0.29	-1.38	-1.8	-1.67					
1951	11	-0.69	-0.93	-1.88	-1.69					
1951	12	-0.06	-0.62	-1.57	-1.78	-1.69				
1952	1	-0.26	-0.72	-1.48	-1.75	-1.65				
1952	2	-0.67	-0.69	-1.03	-1.82	-1.67				
1952	3	-0.11	-0.88	-0.83	-1.55	-1.74				
1952	4	0.34	-0.5	-0.74	-1.43	-1.68				
1952	5	-0.28	-0.34	-0.61	-0.96	-1.64				
1952	6	1.39	0.83	0.44	0.06	-0.86	-1.11			
1952	7	-0.4	0.34	0.16	-0.08	-0.72	-1.08			
1952	8	-2.46	-0.38	-0.48	-0.63	-0.85	-1.35			
1952	9	-1.79	-2.07	-0.89	-0.97	-1.04	-1.61			
1952	10	-1.57	-3.05	-1.07	-1.07	-1.17	-1.67			
1952	11	-0.38	-2.16	-1.08	-1.06	-1.17	-1.67			
1952	12	0.38	-0.76	-1.96	-0.98	-1.05	-1.49	-1.61		
1953	1	-0.56	-0.36	-2.47	-1.05	-1.06	-1.44	-1.62		
1953	2	0.3	-0.09	-1.51	-1	-1.01	-1.24	-1.59		
1953	3	0.31	-0.19	-0.66	-1.77	-0.95	-1.1	-1.6		

SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

---

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1953	4	-0.72	-0.21	-0.38	-2.13	-1.01	-1.13	-1.6		
1953	5	-0.63	-0.66	-0.52	-1.43	-1.03	-1.15	-1.61		
1953	6	-1.26	-1.4	-1.34	-1.33	-2.06	-1.32	-1.68		
1953	7	-1.68	-1.94	-1.72	-1.59	-2.47	-1.51	-1.75		
1953	8	0.45	-0.93	-1.01	-1	-1.41	-1.22	-1.39		
1953	9	-0.62	-0.76	-1.21	-1.17	-1.24	-1.29	-1.38		
1953	10	0.09	-0.12	-1.1	-1.05	-1.09	-1.28	-1.37		
1953	11	-0.94	-0.71	-1.08	-1.14	-1.14	-1.29	-1.39		
1953	12	-0.36	-0.49	-0.83	-1.19	-1.16	-1.73	-1.34	-1.78	
1954	1	-0.56	-1.31	-0.42	-1.2	-1.16	-1.79	-1.35	-1.8	
1954	2	-0.45	-1.07	-0.94	-1.15	-1.21	-1.54	-1.35	-1.8	
1954	3	-0.5	-1.3	-0.79	-0.92	-1.23	-1.3	-1.33	-1.82	
1954	4	1.24	0.11	-0.58	-0.39	-1.08	-1.12	-1.28	-1.75	
1954	5	0.48	0.42	-0.06	-0.51	-0.85	-0.97	-1.18	-1.67	
1954	6	0.42	0.56	0.15	-0.14	-0.59	-0.9	-1.48	-1.56	
1954	7	-0.4	-0.02	-0.04	-0.33	-0.34	-0.9	-1.44	-1.5	
1954	8	-0.24	-0.39	-0.2	-0.4	-0.61	-0.93	-1.23	-1.38	
1954	9	-1.43	-1.07	-0.56	-0.68	-0.76	-1.13	-1.21	-1.43	
1954	10	-0.77	-1.11	-0.79	-0.72	-0.89	-1.16	-1.21	-1.49	
1954	11	-0.69	-1.7	-1.01	-0.74	-0.9	-1.13	-1.23	-1.5	
1954	12	-1.02	-1.46	-1.3	-0.78	-0.88	-1.04	-1.23	-1.45	-1.86
1955	1	0.73	-0.41	-1.16	-0.81	-0.75	-0.78	-1.17	-1.42	-1.84
1955	2	0.18	-0.09	-1.29	-0.94	-0.72	-0.98	-1.17	-1.4	-1.83
1955	3	-0.11	0.22	-0.69	-1.11	-0.7	-0.87	-1.18	-1.38	-1.85
1955	4	-1.1	-0.68	-0.62	-1.18	-0.84	-0.95	-1.19	-1.41	-1.84
1955	5	-1.26	-1.45	-0.84	-1.5	-1.06	-1	-1.2	-1.44	-1.87
1955	6	-0.22	-0.88	-0.72	-1.09	-1.32	-1.01	-1.15	-1.77	-1.86
1955	7	0.57	-0.1	-0.27	-0.41	-0.88	-0.73	-0.78	-1.58	-1.67
1955	8	0.52	0.36	-0.04	-0.13	-0.59	-0.55	-0.78	-1.26	-1.46
1955	9	-0.82	0.11	-0.3	-0.28	-0.53	-0.66	-0.81	-1.2	-1.46
1955	10	0.34	-0.06	-0.2	-0.29	-0.4	-0.69	-0.8	-1.14	-1.44

## A N E X O S

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1955	11	-0.16	-0.57	-0.07	-0.32	-0.38	-0.76	-0.78	-1.14	-1.44
1955	12	-1.02	-0.24	-0.04	-0.36	-0.34	-0.86	-0.75	-1.12	-1.38
1956	1	0.24	-0.59	-0.27	-0.32	-0.39	-0.81	-0.73	-1.12	-1.39
1956	2	-0.67	-0.87	-0.77	-0.21	-0.43	-0.82	-0.73	-1.14	-1.4
1956	3	-0.5	-0.46	-0.42	-0.15	-0.42	-0.61	-0.72	-1.14	-1.39
1956	4	0.34	-0.59	-0.7	-0.37	-0.38	-0.54	-0.77	-1.12	-1.38
1956	5	-1.52	-0.96	-1.13	-0.96	-0.37	-0.61	-0.89	-1.13	-1.41
1956	6	0.63	0.01	-0.27	-0.37	-0.2	-0.43	-0.89	-1.01	-1.57
1956	7	-0.66	-0.45	-0.58	-0.71	-0.54	-0.59	-0.9	-0.93	-1.6
1956	8	-1.34	-0.89	-1.05	-1.19	-1.14	-0.81	-1.08	-1.16	-1.56
1956	9	1.7	0.25	0.12	0	-0.12	-0.27	-0.43	-0.72	-1.11
1956	10	0.69	0.72	0.2	0.09	-0.06	-0.19	-0.33	-0.69	-1.03
1956	11	0.44	1.46	0.41	0.15	-0.02	-0.08	-0.29	-0.66	-1.01
1956	12	-1.02	0.26	0.23	0.12	0.02	-0.07	-0.24	-0.61	-0.97
1957	1	0.54	-0.01	0.55	0.13	0.04	-0.16	-0.27	-0.6	-0.97
1957	2	1.36	0.35	1.25	0.38	0.15	-0.2	-0.22	-0.54	-0.94
1957	3	0.04	0.61	0.38	0.27	0.17	-0.04	-0.21	-0.53	-0.94
1957	4	-0.46	0.34	0.1	0.51	0.14	-0.09	-0.2	-0.57	-0.93
1957	5	0.34	-0.01	0.09	0.94	0.28	-0.05	-0.11	-0.58	-0.88
1957	6	-0.87	-0.48	-0.2	-0.09	0.03	-0.11	-0.17	-0.71	-0.89
1957	7	0.16	-0.23	-0.17	-0.22	0.21	-0.1	-0.24	-0.64	-0.75
1957	8	2.1	1.31	0.98	0.89	1.2	0.52	0.22	-0.15	-0.42
1957	9	0.65	1.54	1.08	1.02	0.87	0.61	0.41	0.04	-0.3
1957	10	0.62	1.67	1.11	1.02	0.87	0.62	0.44	0.1	-0.27
1957	11	0.25	0.6	1.13	0.93	0.86	0.71	0.45	0.12	-0.25
1957	12	-0.49	0.21	1.27	0.91	0.88	0.64	0.48	0.16	-0.21
1958	1	2.1	0.97	1.63	1.11	1.03	0.9	0.59	0.23	-0.13
1958	2	0.51	1.14	0.8	1.17	0.98	1.16	0.61	0.24	-0.11
1958	3	0.04	1.18	0.68	1.28	0.97	0.83	0.61	0.24	-0.11
1958	4	0.22	0.01	0.63	1.44	0.99	0.82	0.61	0.25	-0.13
1958	5	1.7	1.22	1.26	1	1.24	1.02	0.85	0.45	-0.01

SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1958	6	-0.74	0.76	1.02	0.76	1.28	0.99	0.76	0.43	-0.08
1958	7	-1.08	0.05	-0.01	0.25	1.07	0.75	0.71	0.27	-0.13
1958	8	1.95	0.81	1.04	1.12	1	1.1	1.23	0.55	0.2
1958	9	1.82	1.76	1.65	1.65	1.41	1.41	1.26	0.88	0.52
1958	10	1.32	2.28	1.75	1.57	1.54	1.49	1.34	0.96	0.62
1958	11	0.18	1.72	1.47	1.52	1.55	1.5	1.33	0.97	0.64
1958	12	0.18	0.85	1.63	1.55	1.57	1.58	1.36	1	0.68
1959	1	0.9	0.39	2.05	1.55	1.42	1.64	1.35	1	0.66
1959	2	-0.1	0.35	1.48	1.33	1.4	1.3	1.31	1.01	0.66
1959	3	-0.5	0.22	0.62	1.41	1.37	1.25	1.29	1	0.65
1959	4	1.17	0.16	0.27	1.83	1.42	1.31	1.33	1.02	0.68
1959	5	0.87	0.69	0.56	1.31	1.23	1.34	1.36	1.1	0.75
1959	6	0.77	0.95	0.76	0.83	1.45	1.46	1.53	1.13	0.83
1959	7	-0.52	0.3	0.24	0.23	1.47	1.15	1.43	1.13	0.74
1959	8	1.67	1.12	1.04	0.94	1.36	1.39	1.33	1.44	0.9
1959	9	0.34	0.88	1.04	0.91	0.92	1.37	1.29	1.26	0.97
1959	10	-0.23	1.08	0.86	0.77	0.7	1.31	1.25	1.23	0.96
1959	11	-0.16	-0.01	0.72	0.74	0.68	1.13	1.24	1.22	0.96
1959	12	0.44	-0.17	0.62	0.8	0.72	1.23	1.27	1.25	0.99
1960	1	1.37	0.65	1.03	0.82	0.75	1.44	1.2	1.26	1.01
1960	2	1.36	1.19	0.4	0.83	0.83	1.16	1.22	1.26	1.04
1960	3	-0.5	0.95	0.35	0.68	0.82	0.78	1.21	1.25	1.04
1960	4	-1.1	0.16	0.45	0.91	0.75	0.64	1.19	1.24	1.02
1960	5	-2.07	-2.07	0.09	-0.03	0.52	0.52	0.96	1.19	1.02
1960	6	-1.74	-2.44	-0.67	-0.61	0.21	0.38	0.96	1.19	0.95
1960	7	2.67	1.38	1.21	1.12	1.22	1.01	1.52	1.54	1.31
1960	8	0.49	1.65	1.06	1.14	0.83	1	1.23	1.28	1.42
1960	9	-0.91	1.47	0.77	0.83	0.62	0.87	0.83	1.17	1.19
1960	10	-0.01	-0.21	0.73	0.65	0.65	0.8	0.71	1.15	1.17
1960	11	0.61	-0.55	0.95	0.59	0.71	0.76	0.73	1.16	1.18
1960	12	0.44	0.24	1.21	0.66	0.72	0.71	0.76	1.19	1.21

A N E X O S

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1961	1	2.03	1.26	0.24	0.87	0.8	0.94	0.82	1.16	1.25
1961	2	0.3	1.3	0.14	1.06	0.73	0.63	0.83	1.16	1.22
1961	3	0.15	1.12	0.66	1.22	0.74	0.63	0.83	1.15	1.22
1961	4	0.08	-0.1	0.83	0.17	0.77	0.7	0.8	1.15	1.22
1961	5	0.48	0.21	0.73	0.11	0.9	0.72	0.76	1.03	1.22
1961	6	0.92	0.7	0.95	0.71	1.21	0.84	0.8	1.16	1.34
1961	7	0.36	0.62	0.47	0.73	0.34	0.74	0.88	1.25	1.35
1961	8	-0.03	0.37	0.29	0.53	0.18	0.59	0.54	0.95	1.08
1961	9	-0.07	-0.08	0.2	0.4	0.33	0.55	0.49	0.69	1.02
1961	10	0.38	-0.12	0.22	0.16	0.38	0.56	0.53	0.62	1.01
1961	11	0.32	0.01	0.19	0.16	0.35	0.66	0.55	0.62	1.01
1961	12	-0.06	0.16	-0.07	0.16	0.33	0.78	0.55	0.64	1.03
1962	1	-0.39	-0.22	-0.25	0.11	0.06	0.08	0.45	0.58	0.93
1962	2	-0.67	-0.78	-0.24	0.03	0.02	-0.01	0.38	0.57	0.91
1962	3	-0.5	-1.3	-0.23	-0.22	0.01	0.14	0.38	0.57	0.91
1962	4	-0.72	-1.43	-0.66	-0.41	-0.02	0.15	0.39	0.53	0.89
1962	5	-1.09	-1.32	-1.29	-0.56	-0.18	0.01	0.39	0.44	0.75
1962	6	-1.01	-1.46	-1.83	-0.99	-0.61	-0.14	0.43	0.32	0.75
1962	7	-0.49	-1.17	-1.34	-1.24	-0.85	-0.45	-0.3	0.32	0.77
1962	8	-1.2	-1.58	-1.7	-1.77	-1.22	-0.66	-0.58	-0.07	0.42
1962	9	0.91	-0.32	-0.83	-0.93	-0.79	-0.42	-0.27	0.01	0.28
1962	10	0.62	0.12	-0.61	-0.71	-0.76	-0.36	-0.22	0.06	0.23
1962	11	-0.52	0.7	-0.51	-0.72	-0.85	-0.43	-0.28	0.05	0.21
1962	12	0.25	0.21	-0.24	-0.65	-0.76	-0.57	-0.25	0.08	0.24
1963	1	-0.39	-0.47	-0.09	-0.66	-0.75	-0.7	-0.44	-0.01	0.19
1963	2	0.41	-0.09	0.5	-0.51	-0.7	-0.71	-0.44	-0.04	0.2
1963	3	-0.11	-0.32	-0.03	-0.31	-0.67	-0.71	-0.44	-0.04	0.2
1963	4	0.66	0.11	-0.26	-0.09	-0.61	-0.76	-0.42	-0.01	0.19
1963	5	0.31	0.16	0	0.37	-0.43	-0.73	-0.43	0.05	0.15
1963	6	0.31	0.3	0.03	0.03	-0.24	-0.66	-0.56	0.15	0.11
1963	7	0.76	0.52	0.42	0.2	0.12	-0.39	-0.46	-0.26	0.22

SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

---

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1963	8	0.17	0.44	0.33	0.21	0.39	-0.34	-0.43	-0.31	-0.01
1963	9	0.3	0.41	0.37	0.24	0.19	-0.28	-0.37	-0.2	-0.01
1963	10	0.22	0.14	0.32	0.27	0.12	-0.25	-0.4	-0.19	0
1963	11	-0.69	0.04	0.25	0.2	0.1	-0.2	-0.44	-0.24	-0.01
1963	12	-0.06	-0.24	0.21	0.21	0.11	-0.1	-0.4	-0.22	0.02
1964	1	-0.26	-0.72	-0.11	0.13	0.11	-0.03	-0.41	-0.36	-0.06
1964	2	-0.67	-0.69	-0.2	0.1	0.07	0.17	-0.41	-0.38	-0.1
1964	3	-0.11	-0.88	-0.52	0.05	0.07	-0.03	-0.4	-0.38	-0.1
1964	4	-0.07	-0.78	-0.88	-0.24	0.03	-0.11	-0.39	-0.38	-0.09
1964	5	0.6	0.24	-0.14	-0.12	0.09	-0.01	-0.26	-0.37	-0.01
1964	6	0.77	0.64	0.26	0.02	0.19	0.11	-0.09	-0.4	0.1
1964	7	0.59	0.71	0.47	0.21	0.14	0.22	0.08	-0.37	-0.26
1964	8	-0.37	0.27	0.22	0.03	-0.01	0.09	0.15	-0.41	-0.36
1964	9	0.8	0.36	0.49	0.31	0.15	0.23	0.13	-0.28	-0.2
1964	10	-0.67	0.01	0.37	0.23	0.05	0.15	0.03	-0.35	-0.23
1964	11	-0.94	0.23	0.23	0.2	0.04	0.11	0.02	-0.39	-0.27
1964	12	0.61	-0.45	0.12	0.28	0.14	0.13	0.08	-0.31	-0.21
1965	1	0.67	0.2	-0.02	0.31	0.19	0.02	0.1	-0.3	-0.31
1965	2	0.51	0.62	0.32	0.28	0.24	0.04	0.11	-0.27	-0.31
1965	3	-0.11	0.29	-0.21	0.11	0.24	0	0.11	-0.26	-0.31
1965	4	-1.1	-0.42	-0.08	-0.11	0.22	-0.03	0.07	-0.27	-0.32
1965	5	0.2	-0.23	0.11	0.12	0.15	0	0.06	-0.21	-0.34
1965	6	0.65	0.3	0.23	-0.07	0.11	0.12	0.11	-0.1	-0.38
1965	7	-1.37	-0.37	-0.47	-0.41	-0.32	-0.09	-0.17	-0.17	-0.52
1965	8	-0.45	-0.76	-0.74	-0.56	-0.35	-0.18	-0.28	-0.11	-0.56
1965	9	-0.26	-1.17	-0.79	-0.68	-0.76	-0.23	-0.38	-0.27	-0.58
1965	10	-1.57	-0.85	-0.89	-0.9	-0.83	-0.32	-0.48	-0.38	-0.65
1965	11	0.32	-0.62	-0.91	-0.89	-0.75	-0.36	-0.44	-0.36	-0.66
1965	12	0.95	-0.05	-0.99	-0.72	-0.64	-0.4	-0.33	-0.27	-0.56
1966	1	0.4	0.6	-0.53	-0.64	-0.67	-0.53	-0.31	-0.27	-0.57
1966	2	-0.26	0.52	-0.31	-0.7	-0.72	-0.47	-0.3	-0.28	-0.56

## ANEXOS

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1966	3	-0.11	-0.14	-0.17	-0.94	-0.7	-0.73	-0.3	-0.28	-0.55
1966	4	0.34	-0.35	0.25	-0.57	-0.65	-0.67	-0.29	-0.28	-0.54
1966	5	2.11	1.58	1.3	0.52	-0.02	-0.07	0	-0.05	-0.28
1966	6	0.16	1.39	1.07	0.71	-0.15	-0.1	-0.09	-0.07	-0.23
1966	7	-0.62	0.77	0.57	0.57	-0.02	-0.26	-0.27	-0.23	-0.24
1966	8	0.66	0.02	0.72	0.68	0.29	-0.13	-0.09	-0.16	-0.07
1966	9	0.8	0.38	0.91	0.75	0.58	0.03	-0.09	-0.08	-0.09
1966	10	0.49	0.77	0.89	0.75	0.73	0.07	-0.02	-0.07	-0.1
1966	11	-0.52	0.56	0.25	0.71	0.68	0.05	-0.01	-0.07	-0.11
1966	12	-0.25	-0.05	0.23	0.71	0.6	-0.03	-0.02	-0.04	-0.08
1967	1	-0.56	-0.97	0.45	0.64	0.53	0.12	-0.08	-0.06	-0.1
1967	2	0.18	-0.62	0.28	0.1	0.55	0.25	-0.09	-0.05	-0.11
1967	3	0.31	-0.25	-0.21	0.12	0.57	0.36	-0.08	-0.03	-0.1
1967	4	-0.72	-0.28	-0.74	0.33	0.54	0.45	-0.07	-0.04	-0.12
1967	5	-1.09	-0.89	-0.95	-0.05	-0.08	0.33	-0.14	-0.12	-0.16
1967	6	3.41	2.39	2	1.46	1.09	1.19	0.55	0.38	0.29
1967	7	2.41	2.97	2.61	2.15	1.8	1.61	1.11	0.69	0.54
1967	8	0.13	3.07	2.34	2.04	1.71	1.51	1.19	0.74	0.53
1967	9	0.45	1.5	2.27	1.98	1.66	1.51	1.27	0.69	0.55
1967	10	3.64	1.84	3.01	2.72	2.4	2	1.84	1.16	0.93
1967	11	4.2	3.25	3.79	3.23	3	2.21	2.22	1.52	1.24
1967	12	4.62	5	3.69	3.84	3.52	2.67	2.56	1.85	1.56
1968	1	0.4	4.42	3.3	3.77	3.48	2.78	2.53	1.82	1.55
1968	2	2.07	3.74	3.76	4.07	3.56	2.95	2.59	1.87	1.6
1968	3	4.77	4.19	5.13	4.21	4.25	3.62	3.13	2.36	2.06
1968	4	0.56	4.99	5	4.07	4.29	3.77	3.14	2.38	2.06
1968	5	3.45	4.69	4.76	4.6	4.71	4.12	3.32	2.69	2.33
1968	6	0.03	2.48	4.08	5.04	4.37	4.2	3.43	2.71	2.34
1968	7	0.44	2.09	3.56	4.35	3.89	4.04	3.42	2.79	2.32
1968	8	2.28	1.75	3.84	4.25	4.33	4.17	3.7	3.07	2.59
1968	9	2.02	2.43	2.98	3.81	4.71	4.31	3.86	3.29	2.71

SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1968	10	-1.15	2.27	2.73	3.62	4.27	4.21	3.88	3.34	2.73
1968	11	-0.38	1.34	1.82	3.46	3.87	4.26	3.89	3.34	2.75
1968	12	-0.36	-1.19	1.84	2.42	3.27	3.88	3.83	3.26	2.69
1969	1	1.24	0.23	2.01	2.4	3.26	3.66	3.83	3.26	2.69
1969	2	-0.26	0.35	1.15	1.64	3.18	3.87	3.82	3.26	2.68
1969	3	0.15	0.52	-0.37	1.64	2.18	3.92	3.77	3.23	2.67
1969	4	0.34	-0.21	0.01	1.76	2.18	3.67	3.79	3.23	2.67
1969	5	-0.17	-0.2	-0.02	0.82	1.34	3.2	3.78	3.08	2.65
1969	6	-0.58	-0.53	-0.29	-0.67	1.32	2.74	3.51	3.12	2.66
1969	7	0.61	-0.02	-0.12	-0.11	1.31	2.64	3.2	3.18	2.74
1969	8	-2.18	-0.81	-0.77	-0.66	0.2	2.28	3.14	3.05	2.7
1969	9	0.1	-0.46	-0.68	-0.53	-0.73	1.38	3.11	3	2.72
1969	10	0.09	-0.9	-0.67	-0.67	-0.63	1.33	2.78	3.03	2.76
1969	11	0.86	0.17	-0.5	-0.53	-0.5	0.74	2.47	3.07	2.79
1969	12	0.18	0.31	-0.31	-0.51	-0.4	0.77	2.04	3.04	2.73
1970	1	0.47	0.53	-0.61	-0.49	-0.51	0.75	2.01	3.03	2.72
1970	2	2.21	1.07	0.46	-0.2	-0.27	0.25	2.01	3.07	2.76
1970	3	0.61	1.14	0.71	0	-0.21	-0.36	1.29	3.04	2.75
1970	4	-0.72	1.08	0.8	-0.26	-0.26	-0.3	1.27	3.04	2.74
1970	5	-0.55	-0.38	0.33	0.2	-0.29	-0.34	0.66	3.04	2.6
1970	6	-0.3	-0.71	0.06	0.1	-0.27	-0.37	0.65	2.76	2.63
1970	7	-0.52	-0.8	-0.29	-0.15	-0.6	-0.57	0.52	2.46	2.63
1970	8	-0.12	-0.71	-0.76	-0.4	-0.27	-0.58	-0.11	2.44	2.58
1970	9	1.22	0.27	-0.11	0.16	0.14	-0.26	-0.37	2.52	2.62
1970	10	-1	0.4	-0.21	0	0.04	-0.34	-0.38	2.2	2.6
1970	11	-0.94	0.57	-0.17	-0.29	-0.1	-0.34	-0.4	1.9	2.61
1970	12	-0.63	-1.57	-0.12	-0.39	-0.12	-0.29	-0.36	1.53	2.57
1971	1	-0.56	-1.69	0.05	-0.4	-0.19	-0.46	-0.47	1.49	2.56
1971	2	-0.67	-1.53	0.2	-0.34	-0.44	-0.21	-0.48	1.43	2.55
1971	3	-0.5	-2.07	-1.81	-0.27	-0.5	-0.22	-0.48	0.78	2.53
1971	4	-0.25	-1.04	-1.59	-0.1	-0.48	-0.23	-0.5	0.77	2.52

## ANEXOS

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1971	5	-0.4	-0.66	-1.13	-0.08	-0.45	-0.37	-0.51	0.26	2.53
1971	6	1.46	0.8	0.37	-0.16	0.01	-0.03	-0.22	0.41	2.36
1971	7	-0.02	0.53	0.28	-0.05	0.12	-0.08	-0.33	0.36	2.12
1971	8	0.93	1.06	0.65	0.38	0.45	-0.01	0.06	0.05	2.19
1971	9	0.21	0.45	0.64	0.43	0.11	-0.03	0.08	-0.3	2.17
1971	10	1.34	0.92	0.86	0.68	0.43	0.14	0.22	-0.15	1.95
1971	11	-0.94	0.52	0.92	0.64	0.43	0.17	0.14	-0.17	1.69
1971	12	0.18	0.71	0.55	0.68	0.5	0.23	0.17	-0.11	1.37
1972	1	0.16	-0.36	0.67	0.66	0.52	0.32	0.14	-0.18	1.35
1972	2	-0.67	-0.24	0.31	0.75	0.52	0.39	0.02	-0.18	1.3
1972	3	0.31	-0.19	0.39	0.41	0.54	0.14	0	-0.17	0.76
1972	4	-1.1	-0.78	-0.62	0.48	0.53	0.2	0	-0.19	0.74
1972	5	1.35	0.88	0.52	0.52	0.8	0.44	0.2	-0.05	0.43
1972	6	0.74	1.02	0.72	0.73	0.63	0.58	0.32	0.05	0.48
1972	7	0.09	0.79	0.54	0.32	0.64	0.55	0.39	-0.02	0.44
1972	8	-0.17	0.07	0.35	0.21	0.31	0.46	0.38	0.1	0.06
1972	9	0.53	0.03	0.45	0.33	0.4	0.53	0.23	0.15	-0.19
1972	10	-0.23	-0.01	0.4	0.26	0.12	0.49	0.26	0.13	-0.17
1972	11	1.03	0.44	0.21	0.39	0.27	0.6	0.34	0.14	-0.12
1972	12	-1.02	0	-0.03	0.33	0.24	0.36	0.36	0.15	-0.09
1973	1	0.07	0.2	-0.04	0.34	0.22	0.39	0.36	0.12	-0.16
1973	2	3.33	1.41	0.8	0.47	0.58	0.48	0.56	0.19	-0.02
1973	3	-0.5	1.42	0.74	0.31	0.55	0.49	0.56	0.17	-0.02
1973	4	-0.25	1.6	0.95	0.36	0.57	0.32	0.56	0.17	-0.03
1973	5	0.66	0.24	0.8	0.64	0.41	0.41	0.63	0.24	0.02
1973	6	0.25	0.33	0.87	0.57	0.3	0.43	0.48	0.28	0.06
1973	7	1.72	1.25	1.46	1.23	0.8	0.78	0.78	0.57	0.21
1973	8	0.88	1.44	1.15	1.28	1.07	0.88	0.77	0.69	0.42
1973	9	0	1.22	1.04	1.2	0.98	0.83	0.74	0.54	0.41
1973	10	0.45	0.51	1.03	1.19	1.06	0.84	0.65	0.6	0.43
1973	11	-0.94	-0.09	0.93	0.8	0.94	0.68	0.65	0.59	0.39

SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

---

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1973	12	0.18	0	0.95	0.84	1	0.62	0.67	0.63	0.42
1974	1	-0.56	-0.72	0.23	0.79	0.96	0.61	0.63	0.61	0.37
1974	2	-0.67	-0.62	-0.3	0.73	0.63	0.71	0.63	0.61	0.3
1974	3	0.31	-0.64	-0.28	0.73	0.66	0.68	0.63	0.62	0.29
1974	4	0.66	-0.04	-0.48	0.17	0.69	0.77	0.66	0.64	0.31
1974	5	-0.22	-0.07	-0.36	-0.31	0.57	0.64	0.49	0.64	0.32
1974	6	-2.53	-1.03	-1.27	-0.86	0.36	0.54	0.32	0.43	0.27
1974	7	-0.66	-1.29	-1.15	-1.24	-0.41	0.38	0.22	0.37	0.26
1974	8	1	-0.16	-0.22	-0.38	-0.36	0.31	0.44	0.38	0.39
1974	9	1.7	1.16	0.62	0.44	0.31	0.68	0.7	0.61	0.47
1974	10	-0.58	1.33	0.45	0.38	0.19	0.62	0.69	0.5	0.48
1974	11	0.44	1.2	0.57	0.42	0.26	0.6	0.65	0.53	0.5
1974	12	0.99	0.21	0.95	0.52	0.38	0.66	0.74	0.58	0.57
1975	1	0.32	0.65	1.26	0.48	0.41	0.32	0.73	0.57	0.57
1975	2	0.41	0.68	1.11	0.59	0.45	0.18	0.55	0.58	0.58
1975	3	-0.5	0.01	0.08	0.78	0.42	0.2	0.55	0.57	0.58
1975	4	-1.1	-0.59	0.23	1.04	0.36	0.15	0.54	0.57	0.57
1975	5	-0.28	-0.71	-0.06	0.7	0.36	0.14	0.47	0.44	0.57
1975	6	0.37	-0.11	-0.23	-0.14	0.59	0.18	0.49	0.41	0.48
1975	7	1.34	0.8	0.57	0.59	1.04	0.48	0.39	0.57	0.62
1975	8	-0.42	0.58	0.23	0.29	0.68	0.36	0.16	0.55	0.48
1975	9	-1.05	0.08	-0.07	-0.11	-0.11	0.2	0.06	0.42	0.4
1975	10	-0.43	-1.05	-0.12	-0.21	-0.11	0.13	-0.02	0.41	0.3
1975	11	-0.94	-1.29	-0.11	-0.29	-0.2	0.13	-0.02	0.34	0.3
1975	12	0.31	-0.53	-0.14	-0.23	-0.25	0.29	0.02	0.4	0.33
1976	1	-0.14	-0.41	-1.11	-0.22	-0.29	0.39	0.02	0.38	0.3
1976	2	-0.67	-0.3	-1.15	-0.18	-0.34	0.19	0.02	0.22	0.3
1976	3	-0.5	-0.88	-0.76	-0.27	-0.33	-0.33	0	0.22	0.29
1976	4	1.31	0.11	-0.24	-0.97	-0.21	-0.2	0.03	0.25	0.33
1976	5	0.16	0.24	-0.02	-0.74	-0.14	-0.23	0.06	0.22	0.24
1976	6	0.22	0.32	-0.06	-0.31	-0.2	-0.29	0.19	0.21	0.19

A N E X O S

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1976	7	1.78	1.16	0.99	0.72	0.02	0.2	0.6	0.22	0.4
1976	8	-1.34	0.61	0.49	0.33	-0.14	-0.04	0.28	-0.02	0.33
1976	9	1.18	1.05	0.89	0.68	0.43	0.21	0.13	0.15	0.41
1976	10	1	0.42	0.91	0.81	0.63	0.32	0.26	0.2	0.48
1976	11	1.15	1.31	1.08	0.93	0.78	0.43	0.31	0.26	0.48
1976	12	1.34	1.31	1.24	1.09	0.9	0.5	0.37	0.35	0.57
1977	1	-0.03	1.09	0.64	0.98	0.89	0.24	0.33	0.34	0.55
1977	2	-0.67	0.62	1.18	1.02	0.89	0.36	0.31	0.34	0.42
1977	3	-0.5	-0.75	0.79	0.99	0.88	0.53	0.31	0.33	0.42
1977	4	0.93	-0.15	0.68	0.51	0.86	0.64	0.35	0.34	0.44
1977	5	-0.63	-0.34	0.06	0.82	0.78	0.59	0.33	0.32	0.38
1977	6	0.63	0.24	-0.11	0.56	0.87	0.66	0.37	0.45	0.42
1977	7	-0.26	-0.16	-0.23	0.14	0.25	0.56	0.09	0.48	0.18
1977	8	-0.15	-0.16	-0.3	-0.19	0.44	0.48	0.12	0.32	0.06
1977	9	0.05	-0.39	-0.27	-0.39	0.07	0.46	0.23	0.05	0.07
1977	10	-0.67	-0.38	-0.45	-0.46	-0.19	0.34	0.22	0.04	0.02
1977	11	-0.38	-0.4	-0.38	-0.47	-0.38	0.34	0.23	0.01	0.02
1977	12	-1.02	-1.19	-0.66	-0.5	-0.59	0.3	0.22	-0.02	0.04
1978	1	-0.56	-1.48	-0.68	-0.62	-0.62	-0.15	0.19	-0.06	0.01
1978	2	-0.1	-1.35	-0.69	-0.53	-0.59	0.07	0.2	-0.07	0.02
1978	3	-0.11	-0.75	-1.21	-0.73	-0.57	-0.23	0.2	-0.06	0.01
1978	4	-0.72	-0.78	-1.31	-0.76	-0.67	-0.42	0.14	-0.06	-0.01
1978	5	0.41	-0.01	-0.49	-0.57	-0.49	-0.49	0.17	-0.02	0.03
1978	6	0.19	0.11	-0.23	-0.63	-0.65	-0.62	0.16	-0.04	0.1
1978	7	0.97	0.65	0.41	0.09	-0.2	-0.31	-0.03	-0.11	0.25
1978	8	0.8	0.91	0.65	0.39	0.12	-0.1	0.26	0.06	0.22
1978	9	1.93	1.74	1.41	1.17	0.81	0.4	0.47	0.46	0.26
1978	10	0.72	1.59	1.43	1.23	0.96	0.41	0.44	0.52	0.32
1978	11	0.81	1.71	1.52	1.26	1.05	0.52	0.41	0.57	0.33
1978	12	-0.49	0.5	1.5	1.26	1.07	0.44	0.33	0.57	0.32
1979	1	0.67	0.39	1.42	1.27	1.11	0.53	0.34	0.57	0.3

SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

---

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1979	2	0.05	-0.05	1.39	1.32	1.11	0.64	0.36	0.58	0.3
1979	3	0.61	0.46	0.46	1.34	1.14	0.72	0.39	0.6	0.32
1979	4	-0.72	-0.04	0.19	1.24	1.14	0.8	0.35	0.56	0.32
1979	5	-0.22	-0.2	-0.22	1.02	1.06	0.76	0.37	0.54	0.32
1979	6	-0.26	-0.53	-0.33	-0.04	1.03	0.76	0.28	0.51	0.28
1979	7	0.4	-0.09	-0.14	-0.08	0.85	0.77	0.36	0.29	0.16
1979	8	0.71	0.38	0.18	0.08	0.83	0.83	0.51	0.49	0.28
1979	9	-1.05	0.09	-0.22	-0.15	-0.05	0.68	0.4	0.26	0.28
1979	10	-1.57	-0.28	-0.34	-0.35	-0.3	0.61	0.38	0.14	0.26
1979	11	-0.69	-1.64	-0.35	-0.4	-0.45	0.57	0.38	0.06	0.26
1979	12	-0.63	-1.87	-0.3	-0.5	-0.41	0.55	0.41	0.02	0.27
1980	1	-0.39	-1.31	-0.57	-0.51	-0.5	0.38	0.39	-0.01	0.25
1980	2	-0.45	-1.2	-1.77	-0.49	-0.53	0.24	0.38	-0.01	0.25
1980	3	0.04	-0.75	-1.61	-0.41	-0.57	-0.38	0.39	0	0.25
1980	4	-0.72	-0.9	-1.31	-0.67	-0.58	-0.52	0.39	-0.03	0.22
1980	5	-1.26	-1.21	-1.48	-1.85	-0.64	-0.71	0.3	-0.04	0.18
1980	6	-0.94	-1.46	-1.67	-1.98	-0.79	-0.81	0.22	-0.17	0.12
1980	7	-1.61	-1.94	-1.96	-2.08	-1.32	-1.08	-0.11	-0.26	-0.22
1980	8	0.34	-0.94	-1.14	-1.31	-1.59	-0.92	-0.23	-0.2	-0.08
1980	9	0.47	-0.26	-0.77	-0.84	-1.08	-0.82	-0.67	-0.14	-0.18
1980	10	0.49	0.41	-0.6	-0.67	-0.85	-0.74	-0.71	-0.09	-0.23
1980	11	0.67	0.51	-0.35	-0.56	-0.73	-0.66	-0.73	-0.06	-0.26
1980	12	0.1	0.42	-0.12	-0.53	-0.62	-0.61	-0.65	0.01	-0.27
1981	1	1.33	0.8	0.51	-0.34	-0.43	-0.62	-0.61	0.05	-0.24
1981	2	-0.26	0.59	0.53	-0.22	-0.42	-0.9	-0.62	0.05	-0.24
1981	3	0.15	0.58	0.46	-0.03	-0.4	-0.72	-0.64	0.06	-0.23
1981	4	2.82	1.26	1.04	0.69	-0.09	-0.36	-0.45	0.18	-0.15
1981	5	-0.02	0.83	0.75	0.64	0.02	-0.33	-0.42	0.15	-0.12
1981	6	1.18	1.26	1.16	0.93	0.4	-0.04	-0.23	0.25	-0.08
1981	7	-0.43	0.25	0.54	0.61	0.54	-0.12	-0.35	0.08	-0.09
1981	8	0.95	0.77	0.84	0.8	0.73	0.1	-0.3	0.11	0.04

## ANEXOS

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1981	9	0.17	0.29	0.78	0.75	0.67	0.11	-0.16	-0.22	0.05
1981	10	1.61	1.02	0.79	0.9	0.9	0.31	0.1	-0.13	0.19
1981	11	-0.94	0.66	0.79	0.84	0.82	0.36	0.09	-0.19	0.18
1981	12	-0.15	0.87	0.5	0.84	0.82	0.45	0.14	-0.14	0.23
1982	1	0.84	-0.09	0.81	0.63	0.75	0.68	0.17	-0.15	0.24
1982	2	0.05	0.21	0.54	0.7	0.76	0.7	0.18	-0.15	0.24
1982	3	-0.11	0.26	0.65	0.42	0.74	0.66	0.18	-0.17	0.24
1982	4	1.17	0.25	0.01	0.72	0.58	0.71	0.23	-0.13	0.27
1982	5	0.12	0.19	0.15	0.41	0.59	0.64	0.29	-0.11	0.25
1982	6	-0.18	0.03	-0.01	0.35	0.31	0.61	0.34	-0.11	0.23
1982	7	0.7	0.25	0.22	0.09	0.57	0.6	0.58	-0.07	0.19
1982	8	-0.79	-0.24	-0.19	-0.2	0.1	0.42	0.43	-0.26	0.03
1982	9	-0.77	-0.46	-0.43	-0.39	-0.11	0.29	0.28	-0.25	-0.31
1982	10	-0.88	-1.28	-0.66	-0.58	-0.62	0.05	0.2	-0.25	-0.39
1982	11	1.12	-0.5	-0.49	-0.42	-0.42	0.15	0.23	-0.18	-0.38
1982	12	0.95	0.44	-0.25	-0.27	-0.25	0.04	0.31	-0.07	-0.28
1983	1	1.8	1.5	-0.26	-0.12	-0.1	0.25	0.33	0.01	-0.25
1983	2	0.51	1.41	0.22	-0.08	-0.08	0.08	0.35	0.02	-0.24
1983	3	0.79	1.24	0.84	0.08	0.01	0.14	0.38	0.06	-0.23
1983	4	-0.46	0.38	1.14	-0.19	-0.08	-0.15	0.23	0.06	-0.23
1983	5	-0.83	-0.3	0.57	0.02	-0.17	-0.19	0.2	0.07	-0.24
1983	6	-2.15	-1.87	-0.27	-0.04	-0.36	-0.35	-0.08	0.04	-0.31
1983	7	-1.17	-1.9	-1.39	-0.32	-0.88	-0.6	-0.15	0.05	-0.44
1983	8	-0.19	-1.49	-1.33	-0.65	-0.72	-0.64	-0.41	-0.02	-0.56
1983	9	-0.51	-1.07	-1.59	-0.93	-0.69	-0.71	-0.52	-0.12	-0.53
1983	10	0.56	-0.35	-1.29	-1.09	-0.51	-0.7	-0.71	-0.13	-0.46
1983	11	0.61	-0.07	-1.05	-1.03	-0.61	-0.66	-0.65	-0.13	-0.43
1983	12	-1.02	0.24	-0.79	-1.22	-0.75	-0.67	-0.62	-0.12	-0.38
1984	1	0.07	-0.13	-0.42	-1.19	-1.03	-0.88	-0.68	-0.19	-0.4
1984	2	-0.67	-1.07	-0.36	-1.13	-1.11	-0.78	-0.7	-0.2	-0.4
1984	3	-0.5	-0.64	-0.09	-0.83	-1.22	-0.65	-0.69	-0.2	-0.4

SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

---

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1984	4	-1.1	-1.77	-0.62	-0.58	-1.25	-0.62	-0.77	-0.34	-0.4
1984	5	0.16	-0.3	-0.7	-0.44	-1.06	-0.73	-0.75	-0.33	-0.36
1984	6	0.1	-0.11	-0.43	-0.25	-0.82	-0.81	-0.75	-0.47	-0.32
1984	7	0.07	-0.04	-0.29	-0.36	-0.49	-0.94	-0.87	-0.42	-0.21
1984	8	-1.88	-0.91	-0.89	-1.06	-0.83	-1.23	-0.99	-0.74	-0.37
1984	9	-0.38	-1.06	-0.95	-1	-0.83	-1.34	-0.95	-0.81	-0.46
1984	10	0.34	-1.07	-0.79	-0.89	-0.9	-1.26	-0.87	-1	-0.48
1984	11	0.32	-0.2	-0.79	-0.81	-0.96	-1.16	-0.95	-0.97	-0.5
1984	12	0.66	0.39	-0.7	-0.68	-0.75	-0.94	-0.92	-0.87	-0.42
1985	1	1.42	0.91	-0.52	-0.45	-0.56	-0.65	-0.98	-0.84	-0.44
1985	2	0.3	1	0.18	-0.45	-0.52	-0.62	-0.99	-0.84	-0.44
1985	3	0.39	0.82	0.57	-0.42	-0.46	-0.49	-1.02	-0.81	-0.42
1985	4	0.76	0.34	0.69	-0.42	-0.38	-0.55	-0.98	-0.83	-0.51
1985	5	0.41	0.38	0.65	0.21	-0.32	-0.54	-0.86	-0.8	-0.48
1985	6	0.85	0.71	0.8	0.66	-0.15	-0.31	-0.61	-0.7	-0.54
1985	7	0.38	0.57	0.52	0.63	-0.05	-0.22	-0.38	-0.76	-0.46
1985	8	-0.22	0.26	0.27	0.41	0.19	-0.27	-0.4	-0.69	-0.62
1985	9	0.36	0.06	0.3	0.39	0.36	-0.19	-0.27	-0.57	-0.6
1985	10	1.03	0.25	0.42	0.4	0.48	-0.07	-0.21	-0.45	-0.68
1985	11	0.1	0.55	0.39	0.38	0.47	-0.06	-0.25	-0.52	-0.66
1985	12	-1.02	0.42	0.13	0.31	0.39	-0.09	-0.21	-0.54	-0.62
1986	1	0.79	-0.05	0.12	0.31	0.3	-0.05	-0.19	-0.63	-0.65
1986	2	1.16	0.39	0.5	0.38	0.36	0.26	-0.13	-0.6	-0.62
1986	3	0.15	0.66	0.5	0.2	0.34	0.37	-0.11	-0.63	-0.61
1986	4	0.22	0.42	0.13	0.15	0.31	0.38	-0.09	-0.62	-0.63
1986	5	0.38	0.16	0.21	0.37	0.31	0.37	-0.07	-0.55	-0.61
1986	6	0.88	0.64	0.67	0.57	0.31	0.47	0.03	-0.38	-0.53
1986	7	0.25	0.51	0.48	0.33	0.27	0.37	0.07	-0.24	-0.59
1986	8	0.89	0.85	0.65	0.6	0.6	0.49	0.4	-0.08	-0.4
1986	9	0.55	0.69	0.74	0.74	0.66	0.54	0.53	0.04	-0.28
1986	10	0.45	0.76	0.73	0.69	0.56	0.52	0.54	0.02	-0.23

## ANEXOS

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1986	11	0.99	0.64	0.83	0.7	0.65	0.57	0.58	0.04	-0.24
1986	12	1.23	0.94	0.82	0.84	0.83	0.56	0.64	0.16	-0.18
1987	1	-0.56	0.86	0.83	0.77	0.73	0.5	0.53	0.12	-0.29
1987	2	-0.26	0.46	0.59	0.78	0.66	0.61	0.52	0.13	-0.31
1987	3	-0.5	-1.05	0.45	0.59	0.64	0.59	0.5	0.13	-0.34
1987	4	1.51	0.34	0.66	0.76	0.72	0.58	0.53	0.18	-0.29
1987	5	1.25	1.06	0.87	0.79	0.87	0.72	0.63	0.28	-0.16
1987	6	0.1	0.91	0.5	0.7	0.74	0.77	0.55	0.28	-0.1
1987	7	0.63	0.76	0.68	0.75	0.81	0.77	0.58	0.34	0.04
1987	8	0.96	0.79	0.95	0.88	0.84	0.84	0.78	0.6	0.18
1987	9	0.47	0.86	1.01	0.78	0.84	0.86	0.8	0.68	0.26
1987	10	-1	0.55	0.73	0.68	0.72	0.78	0.68	0.63	0.2
1987	11	-0.69	-0.11	0.44	0.63	0.6	0.75	0.65	0.61	0.17
1987	12	0.25	-0.81	0.49	0.68	0.51	0.67	0.71	0.62	0.23
1988	1	-0.56	-0.59	0.29	0.53	0.5	0.65	0.64	0.53	0.19
1988	2	0.05	-0.3	-0.24	0.31	0.51	0.53	0.6	0.53	0.2
1988	3	-0.11	-0.64	-0.9	0.31	0.51	0.47	0.59	0.51	0.2
1988	4	0.34	-0.21	-0.51	0.19	0.44	0.47	0.6	0.5	0.22
1988	5	-0.22	-0.3	-0.41	-0.35	0.17	0.34	0.55	0.47	0.2
1988	6	0.19	-0.07	-0.39	-0.66	0.18	0.26	0.48	0.41	0.21
1988	7	0.54	0.18	0.06	-0.15	0.15	0.35	0.52	0.42	0.25
1988	8	0.15	0.25	0.04	-0.09	-0.16	0.32	0.37	0.46	0.37
1988	9	-1.17	-0.22	-0.29	-0.39	-0.57	0.17	0.18	0.35	0.33
1988	10	0.18	-0.48	-0.29	-0.32	-0.45	0.1	0.15	0.28	0.32
1988	11	-0.94	-0.99	-0.3	-0.39	-0.47	-0.09	0.06	0.26	0.29
1988	12	-0.15	-0.34	-0.34	-0.38	-0.46	-0.09	0.01	0.3	0.3
1989	1	-0.56	-1.07	-0.73	-0.44	-0.46	-0.24	-0.01	0.25	0.22
1989	2	-0.26	-0.78	-1.1	-0.41	-0.48	-0.54	-0.01	0.21	0.21
1989	3	0.39	-0.39	-0.47	-0.41	-0.43	-0.66	0.01	0.22	0.21
1989	4	-0.72	-0.42	-0.88	-0.76	-0.48	-0.61	-0.06	0.21	0.19
1989	5	-1.52	-0.96	-1.08	-1.23	-0.55	-0.68	-0.28	0.14	0.14

SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1989	6	-1.74	-2.17	-1.94	-1.41	-0.87	-0.89	-0.42	-0.02	0.01
1989	7	-1.49	-2.23	-2.03	-2.08	-1.47	-1.06	-0.7	-0.17	-0.13
1989	8	0.01	-1.38	-1.46	-1.55	-1.57	-1	-0.98	-0.31	-0.11
1989	9	-1.51	-1.37	-1.92	-1.83	-1.68	-1.18	-1.3	-0.5	-0.23
1989	10	-0.12	-0.76	-1.78	-1.7	-1.8	-1.19	-1.27	-0.56	-0.31
1989	11	-0.16	-1.18	-1.62	-1.67	-1.76	-1.18	-1.25	-0.62	-0.32
1989	12	-0.36	-0.45	-1.3	-1.75	-1.7	-1.25	-1.22	-0.65	-0.26
1990	1	-0.26	-0.65	-0.92	-1.72	-1.66	-1.52	-1.22	-0.67	-0.32
1990	2	-0.26	-0.78	-1.26	-1.61	-1.67	-1.79	-1.23	-0.67	-0.35
1990	3	0.31	-0.32	-0.52	-1.24	-1.64	-1.57	-1.19	-0.64	-0.35
1990	4	-0.25	-0.35	-0.62	-0.91	-1.63	-1.71	-1.22	-0.7	-0.35
1990	5	-0.55	-0.51	-0.77	-1.19	-1.51	-1.69	-1.23	-0.86	-0.39
1990	6	-0.18	-0.56	-0.74	-0.79	-1.33	-1.68	-1.34	-0.92	-0.5
1990	7	0.63	0.04	-0.09	-0.3	-0.64	-1.24	-1.28	-0.92	-0.46
1990	8	0.79	0.59	0.27	0.07	-0.34	-0.89	-1.11	-0.96	-0.48
1990	9	0.91	0.98	0.56	0.41	0.21	-0.63	-0.73	-0.87	-0.42
1990	10	-0.01	0.8	0.51	0.39	0.21	-0.62	-0.77	-0.85	-0.46
1990	11	0.02	0.56	0.62	0.39	0.22	-0.53	-0.74	-0.84	-0.51
1990	12	-0.63	-0.37	0.66	0.35	0.24	-0.42	-0.71	-0.81	-0.52
1991	1	-0.39	-0.72	0.51	0.31	0.22	-0.25	-0.71	-0.82	-0.55
1991	2	0.7	-0.42	0.31	0.46	0.27	-0.21	-0.68	-0.8	-0.53
1991	3	-0.5	-0.19	-0.42	0.51	0.24	0	-0.69	-0.8	-0.52
1991	4	-0.25	-0.15	-0.55	0.39	0.24	0.02	-0.69	-0.81	-0.56
1991	5	0.03	-0.3	-0.47	0.1	0.3	0.01	-0.61	-0.79	-0.67
1991	6	-0.87	-0.68	-0.79	-0.79	0.21	-0.07	-0.6	-0.9	-0.74
1991	7	1.02	0.28	0.16	-0.08	0.34	0.17	-0.2	-0.8	-0.69
1991	8	0.11	0.26	0.05	-0.1	0.11	0.15	-0.2	-0.81	-0.82
1991	9	0.96	0.87	0.43	0.31	0.13	0.31	0.13	-0.55	-0.75
1991	10	-1.33	0.3	0.28	0.2	0.03	0.24	0.08	-0.62	-0.76
1991	11	0.44	0.48	0.36	0.19	0.06	0.31	0.1	-0.59	-0.74
1991	12	1.11	0.14	0.69	0.35	0.25	0.43	0.22	-0.47	-0.64

## A N E X O S

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1992	1	1.87	1.37	0.67	0.54	0.46	0.47	0.32	-0.37	-0.56
1992	2	1.6	1.8	1.01	0.72	0.53	0.44	0.39	-0.31	-0.52
1992	3	0.15	1.35	0.75	0.86	0.54	0.28	0.38	-0.31	-0.51
1992	4	2.26	1.45	1.47	0.87	0.71	0.46	0.48	-0.22	-0.44
1992	5	1.06	1.18	1.54	1.13	0.86	0.58	0.61	-0.08	-0.34
1992	6	-0.8	0.68	1.06	0.76	0.89	0.52	0.59	-0.06	-0.41
1992	7	-0.69	-0.29	0.23	0.59	0.48	0.38	0.41	-0.01	-0.54
1992	8	0.15	-0.74	0	0.48	0.49	0.32	0.29	0	-0.54
1992	9	-0.58	-0.68	-0.22	0.14	0.08	0.22	0.06	0.05	-0.51
1992	10	-1.33	-0.57	-0.66	-0.25	0.08	0.15	0	0.01	-0.56
1992	11	-0.27	-1.05	-1.09	-0.43	0.02	0.15	-0.02	0	-0.56
1992	12	-0.49	-1.27	-0.93	-0.47	-0.11	0.23	0.02	0.04	-0.51
1993	1	0.07	-0.59	-0.73	-0.73	-0.36	0.02	0.02	0.03	-0.53
1993	2	-0.67	-0.78	-1.15	-1.13	-0.53	0.02	-0.02	0.02	-0.53
1993	3	0.66	0.06	-0.76	-0.84	-0.45	-0.16	0.02	0.04	-0.51
1993	4	-0.25	-0.1	-0.45	-0.7	-0.7	-0.08	0.02	0.04	-0.51
1993	5	0.23	0.19	-0.2	-0.77	-0.92	-0.1	0.04	0.08	-0.45
1993	6	-0.22	-0.2	-0.29	-0.69	-0.87	-0.25	0.08	0.07	-0.41
1993	7	0.29	0	-0.08	-0.27	-0.54	-0.36	-0.05	0.02	-0.29
1993	8	-0.51	-0.42	-0.32	-0.49	-0.77	-0.57	-0.16	-0.15	-0.34
1993	9	0.51	-0.02	-0.19	-0.21	-0.45	-0.45	-0.27	-0.22	-0.2
1993	10	-0.36	-0.21	-0.25	-0.27	-0.4	-0.63	-0.24	-0.25	-0.21
1993	11	-0.69	0.04	-0.34	-0.29	-0.44	-0.83	-0.29	-0.27	-0.22
1993	12	-0.36	-0.81	-0.28	-0.38	-0.38	-0.75	-0.35	-0.22	-0.18
1994	1	-0.56	-1.18	-0.5	-0.41	-0.42	-0.68	-0.52	-0.24	-0.21
1994	2	0.18	-0.69	-0.2	-0.44	-0.38	-0.75	-0.6	-0.26	-0.2
1994	3	0.61	0.01	-0.58	-0.29	-0.38	-0.59	-0.56	-0.22	-0.19
1994	4	-0.72	0.01	-0.62	-0.47	-0.4	-0.53	-0.71	-0.23	-0.19
1994	5	0.97	0.67	0.23	0.08	-0.21	-0.33	-0.71	-0.15	-0.1
1994	6	-0.43	0.17	0.01	-0.34	-0.27	-0.37	-0.72	-0.13	-0.12
1994	7	-1.08	-0.41	-0.4	-0.65	-0.59	-0.54	-0.74	-0.38	-0.27

SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

---

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1994	8	-1.79	-1.97	-1.05	-1.16	-0.84	-0.78	-1.03	-0.55	-0.5
1994	9	-0.55	-1.85	-1.29	-1.19	-1.27	-0.91	-1.03	-0.77	-0.66
1994	10	0.22	-1.22	-1.13	-1.04	-1.19	-0.87	-0.95	-0.72	-0.66
1994	11	-0.94	-0.59	-1.68	-1.12	-1.22	-0.93	-0.98	-0.77	-0.69
1994	12	0.95	0.21	-1.32	-1.01	-0.96	-0.81	-0.82	-0.73	-0.57
1995	1	-0.56	-0.01	-1.1	-1.02	-0.96	-0.95	-0.86	-0.88	-0.6
1995	2	-0.1	0.25	-0.43	-1.41	-0.98	-0.9	-0.84	-0.94	-0.62
1995	3	-0.11	-0.75	-0.13	-1.32	-1.04	-1.11	-0.87	-0.94	-0.61
1995	4	0.34	-0.28	-0.18	-1.05	-0.99	-1.09	-0.86	-1.03	-0.6
1995	5	-0.94	-0.71	-0.34	-0.61	-1.39	-1.13	-0.94	-1.2	-0.63
1995	6	-1.08	-1.16	-1.41	-0.79	-1.59	-1.26	-1.06	-1.25	-0.66
1995	7	-2.08	-2.19	-1.93	-1.57	-1.71	-1.48	-1.35	-1.35	-0.93
1995	8	-0.45	-1.87	-1.78	-1.52	-1.39	-1.51	-1.37	-1.45	-1
1995	9	0.3	-0.96	-1.32	-1.35	-1.1	-1.4	-1.44	-1.32	-1.11
1995	10	-1	-0.43	-1.46	-1.39	-1.31	-1.44	-1.51	-1.35	-1.12
1995	11	0.1	-0.15	-1.31	-1.35	-1.25	-1.64	-1.48	-1.34	-1.14
1995	12	-0.25	-0.76	-1.07	-1.35	-1.38	-1.61	-1.4	-1.26	-1.13
1996	1	-0.39	-0.47	-0.59	-1.41	-1.36	-1.5	-1.4	-1.29	-1.28
1996	2	-0.67	-0.96	-0.41	-1.35	-1.39	-1.3	-1.43	-1.29	-1.35
1996	3	-0.5	-1.3	-1.02	-1.13	-1.37	-1.23	-1.47	-1.32	-1.34
1996	4	-1.1	-1.77	-0.93	-0.73	-1.46	-1.37	-1.48	-1.33	-1.45
1996	5	-0.94	-1.32	-1.41	-0.71	-1.42	-1.4	-1.73	-1.39	-1.59
1996	6	0.6	-0.09	-0.49	-0.72	-1.05	-1.33	-1.59	-1.33	-1.51
1996	7	-1.75	-0.84	-1.05	-1.09	-0.97	-1.52	-1.63	-1.56	-1.58
1996	8	0.23	-0.42	-0.71	-0.88	-0.74	-1.32	-1.31	-1.43	-1.57
1996	9	-0.29	-0.81	-0.76	-0.86	-0.97	-1.32	-1.27	-1.58	-1.54
1996	10	0.22	-0.11	-0.64	-0.76	-0.84	-1.29	-1.3	-1.57	-1.5
1996	11	0.1	-0.26	-0.5	-0.71	-0.86	-1.21	-1.26	-1.55	-1.5
1996	12	-0.8	-0.2	-0.78	-0.74	-0.83	-1.12	-1.32	-1.48	-1.42
1997	1	-0.14	-0.59	-0.32	-0.71	-0.81	-0.9	-1.31	-1.49	-1.46
1997	2	0.41	-0.55	-0.43	-0.57	-0.75	-0.82	-1.29	-1.48	-1.44

## ANEXOS

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1997	3	1.05	0.58	0.09	-0.57	-0.57	-0.8	-1.17	-1.42	-1.39
1997	4	1.69	1.24	0.43	0.02	-0.4	-0.61	-1.08	-1.33	-1.32
1997	5	0.92	1.19	0.72	0.23	-0.1	-0.44	-0.87	-1.33	-1.25
1997	6	0.6	0.99	0.92	0.55	-0.12	-0.3	-0.71	-1.25	-1.21
1997	7	0.46	0.69	0.88	0.59	0.29	-0.17	-0.39	-1.04	-1.19
1997	8	0.03	0.31	0.68	0.47	0.22	-0.17	-0.33	-0.87	-1.13
1997	9	-0.02	0.03	0.44	0.45	0.28	-0.18	-0.39	-0.81	-1.2
1997	10	-0.58	-0.29	0.17	0.37	0.19	-0.22	-0.39	-0.88	-1.22
1997	11	0.44	-0.24	0.02	0.37	0.22	-0.12	-0.37	-0.85	-1.2
1997	12	0.71	0.06	-0.02	0.33	0.36	-0.14	-0.27	-0.8	-1.08
1998	1	-0.56	0.27	-0.25	0.15	0.33	0.04	-0.29	-0.82	-1.11
1998	2	-0.45	-0.05	-0.27	-0.03	0.29	0.01	-0.28	-0.83	-1.12
1998	3	-0.5	-1.3	-0.32	-0.17	0.17	0.09	-0.28	-0.82	-1.14
1998	4	0.34	-0.5	-0.06	-0.33	0.07	0.09	-0.25	-0.82	-1.12
1998	5	-0.94	-0.77	-0.55	-0.49	-0.19	0	-0.25	-0.82	-1.24
1998	6	0.19	-0.27	-0.67	-0.49	-0.31	0.06	-0.32	-0.75	-1.22
1998	7	0	-0.29	-0.42	-0.34	-0.44	0.04	-0.14	-0.59	-1.13
1998	8	0.09	-0.09	-0.35	-0.4	-0.43	0.01	-0.18	-0.52	-0.98
1998	9	-1.91	-0.69	-0.76	-0.86	-0.77	-0.27	-0.3	-0.69	-1.04
1998	10	1.03	-0.28	-0.47	-0.52	-0.49	-0.24	-0.21	-0.58	-0.99
1998	11	1.23	0.03	-0.13	-0.31	-0.37	-0.25	-0.13	-0.51	-0.91
1998	12	-1.02	0.84	-0.22	-0.35	-0.46	-0.37	-0.1	-0.48	-0.91
1999	1	-0.56	0.2	-0.26	-0.41	-0.46	-0.51	-0.12	-0.5	-0.94
1999	2	-0.67	-2.06	-0.35	-0.32	-0.47	-0.55	-0.15	-0.5	-0.95
1999	3	0.15	-0.88	0.38	-0.34	-0.44	-0.54	-0.21	-0.48	-0.93
1999	4	-0.72	-0.9	-0.21	-0.39	-0.48	-0.52	-0.3	-0.48	-0.95
1999	5	-0.94	-0.96	-1.56	-0.6	-0.47	-0.64	-0.46	-0.48	-0.94
1999	6	0.96	0.24	-0.13	0.26	-0.28	-0.48	-0.42	-0.45	-0.81
1999	7	0.18	0.25	0.03	0	-0.21	-0.39	-0.46	-0.29	-0.66
1999	8	-0.12	0.26	-0.08	-0.34	-0.29	-0.41	-0.5	-0.34	-0.64
1999	9	-1.79	-0.71	-0.5	-0.61	-0.29	-0.6	-0.67	-0.43	-0.77

SEQUÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
1999	10	-1.33	-1.18	-0.61	-0.69	-0.65	-0.69	-0.72	-0.51	-0.79
1999	11	-0.52	-2.16	-0.53	-0.7	-0.9	-0.64	-0.78	-0.53	-0.81
1999	12	-0.49	-1.46	-0.98	-0.74	-0.82	-0.69	-0.79	-0.47	-0.76
2000	1	-0.56	-1.18	-1.4	-0.75	-0.81	-0.74	-0.8	-0.5	-0.79
2000	2	-0.26	-1.07	-2.11	-0.65	-0.8	-0.83	-0.8	-0.52	-0.78
2000	3	-0.5	-1.05	-1.53	-1.04	-0.8	-0.59	-0.79	-0.57	-0.77
2000	4	-0.72	-1.04	-1.31	-1.45	-0.81	-0.83	-0.82	-0.64	-0.77
2000	5	0.69	0.21	-0.25	-1.19	-0.53	-0.85	-0.66	-0.67	-0.68
2000	6	0.74	0.62	0.23	-0.27	-0.64	-0.62	-0.6	-0.67	-0.69
2000	7	-0.31	0.28	0.05	-0.23	-0.77	-0.62	-0.63	-0.77	-0.6
2000	8	-1.1	-0.55	-0.41	-0.61	-1.07	-0.79	-0.84	-0.9	-0.73
2000	9	-1.05	-1.39	-0.7	-0.8	-1.01	-0.94	-0.8	-1.01	-0.78
2000	10	0.95	-0.8	-0.4	-0.5	-0.67	-0.78	-0.83	-0.91	-0.74
2000	11	0.44	-0.13	-0.52	-0.43	-0.6	-0.67	-0.92	-0.92	-0.73
2000	12	-0.63	0.5	-0.86	-0.45	-0.55	-0.89	-0.85	-0.91	-0.67
2001	1	0.16	-0.13	-0.8	-0.42	-0.51	-0.98	-0.83	-0.91	-0.69
2001	2	0.05	-0.48	-0.3	-0.58	-0.49	-1.02	-0.81	-0.9	-0.7
2001	3	0.79	0.36	0.42	-0.7	-0.38	-0.69	-0.75	-0.84	-0.71
2001	4	0.22	0.38	0.06	-0.64	-0.35	-0.6	-0.73	-0.85	-0.75
2001	5	-0.22	0.08	-0.2	-0.26	-0.5	-0.6	-0.68	-0.81	-0.83
2001	6	-0.39	-0.48	-0.35	-0.06	-0.84	-0.63	-0.93	-0.89	-0.94
2001	7	-0.52	-0.74	-0.56	-0.59	-0.86	-0.68	-1.04	-0.95	-1.05
2001	8	-0.1	-0.73	-0.6	-0.71	-0.61	-0.67	-1.06	-0.99	-1.08
2001	9	-1.29	-1.01	-1.1	-0.93	-0.67	-0.83	-1.03	-0.96	-1.17
2001	10	-0.88	-0.98	-1.22	-1.03	-1.03	-0.87	-1.04	-1.14	-1.2
2001	11	0.67	-1.02	-1.07	-0.92	-1.01	-0.92	-0.97	-1.2	-1.19
2001	12	-0.25	-0.34	-0.98	-1.05	-0.92	-1.08	-0.91	-1.11	-1.16
2002	1	-0.39	-0.05	-0.92	-1.1	-0.96	-1.09	-0.91	-1.12	-1.19
2002	2	0.18	-0.55	-1.05	-1.08	-0.95	-0.92	-0.9	-1.1	-1.18
2002	3	-0.11	-0.46	-0.49	-0.98	-1.05	-0.75	-0.88	-1.1	-1.16
2002	4	0.76	0.06	-0.06	-0.82	-1.01	-0.92	-0.84	-1.06	-1.15

## A N E X O S

---

AÑO	MES	ESCALA TEMPORAL EN MESES								
		1	3	6	9	12	18	24	36	48
2002	5	-1.52	-0.66	-0.77	-1.1	-1.09	-1.08	-0.99	-1.07	-1.15
2002	6	-0.04	-0.43	-0.67	-0.69	-1.06	-1.03	-1.18	-1.24	-1.2
2002	7	0.4	-0.17	-0.19	-0.25	-0.71	-0.84	-1	-1.2	-1.15
2002	8	-0.34	-0.2	-0.41	-0.55	-0.81	-0.89	-0.91	-1.23	-1.21
2002	9	-1.05	-0.55	-0.71	-0.76	-0.8	-1.1	-0.92	-1.2	-1.18
2002	10	0.66	-0.58	-0.6	-0.56	-0.59	-1.01	-0.99	-1.11	-1.23
2002	11	0.77	-0.2	-0.32	-0.47	-0.58	-0.92	-0.96	-1.06	-1.28
2002	12	-0.06	0.52	-0.28	-0.45	-0.52	-0.86	-0.88	-0.98	-1.18

El libro *Sequía y Cambio Climático en México*, se publicó en el mes Julio de 2012, en versión electrónica. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

