# Los Impactos de El Niño en México

**editado por**

**Víctor O. Magaña Rueda**
***Investigador del***
***Centro de Ciencias de la Atmósfera***
***UNAM, México.***

**Con apoyo de la Dirección General de Protección Civil**
**Secretaría de Gobernación**

©
**Derechos de autor en trámite**
**Septiembre de 1999**

# Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la valiosa colaboración del Fís. Gerardo Wright, quien ayudó en la edición y desarrollo de formatos de los textos, así como en la preparación de las figuras. Agradecemos también el apoyo técnico del Sr. Rodolfo Meza, así como al Fís. Miguel Angel Villanueva, al L.C.A. Vladimir Hernández y al Dr. Fernando García, por sus comentarios y sugerencias a los temas tratados.

Las investigaciones realizadas durante este proyecto son en gran medida el resultado de los apoyos financieros otorgados por CONACyT para el proyecto "Desarrollo de un esquema de diagnóstico y predicción de anomalías climáticas en México asociadas al fenómeno El Niño/Oscilación del Sur"; por el Programa de Apoyos a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) al proyecto IN100697 y por el Instituto Inter Americano para la Investigación del Cambio Global (IAI).

La integración del capítulo 5 fue posible gracias al apoyo del proyecto SIMAC 970106044. Los datos de pigmentos en el océano fueron utilizados con el permiso del proyecto SeaWiFS (clave 970.2) y DAAC (Distributed Active Archive Center; Code 902) del Centro de Vuelo Espacial Goddard, NASA.

Agradecemos también el apoyo de la Dirección General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación, otorgado para la impresión de este libro.

# Instituciones participantes

1 Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México

2 Licenciatura en Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana

3 Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México

4 Universidad Autónoma de Baja California Sur

5 Departamento de Física, Universidad de Guadalajara

6 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

7 Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Unidad Guaymas

8 Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México

9 Instituto Nacional de Ecología

10 Departamento de Agrobiología, Universidad Autónoma de Tlaxcala

11 Centro Interdiciplinario de Ciencias Marinas, Guaymas, IPN

12 Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz, IPN

13 Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, IPN

14 Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, IPN

15 Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México

# Prólogo

Incendios forestales fuera de control en México, Centroamérica o Indonesia; desborde de ríos en China; gente evacuada en Alemania por las inundaciones. En el norte del México preocupa la prolongación de la sequía y algunos afirman que ésta ha durado ya por más de diez años. Al igual que en Perú, las pesquerías se ven afectadas en México. Estas noticias se repiten cotidianamente, dando la impresión de que estamos metidos en un lío climatológico, donde los culpables son El Niño, La Niña o el Cambio Climático.La realidad es que algo está pasando y los problemas se empiezan a acumular. Acerca de esto, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC), en su segundo reporte de evaluación publicado en 1995, establece que: "*El balance de las evidencias sugiere la existencia de una influencia humana discernible en el clima*". Esta afirmación implica que los eventos que están ocurriendo, o lo que aparece como comportamiento extraño en el clima, se deben en parte a la acción humana.

El PICC es un organismo internacional instituido por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), cuyo propósito es revisar la investigación que sobre cambio climático se realiza en el mundo. Sus análisis se presentan como informes integrados y coherentes, que son útiles tanto para investigadores, como para tomadores de decisiones. Sin embargo, para enterarse de lo que está ocurriendo en el planeta con relación al clima o la variabilidad climática, no es absolutamente necesario leer los voluminosos reportes del PICC. Las noticias y los diarios están llenos de información sobre el clima y los impactos de sus fluctuaciones: «Bangkok se ha sobrecalentado 1.2 grados en los últimos 50 años», «los hielos en la Antártida han retrocedido 3000 $km^2$ sólo durante 1998», «la primavera llega una semana antes que hace 20 años a Colorado (EEUU)». Algunos datos son muy reveladores, como por ejemplo: los años 1990, 1995, 1997 y 1998 han sido los más calientes desde 1400. En estas noticias se mezcla información de fenómenos que corresponden a cambios naturales en el clima, con otra que sugiere alteraciones al clima por influencia humana. Por ejemplo, el que años recientes sean más calientes, puede ser un síntoma de cambio climático por causas antropogénicas. Incluso el que los eventos El Niño se presenten con mayor frecuencia a partir de los ochentas en comparación a periodos anteriores, o que otros eventos como tormentas y huracanes sean más intensos en la actualidad, son indicadores de un cambio climático.

Quizá no estamos seguros de que los fenómenos climáticos anómalos se deban al cambio climático global por efecto antropogénico, pero sí sabemos que somos capaces de perturbar la naturaleza. Los gases de efecto invernadero se están acumulando en la atmósfera y sabemos que su efecto es calentar el planeta. Una atmósfera más caliente puede contener una mayor cantidad de vapor de agua, que además de ser un gas de efecto invernadero, es un transportador muy eficiente de energía. Se puede inferir entonces que el cambio climático alterará el ciclo hidrológico que controla las precipitaciones. Es por ello que algunos investigadores atribuyen al cambio climático las alteraciones en el clima que se manifiestan como eventos El Niño más frecuentes e intensos.

De 1994 a 1996 se desarrolló el proyecto denominado *Estudio de País: México*, entre cuyos objetivos estaban: estimar los impactos que el cambio climático tendrá en nuestro

país, para así poder determinar las regiones más vulnerables a dichos cambios, con el fin de proponer estrategias de adaptación. Entre los trabajos desarrollados durante 1994 y 1995 destacó el de generar escenarios regionales de cambios climáticos, a partir de los cuales se evaluarían los impactos de dichos cambios en diversos sectores como la agricultura, la silvicultura, o el bienestar de la población. El estudio de país representó el inicio de una serie de trabajos multidisciplinarios para analizar un problema con implicaciones ambientales de gran importancia para la sociedad, no sólo de México, sino del mundo entero.

Con la ocurrencia de una prolongada sequía en el norte de México, los daños provocados por los huracanes Opal, Roxane o Ismael, o las inundaciones en Tijuana o en Chiapas, la sociedad mexicana comenzó a hablar más frecuentemente de El Niño, La Niña y el cambio climático. El Niño ocurrido en 1997-98 se convirtió en el gran detonador del interés por este fenómeno. Para muchos ya no existían dudas de que «El Niño se había ensañado contra nuestro país», y que «lo había hecho presa de frío en el invierno y las sequías e incendios forestales en verano y primavera». Quizá uno de los mayores avances en materia de estudios del clima, a partir del *Estudio de País*, haya sido el entender que el fenómeno El Niño es el gran modulador de las variaciones interanuales del clima mexicano. La generación de escenarios de los cambios a futuro en nuestro clima, mostró la íntima relación entre los procesos de interacción océano-atmósfera, como El Niño, y las fluctuaciones en precipitación y temperatura.

Conociendo de los efectos negativos de El Niño en nuestro país, el Gobierno Mexicano puso en marcha en 1997 acciones de protección civil en el noroeste, para prevenir los efectos negativos de las lluvias invernales intensas, que se presentan en estos periodos. Tal acción mostró que, con base en la experiencia de previos inviernos de Niño, era necesario prepararse. Sin embargo, los preparativos ante la sequía del verano de 1997 y 1998 fueron muy pocos. La sequía que se presentó en el verano de 1997 y la primavera de 1998 ocasionó cuantiosas pérdidas en el campo, tanto en agricultura como en materia de incendios forestales. Hoy quedan pocas dudas de que también hay que prepararse ante los impactos negativos de El Niño en verano. Los apoyos al campo entregados en la primavera de 1999 a los estados más afectados por la sequía, llegaron demasiado tarde y sólo ayudaron temporalmente a los más afectados por condiciones extremas en el clima. Quizá durante 1999 habrá que preparar más fondos de ayuda para los afectados, esta vez por las inundaciones.

Nuestra comprensión del fenómeno El Niño ha mejorado sustancialmente en los últimos años. Incluso nuestra capacidad de pronosticarlo se manifestó cuando predijimos su evolución con varios meses de anticipación en 1997. Debe recordarse sin embargo, la variabilidad entre un evento de Niño y otro. El Niño de 1991 no fue tan bien previsto, y es que en el fenómeno y sus impactos intervienen muchos factores adicionales como los vientos alisios, la temperatura del océano Pacifico ecuatorial o la alberca de agua caliente al sur de Baja California. En muchas partes del mundo, ya se usan pronósticos a largo plazo con el fin de planear actividades productivas. En México, se ha establecido un estudio regional del clima de Tlaxcala con el fin de proporcionar pronósticos a los productores de maíz para así disponer de una herramienta adicional de planeación. Los pronósticos a nivel regional permiten a agricultores adecuarse a condiciones extremas del clima, ya sea utilizando variedades de semillas resistentes a poca agua, calor excesivo o vientos intensos. Pero no sólo la agricultura se puede beneficiar de los pronósticos climáticos. Muchas otras actividades económicas requieren de esta información. Por ejemplo, los pronósticos de probabilidades de eventos extremos pueden ser de gran ayuda en materia de protección civil. El saber si en un cierto año habrá más o menos nortes o huracanes, ayuda a que la población tome medidas

preventivas. Es claro, se trata sólo de pronósticos y como tales tienen una probabilidad de fallar. En todo caso, el principio de precautoriedad, apoyado por la guía del pronóstico, resulta de gran valía para: “prevenir, en lugar de lamentar”.

El trabajo conjunto de expertos en diferentes áreas del conocimiento, unidos a través del tema El Niño, ha dado como resultado este libro que constituye una valiosa contribución al estudio del clima de México. La meteorología, la oceanografía, la agroclimatología, la pesquería, así como la economía y la sociología, encuentran que El Niño es un vasto campo por explorar. Esta es una muestra de que para obtener el mayor provecho del conocimiento en esta área, es necesario impulsar el trabajo interdisciplinario e interinstitucional. El libro “Los Impactos de El Niño en México”, describe algunas de las formas en que este fenómeno tropical altera el clima de nuestro país. El material está al alcance de cualquier profesional dedicado a las ciencias ambientales, incluyendo descripciones de los procesos involucrados en la detección de la señal El Niño en la atmósfera y el océano. Los capítulos 2 y 3 son sin duda una muestra de «la riqueza» de nuestro país en materia de variabilidad y procesos climáticos. Nortes, huracanes, corrientes y remolinos oceánicos, son sólo algunos de los temas tratados. Por otro lado, las relaciones de estos fenómenos con la agricultura y la pesca, presentadas en los capítulos 4 y 5 respectivamente, nos permiten concluir que la variabilidad climática es de trascendental importancia en la vida de muchos mexicanos aunque hasta la fecha, haya pocos ejemplos del uso de este conocimiento sobre variabilidad climática en dichos sectores. Finalmente, el capítulo 6, sobre la economía, la sociedad y el fenómeno El Niño, constituye un claro ejemplo de los costos que tiene la variabilidad climática. En esta parte del libro se distingue cuáles pérdidas económicas pueden ser asociadas a El Niño 1997-1998 y cuáles no. También se trata de cambiar aquella visión de que todo lo malo que ocurre en México es causa de factores naturales, fuera de nuestro control e inevitables.

El presente volumen es un compendio de información que describe una gran parte de lo que sabemos acerca del fenómeno El Niño y sus señales en México. Es importante y original, pues abarca aspectos que van desde la física atmosférica y oceanográfica, pasando por los impactos en la agricultura y otros sectores, hasta los impactos económicos y su importancia en la sociedad del país. El libro es serio y riguroso, al no trivializar los aspectos más complicados del problema, aunque sí hace un esfuerzo importante por ponerlos al alcance del mayor número de lectores posibles. Otra de sus virtudes es que presenta un problema con una visión multidisciplinaria, al dar una visión integrada del fenómeno. La información que aquí se presenta permitirá sin duda la reflexión de científicos, estudiantes, tomadores de decisiones y de aquellos interesados en problemas ambientales y en la importancia de la variabilidad del clima, así como de sus consecuencias. No se trata de un trabajo más sobre El Niño y su dinámica en la zona tropical ecuatorial del Pacífico del este. El estar enfocado en la señal de El Niño en México lo hace un trabajo pionero, que esperemos genere entusiasmo para seguir avanzando en esta materia, ya que el no tomar medidas de adaptación a la variabilidad climática hará al país más vulnerable.

Finalmente, debe señalarse que la estructura del libro por temas en cada capítulo, permitirá al lector concentrarse en el área de su interés, con la posibilidad de analizar los otros componentes para enriquecer su conocimiento del tema, adquiriendo esa visión multidisciplinaria que el fenómeno El Niño tiene en sí mismo. Hacemos pues una invitación al lector para que avance en su conocimiento sobre el clima de México y El Niño.

*Dr. Carlos Gay*
*17 de septiembre de 1999*
*Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP*

# Contenido


***1. Introducción*** . . . . . 1

*El clima y la sociedad* . . . . . 1

*El Niño* . . . . . 6

*La vulnerabilidad ante El Niño* . . . . . 12

*Las ventajas del pronóstico* . . . . . 17

***2. El Niño y el clima*** . . . . . 23

*Climatología de México* . . . . . 23

*El Niño y el clima de México* . . . . . 29

*La señal de El Niño en invierno* . . . . . 29

*Los Nortes* . . . . . 34

*La señal de El Niño en verano* . . . . . 41

*Los huracanes* . . . . . 47

*La Canícula* . . . . . 56

*Hidrología* . . . . . 57

*El pronóstico estacional de lluvias* . . . . . 62

***3. Oceanografía y El Niño*** . . . . . 69

*El Pacífico mexicano* . . . . . 69

*Los efectos de El Niño en el Pacífico mexicano* . . . . . 78

*El Golfo de Tehuantepec* . . . . . 82

*El Golfo de California: la frontera norte de la alberca de agua cálida* . . . . 85

*La costa de Jalisco: un estudio de caso* . . . . . 93

*La Alberca de Agua Cálida y el clima mexicano* . . . . . 97

***4. El Niño y la Agricultura*** . . . . . 103

*El Niño en el sector agrícola* . . . . . 103

*Efectos* . . . . . 107

Contenido

*Clima y agricultura* . . . . . 109
*Impacto de El Niño en la producción de maíz de temporal* . . . . . 113
*Tlaxcala: un estudio de caso* . . . . . 117
*Pronóstico climático para Tlaxcala* . . . . . 119
*Un modelo de productividad agrícola: CERES* . . . . . 123
*El Niño y los incendios forestales* . . . . . 132

***5. Las Pesquerías y El Niño*** . . . . . 137
*El sector pesquero* . . . . . 137
*La administración pesquera en ambientes variables* . . . . . 139
*Efectos regionales: el ambiente físico* . . . . . 141
*Imágenes por satélite de los pigmentos del Fitoplancton en el Pacífico mexicano* . . 150
*Consecuencias inmediatas* . . . . . 164
*Efectos a mediano plazo* . . . . . 172
*El Niño 1997- 98: Una evaluación preliminar* . . . . . 175
*Problemas y perspectivas* . . . . . 177

***6. Los aspectos económicos y sociales de El Niño*** . . . . . 181
*Impactos económicos de El Niño en México* . . . . . 181
*Economía y la pesca mexicana* . . . . . 182
*Deforestación e incendios forestales* . . . . . 184
*Impactos económicos en la agricultura mexicana* . . . . . 189
*Los efectos de los huracanes* . . . . . 199
*Balance de los costos económicos de El Niño en México* . . . . . 199
*Procedimiento para evaluar costos asociados a la variabilidad climática* . . . 200
*Aspectos sociales de El Niño* . . . . . 204
*Vulnerabilidad, desastres naturales y sociedad* . . . . . 204
*La sociedad mexicana ante los desastres naturales* . . . . . 206
*El caso de El Niño 1997 -98* . . . . . 207
*Políticas de estado ante desastres naturales* . . . . . 208

*Hacia una estrategia de prevención y mitigación de desastres naturales* . . . . 209

***7. Conclusiones*** . . . . . 213

*Bibliografía* . . . . . 219