

El clima cambiante

Conocimientos para la adaptación en Jalisco

Arturo Curiel Ballesteros
Director de la obra

El clima cambiante. Conocimientos para la adaptación en Jalisco | Arturo Curiel Ballesteros | Director de la obra



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas
XX Aniversario de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental (1995-2015)







El clima cambiante

Conocimientos
para la adaptación
en Jalisco







El clima cambiante

Conocimientos para la adaptación en Jalisco

Prólogo Víctor Orlando Magaña Rueda

Arturo Curiel Ballesteros
María Guadalupe Garibay Chávez
Silvia Lizette Ramos de Robles
Gabriela Ramírez Ojeda
Fabiola Giovana Amaya Acuña
José Ariel Ruiz Corral



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias





Primera edición: 2015
Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas, CUCBA,
Universidad de Guadalajara

D.R. © 2015, Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas,
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias CUCBA,
Universidad de Guadalajara
Km. 15.5 Carretera a Nogales
45110 Zapopan, Jalisco

Director de la obra, Arturo Curiel Ballesteros
Asesoría y prólogo, Víctor Orlando Magaña Rueda
Autores, Arturo Curiel Ballesteros,
María Guadalupe Garibay Chávez,
Silvia Lizette Ramos de Robles,
Gabriela Ramírez Djeda,
Fabiola Giovana Amaya Acuña,
José Ariel Ruiz Corral

Diseño y cuidado de la edición, Petra Ediciones
Infografía, Montserrat Larios
Corrección de estilo: Sofía Rodríguez Benitez

978-607-742-383-6

Printed and made in Mexico / Impreso y hecho en México



ÍNDICE

| | |
|--|------------|
| PRÓLOGO | 9 |
| CAPÍTULO 1 | 11 |
| La atmósfera, el clima y sus impactos: cambios, riesgos globales y repercusiones locales | |
| Las anomalías de temperatura, lluvia y otros parámetros | 12 |
| CAPÍTULO 2 | 23 |
| El clima cambiante en Jalisco: las posibles causas | |
| El calentamiento global y los gases de efecto invernadero | 24 |
| Los procesos naturales de calentamiento: la Oscilación Decadal del Pacífico, ejemplo de una variabilidad natural del clima | 31 |
| CAPÍTULO 3 | 33 |
| Jalisco, territorio vulnerable ante un clima cambiante | |
| Cambio climático: amenaza, vulnerabilidad y riesgo | 33 |
| Jalisco en el planeta | 35 |
| Vulnerabilidad ambiental, social y económica del socioecosistema jalisciense | 35 |
| CAPÍTULO 4 | 43 |
| Priorizar lo más vulnerable. Vulnerabilidad de los ecosistemas naturales | |
| Vulnerabilidad de los ecosistemas naturales | 44 |
| Declive de los servicios del ecosistema en Jalisco | 51 |
| CAPÍTULO 5 | 53 |
| Vulnerabilidad de la producción de alimentos en Jalisco | |
| Agricultura | 53 |
| Ganadería | 56 |
| CAPÍTULO 6 | 61 |
| Vulnerabilidad de los asentamientos humanos urbanos de Jalisco | |
| Isla de calor y temperatura | 62 |
| Riesgo climático y desastres | 62 |
| <i>a) Densidad de la población</i> | 64 |
| <i>b) Analfabetismo</i> | 68 |
| <i>c) Viviendas sin servicio de agua potable</i> | 69 |
| <i>d) Viviendas sin servicio de luz eléctrica</i> | 70 |
| <i>e) Población no derechohabiente de servicios de salud</i> | 70 |
| Relación entre los indicadores de vulnerabilidad y de desastres | 75 |
| La salud humana en un clima cambiante | 77 |
| CAPÍTULO 7 | 79 |
| Riesgo hídrico en Jalisco | |
| La sequía en un contexto de crisis del agua | 79 |
| CAPÍTULO 8 | 89 |
| Los quehaceres para la adaptación ante un clima cambiante en Jalisco | |
| Las regiones prioritarias | 89 |
| <i>Una adaptación con resultados: la rendición de cuentas</i> | 89 |
| Las estrategias de adaptación ante los principales peligros | 92 |
| <i>A. Adaptación en los sectores de agricultura y ganadería</i> | 93 |
| <i>B. Adaptación en los ecosistemas naturales</i> | 94 |
| <i>C. Adaptación en los socioecosistemas urbanos</i> | 94 |
| <i>D. Adaptación en el sector del turismo</i> | 96 |
| <i>E. Adaptación en el sector de infraestructura</i> | 96 |
| Medidas para enfrentar el incremento de temperatura, lluvias y sequías en Jalisco | 98 |
| CAPÍTULO 9 | 101 |
| Estrategia de comunicación, cultura y alfabetización en materia de adaptación al clima cambiante | |
| Pasos para planificar la comunicación | 103 |
| <i>Análisis de la problemática en Jalisco y del rol de la comunicación</i> | 103 |
| Ciclo de planificación para la comunicación | 106 |
| REFERENCIAS | 111 |



Prólogo

Víctor Orlando Magaña Rueda

La sociedad percibe que las condiciones de tiempo extremo, como las lluvias intensas o las ondas de calor, tienen costos económicos, sociales y ambientales cada vez más altos. Recuperarse de estos eventos toma tiempo a un precio muy elevado que termina pagando la sociedad en su conjunto, por lo que debiera explicarse el porqué de los desastres, mal llamados naturales. Pero los cuestionamientos de la sociedad reciben hoy en día explicaciones incompletas, en las que el cambio climático con frecuencia termina siendo “el culpable”. Los problemas de encontrar responsabilidades se desvanecen cuando se insiste en que si continúan las emisiones de gases de efecto invernadero, el calentamiento en curso aumentará. Incluso se establece que con incrementos en el promedio global de la temperatura mayores a 2 °C los desastres serán más frecuentes y de mayor magnitud.

Pero, ¿por qué la tentación de siempre culpar al cambio climático de todos los desastres en el mundo? Quizá porque una aproximación diferente implicaría señalar las fallas del modelo de desarrollo. Es más sencillo seguir un paradigma naturalista en el que el tiempo o el clima son los causantes de nuestros problemas, para no reconocer los errores de gobierno y sociedad en cuanto a la prevención del desastre. Al fin y al cabo, bajo la óptica del paradigma naturalista, los desastres son la expresión de la naturaleza sobre una sociedad pasiva y simplemente receptora de los impactos, lo que implica que los desastres sean casi inevitables, pues se excluye del diagnóstico la interacción de lo social con lo natural. Aunque este paradigma tiende a ser abandonado, es aún invocado con frecuencia por la clase gobernante y algunos científicos con intereses particulares, sobre todo cuando se trata de cambio climático.

Ante dicha corriente de pensamiento surge otra, que si bien está consciente de que el clima está cambiando, advierte que es la vulnerabilidad creciente que construyen sociedad y gobierno la que crea un ambiente favorable para el desastre. Analizar el riesgo ante un clima cambiante requiere documentar adecuadamente lo que es un peligro climático, pero también el contexto de vulnerabilidad en el que se presenta, pues la combinación de peligro y vulnerabilidad resulta un riesgo, a veces crítico o intolerable. De esta forma, numerosos desastres que muchos medios venden como señales de cambio climático podrían ser esencialmente resultado de una mayor vulnerabilidad. Estudios de riesgo climático son poco comunes en la literatura científica, pues rara vez se analiza el clima cambiante desde una perspectiva de riesgo, con cuantificaciones de la vulnerabilidad en su

dimensión multifactorial y dinámica, para explicar los desastres recientes. Así, es posible analizar de forma más adecuada el riesgo climático presente y el riesgo futuro evaluando la vulnerabilidad, y proyectándola a futuro para los próximos 10 o 20 años, de tal manera que en combinación con diversas condiciones climáticas se estime la probabilidad de impactos. Lo anterior implica limitaciones para hacer proyecciones “casi puntuales” del clima para mediados o finales de este siglo. El análisis de los factores de vulnerabilidad ante un clima cambiante permite incluso vislumbrar escenarios bajo diversos supuestos de cambio en el modelo de desarrollo, con la finalidad de estimar qué impactos podrían ser generadores de variaciones climáticas, como por ejemplo, más o menos lluvia o calor.

En la presente obra se analiza cómo se ve afectado el estado de Jalisco bajo un clima cambiante dado el contexto de vulnerabilidad reciente de diversos factores como el agua, la agricultura, la ganadería o la salud humana, por ejemplo. Reconoce que muchos de los problemas que hoy se tienen en el estado surgen al no equilibrar las políticas económicas, sociales y ambientales. De diversas maneras, los autores cuantifican la vulnerabilidad en su dimensión multifactorial reconociendo que ésta está aumentando por no dar importancia suficiente a los aspectos ambientales, particularmente al valor de los servicios ecosistémicos que la sociedad recibe. Jalisco se convierte así en un ejemplo de cómo el clima cambiante puede afectar la vida diaria de la sociedad y la economía. Por ello, deben atenderse las causas de la vulnerabilidad mediante acciones de adaptación, para evitar que la situación de riesgo climático sea aún más complicada. Este libro incluye recomendaciones sobre cómo corregir factores de vulnerabilidad para reducir el riesgo de desastres por el calentamiento global y por los cambios de clima que inducen cambios en el uso de suelo, por ejemplo, como los relacionados con la urbanización.

Se trata así de una obra para un amplio espectro de lectores interesados en abandonar la explicación “fácil” de que los desastres en la actualidad son sólo resultado de los cambios en el clima, y que ven en un manejo inadecuado del territorio y sus recursos las verdaderas causas de muchos de los problemas de este tipo. Los ejemplos presentados pueden servir de referencia también para otras entidades del país que enfrentan este tipo de desastres. De forma que se establece con claridad la necesidad de planear el desarrollo del país en un marco que incluya verdaderamente el factor riesgo climático, más allá del discurso que ha prevalecido hasta ahora en nuestro país y en gran parte del mundo.



CAPÍTULO I

La atmósfera, el clima y sus impactos: cambios, riesgos globales y repercusiones locales

Arturo Curiel Ballesteros

María Guadalupe Garibay Chávez

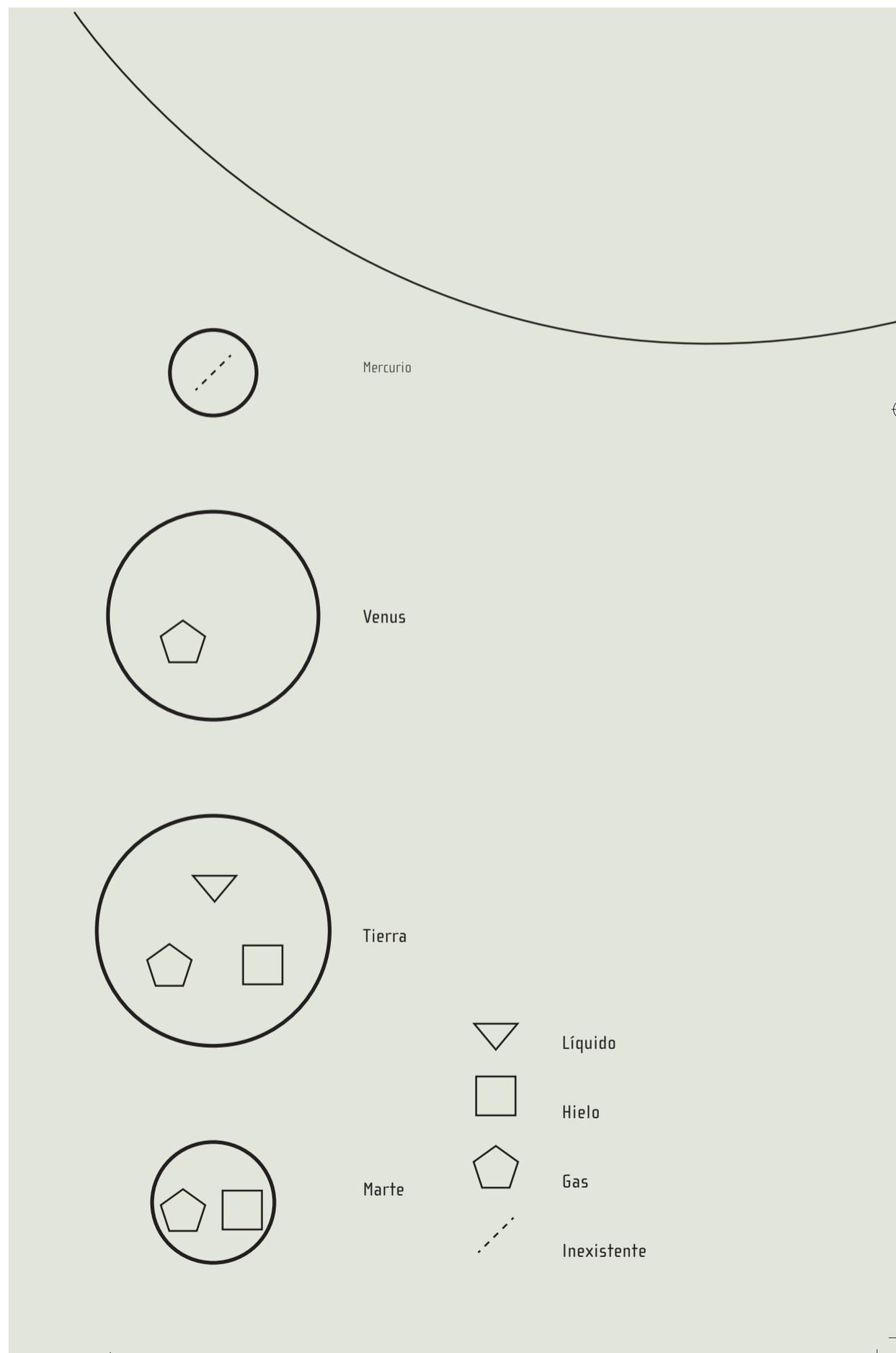
Silvia Lizette Ramos de Robles

*El clima es lo que esperamos
y el tiempo es lo que tenemos.*
ROBERT A. HEINLEIN (1973)

Parte de lo que hace único al planeta Tierra en el universo conocido es su abundancia de oxígeno; este elemento está presente en la atmósfera, la hidrosfera y la litosfera. El oxígeno comprende 21% de la composición del aire, en estado de gas; 85% del océano, en presentación de agua líquida y sólida, y 46% de los suelos y rocas, formando parte de silicatos, las principales estructuras minerales. Varios planetas del Sistema Solar tienen agua, pero el nuestro es el único que al mismo tiempo contiene agua en forma líquida, de gas y hielo, lo que se conoce como el punto triple del agua, que es de fundamental importancia para el clima de la Tierra (figura 1) (Webster, 1994).

Figura 1.
*Agua en planetas
del Sistema Solar.*

Fotografía, NASA, 2012.



| Latitud (grados) | Temp. (°C) | Agua (mm) |
|------------------|------------|-----------|
| 90 | -20 | |
| 80 | -16.6 | 29 |
| 70 | -10 | 36 |
| 60 | -1.1 | 51 |
| 50 | 5 | 54 |
| 40 | 13.8 | 54 |
| 30 | 20.5 | 51 |
| 20 | 25.5 | 58 |
| 10 | 26 | 72 |
| 0 | 26.1 | 61 |
| -10 | 27 | 59 |
| -20 | 23 | 50 |
| -30 | 22 | 43 |
| -40 | 15 | 38 |
| -50 | 12 | 35 |
| -60 | 8 | 25 |
| -70 | -5 | |
| -80 | -10 | |
| -90 | -15 | |

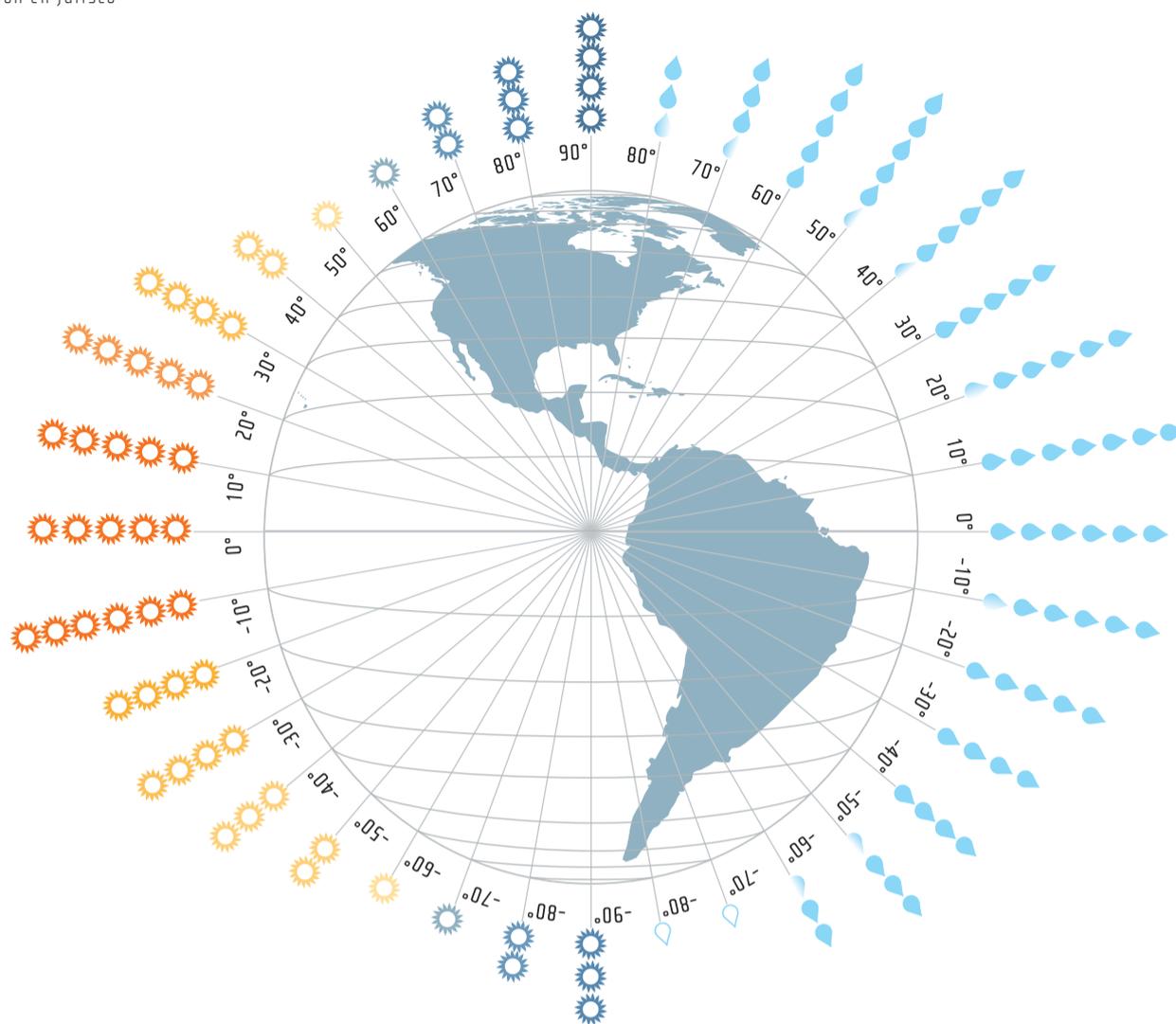


Figura 2.
Distribución latitudinal de temperatura y agua atmosférica en el continente americano.

A diferencia de la hidrosfera (esfera de agua) y la litosfera (esfera de roca y suelo), que son discontinuas sobre la superficie del planeta, la atmósfera es una esfera indivisa calculada en 500 kilómetros de espesor a partir de la corteza terrestre o el nivel del mar. La primera capa de la atmósfera, la más cercana a la superficie y la más delgada —mide de 9 a 18 kilómetros de espesor (en los polos y el ecuador respectivamente)—, se denomina troposfera o “esfera de cambios” porque en ella suceden variaciones de temperatura (calor y frío), humedad (lluvia y sequía) y viento. En esta capa, además, es donde vive la mayor cantidad de seres vivos del planeta. Las condiciones de humedad y temperatura varían según la latitud (Webster, 1994).

Por encima de la troposfera está la estratosfera, que protege la vida del planeta, ya que absorbe la radiación ultravioleta proveniente del sol. Le sigue la mesosfera y después la gran capa de la ionosfera, también conocida como termosfera, que es la que defiende de los sólidos que son atraídos por la gravedad a nuestro planeta; en ella las masas extraterrestres se friccionan, incendian y desintegran, evitando así daños mayores a la superficie de la Tierra.

Los seres vivos en el planeta inhalan y exhalan el aire de la troposfera, y ahí se incluyen los aproximadamente 7.8 millones de jaliscienses que habitan desde las costas del Pacífico, el océano más grande del planeta, hasta la región de los Altos de Jalisco, a cuyos habitantes se les llama “alteños”.

El clima de la troposfera resulta de los cambios que ésta sufre como consecuencia de la interacción entre los océanos, las capas de hielos, los organismos vivientes, los distintos suelos y relieves en diversas escalas de tiempo y espacio, entre otros factores.

Las anomalías de temperatura, lluvia y otros parámetros

Hay rangos de temperatura y regímenes de lluvia a los que, según el lugar del planeta, los seres vivos se han habituado. Pero, cuando ellos salen del valor considerado normal, se habla de una anomalía climática (NOAA, 2015a). Si bien las anomalías del clima se han registrado históricamente, en décadas recientes algunas parecen exhibir una tendencia al cambio que las sitúa fuera de los valores considerados normales y las convierte en factor de desastre.

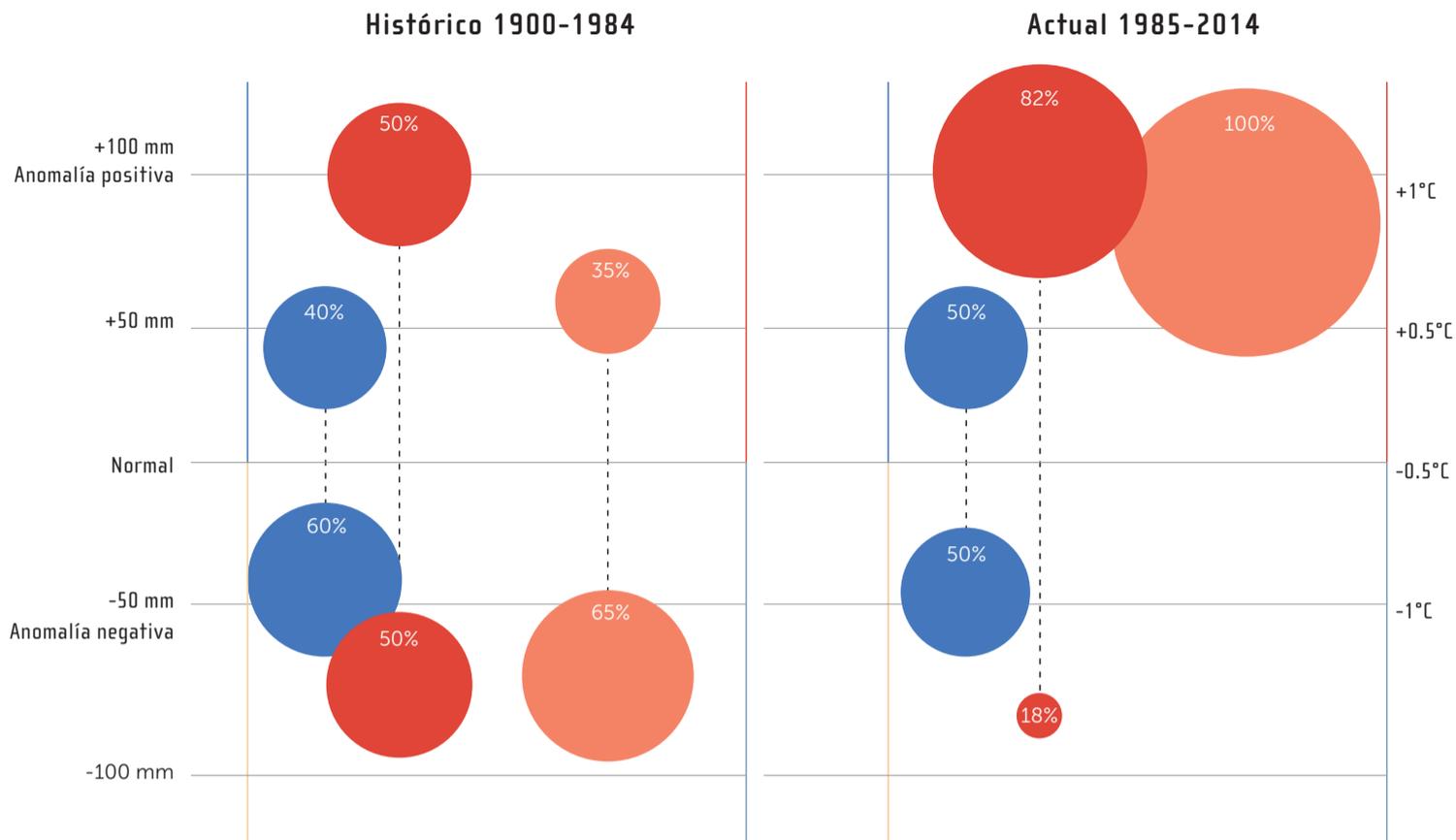


Figura 3.
Contraste de anomalías positivas y negativas de temperatura y lluvia 1900-1984 y 1985-2014 en el continente americano y el océano Pacífico en latitud norte.

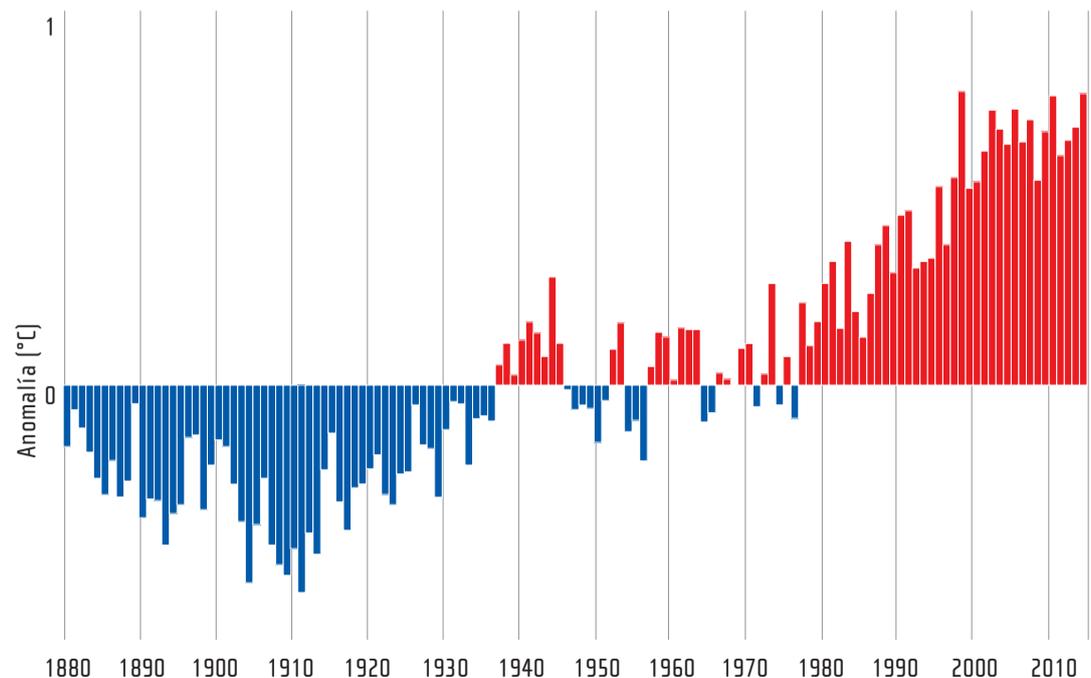
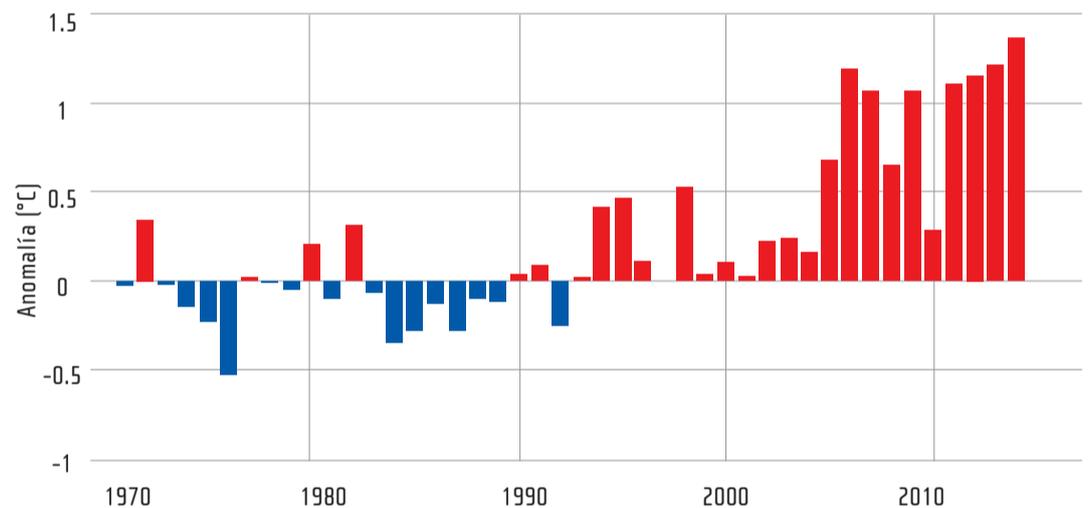
- Temperatura en océano Pacífico hemisferio norte
- Temperatura en continente americano hemisferio norte
- Lluvia en continente americano hemisferio norte

Figura 4.
Anomalía de temperatura media anual en México.
Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2015.

Síntoma 1. En América del Norte se han borrado las anomalías negativas de temperatura y en el océano Pacífico van disminuyendo de manera significativa. Predomina un contexto de anomalías positivas de temperatura para Jalisco.

Un ejemplo de estas anomalías son las temperaturas globales, pues de los 134 años más recientes, los 10 más calurosos reportados por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 2015b) se han registrado a partir de 1998, que en orden de anomalía positiva serían: 2014, 2010, 2005, 1998, 2013, 2003, 2002, 2006, 2009 y 2007. Para México, 2014 fue considerado también el año más caluroso (Servicio Meteorológico Nacional, 2015).

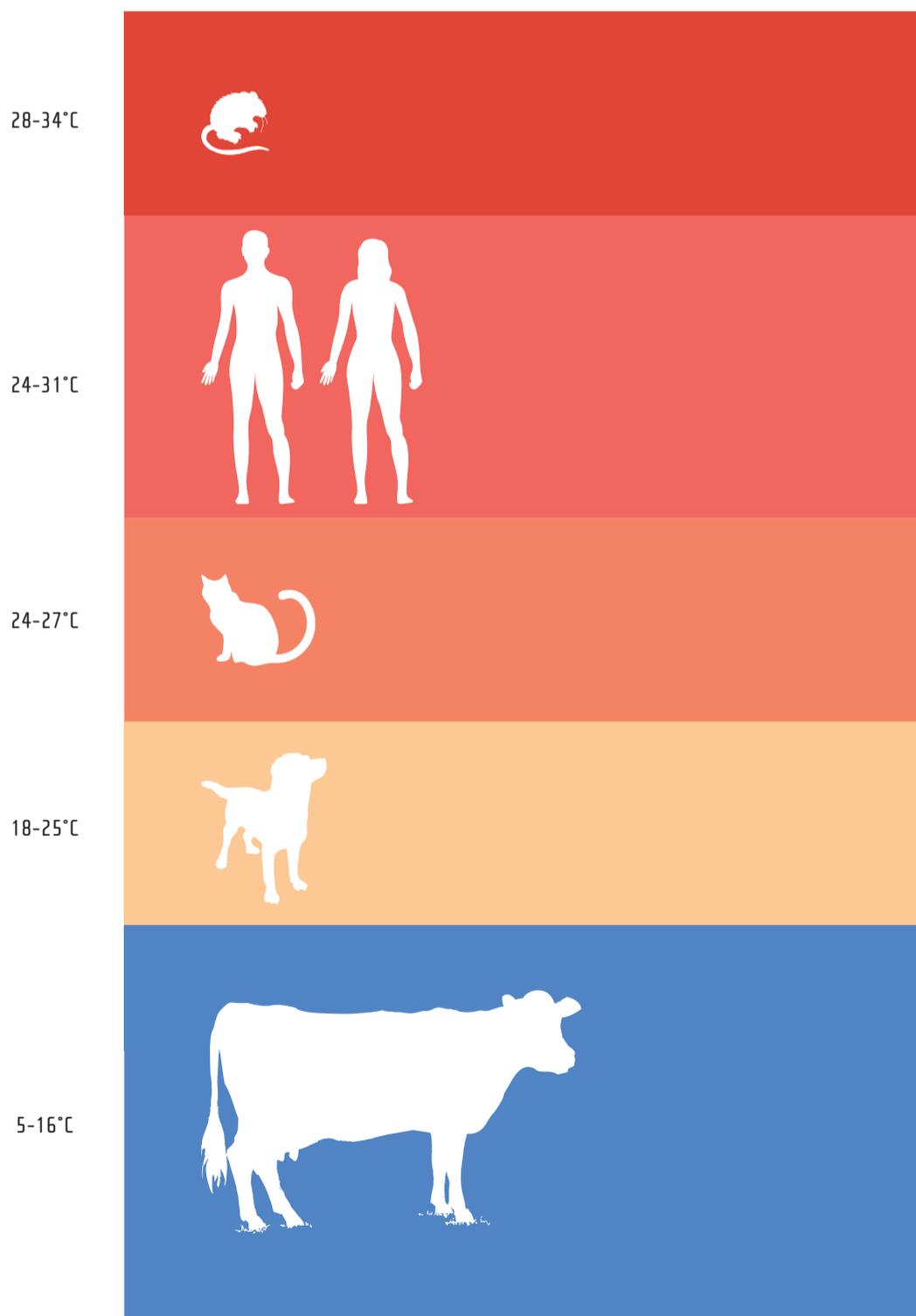
Figura 5.
Anomalía de temperaturas globales 1880-2014.
Fuente: NOAA, 2015b.



Síntoma 2. En el periodo 1998-2014 se han presentado los 10 años más calurosos de los últimos 135 en el planeta, siendo para México el mismo acontecimiento.

La explicación de por qué se presentan con tanta frecuencia años con calor anómalo se encuentra en la dinámica de la actividad humana: el crecimiento poblacional, los niveles de consumo y desecho y la tecnología que el mercado ha popularizado para la satisfacción de nuestras necesidades de alimento, transporte y vivienda. Dicha tecnología dominante utiliza energía fósil basada en petróleo, lo que ha provocado un cambio en la atmós-

Figura 6.
Zonas termoneutrales de organismos diversos que habitan Jalisco.



fera y un aparente retroceso en la evolución del planeta, pues el carbono capturado en los sedimentos fangosos hace 300 millones de años y que dio origen al petróleo, ahora lo extraemos del subsuelo y lo volvemos a circular en la atmósfera, provocando una concentración de bióxido de carbono (CO₂) como la que había hace tres millones de años, cuando no existían seres humanos; lo que implica una importante incertidumbre.

El comportamiento del crecimiento poblacional, del consumo de combustibles fósiles, el manejo de los residuos y la forma de ocupar el territorio prevén, en la mayoría de los casos, un aumento a largo plazo de las temperaturas globales los próximos 30 años, inclusive en el hipotético caso de suspender la emisión de gases de efecto invernadero. Cada año no será necesariamente más caluroso que el anterior, pero en lo referente a décadas, los científicos esperan que sean progresivamente más calurosas (NASA, 2013).

Los cambios de temperatura y humedad en la troposfera y la superficie continental, y el calor en el océano, representan una alteración de los sistemas vitales del planeta, de los cuales dependemos. Esta variación en las condiciones de normalidad, pone en riesgo a las capas de hielo, al suelo y a muchos organismos vivientes.

El incremento global de 0.75 °C en los últimos 100 años, no sólo ha provocado deshielos y mayor erosión en los suelos, sino que también ha afectado la vida. Cada organismo vivo, incluidos los seres humanos, tiene una zona termoneutral o zona de confort, establecida entre los límites mínimo y máximo de la temperatura que requiere para desarrollar las etapas de su vida, y una franja de amortiguamiento al calor y al frío; al salirse de esa zona, según la vulnerabilidad del organismo, puede representar diversas condiciones de riesgo.

La zona termoneutral ambiental o zona de confort de los seres humanos va de 24 a 31 °C. Algunos otros organismos de los que se tiene conocimiento presentan una condición más sensible al calor, como las vacas lecheras, cuya zona termoneutral es de 5 a 16 °C (Gordon, 2005) (figura 6). En consecuencia, se podría considerar al ganado vacuno lechero como una especie vulnerable al incremento de la temperatura ambiente, y es que la cantidad de calor metabólico que las vacas lecheras de alto rendimiento producen es útil en climas fríos, pero es una severa carga para su organismo en tiempos y climas cálidos (West, 2014).

A las plantas también las afecta el calor, como el caso del maíz. Cuando el suelo llega a una temperatura de 44 °C, la raíz de esta gramínea deja de tomar alimento, siendo éste el primer síntoma general que el calor en un rango de hipertermia provoca. La esterilidad del polen del maíz se da cuando la temperatura alcanza los 35 °C (Ziska, 2011).

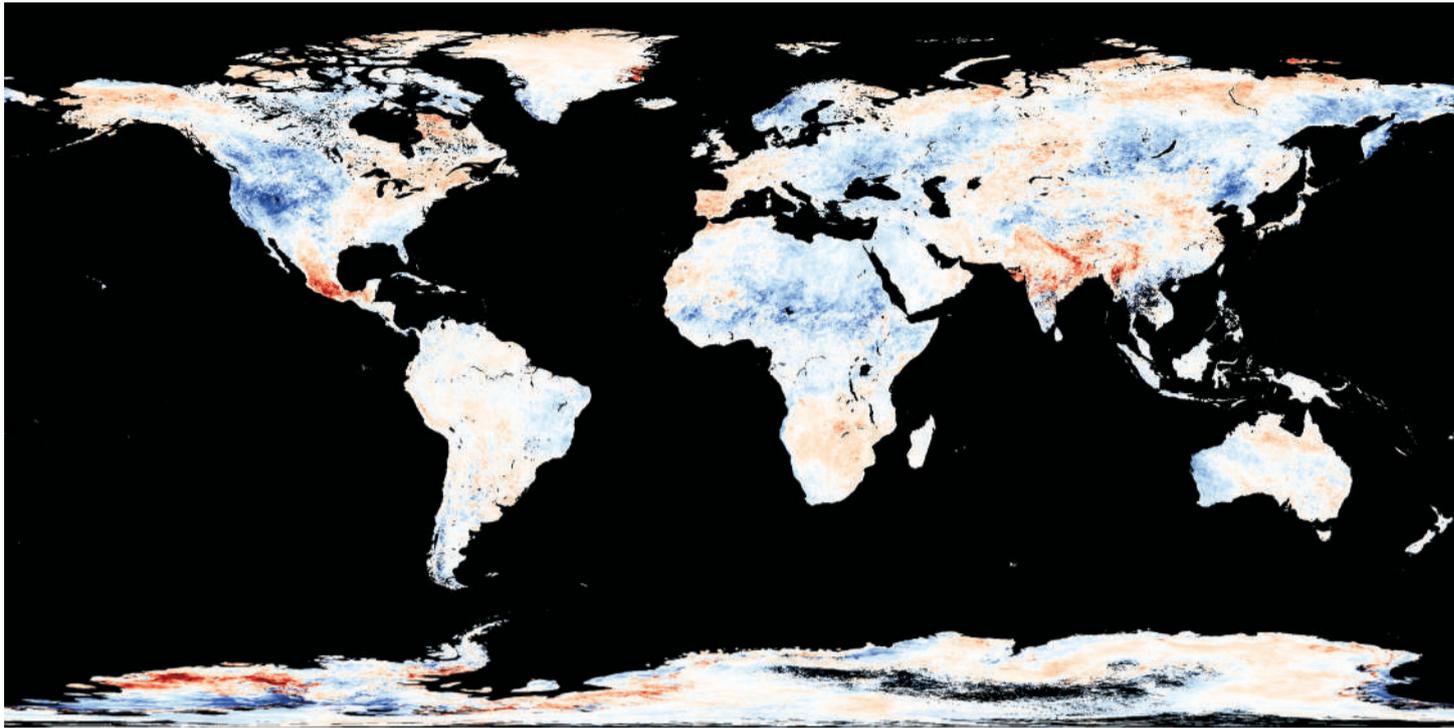
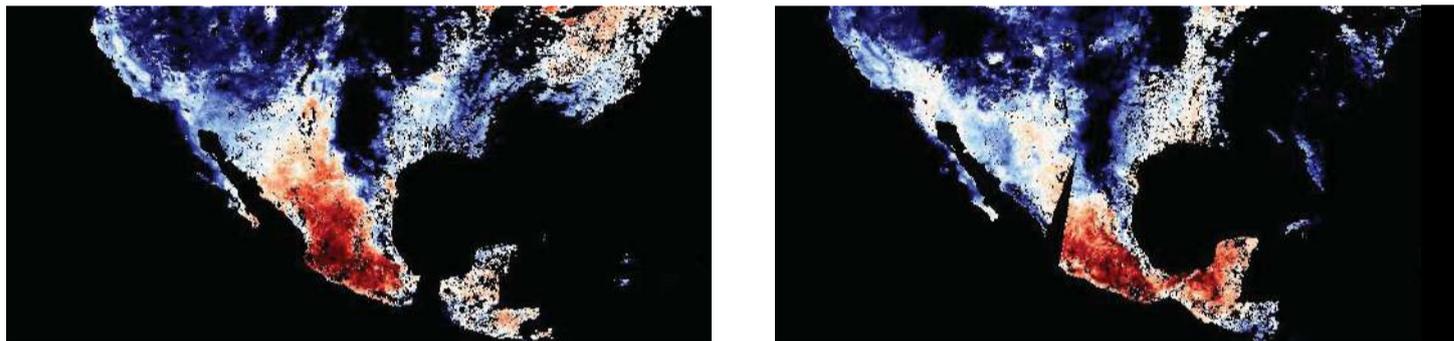
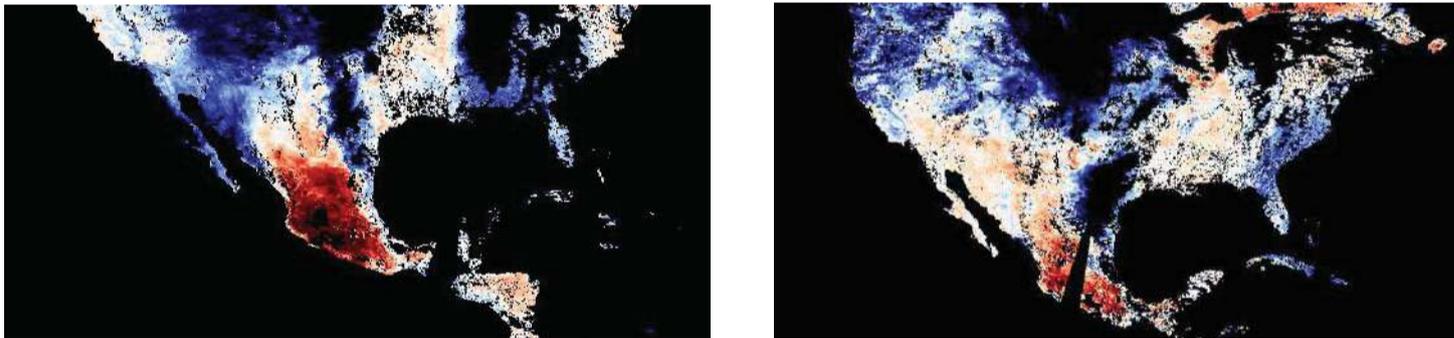


Figura 7.
Anomalías de temperatura en junio de 2005. Sólo México presentó una anomalía tan alta.
Fuente: NASA, 2006.



10 / 06 / 2005

11 / 06 / 2005



12 / 06 / 2005

13 / 06 / 2005

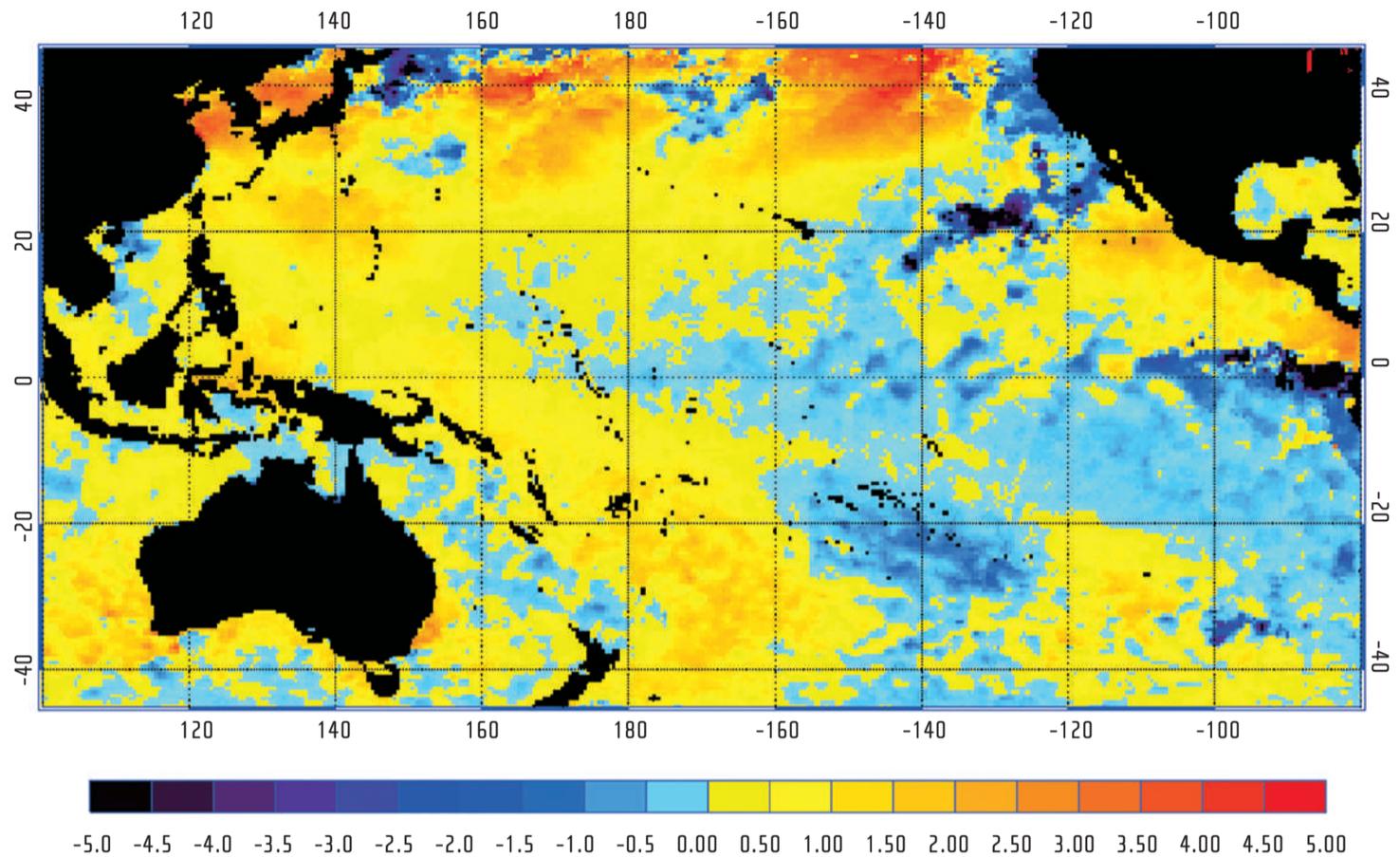


Figura 8.
Anomalías de temperatura en los días 10, 11, 12 y 13 de junio de 2005. Jalisco fue uno de los estados con mayor valor positivo.
Fuente: NASA, 2006.

Cuando están expuestos a una temperatura que sobrepasa el límite máximo de calor que establece su zona de confort, los organismo vivos, sean plantas o animales, dejan de alimentarse, se enferman, su rendimiento disminuye, su capacidad de reproducirse se inhibe y finalmente mueren si la temperatura sigue aumentando y rebasa los límites que pueden regular y soportar.

Las anomalías y sus efectos se pueden presentar en cualquier parte del planeta. Jalisco registró una de las más altas anomalías de temperatura en el año 2005, con días particularmente cálidos entre el 10 y el 13 de junio, como se muestra en las anteriores imágenes satelitales que generó la National Aeronautics and Space Administration. La temperatura de junio de 2005 para la superficie de Jalisco fue 10 °C más alta que el promedio de todos los

Figura 9.
Anomalía de temperatura
en el océano Pacífico el 12
de agosto de 2013.
Fuente: NOAA, 2013.



meses de junio entre 2001 y 2010. Lo anterior representó una de las mayores olas de calor que se han presentado en Jalisco.

Estas imágenes (figuras 7 y 8), tanto la global como la de la República Mexicana, fueron tomadas por el sensor MODIS de la NASA, que registra la temperatura de la superficie continental (no del aire) todos los días. En las imágenes, las distintas anomalías de temperatura se representan mediante los colores rojo, blanco y azul, que permiten comparar de manera visual los datos diarios, semanales y mensuales con las condiciones promedio para cada uno (el caso analizado corresponde al periodo 2001-2010). Los lugares que presentan la temperatura promedio aparecen en blanco, los que están por arriba se ilustran en rojo, y en azul los que se encuentran abajo. El color negro identifica las áreas que no tienen datos.

Como puede observarse en la imagen global, en junio de 2005 las mayores anomalías positivas (calor arriba del promedio de junio) se presentaron en México, India, Birmania (Myanmar) y Nepal. Países ubicados en un mismo rango de latitud.

Al hacer un análisis por día, se concluye que del 10 al 13 de junio las mayores anomalías positivas se registraron en varios estados de México, entre ellos Jalisco, donde se presentaron anomalías máximas hasta de 12 °C según la escala de la NASA.

Síntoma 3. Jalisco es una región planetaria que desde junio de 2005 ha presentado anomalías positivas máximas récords de temperatura.

El 53% de las estaciones meteorológicas establecidas en Jalisco que cumplen el criterio de calidad de los datos que generan, documentan un incremento en la duración de periodos cálidos y 58% registran un incremento en la frecuencia de noches cálidas, por lo que se puede confirmar que dicho estado manifiesta un incremento en su temperatura.

Con respecto a las anomalías positivas de temperatura en el océano, el 12 de agosto de 2013 se presentó una de las mayores registradas, que alcanzó 3.5 °C arriba del promedio frente a las costas de Jalisco (figura 9).

Otra anomalía en observación se refiere a la precipitación, en la que se articula el incremento en la intensidad de la lluvia y la frecuencia de periodos de sequía, la cual es resultante de una anomalía temporal causada por deficiente precipitación, diferente de la aridez y la época de estiaje. La sequía ocurre tanto en regiones secas como en húmedas (Wilhite y Buchanan-Smith, 2005).

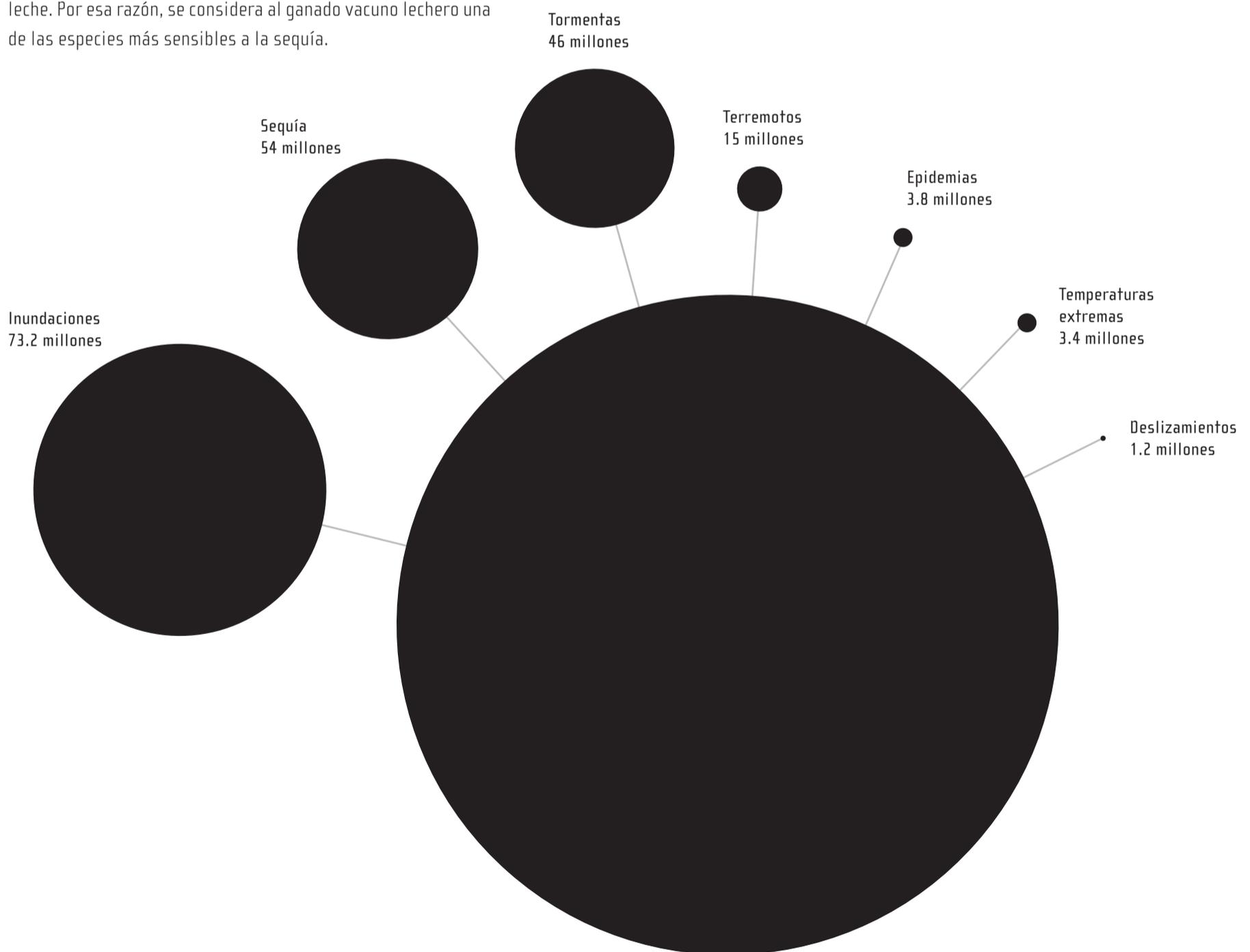
Un punto que es necesario clarificar es que existen varios tipos de sequías: meteorológica (deficiencia de precipitación); agrícola (baja disponibilidad de agua del suelo para satisfacer la demanda de los cultivos); hidrológica (estatus mínimo de agua superficial y subsuperficial presente en lagos, reservorios, acuíferos y presas), y socioeconómica (resultado de factores que afectan la oferta o la demanda asociadas con la actividad humana). El cambio climático se relaciona con la mayoría de ellas.

Con respecto a la demanda de agua por plantas y animales representativos de Jalisco, mientras que el maíz requiere 110 litros/planta durante su ciclo, la vaca lechera tiene una huella hídrica de 2,056 m³ promedio anual por animal, que incluye el agua que requiere la producción de alimento que consume la vaca, la que consume de manera directa y la requerida para mantener el aseo del animal y las instalaciones que habita (Mekonnen y Hoekstra, 2012). Las vacas requieren más agua no sólo por su tamaño, sino porque al ordeñarlas se deshidratan y necesitan compensar la cantidad de agua que constituye la leche. Por esa razón, se considera al ganado vacuno lechero una de las especies más sensibles a la sequía.

El tercer organismo vivo más consumidor de agua, después de la vaca lechera y el caballo, es el ser humano, con una huella hídrica de 1,385 m³ por año por persona (Hoekstra y Mekonnen, 2012). Estos organismos se han vuelto indicadores del desastre "natural" que ha significado la sequía, millones de reses han muerto por falta de agua y alimento y 11.7 millones de seres humanos han fallecido por falta de agua desde 1900 a la fecha (EM-DAT, 2015). En los últimos 34 años, inundaciones y sequías se consideran los desastres mayores por los 73.2 millones y 34 millones de afectados respectivamente, tan sólo en el continente americano (figura 10).

Síntoma 4. Las inundaciones constituyen el riesgo con mayor frecuencia en el continente americano, siendo para Jalisco la misma condición.

Figura 10.
Afectados por desastres naturales en el continente americano 1980-2014.



Los años en que se presentaron los mayores desastres por sequía en el mundo durante el periodo de 1900 a 2013 en orden de consecuencias para la vida y la salud fueron: 2012, 1994, 2013, 2011, 1981, 1990, 2009, 1999 y 2002 (EM-DAT, 2015). En Jalisco, los tres años con mayor sequía, según el Monitor de Sequía de América del Norte, han sido 2011 con 10 meses de sequía, y 2006 y 2008 con seis meses cada uno (NOAA, 2012).

Los registros de junio a noviembre de 2011 presentados en El Reporte del Clima en México de la Comisión Nacional del Agua (Servicio Meteorológico Nacional, 2012) posicionaron a Jalisco como el octavo estado más seco, los impactos de la sequía en la agricultura y la ganadería se consideraron incuantificables, con una reducción de 10% en el hato ganadero y de 15% en el

número de productores, según la Unión Ganadera Regional de Jalisco (Romo, 2011). La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) indicó que en las regiones Altos Norte (cuenca lechera) y Norte sufrieron pérdidas de 45,000 hectáreas de cultivos forrajeros y miles de reses muertas.

El 68% de las estaciones meteorológicas evidencian una tendencia positiva de días secos consecutivos de 1961 a la fecha.

Síntoma 5. Jalisco es una región que en la última década ha presentado sequías extremas y excepcionales.

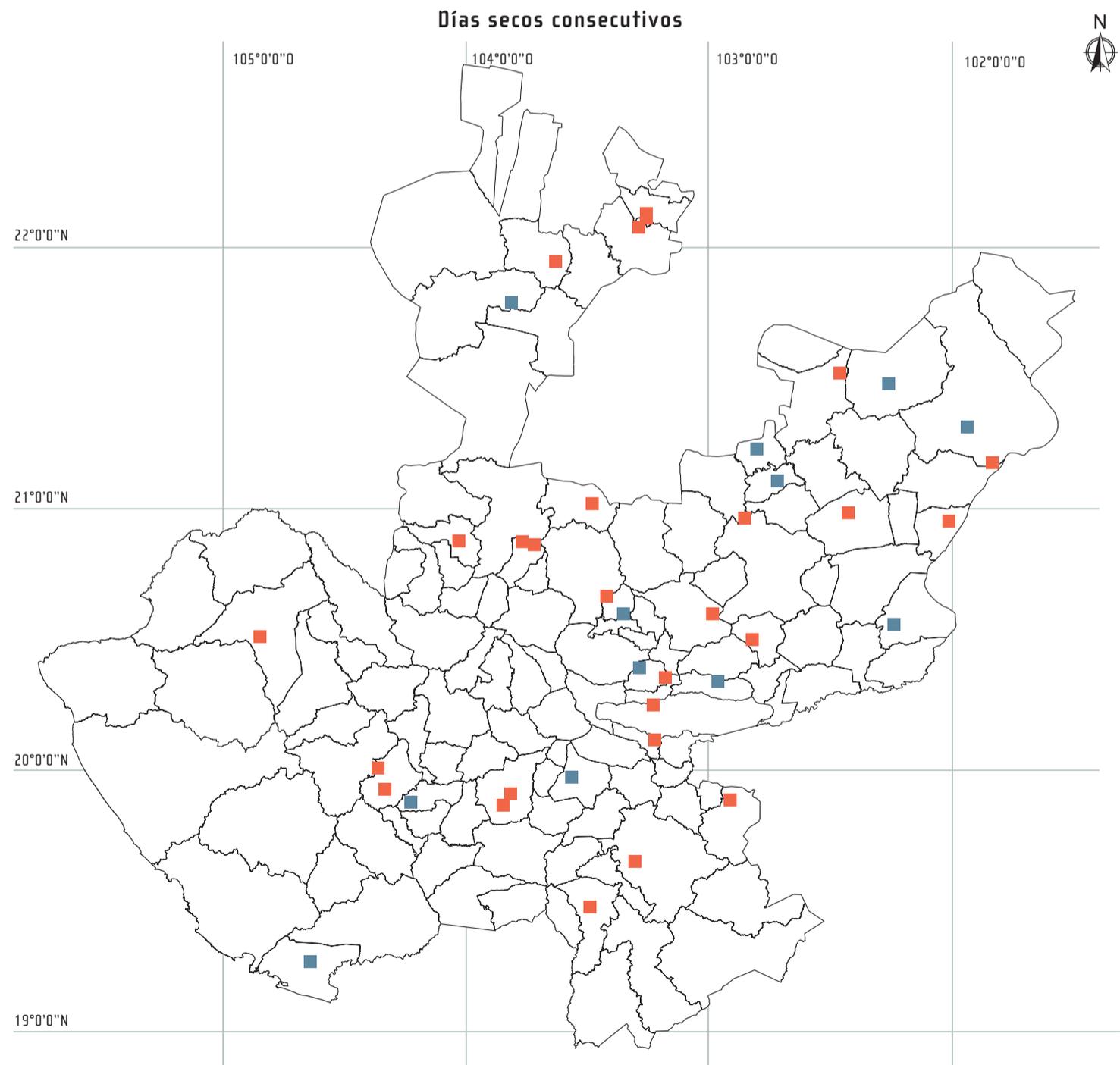
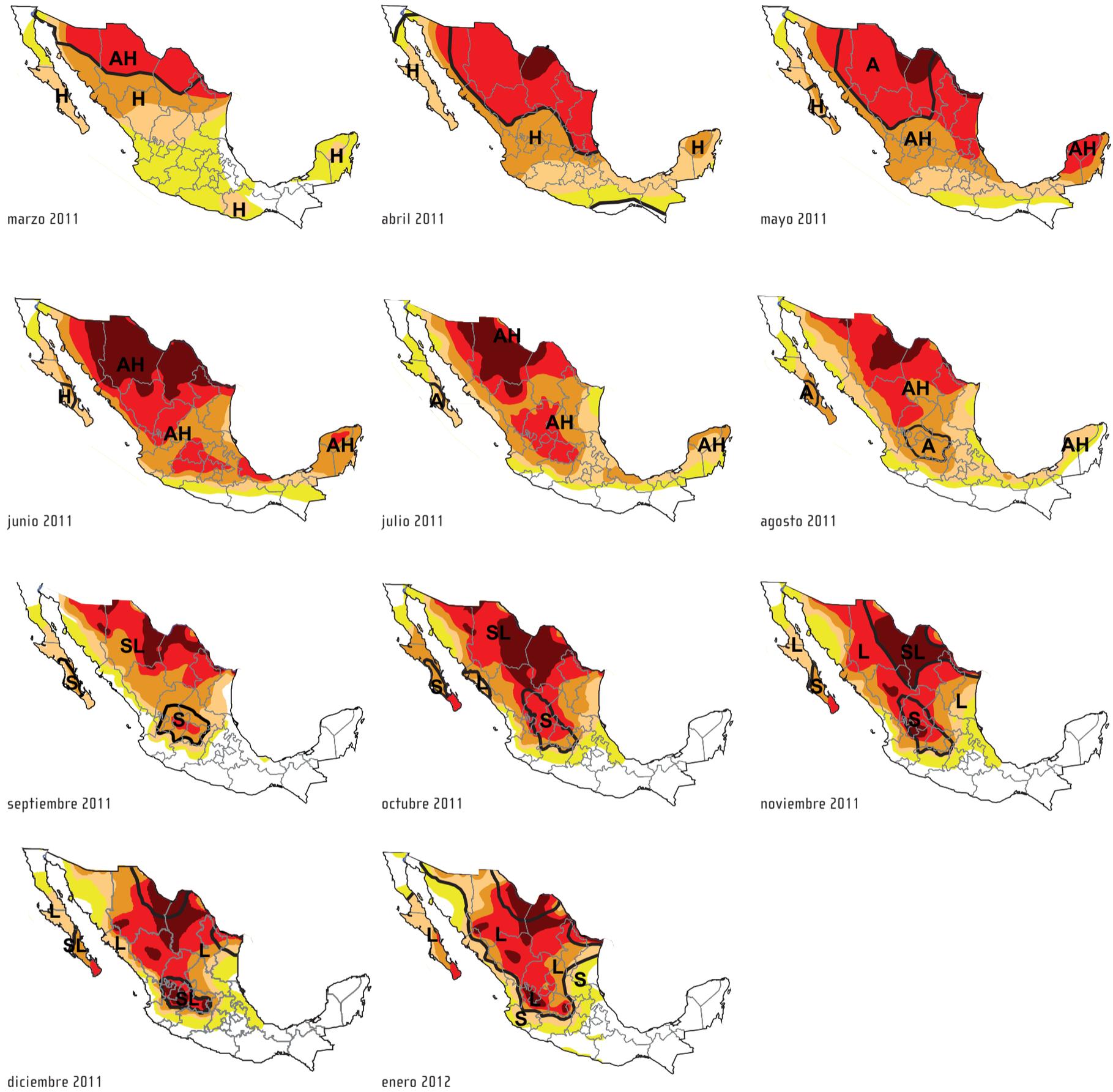


Figura 11. Estaciones meteorológicas en Jalisco que muestran tendencia positiva de días secos consecutivos versus tendencia negativa.

Simbología

- Estación climática con tendencia negativa
- Estación climática con tendencia positiva
- Límite municipal

Monitor de sequía



Simbología

Intensidad de la sequía:

| | |
|---|-----------------------|
|  | D0 Anormalmente seco |
|  | D1 Sequía moderada |
|  | D2 Sequía severa |
|  | D3 Sequía extrema |
|  | D4 Sequía excepcional |

Tipos de impacto de la sequía

| | |
|---|---|
|  | Delimita impactos dominantes |
| A | Agrícola |
| H | Hidrológica (agua) |
| S | Corto periodo, típicamente < 6 meses (p. ej. agricultura, pastizales) |
| L | Largo periodo, típicamente > 6 meses (p. ej. hidrología, ecología) |

Figura 12.

Intensidad de sequía de marzo de 2011 a enero de 2012 en México. Fuente: NOAA, 2012.

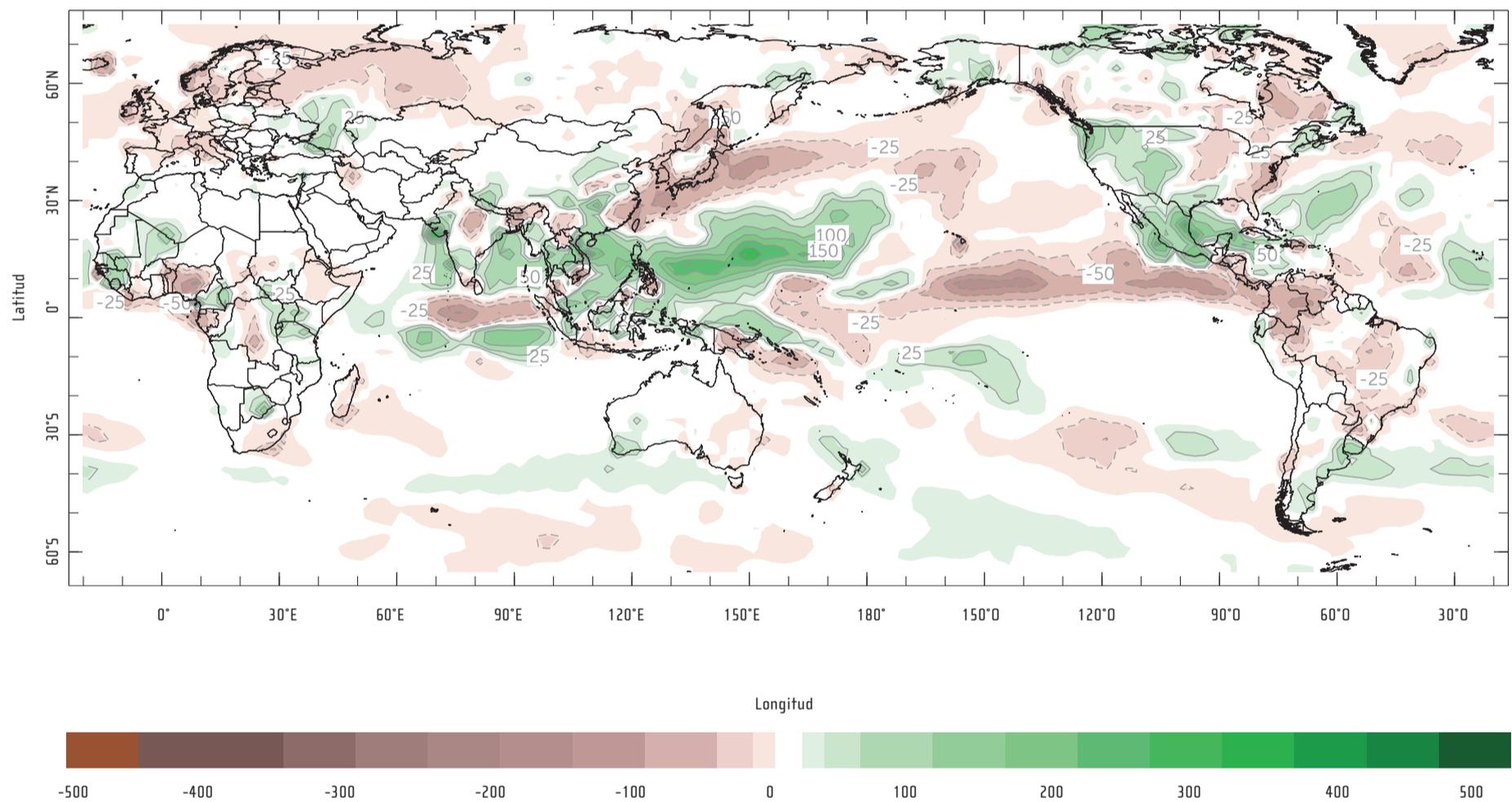
Respecto a la intensidad de la lluvia, resulta importante por su poder para erosionar el suelo y provocar inundaciones catastróficas. En septiembre de 2013 se presentó una de las anomalías positivas mayores de lluvia mensual en Jalisco, los valores registrados llegaron a 150 milímetros de lluvia por arriba del promedio.

Figura 13.
Anomalía de precipitación en septiembre de 2013.
Fuente: International Research Institute for Climate and Society, 2014.

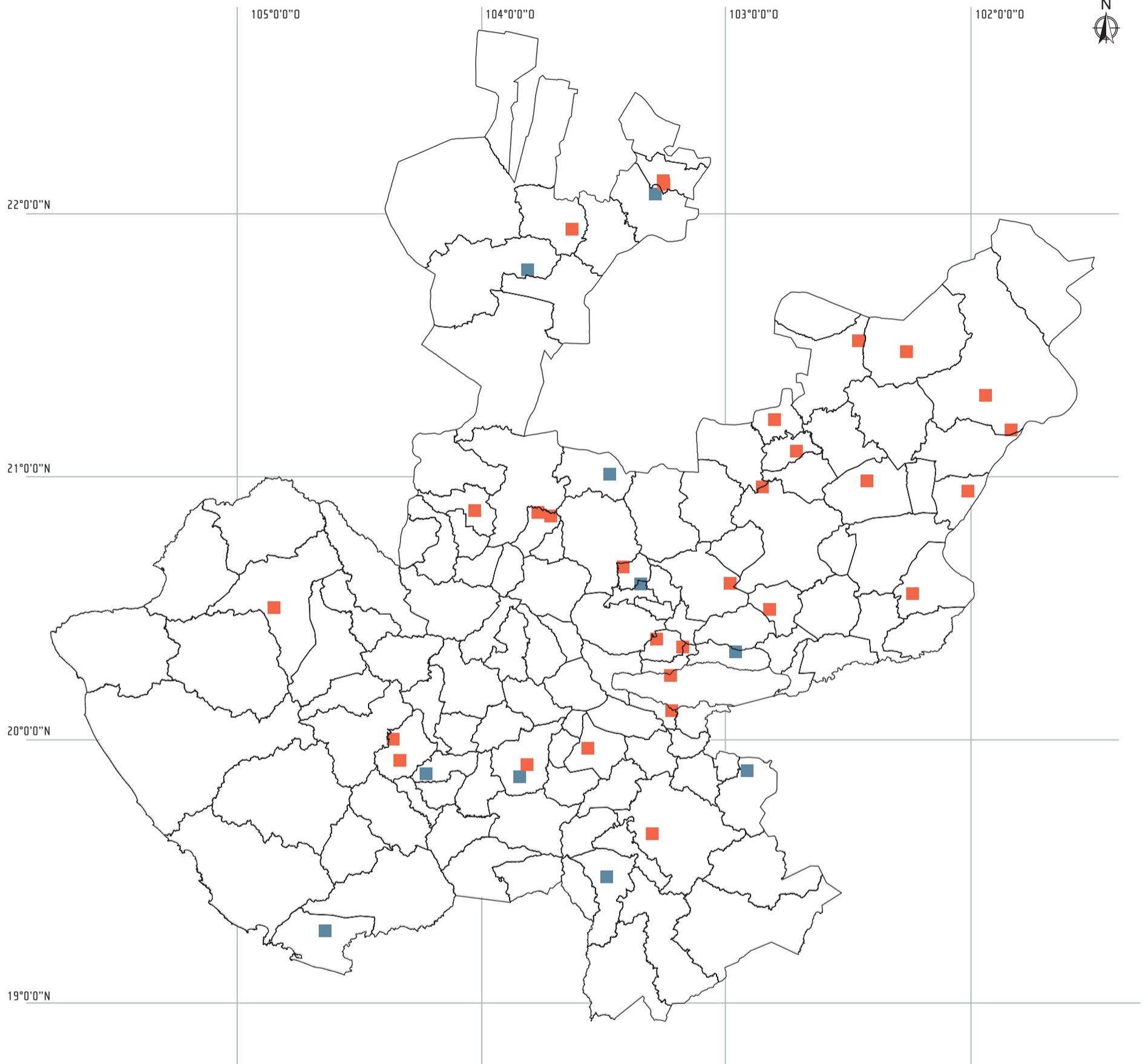
En 78% de las estaciones meteorológicas en Jalisco hubo un incremento de precipitaciones máximas en 24 horas. Con ello aumentan las probabilidades de las inundaciones y la erosión de los suelos.

Síntoma 6. Jalisco ha registrado incremento en la intensidad de las lluvias.

Con base en lo expuesto en este primer capítulo, se concluye que las anomalías principales del clima en el mundo que se monitorean han tenido manifestaciones tipo en Jalisco ▶



Incremento en precipitaciones máximas en 24 horas

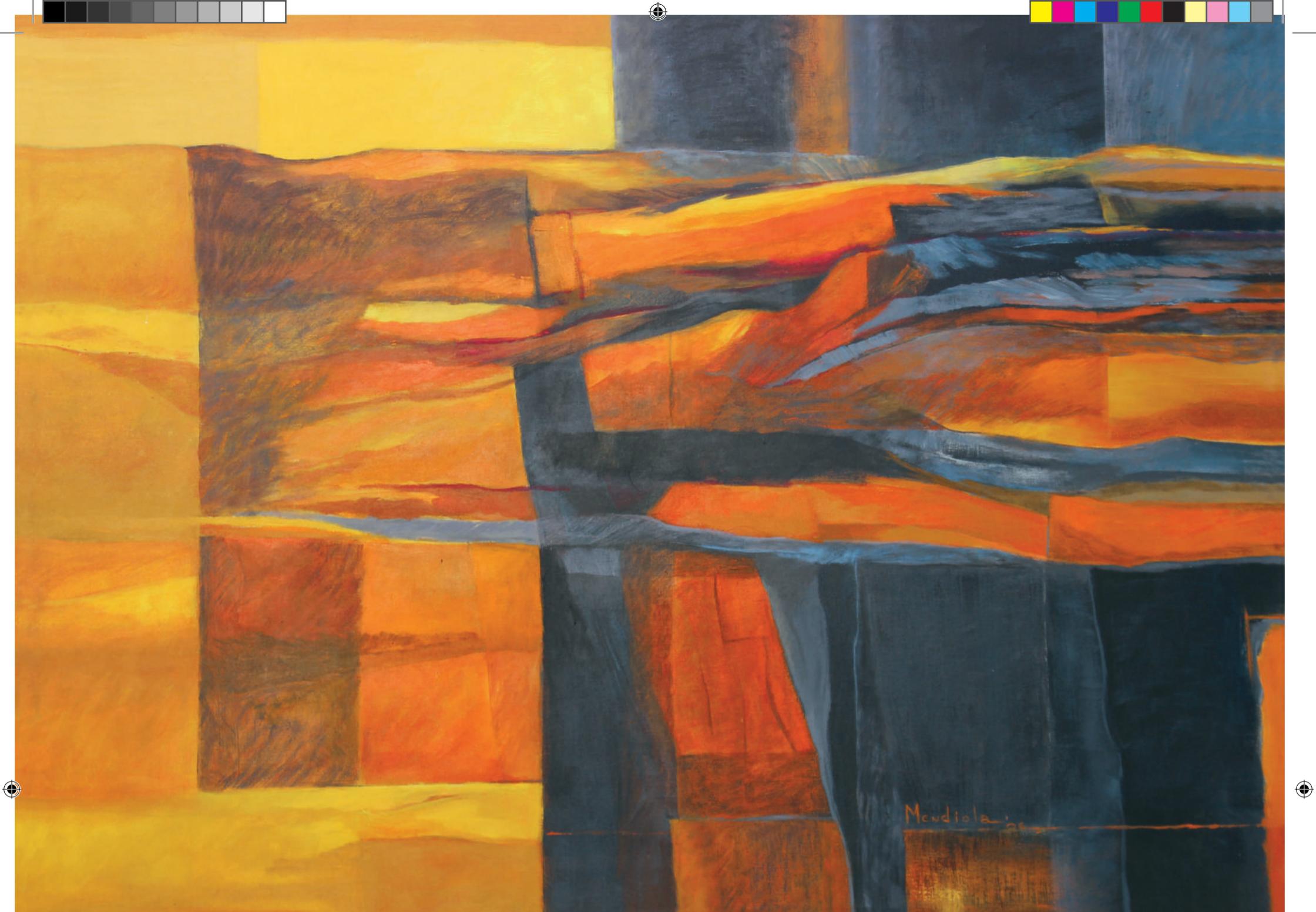


Simbología

- Estación climática con tendencia negativa
- Estación climática con tendencia positiva

Límite municipal

Figura 14.
Estaciones meteorológicas en Jalisco que muestran tendencia positiva y negativa en precipitaciones máximas.



CAPÍTULO 2

El clima cambiante en Jalisco: las posibles causas

Silvia Lizette Ramos de Robles

Gabriela Ramírez Ojeda

Arturo Curiel Ballesteros

Tendencia no es destino.

RENÉ J. DUBOS (1981)

Una característica humana que nos hace diferentes de los demás organismos vivientes de este planeta es que podemos pensar en el futuro. A diferencia del pasado, que es uno solo, el futuro es un espacio múltiple, que describe posibles destinos/futuros alternativos y los caminos que llevan a éstos (Bas, 2008).

Pensar en el futuro exige pensar en alternativas. En este sentido, los escenarios son herramientas poderosas, dado que ayudan a pensar de manera creativa. Los escenarios no son ni predicciones ni previsiones, son descripciones plausibles de cómo puede desarrollarse el futuro para nuestro mundo, a partir de proposiciones deductivas (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2011).

En materia del calentamiento de la Tierra, los primeros estudios los realizó Svante August Arrhenius, un sueco que en 1896 estableció una relación entre concentraciones de dióxido de carbono atmosférico (que para ese entonces se denominaba ácido carbónico) y la temperatura en el mundo considerando las variaciones de latitud. Para una latitud norte de 20° –que tocaría a Jalisco, pues se encuentra entre los 19 a 23°–, Arrhenius calculó que con el doble de concentración de CO₂ la temperatura aumentaría 5 °C, y con el triple de la concentración llegaría a 8 °C, siendo el invierno la estación del año con la mayor variación de temperatura. Cuando este estudio se publicó a finales del siglo XIX, existían 296 ppm de CO₂ en la atmósfera terrestre. En 2014, el bióxido de carbono en la troposfera llegó a 401 ppm y el aumento de la temperatura es ahora cercano a 1°C y no arriba de 3°C como lo había considerado Arrhenius.

Luz de la Tierra,
acrílico sobre tela,
María Teresa Mendiola.

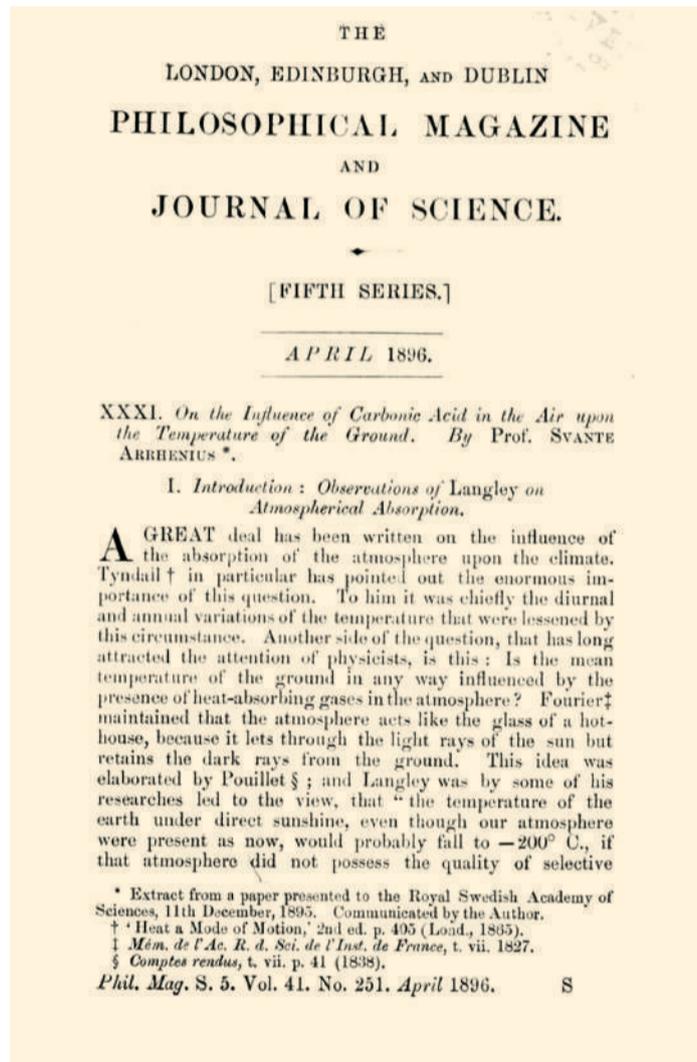


Figura 15.

Reproducción del artículo de 1896, primero que presenta un escenario de calentamiento del planeta. Tomado de Arrhenius, 1896.

TABLE VII.—*Variation of Temperature caused by a given Variation of Carbonic Acid.*

| Latitude. | Carbonic Acid=0.67. | | | | | Carbonic Acid=1.5. | | | | | Carbonic Acid=2.0. | | | | | Carbonic Acid=2.5. | | | | | Carbonic Acid=3.0. | | | | |
|-----------|---------------------|------------|-----------|------------|-------------------|--------------------|------------|-----------|------------|-------------------|--------------------|------------|-----------|------------|-------------------|--------------------|------------|-----------|------------|-------------------|--------------------|------------|-----------|------------|-------------------|
| | Dec.-Feb. | March-May. | June-Aug. | Sept.-Nov. | Mean of the year. | Dec.-Feb. | March-May. | June-Aug. | Sept.-Nov. | Mean of the year. | Dec.-Feb. | March-May. | June-Aug. | Sept.-Nov. | Mean of the year. | Dec.-Feb. | March-May. | June-Aug. | Sept.-Nov. | Mean of the year. | Dec.-Feb. | March-May. | June-Aug. | Sept.-Nov. | Mean of the year. |
| 70 | -2.9 | -3.0 | -3.4 | -3.1 | -3.1 | 3.3 | 3.4 | 3.8 | 3.6 | 3.52 | 6.0 | 6.1 | 6.0 | 6.1 | 6.03 | 7.9 | 8.0 | 7.9 | 8.0 | 7.95 | 9.1 | 9.3 | 9.4 | 9.4 | 9.3 |
| 60 | -3.0 | -3.2 | -3.4 | -3.3 | -3.22 | 3.4 | 3.7 | 3.6 | 3.8 | 3.62 | 6.1 | 6.1 | 5.8 | 6.1 | 6.02 | 8.0 | 8.0 | 7.6 | 7.9 | 7.87 | 9.3 | 9.5 | 8.9 | 9.5 | 9.3 |
| 50 | -3.2 | -3.3 | -3.3 | -3.4 | -3.3 | 3.7 | 3.8 | 3.4 | 3.7 | 3.65 | 6.1 | 6.1 | 5.5 | 6.0 | 5.92 | 8.0 | 7.9 | 7.0 | 7.9 | 7.7 | 9.5 | 9.4 | 8.6 | 9.2 | 9.17 |
| 40 | -3.4 | -3.4 | -3.2 | -3.3 | -3.32 | 3.7 | 3.6 | 3.3 | 3.5 | 3.52 | 6.0 | 5.8 | 5.4 | 5.6 | 5.7 | 7.9 | 7.6 | 6.9 | 7.3 | 7.42 | 9.3 | 9.0 | 8.2 | 8.8 | 8.82 |
| 30 | -3.3 | -3.2 | -3.1 | -3.1 | -3.17 | 3.5 | 3.3 | 3.2 | 3.5 | 3.47 | 5.6 | 5.4 | 5.0 | 5.2 | 5.3 | 7.2 | 7.0 | 6.6 | 6.7 | 6.87 | 8.7 | 8.3 | 7.5 | 7.9 | 8.1 |
| 20 | -3.1 | -3.1 | -3.0 | -3.1 | -3.07 | 3.5 | 3.2 | 3.1 | 3.2 | 3.25 | 5.2 | 5.0 | 4.9 | 5.0 | 5.02 | 6.7 | 6.6 | 6.3 | 6.6 | 6.52 | 7.9 | 7.5 | 7.2 | 7.5 | 7.52 |
| 10 | -3.1 | -3.0 | -3.0 | -3.0 | -3.02 | 3.2 | 3.2 | 3.1 | 3.1 | 3.15 | 5.0 | 5.0 | 4.9 | 4.9 | 4.95 | 6.6 | 6.4 | 6.3 | 6.4 | 6.42 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.3 | 7.3 |
| 0 | -3.0 | -3.0 | -3.1 | -3.0 | -3.02 | 3.1 | 3.1 | 3.2 | 3.2 | 3.15 | 4.9 | 4.9 | 5.0 | 5.0 | 4.95 | 6.4 | 6.4 | 6.6 | 6.6 | 6.5 | 7.3 | 7.3 | 7.4 | 7.4 | 7.35 |
| -10 | -3.1 | -3.1 | -3.2 | -3.1 | -3.12 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 5.0 | 5.0 | 5.2 | 5.1 | 5.07 | 6.6 | 6.6 | 6.7 | 6.7 | 6.67 | 7.4 | 7.5 | 8.0 | 7.6 | 7.62 |
| -20 | -3.1 | -3.2 | -3.3 | -3.2 | -3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.4 | 3.3 | 3.27 | 5.2 | 5.3 | 5.5 | 5.4 | 5.35 | 6.7 | 6.8 | 7.0 | 7.0 | 6.87 | 7.9 | 8.1 | 8.6 | 8.3 | 8.22 |
| -30 | -3.3 | -3.3 | -3.4 | -3.4 | -3.35 | 3.4 | 3.5 | 3.7 | 3.5 | 3.52 | 5.5 | 5.6 | 5.8 | 5.6 | 5.62 | 7.0 | 7.2 | 7.7 | 7.4 | 7.32 | 8.6 | 8.7 | 9.1 | 8.8 | 8.8 |
| -40 | -3.4 | -3.4 | -3.3 | -3.4 | -3.37 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.7 | 3.7 | 5.8 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 5.95 | 7.7 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.81 | 9.1 | 9.2 | 9.4 | 9.3 | 9.25 |
| -50 | -3.2 | -3.3 | — | — | — | — | — | — | — | — | 6.0 | 6.1 | — | — | — | 7.9 | 8.0 | — | — | — | 9.4 | 9.5 | — | — | — |
| -60 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

266 Prof. S. Arrhenius on the Influence of Carbonic Acid

El calentamiento global y los gases de efecto invernadero

Aun cuando el cambio en el clima ha sido monitoreado desde hace más de un siglo, en 1992 surgió una preocupación porque las actividades humanas han ido aumentando sustancialmente las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, y porque ese aumento intensifica el efecto invernadero natural, lo cual dará como resultado, en promedio, un calentamiento adicional de la superficie y la atmósfera de la Tierra y puede afectar adversamente a los ecosistemas naturales y a la humanidad (Naciones Unidas, 1992); a partir de entonces se convoca a los países para actuar ante el cambio climático, definido como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. Por gases de efecto invernadero se entiende aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y reemiten radiación infrarroja, gases como el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6) (Naciones Unidas, 1998), todos ellos con diversos periodos de tiempo de vida que van de 1.5 a 50,000 años en la atmósfera (IPCC, 2007a).

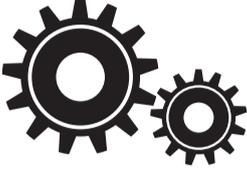
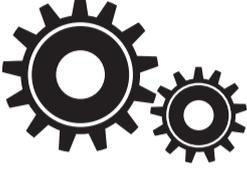
Para 1994 se desarrollan escenarios que el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) publica en el 2000 con el nombre de *Special Report on Emission Scenarios* (SRES), y que constan de cuatro familias o líneas evolutivas (A1, A2, B1 y B2) basadas en componentes cuantitativos y cualitativos generadores de posibles incrementos en la concentración de gases de efecto invernadero, resultado del comportamiento de fuerzas como el crecimiento poblacional, el cambio de uso de la tierra, la generación de residuos y el consumo de tecnología basada en combustibles fósiles y sustancias sintéticas que contribuyen al calentamiento.

Las cuatro familias del SRES son las siguientes:

- *La familia de líneas evolutivas y escenarios A1.* Describe un mundo futuro con un *rápido crecimiento económico*, una *población mundial* que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo y *disminuye posteriormente*, y una rápida introducción de *tecnologías nuevas y más eficientes*. Sus características distintivas más importantes son la convergencia entre regiones, la creación de capacidad

y el aumento de las interacciones culturales y sociales, acompañadas de una notable reducción de las diferencias regionales en cuanto a ingresos por habitante. Esta familia de escenarios A1 se desarrolla en tres grupos, que describen direcciones alternativas del cambio tecnológico en el sistema de energía. Los tres grupos A1 se diferencian en su orientación tecnológica: utilización intensiva de combustibles de origen fósil (A1FI), utilización de fuentes de energía de origen no fósil (A1T), o utilización equilibrada de todo tipo de fuentes (A1B).

- *La familia de líneas evolutivas y escenarios A2.* Describe un mundo muy heterogéneo. Las pautas de fertilidad en el conjunto de las regiones convergen muy lentamente, con lo que se obtiene una *población mundial en continuo crecimiento*. El desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones, y el crecimiento económico por habitante, así como el cambio tecnológico, están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas.
- *La familia de líneas evolutivas y escenarios B1.* Describe un mundo convergente con una misma población mundial que alcanza un máximo hacia mediados del siglo y *decae posteriormente*, como en la línea evolutiva A1, pero con rápidos cambios de las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información, acompañados de una *utilización menos intensiva de los materiales* y de la introducción de tecnologías limpias con un aprovechamiento eficaz de los recursos. En ella se da preponderancia a las soluciones de orden mundial encaminadas a la sostenibilidad económica, social y medioambiental, así como a una mayor igualdad.
- *La familia de líneas evolutivas y escenarios B2.* Describe un mundo en el que predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y medioambiental. Es un mundo cuya *población aumenta progresivamente* a un ritmo menor que en A2, con unos niveles de desarrollo económico intermedios y con un cambio tecnológico menos rápido y más diverso que en las líneas evolutivas B1 y A1. Aunque este escenario está también orientado a la protección del medio ambiente y a la igualdad social, se centra principalmente en los niveles local y regional.

| | Población | Economía | Ambiente | Equidad | Tecnología | Globalización |
|----|---|---|---|---|---|---|
| A1 |  |  |  |  |  |  |
| B1 |  |  |  |  |  |  |
| A2 |  |  |  |  |  |  |
| B2 |  |  |  |  |  |  |

El propio IPCC considera que las emisiones de CO₂ para las familias de escenarios serán mayores en un escenario A2 y menores en uno B1.

Los escenarios de cambio climático están representados sobre una base climatológica coherente, por lo que permiten generar teorías de las posibles consecuencias del cambio por actividad antropogénica y diferentes condiciones del desarrollo global para 2100.

Los escenarios han sido de utilidad para el análisis del cambio climático, y en particular para la creación de modelos del clima, la evaluación de los impactos de la concentración de gases de efecto invernadero y para las iniciativas de mitigación y de adaptación. Las primeras iniciativas se refieren al almacenamiento y captura de carbono para disminuir la presión a la atmósfera, y las segundas, a la protección y abastecimiento ante los riesgos del incremento de concentraciones de carbono en la troposfera. Considerando que los escenarios no son pronósticos, la probabilidad de que en la realidad las emisiones evolucionen tal como se describe podría ser incierta en alguno de estos escenarios.

Después del Informe de Síntesis de 2007, el IPCC y expertos investigadores se reunieron para desarrollar nuevos escenarios que identificaran un marco de referencia en las emisiones y los denominaron: *Trayectorias de Concentraciones Representativas* (RCP por sus siglas en inglés –*Representative Concentration Pathways*–). Estos escenarios, publicados en 2014 (IPCC, 2014), han ido substituyendo a los presentados en el SRES, por considerarlos con menos sesgo. Los escenarios RCP describen cuatro trayectorias para el siglo XXI de emisiones de gases de efecto invernadero y se distinguen por las siglas: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5, que se refieren a la radiación global de energía solar por metro cuadrado, expresada en W/m².

El IPCC hace alusión a que estos nuevos escenarios abarcan los rangos descritos para los presentados antes (SRES). En términos de forzamiento, el RCP8.5 es comparable en lo general a la familia A2/A1F1, RCP6:0 a B2 y RCP4.5 a B1. Para el RCP2.6 no hay un escenario equivalente en SRES (IPCC, 2014).

Aunque se usan distintas metodologías, en la actualidad todas ellas indican un aumento en la temperatura anual promedio de la Tierra en el futuro.

Figura 16.
Familias de escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero.

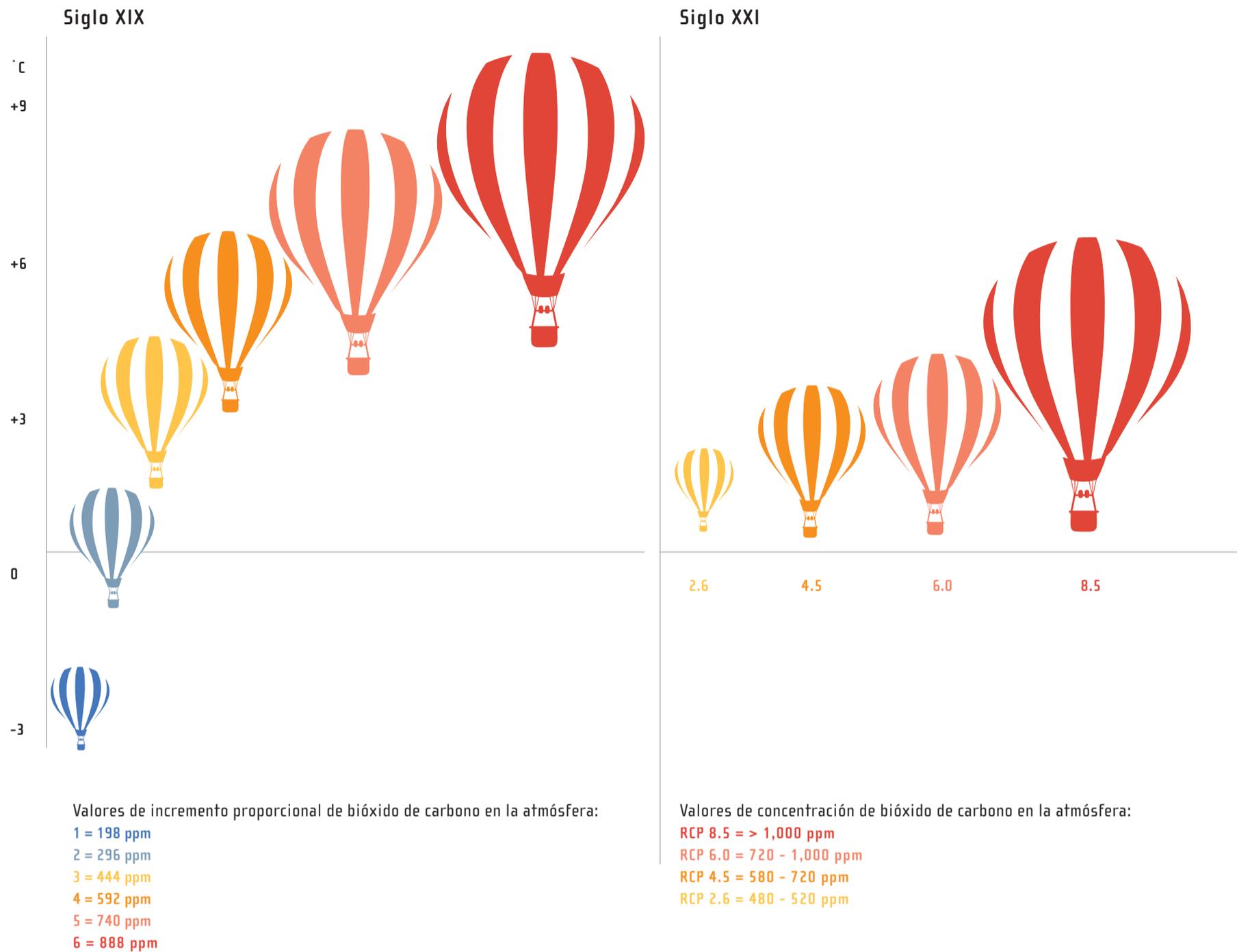


Figura 17. Comparación entre los escenarios del siglo XIX versus los del siglo XXI. Para una latitud donde se encuentra Jalisco

Para Jalisco, los escenarios proyectados por el Instituto Nacional de Ecología, hoy Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, muestran un claro incremento de temperatura; para las familias B el incremento es de entre 1 y 2 °C, mientras que para las familias A el incremento es de 3 a 5 °C para el año 2100. Con los nuevos escenarios, la proyección de cambio es de 2.5, 2.8 y 5.1°C para RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5 respectivamente. Para el RCP2.6 aún no hay evaluaciones públicas disponibles (Cava-zos *et al.*, 2013).

Para el caso de lluvia, las familias B muestran una anomalía menor de 50 mm que puede ser en aumento o disminución, mientras que para las familias A se muestra un decremento de lluvia que puede alcanzar 100 mm en 2100. En el análisis RCP, todas muestran un decremento que va de los 22 a los 190 mm para el mismo periodo.

El cambio en el régimen de lluvias para Jalisco, con menos oferta de agua y un incremento en la demanda del recurso hídrico, ejercerá presión al capital natural, al económico y al social, generando riesgos socio-organizativos y sanitarios, pues el cambio climático que se prevé favorecerá un clima más cálido y seco.

Para Jalisco, el escenario A2 muestra una disminución de la precipitación en 2040-2069. En el escenario B1 se presenta también disminución de lluvia.

Para el caso de temperatura, el escenario A2 muestra un calentamiento en todas las regiones del estado en 2040-2069. El escenario B1 presenta un comportamiento similar al A2, excepto en la región Altos Norte.

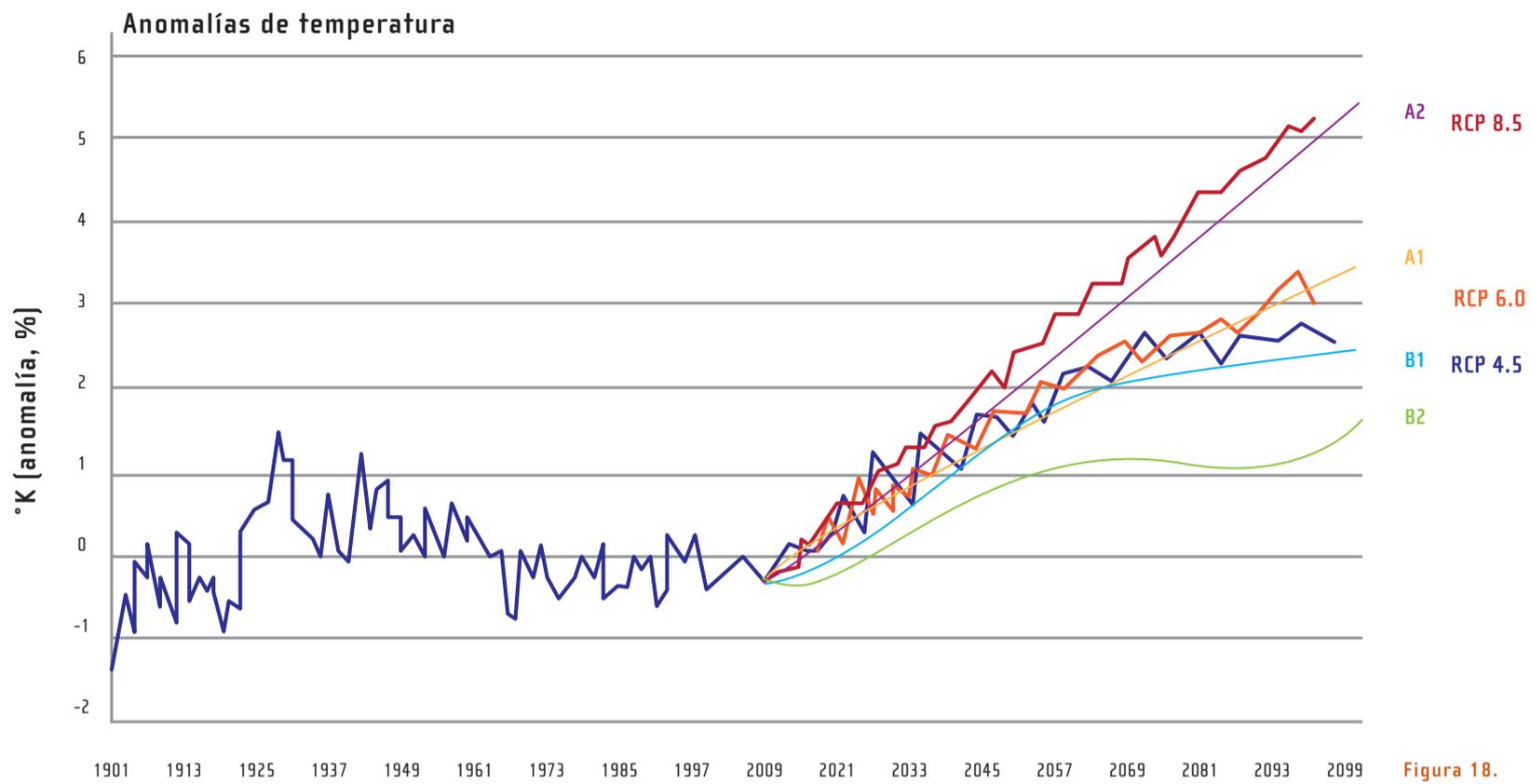


Figura 18. Escenarios de anomalías de temperatura proyectados para las familias A y B, y Trayectorias de Concentraciones Representativas en Jalisco. Fuentes: INE, 2012; INECC, 2015.

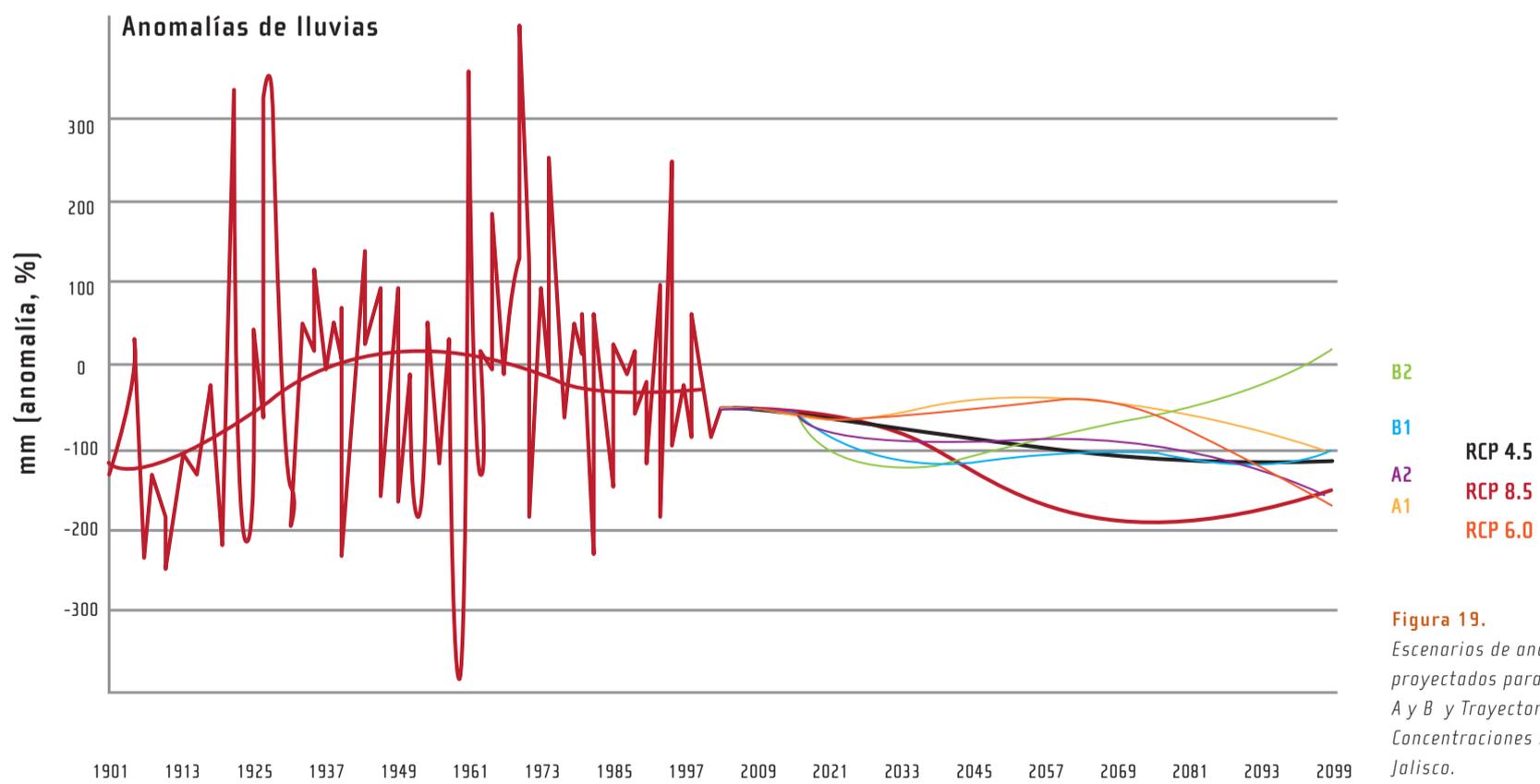


Figura 19. Escenarios de anomalías de lluvia proyectados para las familias A y B y Trayectorias de Concentraciones Representativas en Jalisco. Fuentes: INE, 2012; INECC, 2015.

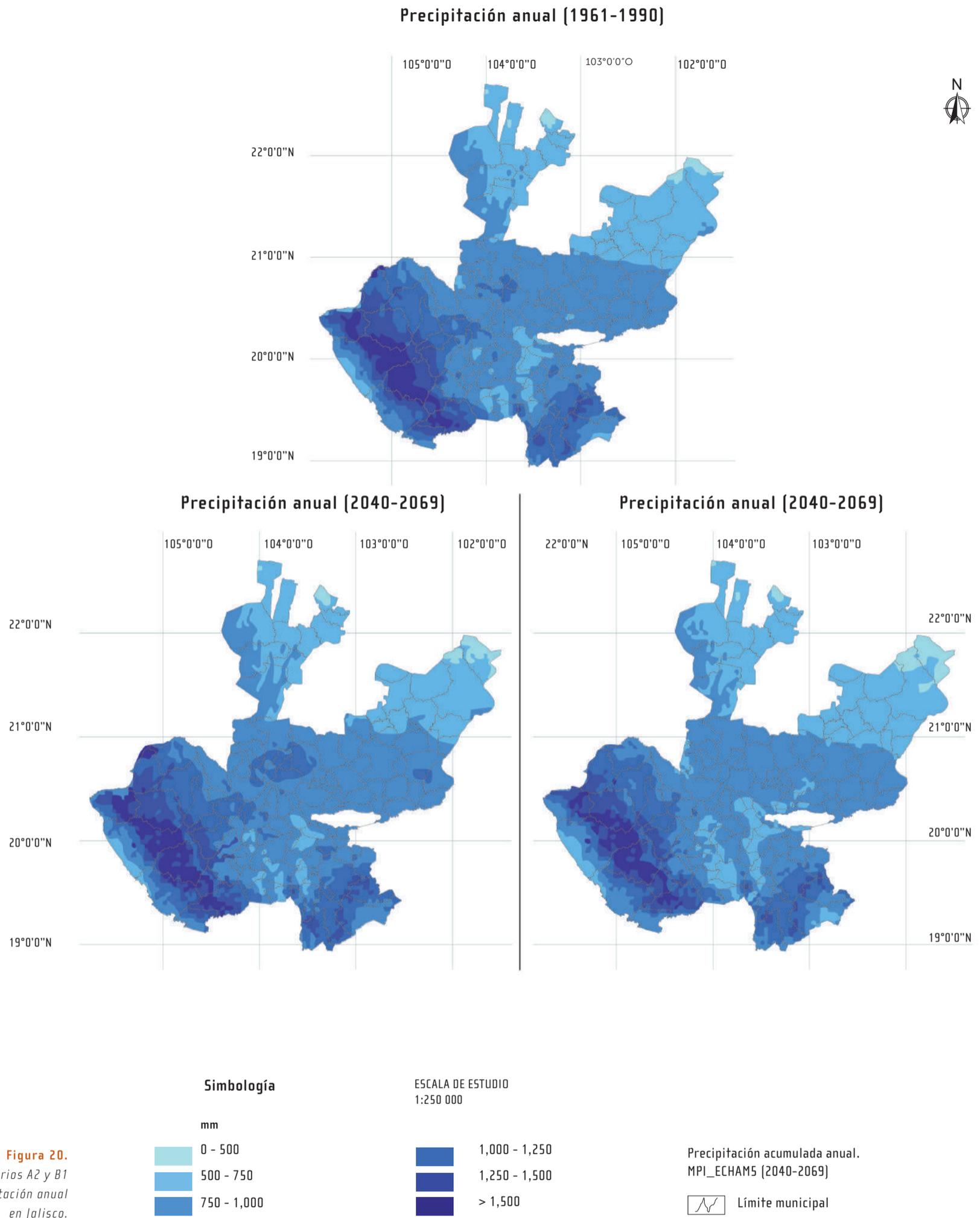
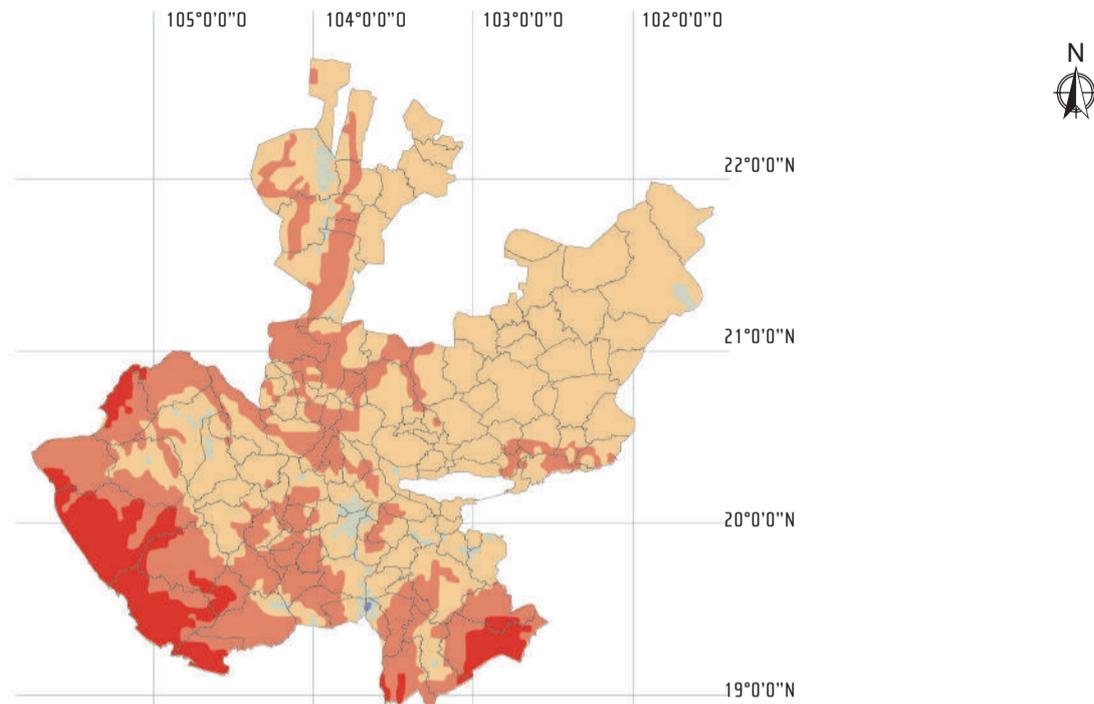
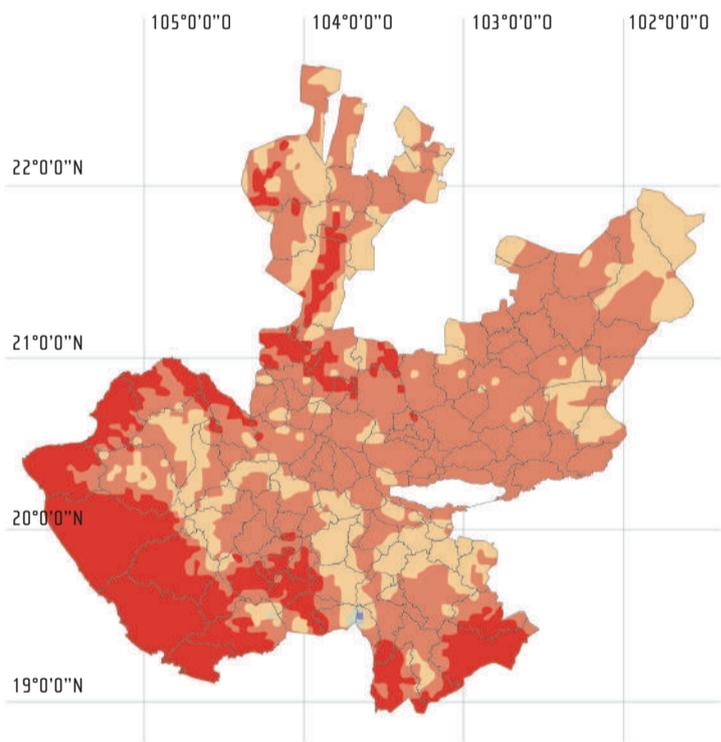


Figura 20.
Escenarios A2 y B1 de precipitación anual en Jalisco.

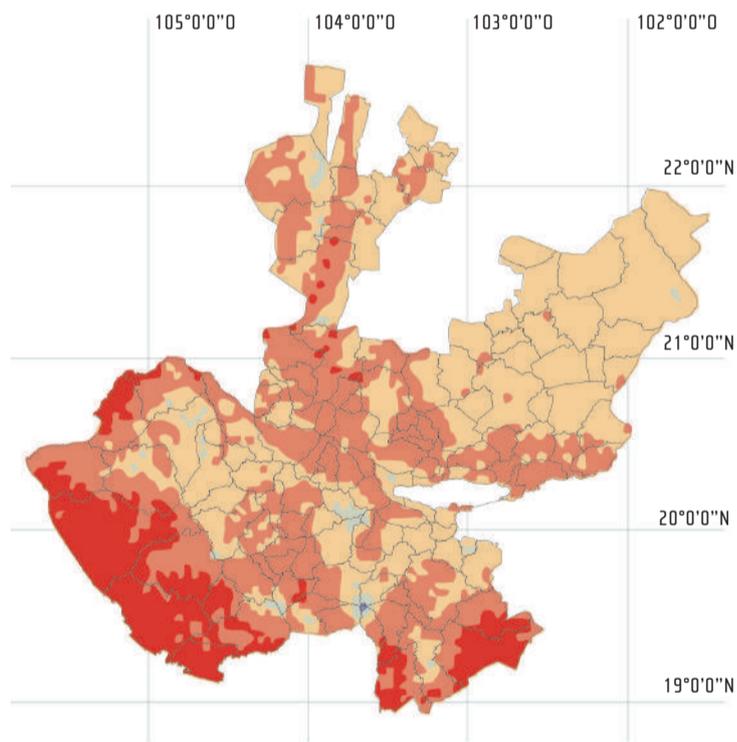
Temperatura media anual (1961-1990)



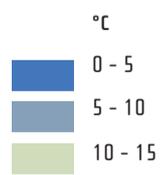
Temperatura Media Anual (2040-2069)



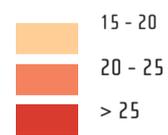
Temperatura Media Anual (2040-2069)



Simbología



ESCALA DE ESTUDIO
1:250 000



Temperatura media anual.
MPI_ECHAM5 (2040-2069)

Límite municipal

Figura 21.
Escenarios A2 y B1
de temperatura media
anual en Jalisco.

En los escenarios proyectados para Jalisco, se estima que la temperatura media anual que ha caracterizado a este territorio cambiará a la mitad del siglo XXI, desapareciendo las temperaturas frescas y apareciendo nuevos territorios cálidos.

Síntoma 7. Los escenarios permiten deducir que en Jalisco el aumento de temperatura es una amenaza contundente.

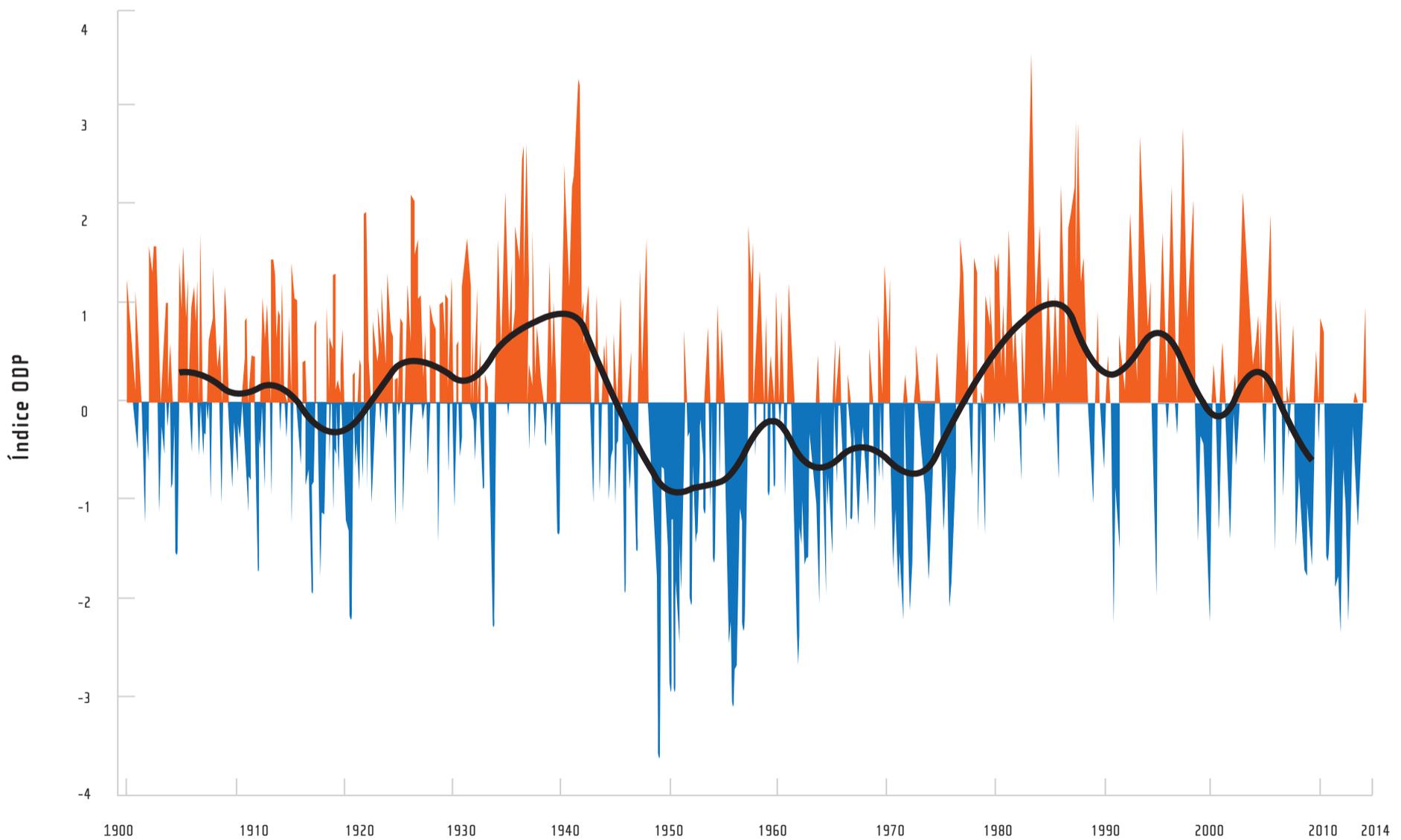
A nivel mundial, el orden de fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero es:

Energía > procesos industriales > agricultura > cambio de uso de suelo y silvicultura > desechos (UNEP, 2012).

En Jalisco, las emisiones provienen de:

Cambio de uso de suelo y silvicultura > energía > agricultura > desechos > procesos industriales (Alcocer *et al.*, 2014).

Figura 22.
Oscilación Decadal del Pacífico de 1900 a 2014.
Fuente: Washington University, 2015



Síntoma 8. Jalisco contribuye al calentamiento global con emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el uso de combustibles fósiles como fuente de energía y el cambio de uso de suelo, deforestación, perturbaciones a los ecosistemas, remociones de madera y de leña, incendios forestales y cambio de carbono en los suelos.

Los procesos naturales de calentamiento: la Oscilación Decadal del Pacífico, ejemplo de una variabilidad natural del clima

La circulación atmosférica es un movimiento del aire atmosférico a gran escala y junto con la circulación oceánica es el medio por el cual el calor se distribuye sobre la superficie de la Tierra (Davydova, 2011).

Uno de los nuevos temas en la investigación oceanográfica es la llamada Oscilación Decadal del Pacífico (ODP). La expresión fue dada por el oceanógrafo Steven Hare en 1996, dentro del contexto de una investigación que buscaba asociar la producción de salmón en Alaska y el comportamiento climático del océano Pacífico Norte, delimitado a partir de los 20° de latitud norte –donde se ubica Jalisco.

La ODP ha sido descrita como una fluctuación de largo periodo en el océano Pacífico, la cual afecta principalmente la cuenca del Pacífico y el clima de América del Norte.

Desde el punto de vista oceanográfico y atmosférico, la ODP sería el marco de fondo para otras oscilaciones de menor periodo, tal como El Niño Oscilación Sur (ENOS).

Una de las diferencias entre ambas oscilaciones es la escala temporal. La duración típica de las fases ENOS oscila entre uno y dos años, mientras que las fases de la ODP pueden llegar a ser del orden de 20 a 30 años.

La otra diferencia es la escala espacial (las regiones que parecen influenciar desde el punto de vista climático). ENOS influye sustancialmente en el clima tropical, mientras la ODP afecta al Pacífico Norte y al continente norteamericano. Ambos pueden afectar a Jalisco.

La ODP consta de una fase positiva (cálida) y una fase negativa (fría), lo que origina climas muy similares a los de El Niño y La Niña, respectivamente (Gershunov y Barnett, 1998). Los datos de la ODP se proporcionan en forma mensual, estandarizada, desde enero de 1900 hasta la fecha. Datos históricos de la ODP muestran fases cálidas desde aproximadamente 1900 hasta 1945 y de 1977 a 2007, mientras que de 1946 a 1976 se percibe la existencia de una fase fría.

El cambio calor-frío es parte de un ciclo natural, que puede observarse en el comportamiento del océano y en los registros históricos de la superficie terrestre. Estos cambios o anomalías se consideran parte de un ciclo natural. No obstante, las emisiones de gases de efecto invernadero están influyendo de manera inequívoca en cambiar este comportamiento, visualizando que las anomalías negativas serán cada vez menores, mientras que las anomalías positivas serán irreversiblemente mayores ▶



CAPÍTULO 3

Jalisco, territorio vulnerable ante un clima cambiante

Arturo Curiel Ballesteros

María Guadalupe Garibay Chávez

Silvia Lizette Ramos de Robles

La vulnerabilidad es el grado al cual un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos.

La vulnerabilidad futura depende no sólo del clima sino de la vía de desarrollo.
IPCC (2007)

Cambio climático, variabilidad climática y extremos son condiciones y escalas del estado del tiempo que conviene precisar para comprenderlas y referirse a ellas de manera más clara. Cambio climático es la tendencia de variación de parámetros como la temperatura y la lluvia, que se observa a través de siglos o decenios. Variabilidad climática es el rango de variación de temperatura y lluvia promedio que puede darse en amplios periodos de tiempo, en años o meses. Finalmente, se denomina extremos a los comportamientos de temperatura o lluvia que se salen de la normalidad (raros) y que se presentan durante semanas o días.

Cambio climático: amenaza, vulnerabilidad y riesgo

El cambio, la variabilidad y los extremos en el clima son amenazas, pues desestabilizan las actividades cotidianas y generan condiciones potenciales de riesgo a desastres, que pueden manifestar efectos de manera aguda y rápida, o bien, de manera paulatina y crónica.

Una amenaza se refiere a la probabilidad de ocurrencia en el futuro de un evento natural o siconatural potencialmente peligroso. Significa, en el caso de las amenazas siconaturales, la transformación de un recurso natural en un elemento de peligro potencial (Lavell, 2010). En términos generales, las amenazas son las fuentes

de peligro asociadas a un fenómeno que puede manifestarse y así producir efectos adversos sobre la salud humana, sus bienes y el medio ambiente. Pueden ser consideradas como una situación de predesastre (Alexander, 1993).

Las consecuencias o efectos posibles por la presencia de una determinada amenaza, van a depender de la vulnerabilidad del sistema afectado. Por tal consideración, la vulnerabilidad se define como el grado de pérdida resultante de un fenómeno potencialmente dañino.

La vulnerabilidad es la susceptibilidad o predisposición intrínseca a sufrir un daño o una pérdida de elementos físicos, biológicos, económicos y/o sociales. La vulnerabilidad generalmente se expresa en términos de daños o pérdidas potenciales que se espera se presenten de acuerdo con el grado de severidad o intensidad del fenómeno ante el cual se está expuesto. Wilches-Chaux (1993) concibe la vulnerabilidad global como el conjunto de vulnerabilidades natural, física, económica, social, política, técnica, ideológica, cultural, educativa, ecológica e institucional.

El crecimiento de la población total y la reducción del espacio habitacional, la alta densidad poblacional en las grandes ciudades, el ejercicio del poder centralizado, la creciente dependencia económica y tecnológica respecto del exterior y la poca o nula respuesta social frente a estos factores, son elementos que se conjugan y se ponen al descubierto en situaciones de desastre, haciendo patente el grado de vulnerabilidad de las poblaciones ante las amenazas contemporáneas.

El riesgo es definido en términos generales como las pérdidas esperadas en relación a vidas humanas, personas heridas, propiedad dañada e interrupción de actividades económicas, debidas a una particular amenaza para un área y un periodo determinados. Considerando un cálculo matemático, el riesgo es el producto de la amenaza y la vulnerabilidad (Naciones Unidas, 2009).

La diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo consiste en que la amenaza está relacionada con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo se relaciona con la probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales están íntimamente vinculadas no sólo con el grado de exposición de los elementos sometidos sino también con la susceptibilidad o vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento (Cardona y Sarmiento, 1989).

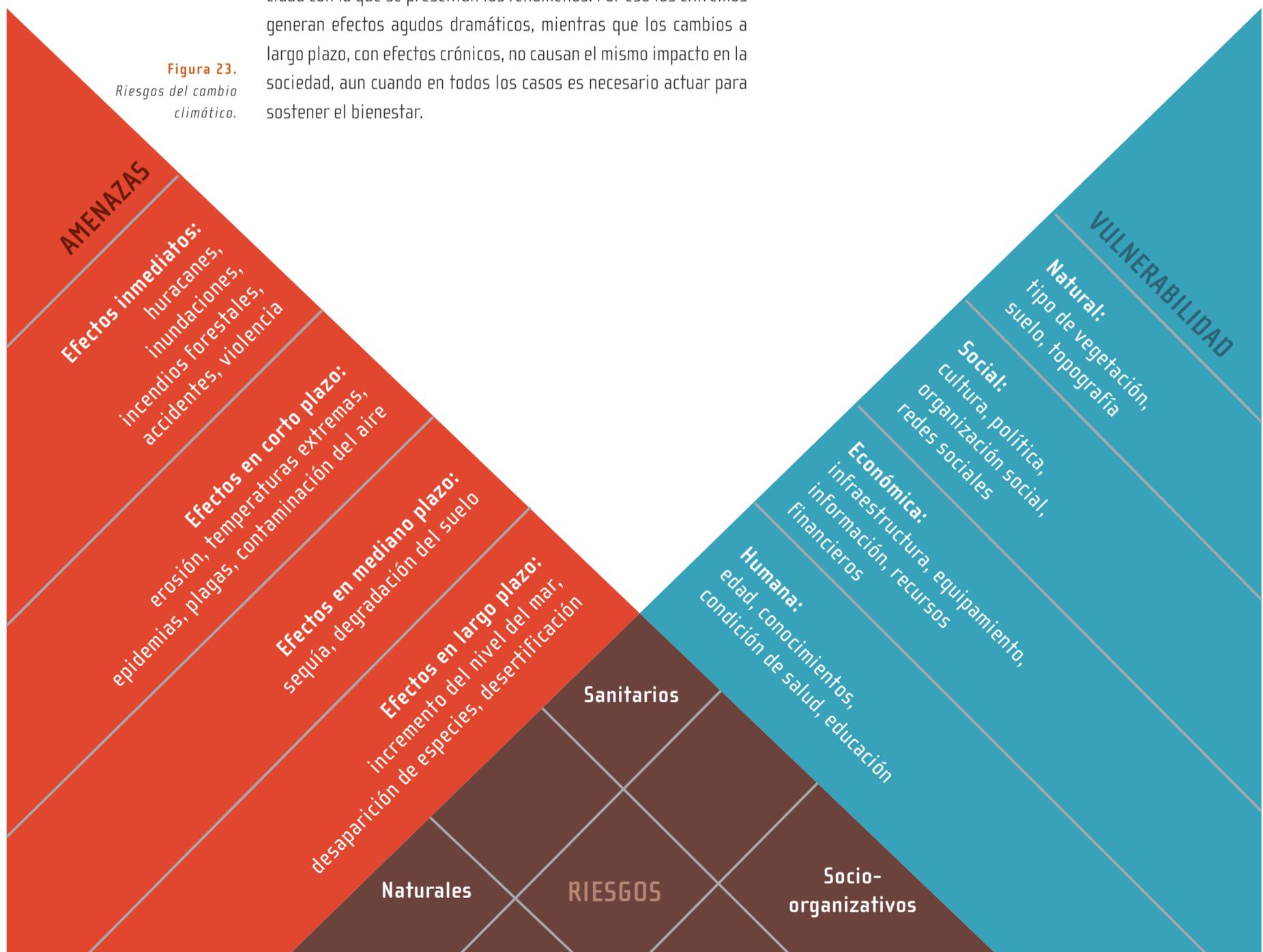
Se considera que la duración de la amenaza, qué tan repentina y sorpresiva es, y la frecuencia y número de incidentes que la preceden, son otros factores que afectan el riesgo (UNEP, 1992).

Servicios de los ecosistemas como dotación de agua; abasto de alimentos; protección contra eventos extremos y prevención de desastres; control de la erosión; saneamiento de suelo, agua y atmósfera; el valor estético y recreativo, se alteran con el aumento del calor, de la intensidad de la lluvia y de días sin lluvia. En este sentido, el riesgo mayor se manifiesta en los sitios cuya concentración de población es más densa, sobre todo a partir de la velocidad con la que se presentan los fenómenos. Por eso los extremos generan efectos agudos dramáticos, mientras que los cambios a largo plazo, con efectos crónicos, no causan el mismo impacto en la sociedad, aun cuando en todos los casos es necesario actuar para sostener el bienestar.

El aumento de la intensidad y la frecuencia de incendios forestales, la contaminación del agua y el aire, desastres hidrológicos (deslizamientos e inundaciones), climatológicos (temperaturas extremas, sequías) y meteorológicos (huracanes y tormentas tropicales), son referentes de cambio climático, variabilidad climática y extremos.

Para lograr que el bienestar se mantenga ante los cambios de clima, la variabilidad climática y los extremos, se requiere contar con un consistente capital social y humano formado por individuos sanos, interesados en la educación, insertados en una sociedad que valora las habilidades, conocimientos, destrezas y competencias de sus pobladores, que brinda una seguridad efectiva y soluciona otros problemas comunes mediante la conformación de gobiernos comprometidos con la satisfacción de las necesidades de la comunidad.

Figura 23.
Riesgos del cambio climático.



Jalisco en el planeta

Jalisco es el nombre de un territorio continental que representa 0.55% del área de tierra del planeta. Parece poco significativo; sin embargo, la superficie de Jalisco es mayor que la del promedio de los países, de ahí su importancia ante el problema global del cambio climático.

De las 10 categorías consideradas en la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) –que a su vez contienen diferentes ecosistemas–, identificadas para estimar los servicios que son esenciales para el bienestar humano, Jalisco tiene nueve representadas en su territorio:

1. Mares: Jalisco está en la latitud donde se halla el mar más extenso de México, el Pacífico, que es el más grande del mundo.
2. Áreas costeras: la interfaz entre el océano Pacífico y tierra firme jalisciense mide 342 km.
3. Aguas interiores: Chapala, el lago más grande de México, pertenece en su mayor extensión a Jalisco.
4. Bosques: 80% de los tipos de vegetación presentes en México se encuentran también en este estado.
5. Zonas áridas: a este ecosistema corresponden las regiones Norte y Altos Norte de Jalisco, pertenecientes al altiplano árido y semiárido más representativo de México.
6. Islas: las que se localizan en el lago de Chapala y en las bahías Banderas y Chamela.
7. Montañas: la Sierra Madre Occidental, la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur.
8. Áreas cultivadas: Jalisco tiene 1.5 millones de hectáreas de tierras agrícolas de temporal, eso lo hace primer lugar nacional en este rubro.
9. Zonas urbanas: Guadalajara, la capital del estado, es la segunda ciudad más grande de México.

El único sistema que no está presente en Jalisco es el de sitios con hielo permanente, pues si bien cuenta con el Nevado Colima, éste no tiene hielo todos los años ni todos los meses.

Vulnerabilidad ambiental, social y económica del socioecosistema jalisciense

Los ecosistemas de Jalisco otorgan varios servicios insustituibles para el bienestar de los seres humanos, pero ahora somos testigos de que tienden a ser insuficientes ante las presiones o demandas que generan los cambios de clima, la variabilidad climática y los extremos, lo que le confiere a su territorio un nivel de vulnerabilidad que no se había percibido en otros periodos de tiempo.

Resulta necesario diferenciar entre una vulnerabilidad intrínseca del sistema natural y la vulnerabilidad inducida por la actividad humana. Un ejemplo de vulnerabilidad intrínseca es la que muestran los suelos característicos de Jalisco derivados de jal o pómez. Este sustrato, por ser una espuma volcánica, presenta erodabilidad de 0.9 (1 es la máxima posible). Pero esos suelos, pese a su vulnerabilidad, no se erosionan ni se deslizan, porque los ecosistemas forestales nativos de pinos van depositando todo el tiempo hojarasca sobre el suelo, la cual neutraliza la energía erosiva de las gotas de lluvia. La vulnerabilidad máxima en este ecosistema se manifiesta cuando estos servicios de regulación son alterados por alguna acción humana, causante primordial de incendios forestales en Jalisco, los que al originarse y expandirse consumen la hojarasca depositada en el suelo, enviando una carga de gases tóxicos a la atmósfera. La vulnerabilidad de la cuenca atmosférica es la primera en manifestarse, al alcanzar en pocas horas una concentración insana de contaminantes en una atmósfera que se ve imposibilitada de neutralizar la amenaza por la intensidad esporádica de material convertido en partículas y gases. En minutos, esto pone a la atmósfera interior de las zonas urbanas expuestas a esa carga de contaminantes, en situación extrema. Una vez terminado el incendio, la mancha negra que queda en la superficie del bosque quemado concentra calor por el cambio de albedo, y ese calor se traslada a las poblaciones, afectando con mayor daño a las más vulnerables. Cuando se presentan las lluvias de julio, que son las más intensas, provocan caída de árboles en los bosques debilitados por el fuego, y los altos volúmenes de agua no se incorporan al suelo por no tener ésta capa protectora vegetal, ya que fue eliminada por el incendio. Además, al incrementarse la compactación por las cenizas que tapan los poros del suelo, el escurrimiento aumenta en las áreas quemadas y ocasiona desastres aguas abajo, amenazando a la población que está expuesta a inundaciones y deslizamientos.



Figura 24.
Bosque La Primavera y poblaciones cercanas antes y después del incendio de 2012.

Arturo Curiel, 2012

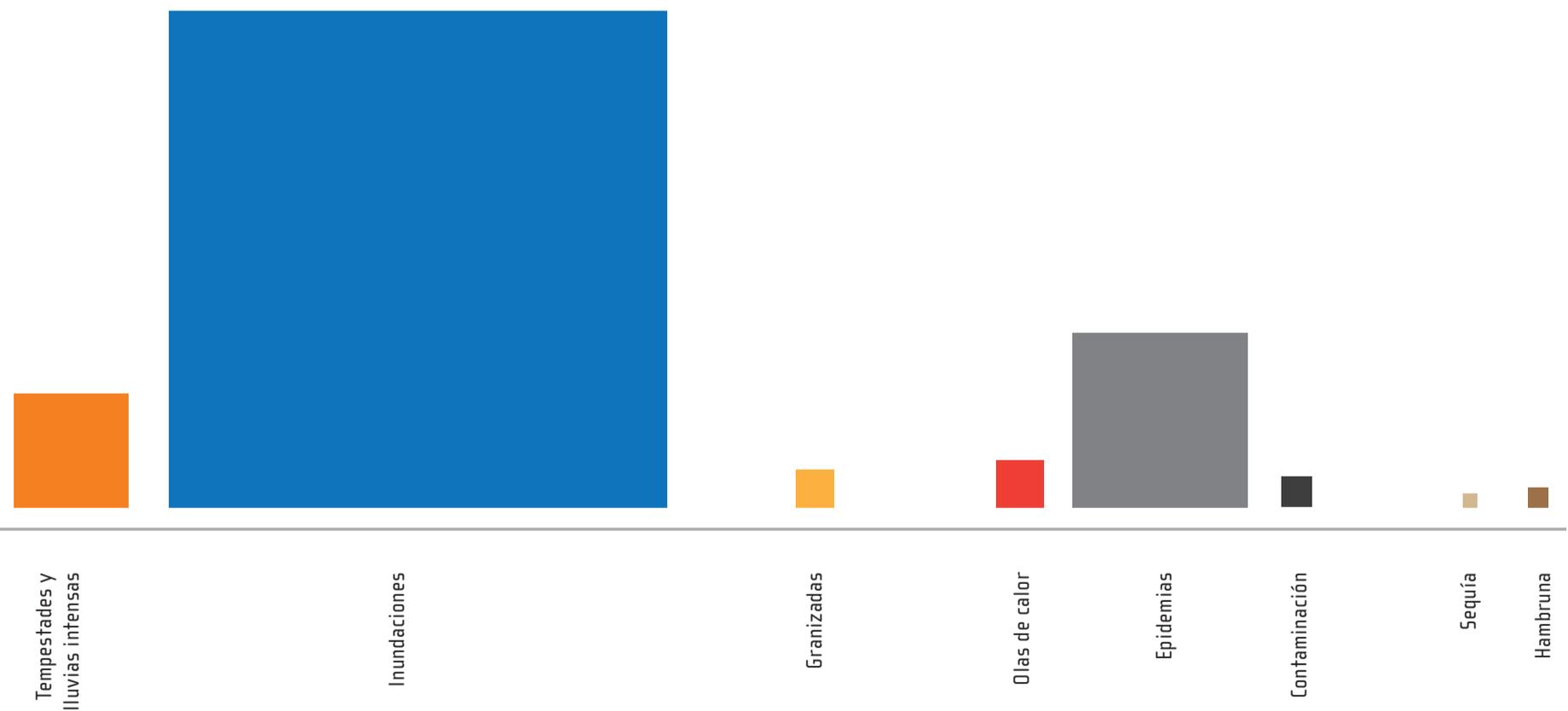
*Notimex, 24 de abril de 2012
El Informador, 31 de agosto de 2012*

La vulnerabilidad inducida por incendios como la aquí relatada, se ha vuelto recurrente en frecuencias e intensidades aun en áreas naturales protegidas, con expresiones a nivel de daño que no se habían presentado en la historia. Esta vulnerabilidad inducida no está resuelta ni atendida, ya que los indicadores de salud ambiental de 2013 contabilizaron en Jalisco la mayor superficie afectada por incendios en lo que va del siglo XXI: 48,305 hectáreas afectadas por el fuego. En este mismo año, ocupó el segundo lugar nacional en cuanto a superficie afectada (Conafor, 2013). Los incendios en ese año ocasionaron una pérdida de más de 800,000 toneladas de suelo fértil erosionado por esta causa; 60 días de aire de calidad perjudicial para la salud, al que estuvieron expuestos 20,000 niños aproximadamente, y 58 días con una temperatura dañina para la salud, que afectó a más de 70,000 personas que no tuvieron posibilidad de refugiarse en un lugar fresco.

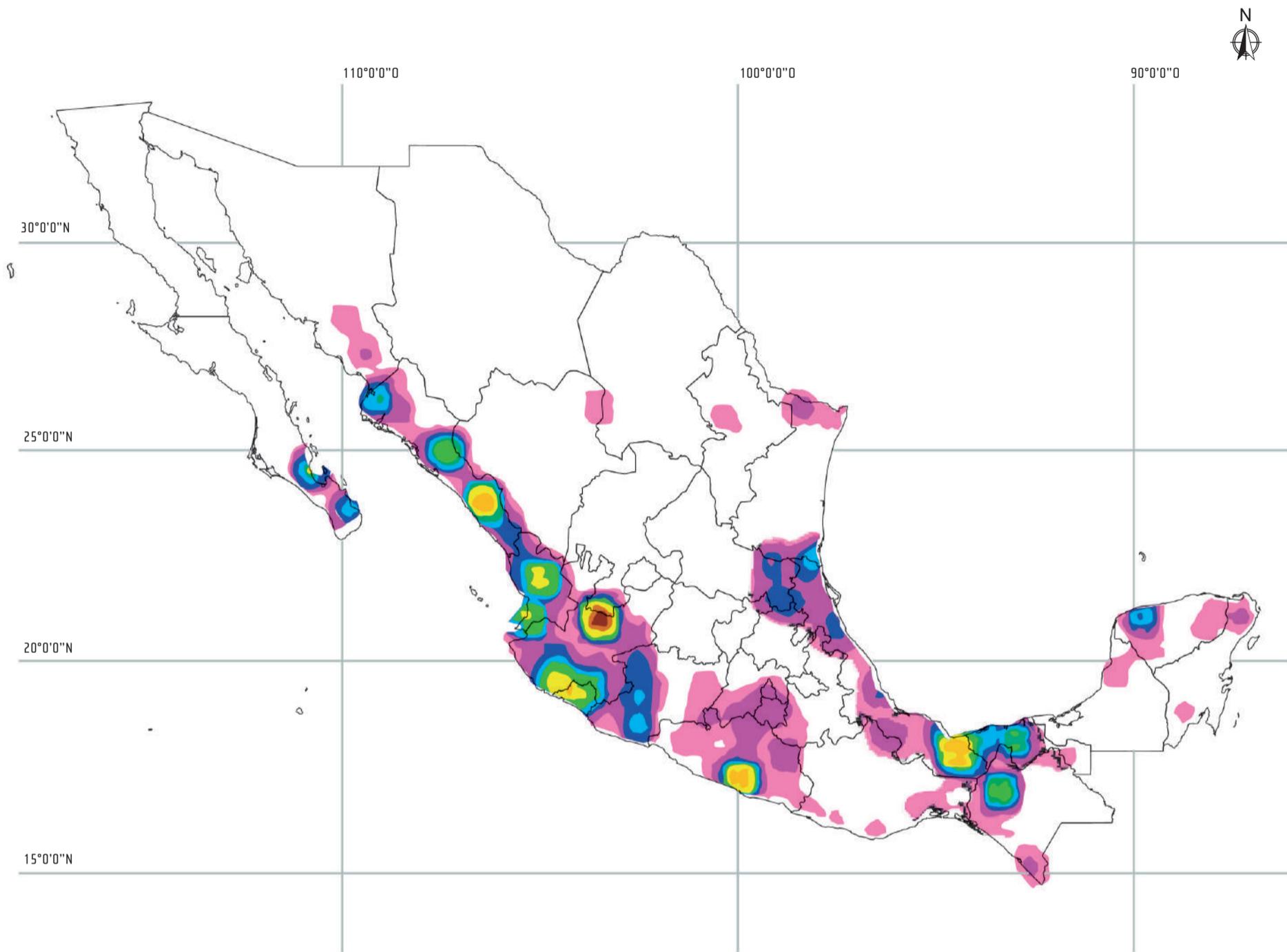
Síntoma 9. Los desastres climatológicos vinculados a incendios forestales se han incrementado en Jalisco.

Otro ejemplo de vulnerabilidad inducida es la vinculada a la contaminación de aguas superficiales, que con el incremento de temperatura y, por ende, de la evaporación intensifica la concentración de tóxicos; esto aunado a una mayor frecuencia de periodos de sequía. En 2013, hubo exceso de metales en ríos. En el caso del aluminio, se registró una probabilidad de 93% de presentar niveles de riesgo, llegando a encontrarse valores 200 veces más altos que los normados. Mención especial merece el mercurio, uno de los metales pesados más peligrosos para la salud, 43% de los muestreos realizados por la Comisión Estatal del Agua Jalisco ese año en los ríos del estado indicaron cantidades superiores a la norma (CEA, 2013).

Figura 25.
Amenazas más frecuentes en Jalisco relacionados con variabilidad climática y extremos.



Número de casos totales de dengue 2009



Simbología

No. de casos 2009

| | | |
|-----------|-------------|----------------|
| 0 - 50 | 301 - 400 | 1,001 - 1,500 |
| 51 - 100 | 401 - 500 | 1,501 - 1,750 |
| 101 - 200 | 501 - 750 | 1,751 - 2,000 |
| 201 - 300 | 751 - 1,000 | Límite estatal |

Figura 26.
Número de casos totales de dengue,
2009. Fuente: Magaña, 2012.

Un último ejemplo de vulnerabilidad inducida del sistema natural es la resultante del desbalance entre la demanda de agua –que se incrementa con el aumento de la temperatura ambiente– y la reducción de la oferta de este líquido –ocasionada por periodos de sequía y estrés hídrico–. Jalisco presenta una vulnerabilidad intrínseca al experimentar sequía meteorológica en varias de sus regiones, pero el cambio de uso de suelo ha incrementado de manera notable la demanda de agua, incluso más allá de la disponible en el ciclo hidrológico, manifestándose sequía agrícola, sequía hidrológica y sequía socioeconómica, todas ellas indicadores de una vulnerabilidad inducida.

Al comparar la vulnerabilidad intrínseca con la vulnerabilidad inducida se pueden observar diferencias entre los límites de sus áreas. Los índices de siniestralidad agrícola se han asociado más a la vulnerabilidad inducida que a la intrínseca.

Síntoma 10. Jalisco presenta vulnerabilidad hídrica con un peligro creciente de sequía meteorológica, y un incremento de riesgo de sequía agrícola, hidrológica y socioeconómica.

En términos de desastres hidrológicos, según La RED-DesInventar, las inundaciones son el desastre más frecuente en Jalisco (figura 25) y presentan una tendencia creciente, ya que en los años ochenta se documentaron 12 eventos, en los años noventa 53 y en la primera década del siglo XXI 61. Las zonas urbanas de mayor expansión y las cercanas a la costa son las más afectadas.

Síntoma 11. En Jalisco los desastres hidrológicos por inundación van en incremento.

Con respecto a epidemias, Jalisco ha sido uno de los estados más afectados por vectores que tienen una amplia respuesta al cambio de clima, fue la entidad que presentó mayor cantidad de casos (probables) de dengue durante 2009 (81,456 casos) –el año con mayor anomalía en precipitación y temperatura del primer decenio del siglo XXI–. También en casos confirmados, Jalisco fue el primer lugar nacional, siendo Guadalajara donde más se presentaron (> 1,750) (Magaña, 2012).

Síntoma 12. En Jalisco la vulnerabilidad inducida al sistema natural va en aumento, a la par de que el capital natural disminuye.

Habría que reconocer que Jalisco requiere identificar y aceptar la necesidad de reducir la vulnerabilidad de su sistema social, formando un capital social y humano fuerte. Cuando nos referimos a capital social incluimos el conjunto de instituciones, relaciones, redes, asociaciones y normas sociales que determinan la calidad y la cantidad de las interacciones sociales de una comunidad. Por su parte, el capital humano está integrado por la condición de salud, conocimientos prácticos, habilidades, valores y competencias que permiten a los individuos de la sociedad contribuir al bienestar individual y colectivo.

En cuanto a la salud, un indicador del decremento del capital humano de los jaliscienses es el incremento constante del número de suicidios. En 2013, fallecieron 515 personas por lesiones autoinfligidas intencionalmente, lo que representa el más alto registro de la historia. Éste es un indicador de vulnerabilidad no sólo por ser una manifestación crítica de desesperanza, sino porque la Organización Mundial de la Salud ha postulado que el clima influye en los niveles de suicidio (Chand y Murthy, 2008). Inclusive, la mayor cantidad de casos en Jalisco se presentaron en el mes de mayo, que es el más caluroso del año.

En cuanto a educación, la situación también requiere atención especial, un indicador son los resultados de la Prueba Enlace en 2013, que muestran cómo se va perdiendo el interés por el conocimiento conforme se avanza de grado en la educación básica: en tercer grado de primaria, en 26.8% de las escuelas de Jalisco no se encontraron alumnos calificados con el nivel de excelencia deseado, y respecto a sexto grado, en 39.1% de los planteles ningún estudiante alcanzó esta categoría. Lo mismo sucede en secundaria, 37.3% de los planteles no tienen alumnos excelentes en el primer grado y 41.32% tampoco en el tercero. Es decir, conforme se avanza en los grados escolares, los alumnos de excelencia deseable van disminuyendo. Esa pérdida de interés en la educación hace vulnerable a la sociedad para enfrentar amenazas, entre ellas las del cambio climático, ya que este problema tan complejo reclama interés por el conocimiento. Algo que agrava la situación es que, en la encuesta de valores de 2012 (Cortés, 2013), sobre la cualidades que deben enseñarse a los hijos en el hogar, sólo 9.6% (la respuesta más baja) de los padres de familia consideraron la imaginación como un valor importante –en 1997 fue 25.6%–. Es decir, ante un problema como el cambio climático, que es nuevo y complejo, para cuya solución la innovación y la imaginación se consideran entre

las principales estrategias, éstas no se consideran valiosas.

Con respecto al nivel de educación de las personas adultas que constituyen la fuerza laboral del estado, 70% no completaron la educación obligatoria. Esa falta de educación considerada como preparatoria para la incorporación al trabajo productivo hace vulnerable al sistema social. Según la encuesta de valores, 73.7% de la población trabajadora opina que el asunto más importante en relación con el trabajo es obtener un buen sueldo, y sólo 41.3% piensa que lo importante es realizar un trabajo útil a la sociedad (Cortés, 2013).

El cambio climático es un problema de baja percepción de los jaliscienses, ya que sólo 1 de cada 33 personas lo consideran importante, lo que hace a la sociedad vulnerable ante una amenaza a la que está expuesta pero le resta importancia.

Acerca del interés de conformar gobiernos comprometidos, se encontró que sólo 51.8% de los jaliscienses manifestaron interés en el tema de elegir autoridades, pese a que en la encuesta Jalisco Cómo Vamos publicada en 2014 sólo 4% consideraron sentirse totalmente satisfechos con el gobierno. El 39% percibe que el gobierno municipal no hace nada para resolver los problemas prioritarios para la sociedad, 24% seleccionaron la categoría “nada” en torno a la confianza en el Congreso local y 30% en relación a la policía. En el estudio de valores de 2012, 24.6% consideraron a la política como nada importante (este porcentaje ha ido en aumento en relación a 1997, cuando sólo 15.1% opinaban así). A 27.1% no les interesa nada la política, y va en aumento esta falta de interés. El desinterés y la desconfianza en el gobierno ponen en condición de vulnerabilidad alta a los jaliscienses. A la pregunta específica “¿A qué personajes o medios les tiene usted más confianza para que le brinde información sobre el cambio climático?”, los encuestados respondieron así: 51% confían en los científicos, 2% en funcionarios de gobierno y 0% en políticos. Esto representa una alta vulnerabilidad social ante la falta de organizaciones e instituciones capaces de impulsar en la comunidad los sentidos (y las prácticas) de coherencia y de propósito, de pertenencia y de participación, de confianza ante la crisis y de seguridad en el contexto para el cambio. Así como de fomentar la creatividad; de promover, mediante la práctica social, el descubrimiento de los valores que contribuyan a forjar la identidad individual y social de la comunidad y de sus miembros, y a partir de allí, descubrir y desarrollar sus potencialidades para construir una sociedad nueva desde la crisis.

En cuanto al acceso a servicios de comunicaciones, sólo 28.8% de la población cuenta con internet, lo que limita su capacidad para interactuar en redes sociales y se considera un indicador de vulnerabilidad.

Otro factor de vulnerabilidad es la excesiva concentración de población de Jalisco en pocos sitios, en lugar de un equilibrio de presiones y demandas con las ofertas del territorio. Más de 63% de los jaliscienses habitan en siete municipios. La población restante, equivalente a 37% del total, se ubica en los otros 118 municipios. Por otra parte, el despoblamiento también es un factor de vulnerabilidad.

Un indicador determinante de vulnerabilidad de las comunidades es la pobreza, situación prevaleciente en 72% de los municipios jaliscienses, que abarcan la mitad de su población, lo que disminuye su capacidad para enfrentar condiciones extremas del clima que puedan derivar en desastres.

Síntoma 13. En Jalisco, la vulnerabilidad social y humana ante el cambio climático es alta y va en aumento.

De los municipios de Jalisco, 40% se dedican a la monoproducción, es decir, a una sola actividad principal, lo que los hace vulnerables, sobre todo cuando esa actividad es primaria y resulta afectada por los cambios de clima. El 47% de los trabajadores que se dedican a la producción primaria de alimentos gana menos de 100 pesos diarios, que son insuficientes para enfrentar situaciones de emergencia. Este dato es importante pues no sólo hace vulnerable al estado sino a todo el país en materia de alimentos, ya que Jalisco es primero y segundo lugar nacional en la producción de cinco de los 10 alimentos que son productos básicos y estratégicos de México de acuerdo con la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (2012): maíz forrajero (primer lugar), maíz de grano (segundo lugar), caña de azúcar (segundo lugar), huevo (primer lugar), leche (primer lugar), carne de bovino (segundo lugar), de porcino (primer lugar) y de ave (segundo lugar).

Pese a su importancia, Jalisco se posiciona en el segundo lugar nacional en siniestralidad agrícola por causas meteorológicas. Ello ha contribuido a que en el último año la producción de maíz forrajero haya disminuido 45% y la de maíz de grano 26%.

La producción de alimentos ha sido una característica histórica vinculada con el bienestar y el capital económico de la entidad, sin embargo, en el siglo XXI ha manifestado caída por diversas causas. En 2005 y 2009, años en que se registraron los temporales más calurosos en Jalisco, la producción de maíz de grano disminuyó 400,000 toneladas, y en 2011, cuando acaeció el temporal con más sequía, el grano se redujo en 500,000 toneladas; ambos sucesos demuestran la vulnerabilidad del estado ante el cambio climático. En 2013 se redujo nuevamente la producción de maíz, en 14.5%.

Un indicador adicional de vulnerabilidad es el referido a la edad, 30% de los productores son mayores de 60 años y, por lo tanto, vulnerables a intoxicaciones, enfermedades y accidentes (Barbosa, 2013).

Síntoma 14. En Jalisco, la variabilidad climática ha disminuido la producción de alimentos estratégicos para el país.

Otro problema que tiene Jalisco es su dependencia energética. Es el penúltimo estado productor de energía eléctrica, sólo arriba de Quintana Roo, pero es el cuarto consumidor del país (Datos.gob.mx, 2015). Es decir, la satisfacción de la demanda energética depende en 97% de fuentes externas, lo que representa una extraordinaria vulnerabilidad pues es la segunda entidad federativa con mayor déficit de energía en el país. No obstante que Jalisco tiene una gran cantidad de energía solar con posibilidades de ser aprovechada, sólo se han considerado como fuentes de energía las hidroeléctricas, cuya condición está en riesgo a mediano plazo dado el incremento de periodos de sequía.

Un elemento de vulnerabilidad adicional del sistema económico de Jalisco es la falta de inventiva. En 2011 se solicitaron en el país 105 patentes por millón de habitantes, mientras que en Jalisco fueron 15 patentes por cada millón. De las patentes de origen mexicano, Jalisco contribuyó con 9% en 2014 (IMPI, 2015). El 94% de la tecnología que utilizan los jaliscienses es comprada, no generada en su territorio, por lo que los beneficios salen del estado. Aspecto que lo hace vulnerable, ya que el cambio climático reclama innovación.

Síntoma 15. Existe una falta de inventiva en Jalisco para afrontar el cambio climático.

En síntesis, podemos decir que Jalisco es un territorio donde la vulnerabilidad al cambio climático se expresa en una amplia diversidad de variables. El daño que puede ocasionar el cambio climático es muy alto en vidas humanas, producción de alimentos y biodiversidad. La tendencia nos muestra cada vez más la amenaza de un incremento en la temperatura y la intensidad de la lluvia. La política pública y una acción ciudadana constituyen vías estratégicas para imaginar y definir un futuro distinto y crear un Jalisco con resiliencia ▶

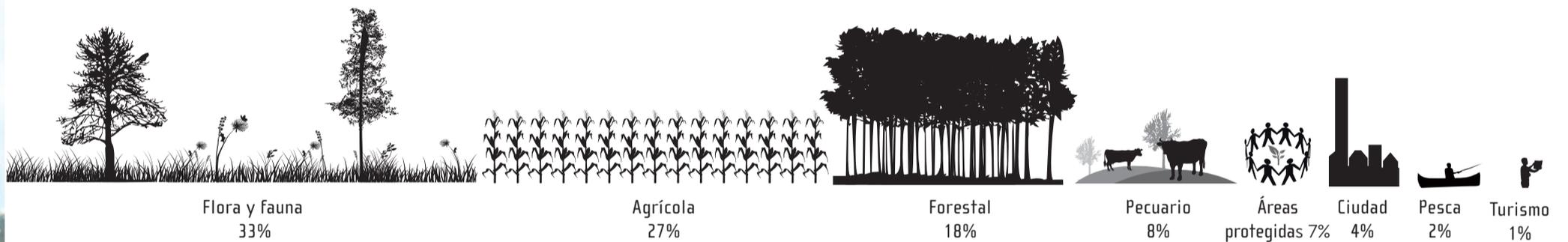


CAPÍTULO 4

Priorizar lo más vulnerable. Vulnerabilidad de los ecosistemas naturales

Arturo Curiel Ballesteros

Gabriela Ramírez Ojeda



La seguridad ecológica no solamente depende de que los ecosistemas nos ofrezcan los bienes y servicios que necesitamos, sino también de que nosotros no pongamos en peligro ni su integridad, ni su diversidad, ni su capacidad de autorregulación.
GUSTAVO WILCHES-CHAUX (2007)

Las unidades de estudio donde se puede diagnosticar la vulnerabilidad al cambio climático en Jalisco son diversas, como las unidades de gestión ambiental del ordenamiento ecológico

territorial, que facilitan la incorporación del diagnóstico a un marco de política nacional y local; las cuencas y subcuencas hidrológicas, por ser límites naturales que posibilitan la necesaria actuación colaborativa entre la parte de aguas arriba y la de aguas abajo; y los límites políticos de municipios, que pueden facilitar la comunicación y actuación de los ciudadanos.

Desde la escala regional, reconocemos al estado de Jalisco como un territorio dividido en 847 polígonos de unidades de gestión ambiental, 60% de los cuales tienen un uso predominante de flora y fauna y agrícola (Acuerdo DIGELAG / 034/ Gobierno del Estado de Jalisco, 2001) (figura 27).

Figura 27. Usos predominantes de territorios en Jalisco, reportados en unidades de gestión ambiental.

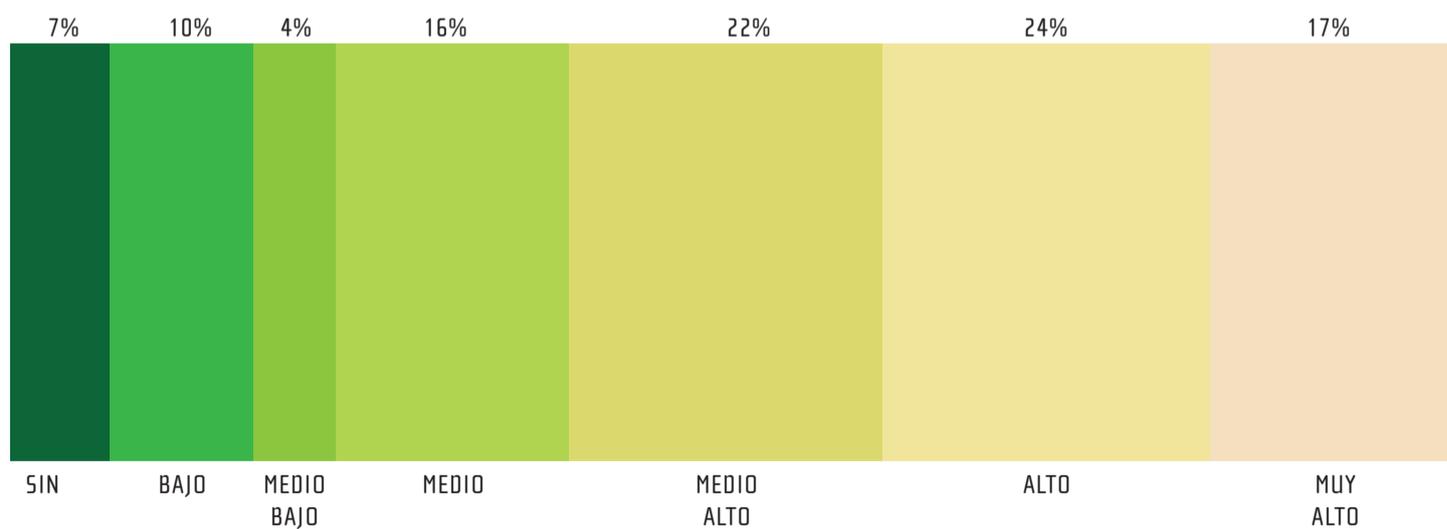


Figura 28. Categorías de déficit hídrico de las subcuencas de Jalisco.

Fotografía, Arturo Curiel, 2011.

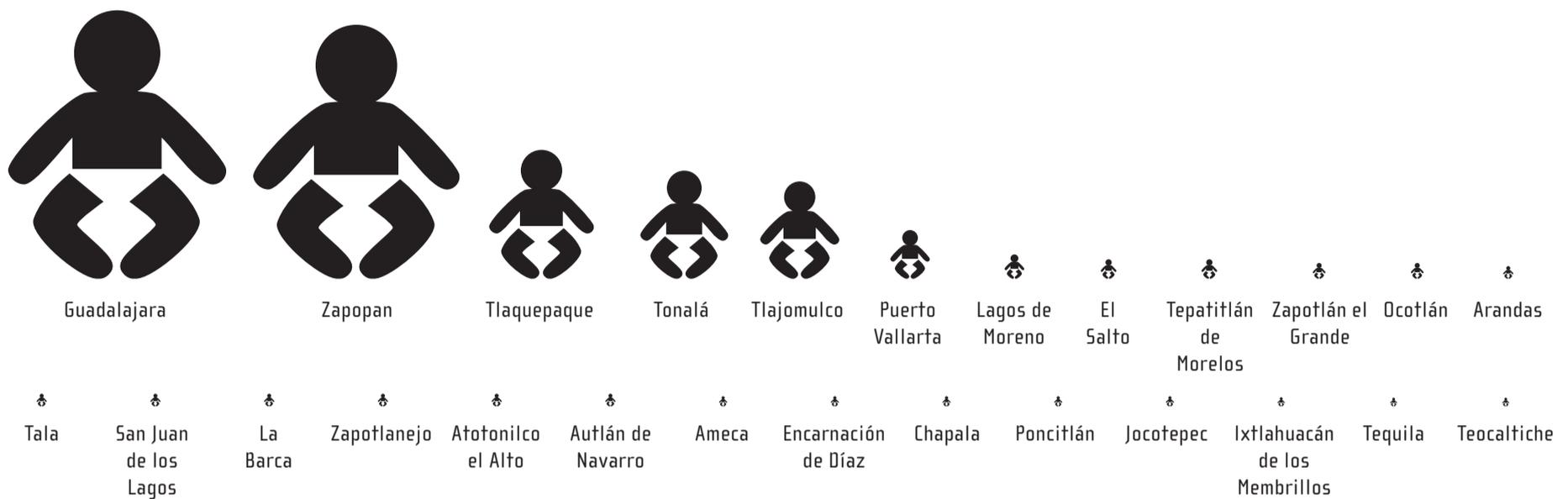


Figura 29. Población proporcional en los municipios más poblados de Jalisco.

Jalisco cuenta con ríos y arroyos cuyos tributarios se distribuyen en 20 cuencas y 73 subcuencas, de las cuales 63% presentan déficit hídrico (Amaya, 2014) (figura 28).

En relación al aspecto demográfico, Jalisco tiene 125 municipios; en siete de ellos se concentra 63.4% de la población total, en cada uno habitan más de 130,000 personas. Mientras que la población restante, 36.6% del total, está distribuida en 118 municipios (INEGI, 2010).

Con base en estas cifras, identificamos territorios con excesiva demanda de agua, lo que pone en condición vulnerable la producción de alimentos y la falta de servicios en todos los asentamientos humanos con una alta concentración de población urbana, generando una presión sobre el recurso hídrico de otras cuencas que se utilizan para satisfacer esta demanda.

Vulnerabilidad de los ecosistemas naturales

Los ecosistemas originales de Jalisco se han tomado en cuenta para la clasificación de las unidades de gestión ambiental con uso predominante de flora y fauna, forestal, y áreas naturales protegidas, las que suman una superficie total de 4'870,323 hectáreas. La vulnerabilidad de estos territorios se analiza considerando los tres usos en conjunto, porque sin importar que aquellos donde están presentes los ecosistemas naturales tengan un decreto de protección o un programa de manejo forestal, sufren de las mismas amenazas: incendios frecuentes, fragmentación, aparición de especies invasoras, tala clandestina y cambio de uso del suelo. Además de que en cada una de estas categorías de uso se presentan especies arbóreas vulnerables al resiliente clima.

Los indicadores para la priorización de ecosistemas naturales con mayor probabilidad de sufrir daño ante el cambio climático fueron los siguientes:

- **Fragmentación del ecosistema.** Un sistema permanece resiliente en la medida que mantenga conectividad entre sus partes y elementos; la biodiversidad de los ecosistemas es inherente al grado de movimiento de organismos y procesos en el territorio: a mayor movimiento, mayor conectividad y, por ende, mayor resiliencia.

La fragmentación que se hace de los ecosistemas por cambio de uso del suelo, al momento de la construcción de infraestructura o el establecimiento de cercados, no sólo reduce la cantidad total de un hábitat presente, sino que simultáneamente genera aislamiento al hábitat que permanece, impidiendo movimiento de organismos y procesos previamente conectados en el territorio. Sin niveles naturales de conectividad, la biodiversidad nativa entra en una condición de riesgo y vulnerabilidad, así como sus funciones y los servicios de beneficio que ofrece a los seres humanos.

La pérdida de áreas de bosque mayores a 10,000 hectáreas implica vulnerabilidad para el funcionamiento de ecosistemas, ya que se relaciona con el espacio vital de los grandes carnívoros que habitan Jalisco, como el jaguar y el puma, que requieren como mínimo esta superficie para mantenerse (De la Torre y Medellín, 2011). Al perderse esas áreas, se afectan las cadenas alimentarias de los ecosistemas, así como su funcionamiento y sus servicios.

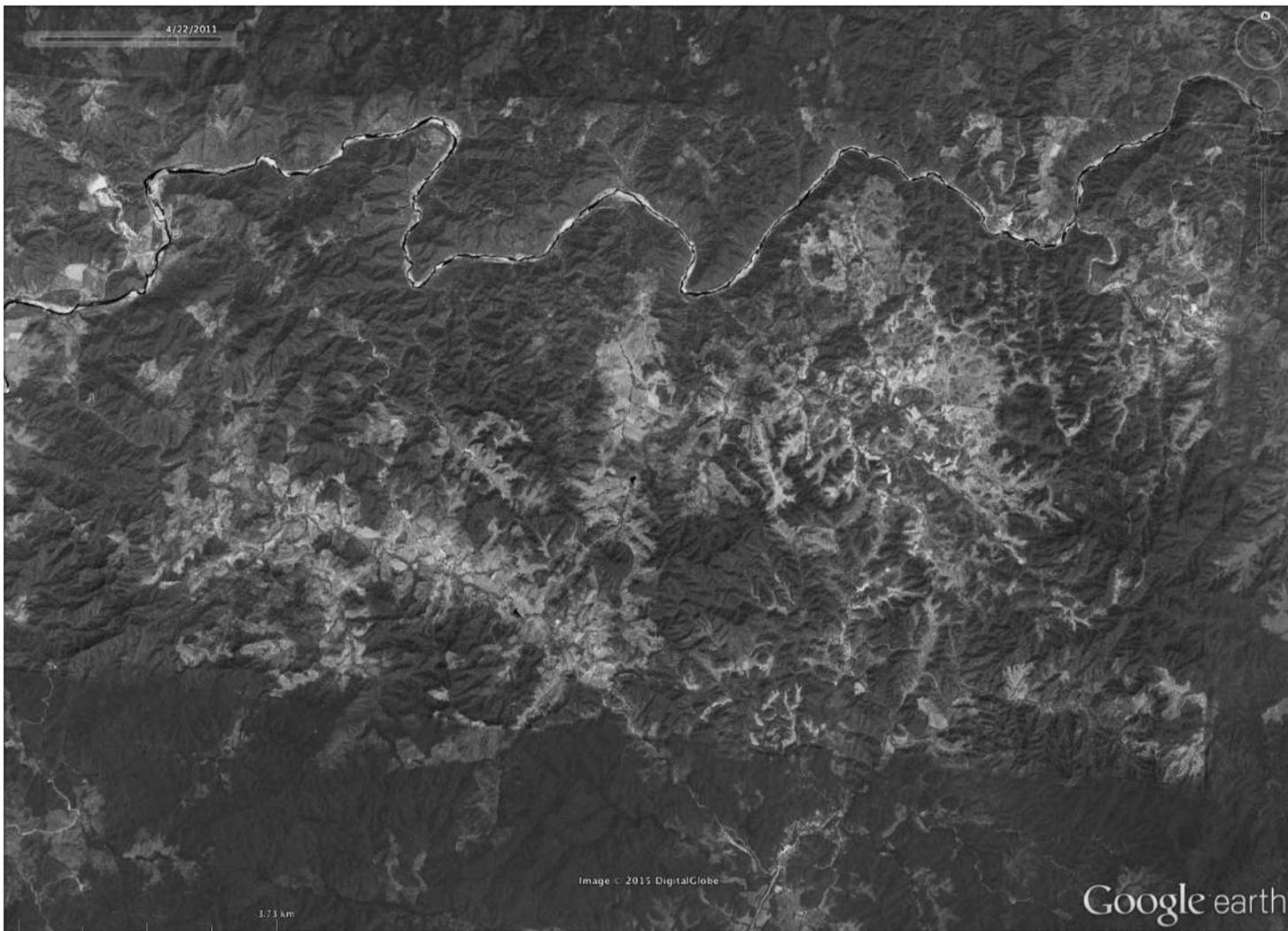
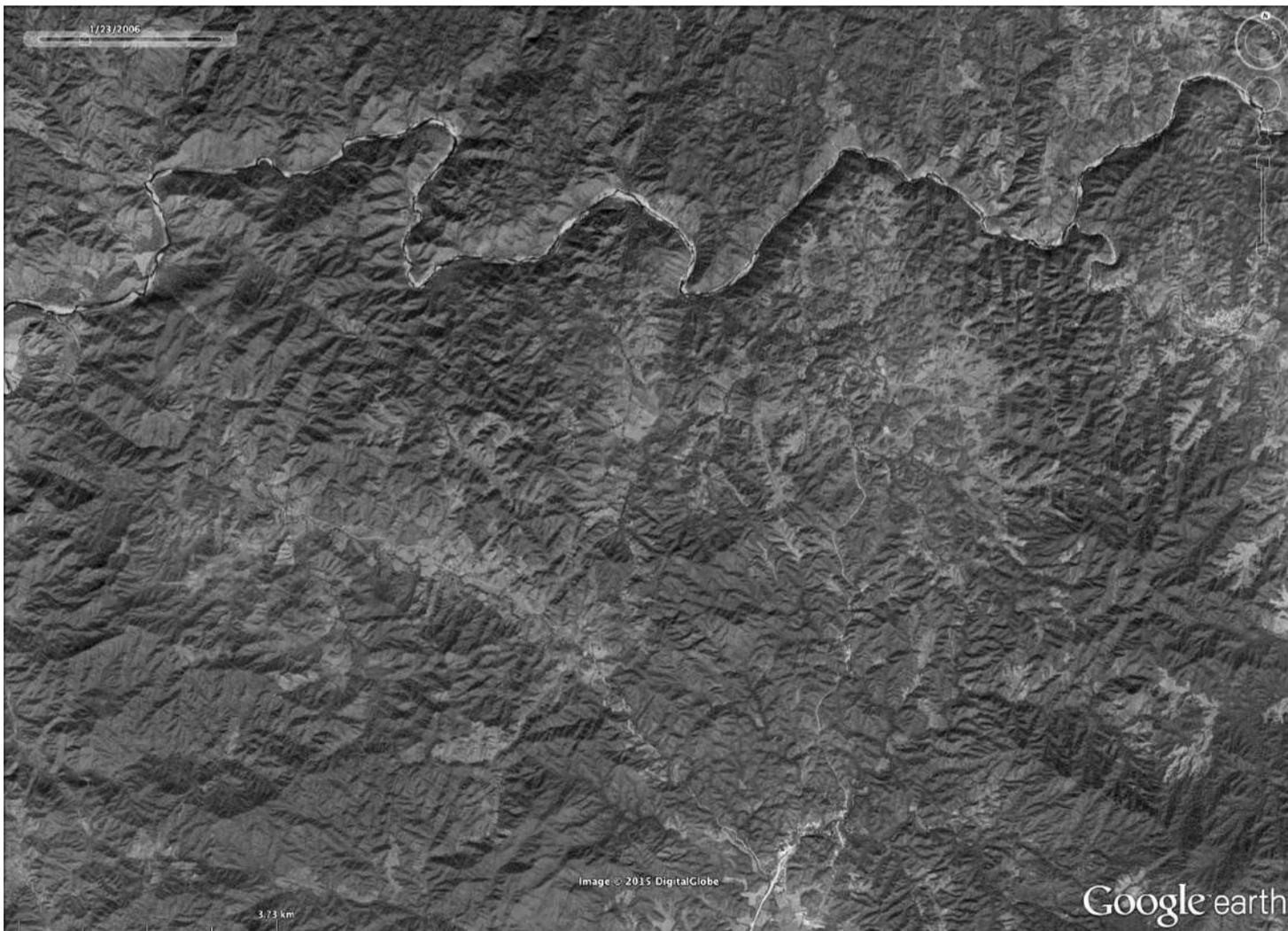


Figura 30.

Fragmentación de la selva en la costa de Jalisco.

Fuente: Google Earth, 2015a.

2006

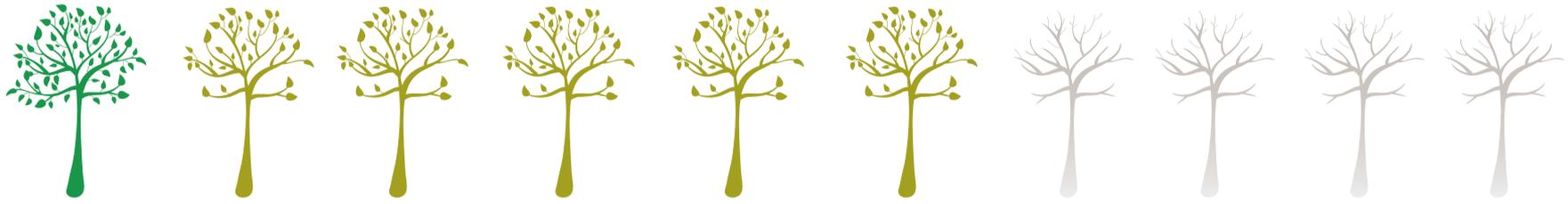


2011

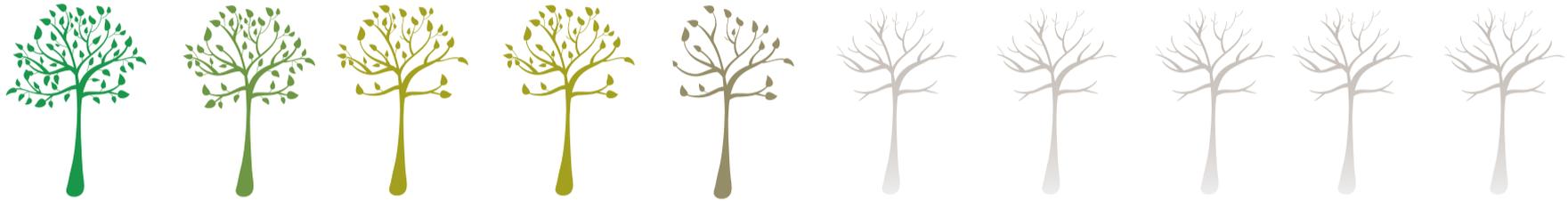
45



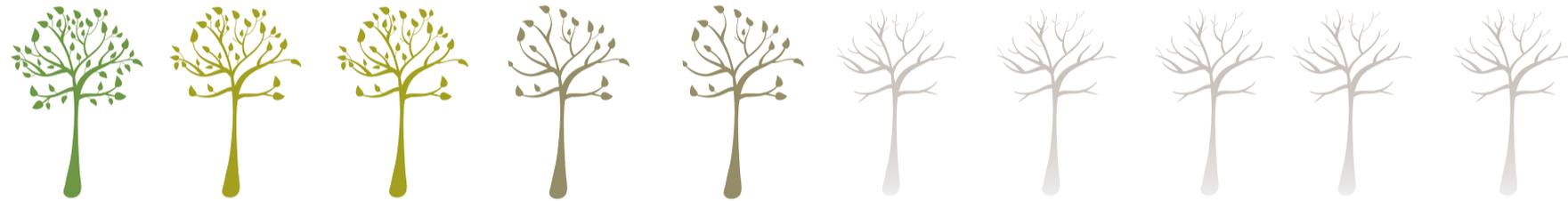
Áreas naturales protegidas



Flora y fauna



Forestal



Simbología
Vulnerabilidad:



Baja Media Media alta Alta Muy alta

Figura 31. Distribución en Jalisco de vegetación vulnerable al cambio climático en uso predominante de: a) áreas naturales protegidas, b) flora y fauna, y c) forestal.

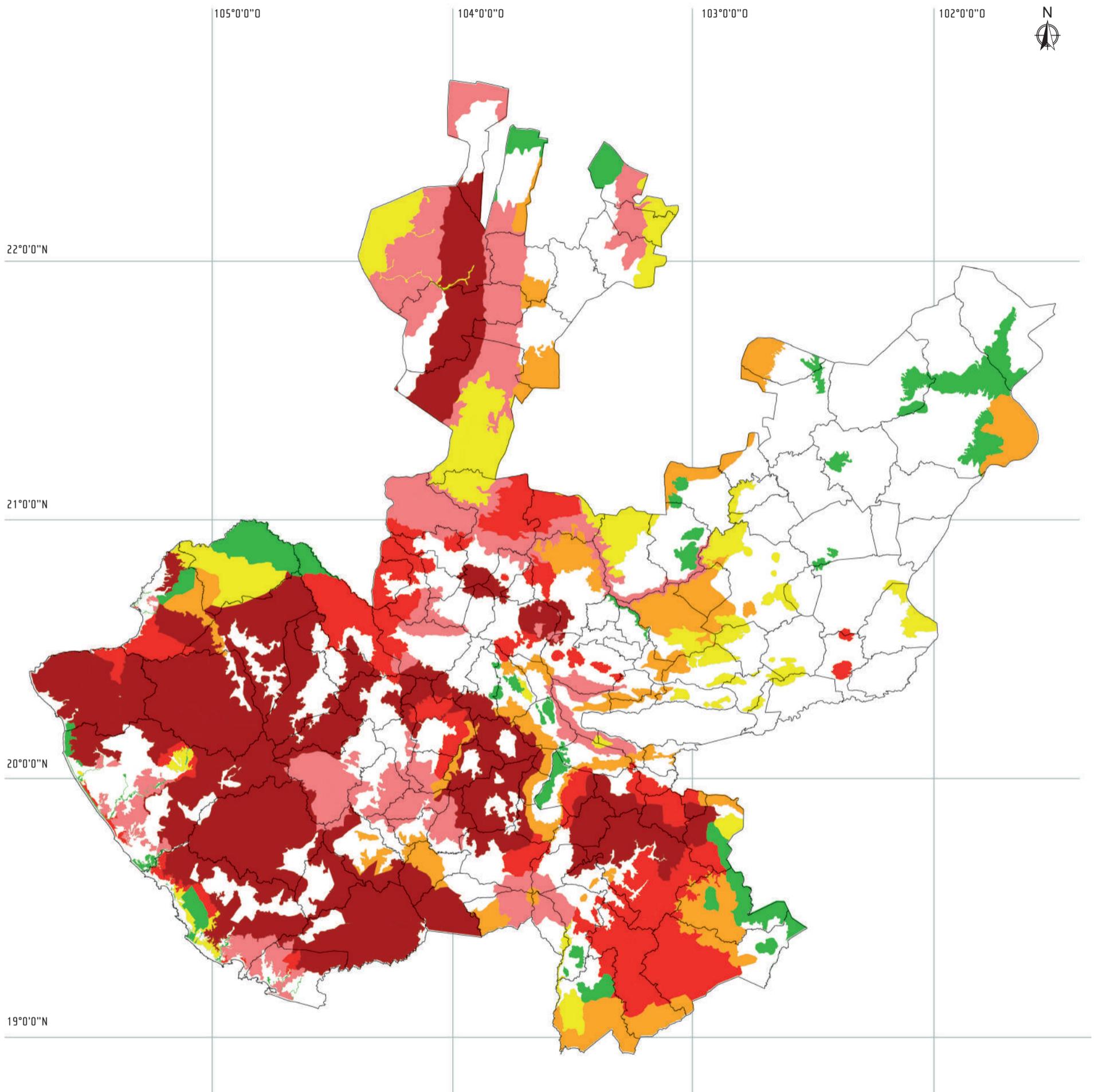
■ **Vegetación vulnerable.** En la Estrategia Nacional de Cambio Climático se considera que las fronteras de los diversos tipos de comunidades vegetales se modificarán con el cambio climático, pues las especies que las componen migrarán hacia mayores latitudes o altitudes para compensar el incremento de la temperatura (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, 2007). Las poblaciones endémicas se cuentan entre las más vulnerables, ya que su supervivencia depende de condiciones ecológicas locales y únicas. Se verán seriamente afectados los bosques mesófilos de montaña, coníferas, encinos, vegetación hidrófila y algunos tipos de pastizales nativos. Se esperaría, en un escenario tendencial, es decir, sin aplicar medidas de adaptación, que una parte de los ecosistemas acuáticos continentales, como lagos y lagunas, se transformen de permanentes a estacionales, y algunos otros desaparezcan. A estos pronósticos habría que

añadir la presión actual y potencial de una población humana que continuará creciendo y que incrementará su demanda de recursos y servicios ambientales, generando presión a la estabilidad de los ecosistemas, afectando su distribución y limitando sus capacidades adaptativas.

Estos factores podrían llevar a la reducción drástica de la cobertura de algunos tipos de vegetación, como los mencionados.

En Jalisco, la vulnerabilidad de especies se incrementa además por la alta diversidad de ecotonos y fronteras entre los distintos tipos de vegetación.

Frecuencia de incendios (2005-2012)



Simbología

Probabilidad de ocurrencia de incendios

- <10%
- 10 - 25%
- 25 - 50%

ESCALA DE ESTUDIO
1:250 000

- 50 - 70%
- 70 - 90%
- Incendios todos los años

Límite municipal

Figura 32.
Frecuencia de incendios forestales en Jalisco.

Síntoma 16. En Jalisco predominan bosques naturales con vegetación muy vulnerable al cambio climático.

■ *Sucesiones secundarias.* La provisión de servicios de los ecosistemas depende de la capacidad de regeneración del mismo sistema, lo que a su vez está sujeto al estado de conservación y mantenimiento de complejas interacciones biológicas, químicas y físicas. La sucesión retrogresiva o regresión es aquella en la que la actividad de personas o alguna fuerza ajena al ecosistema ocasiona cambios de estado, generalmente bruscos, hacia etapas menos avanzadas o menos maduras de la sucesión (Granados y López, 2000).

La sucesión secundaria se presenta en los casos en que la vegetación de una zona ha sido eliminada de forma total o parcial, pero conservándose el suelo y un buen número de semillas y esporas. La pérdida de los árboles de una localidad a consecuencia de enfermedades, incendios o tala, puede conducir a una sucesión secundaria, que se refiere al desarrollo de la comunidad primaria en un sitio ocupado con anterioridad por poblaciones desarrolladas. Otros disturbios son los extremos climáticos, procesos aluviales (erosión, deposición e inundación), erupciones volcánicas, disturbios bióticos (pastoreo o pisoteo) y antropogénicos (cambio de uso del suelo).

Las zonas donde la sucesión secundaria comienza a ser un problema de pérdida de resiliencia de los ecosistemas es en aquellas unidades donde ocurren incendios todos los años. La figura 32 sintetiza la información del Centro Estatal de Control de Incendios durante el periodo de 2005 a 2012.

Figura 33. Superficie afectada por incendios en el área protegida Bosque La Primavera. Desastres que incrementan los días calurosos en la ZMG. Fuente: NASA, 2012.

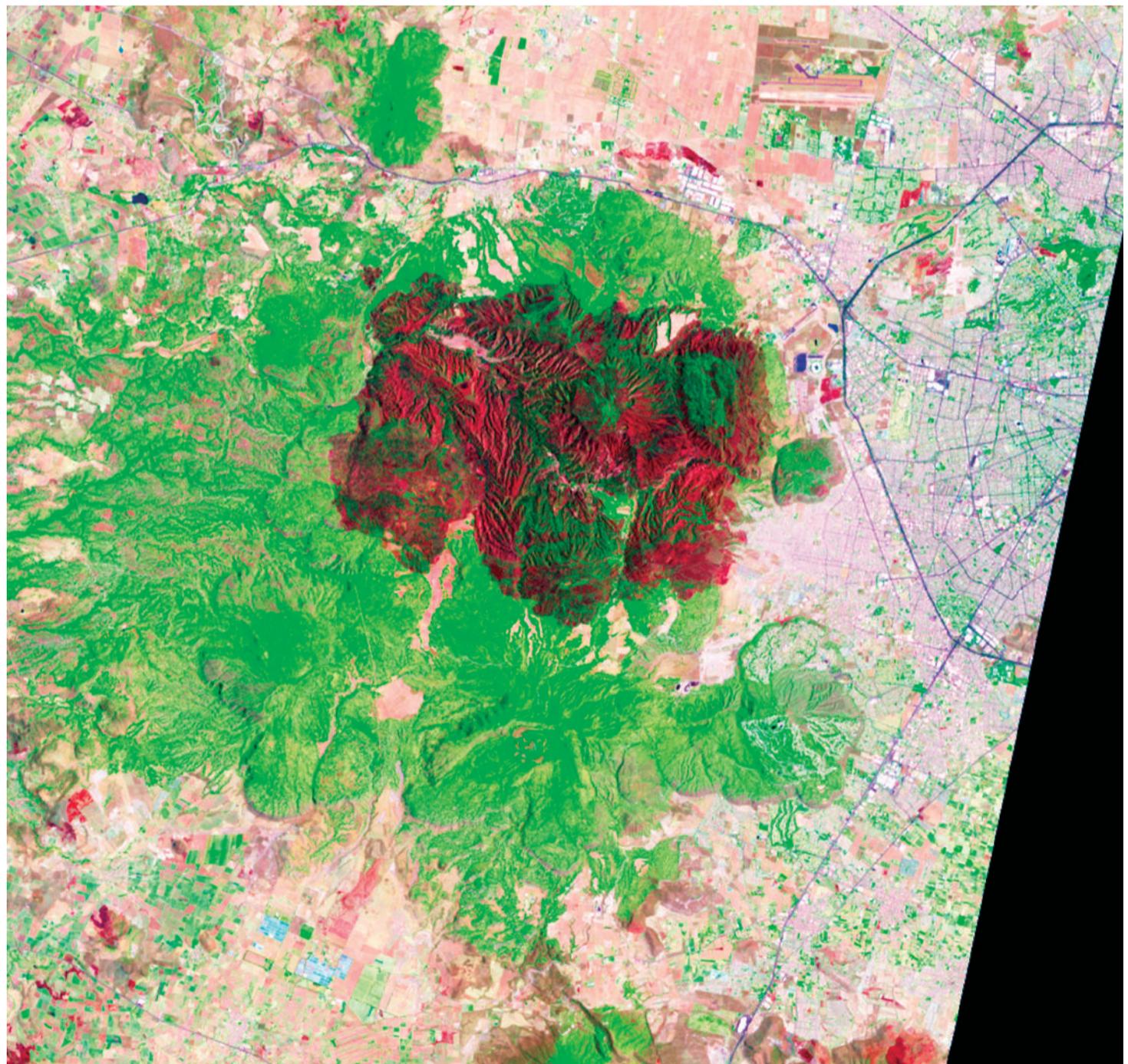




Figura 34.

Destrucción de manglares en Jalisco.

Fuente: Google Earth, 2015b.

2009



2013

49



Susceptibilidad a sufrir daño: **Muy alto** Alto Medio Bajo



Figura 35.
 Municipios según su
 susceptibilidad a sufrir
 daño ante el cambio
 climático por perder los
 servicios de sus ecosistemas
 naturales.

- Parches de vegetación nativa > 10,000 ha
- Parches de vegetación nativa y secundaria > 10,000 ha con alta fragmentación
- Parches de vegetación secundaria > 10,000 ha con alta fragmentación
- Parches de vegetación secundaria e invasora < 10,000 ha con alta fragmentación

Aun cuando sea una contradicción, las superficies más afectadas por incendios son las áreas naturales protegidas. En 25% de las unidades de gestión ambiental con este uso predominante, se presentan incendios todos los años. En las unidades de uso forestal los incendios de cada año son recurrentes en 17% de las unidades. Donde existen menos incendios es en las unidades de uso predominante de flora y fauna, con 4%.

Síntoma 17. En Jalisco, las áreas naturales protegidas han incrementado su vulnerabilidad al cambio climático por la alta frecuencia de incendios que han debilitado al ecosistema.

Declive de los servicios del ecosistema en Jalisco

Los servicios de base, de aprovisionamiento y culturales de los ecosistemas están disminuyendo en Jalisco, junto con el de regulación hídrica y de temperatura, ambos necesarios para afrontar el cambio climático. Se ha encontrado que la hojarasca depositada sobre el suelo en los bosques, y no la cobertura arbórea en sí, es la que tiene mayor influencia en la infiltración del agua de lluvia y, por ende, en la regulación de inundaciones. Cuando se elimina la hojarasca del suelo, ya sea por un incendio forestal o por el cambio de uso del suelo, el escurrimiento se incrementa en 400% y con ello las inundaciones. Con respecto a las altas temperaturas, un bosque puede amortiguar la temperatura de un espacio urbano hasta en 8 °C (Díaz, 2012).

La alteración del servicio de regulación también puede ser medida a partir de los desastres. Por ejemplo, el gran incendio de abril de 2012 del área natural protegida Bosque La Primavera provocó un incremento de temperatura por el cambio en el albedo. Más de 50% de los vientos que renuevan la atmósfera de la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG) pasan primero por el Bosque La Primavera, que cuando existen las condiciones deseables se carga de oxígeno y humedad, pero cuando sufre incendios de gran magnitud, el cambio de albedo lleva a la ciudad el calor acumulado en las manchas negras quemadas de la superficie del suelo, registrándose una mayor frecuencia de días con temperaturas superiores a 31°C (perjudiciales para la salud) en la ZMG. Con este incendio se presentó una anomalía de días con calor perjudicial, ya que pasó de una normalidad de nueve días en promedio al año, a 29 días, todos posteriores a la fecha del incendio.

El servicio de regulación del ecosistema costero comienza a declinar ante el aumento del nivel del mar de fondo, lluvias intensas y huracanes, afectado por la fragmentación de manglares. En los bosques de montaña dicho servicio disminuye por los continuos incendios forestales, que eliminan la capa protectora de hojarasca y alteran el servicio de base del ciclo hidrológico al reducirse la infiltración del agua de lluvia y aumentar el escurrimiento y la erosión de los suelos. Jalisco ocupa uno de los primeros lugares en número de incendios y superficie afectada, en 2007 y 2008 se posicionó en tercer lugar a escala nacional, y segundo lugar en 2013 (Conafor, 2013).

En las zonas áridas está en declive el servicio de regulación al no tomar medidas para prevenir la fragmentación, pues ninguna superficie de este ecosistema representativo del país se halla protegida en Jalisco.

Síntoma 18. En Jalisco, en una tercera parte de sus municipios, donde habitan 72% de los jaliscienses, han disminuido los servicios de regulación de los ecosistemas, y se ha incrementado su vulnerabilidad a los desastres asociados con cambio climático, variabilidad climática y extremos.

Por la importancia que tiene el servicio de regulación de los ecosistemas, se considera que otro criterio de vulnerabilidad es la pérdida completa de la vegetación natural. En esta condición están los municipios de Degollado en la región Ciénega, Jalostotitlán y San Julián en la región Altos Sur, Unión de San Antonio y San Diego de Alejandría en la región Altos Norte, Totatiche en la región Norte, y Tlaquepaque y El Salto en la región Centro ▶



CAPÍTULO 5

Vulnerabilidad de la producción de alimentos en Jalisco

Arturo Curiel Ballesteros

Gabriela Ramírez Ojeda

Silvia Lizette Ramos de Robles

No puede haber seguridad alimentaria sin seguridad del clima.

BAN KI-MOON (2009)

Agricultura

Las unidades de gestión ambiental (UGAs) que presentan un uso predominante de agricultura en Jalisco suman 2'180,663 hectáreas.

Los indicadores para la identificación de vulnerabilidad en estas unidades fueron los siguientes:

■ *Capacidad productiva del temporal.* Esta evaluación está basada en el agua verde, que es el agua disponible en el suelo para las plantas y los microbios del suelo, y es absorbida por las raíces, usada por las plantas y regresada a la atmósfera a través de la transpiración (Schneider, 2013), es decir, está relacionada con la condición de humedad y la profundidad del suelo, que ha probado tener una correlación estrecha con el rendimiento de la mayoría de los cultivos del ciclo primavera-verano en la República Mexicana, por lo que se considera un indicador confiable de la capacidad de producción de las tierras (Ruiz Corral *et al.*, 2003) y un referente para identificar zonas vulnerables que pueden afectar el rendimiento de cultivos. Este procedimiento considera dos parámetros: el cociente precipitación/evaporación (P/E) para el periodo del temporal de lluvias (junio-octubre) y la profundidad del suelo; ambos se encuentran estrechamente vinculados con la capacidad productiva y la resiliencia.

■ *Duración de la estación de crecimiento.* Comprende el periodo en número de días de inicio de la temporada de lluvias en forma regular, hasta la terminación de ésta, más un periodo de reserva de humedad del suelo, el cual depende de sus características edáficas. Este valor se utiliza para la zonificación de cultivos de temporal, la selección de variedades de cultivos y la definición de áreas agrícolas (Villalpando y García, 1993). El indicador es de gran importancia para determinar la capacidad de respuesta o resiliencia de los campos productivos: entre más dure la estación de crecimiento, más servicios de aprovisionamiento de alimento tendrán los ecosistemas agrícolas.

■ *Erodabilidad del suelo.* Se refiere a la capacidad de degradación del suelo. Es un indicador de vulnerabilidad ante la intensidad de la lluvia y el riesgo de perder el sustrato indispensable para la nutrición, el soporte de las raíces y la infiltración de la lluvia, factores que mantienen el rendimiento de cultivos. La erosión transforma los suelos que tienen capacidad de producción de alimentos, mediante un proceso de degradación que lleva a la desertificación de la tierra (FAO, 1980).

Los criterios anteriores permiten identificar cuáles son las unidades de gestión ambiental que es más urgente atender frente a las amenazas del cambio climático en Jalisco. Esas unidades serían las que presentan una limitada capacidad de producción de biomasa y/o una alta vulnerabilidad de sus suelos a la degradación. En la siguiente figura se puede apreciar que la región más crítica es Altos Norte, ahí se localizan estaciones de crecimiento menores a las que demandan los cultivos principales, y adicionalmente se presentan suelos susceptibles a la degradación. En particular los municipios que tienen más probabilidades de sufrir siniestralidad por pérdida de más de 40% de la superficie sembrada son Ojuelos, Encarnación de Díaz y Teocaltiche.

Fotografía, Jill Hartley, 2011.

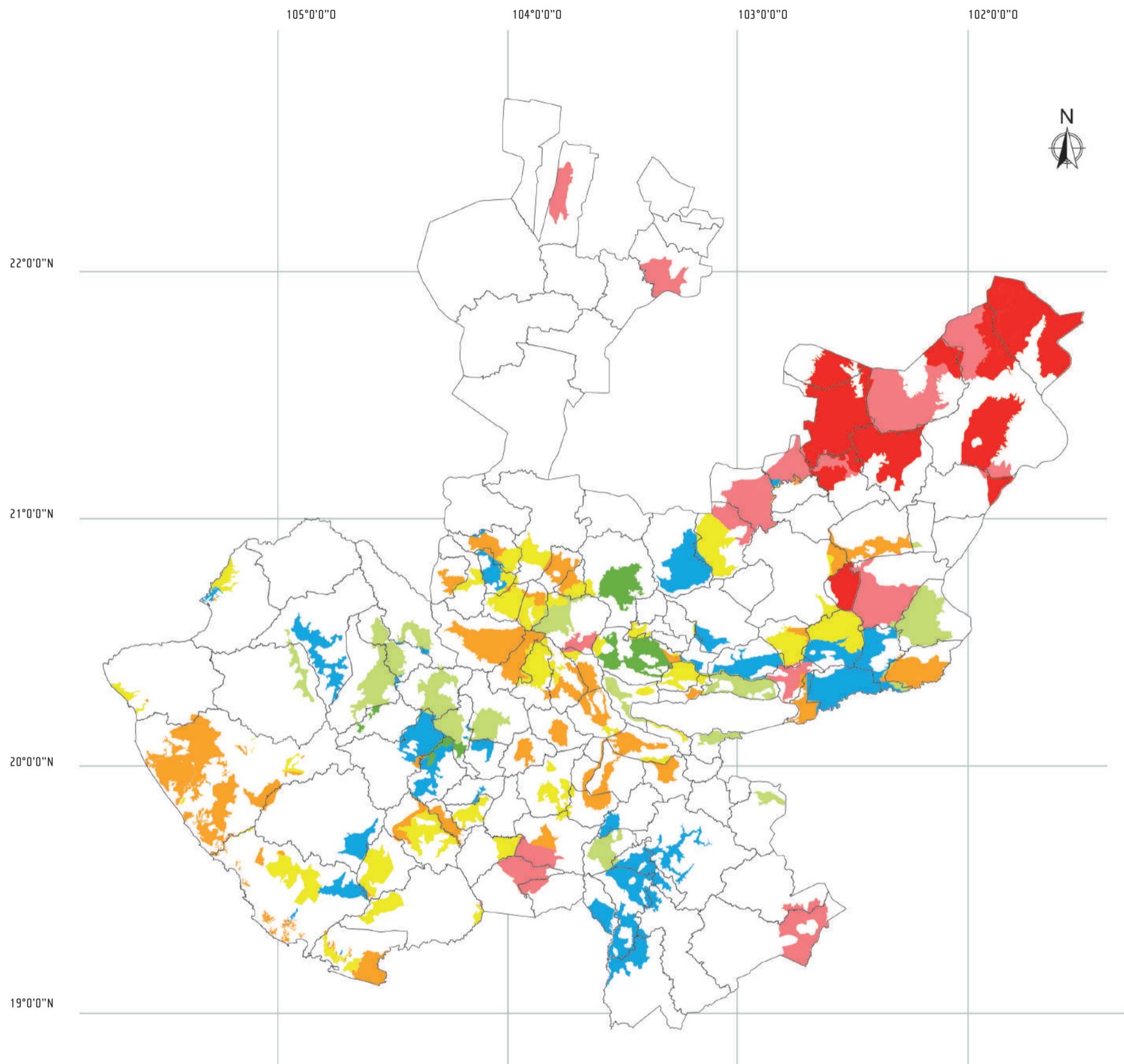


Figura 36.
Vulnerabilidad en unidades de uso agrícola predominante con prioridad y urgencia para adaptación al cambio climático.

Simbología

- Grado de vulnerabilidad**
- Extremo alto
 - Muy alto
 - Alto

ESCALA DE ESTUDIO
1:250 000

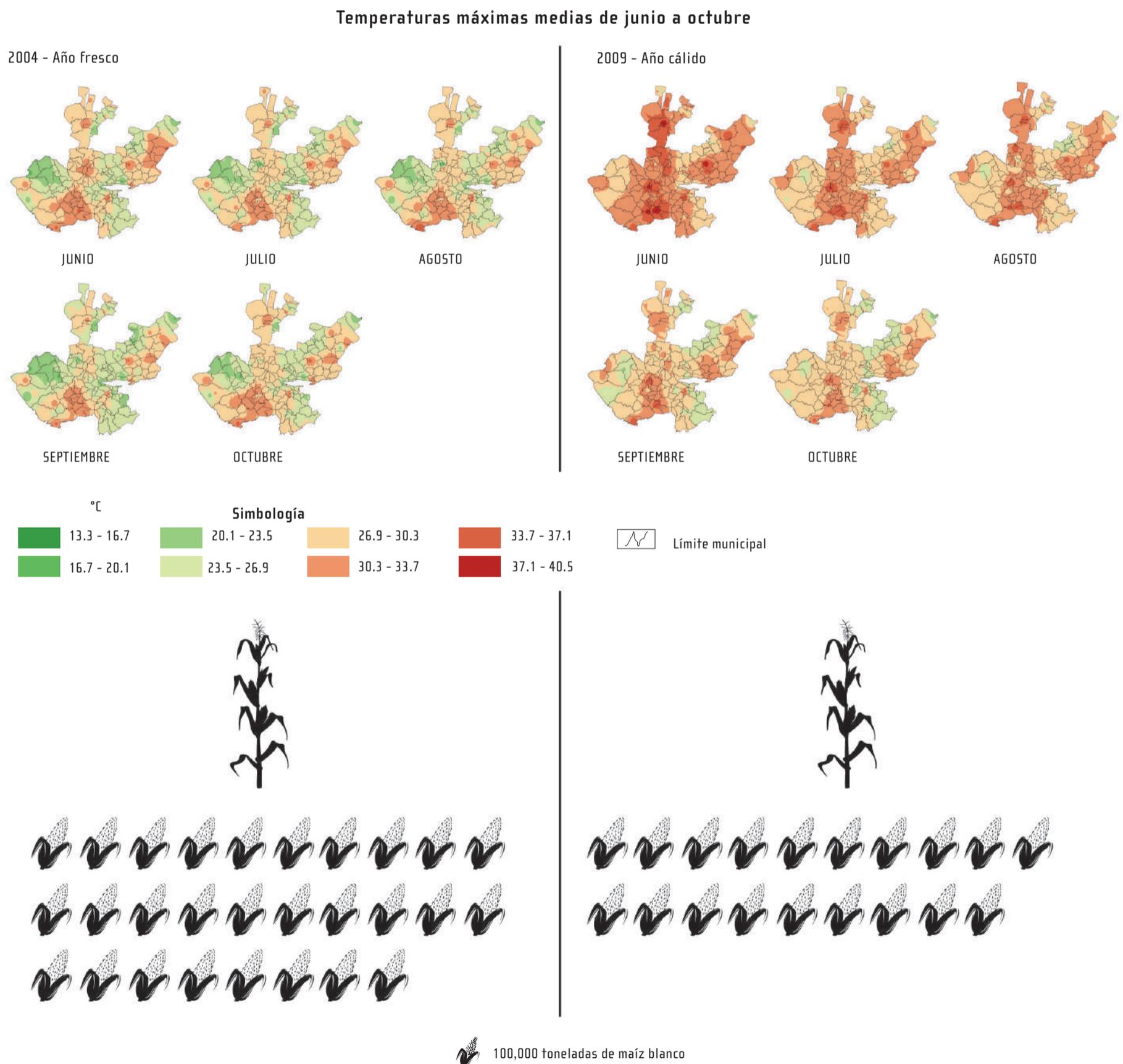
- Medio alto
- Medio bajo
- Bajo

- Muy bajo
- Límite municipal

Un aspecto relevante en este análisis es que las zonas agrícolas con mayor resiliencia al cambio climático y que pueden mantener su capacidad productiva en los próximos años, por tener todos los criterios dentro de la categoría de baja vulnerabilidad, están en la región Centro y son los municipios de Zapopan y Tlajomulco de Zúñiga. La paradoja es que estas zonas productoras de alimentos están sometidas a la presión de la expansión urbana de la ZMG, por eso su producción está declinando, es decir, su disminución productiva no se debe al cambio global del clima sino a un crecimiento insustentable de la ciudad.

Ruiz y Regalado (2014) analizan el factor de temperatura en los cultivos. Ellos consideran que el incremento de ésta produce un aumento en la acumulación de grados por día o unidades térmicas de desarrollo (unidades calor), lo que acelera la velocidad del ciclo de vida de insectos plaga que pueden afectar la producción de cultivos. Además, el aumento de la temperatura acorta el ciclo vegetativo, causando una reducción del rendimiento al acortarse el periodo de producción de biomasa y de llenado de grano o formación de órganos reproductivos. Con el cambio climático es de esperarse que el número de genera-

Figura 37. Temperaturas máximas medias durante el temporal de 2004 –año fresco– y de 2009 –año cálido– y su efecto en la producción de maíz blanco.



ciones de insectos plaga por año o ciclo de producción se incrementa, elevando con ello los esfuerzos para el combate de plagas y los costos de producción.

El incremento de temperatura trae también como consecuencia la afectación de las funciones vitales de las plantas. Tal es el caso de temperaturas medias por arriba de 35 °C, que para la mayoría de las especies cultivadas significa estrés por calor. Las plantas bajo estrés calórico reducen su actividad celular y por tanto la formación de tejidos y la producción de biomasa, afectando el rendimiento y la producción de alimentos. Con el cambio climático se prevé que las especies cultivadas experimentarán un mayor número de días en que la temperatura rebasa su umbral máximo, lo que implica el riesgo de que la planta entre en un estado de letargo que afectará su rendimiento.

Al comparar la producción de maíz de temporal por hectárea en Jalisco en 2004 –considerado un año fresco– y 2009 –considerado año cálido con presencia todos los meses de anomalía positiva– (figura 37), se encontró que en 87 municipios el rendimiento disminuyó en el año cálido. En 2004, el rendimiento promedio de maíz por hectárea en Jalisco fue de 5.6 toneladas, mientras que en 2009 fue de 4.56 toneladas. En cuanto al grano de maíz blanco, en 2004 se obtuvo un rendimiento de 2.8 millones de toneladas, mientras que para 2009 fue de 1.9 millones (SIAP, 2015). Además de la temperatura, la precipitación durante el temporal se caracterizó por presentar este año una anomalía negativa, considerando que la precipitación determinó en un 44% la producción de maíz de temporal.

Síntoma 19. En Jalisco, años con incremento de calor y baja precipitación disminuyen la producción de maíz.

Ganadería

Con respecto a la ganadería, las unidades de gestión ambiental con uso pecuario predominante presentes en el Ordenamiento Ecológico de Jalisco suman una superficie de 762,058 hectáreas.

Los indicadores para la priorización de estas unidades de gestión ambiental fueron los siguientes:

- *Índice de humedad.* Es la relación entre la precipitación con 70% de probabilidad para cada mes sobre la evapotranspi-

ración potencial mensual. Se trata de un indicador útil para identificar zonas con problemas periódicos de sequía (Villalpando y García, 1993). Es decir, es un indicador de las relaciones existentes entre la precipitación o aporte de agua y la evapotranspiración potencial, como expresión de la demanda de agua ejercida por el medio. En este sentido, las sequías son la principal amenaza contra la ganadería de Jalisco, pues la mayor actividad ganadera se ubica en áreas con bajo índice de humedad.

- *Índice de temperatura-humedad (ITH).* se utiliza en todo el mundo para estimar el grado de estrés calórico en ganado lechero y de carne. Es un indicador que sirve para identificar las zonas de riesgo para el ganado lechero y para poder establecer estrategias ante el estrés por calor. Este índice considera que valores de 70 o menos son confortables para las vacas; mayores de 78 les causan malestar porque las hacen que pierdan la capacidad de mantener mecanismos de termorregulación o temperaturas normales del cuerpo (Kadzere *et al.*, 2002). Un ITH superior a 72 es suficiente para causar tensiones calóricas, incrementar el ritmo respiratorio de la vaca y provocar reducción en la ingesta de alimento. Dichos valores se presentan todo el año en la costa del Pacífico, principalmente en los territorios donde se ha abatido el servicio de regulación de los ecosistemas por causas como deforestación, incendios e introducción de especies invasoras, entre otras.

Al comparar la producción de leche en los mismos años que el cultivo de maíz –2004 (año fresco) contra 2009 (año cálido)–, se encontró que en 2004 se produjeron 7.6 miles de litros al año por vaca, mientras que en 2009 el índice fue de tan sólo 5.9 miles de litros por vaca.

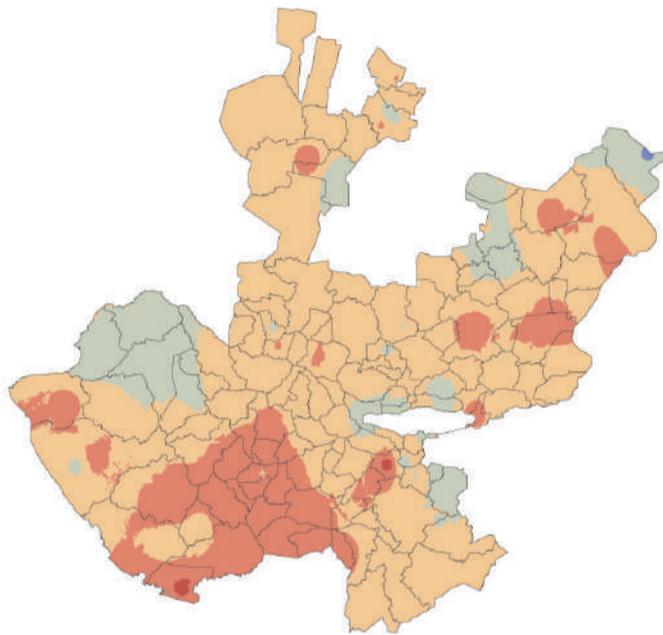
Considerando los criterios mencionados, se definió que las áreas pecuarias con mayor probabilidad de sufrir daño como consecuencia del cambio climático son las que presentan un índice de humedad bajo y/o un índice de temperatura-humedad alto.

Como la mayor parte de los ganaderos en Jalisco también son agricultores, otro elemento de análisis en el marco del calentamiento global es la baja producción de alimento para el ganado a causa de pérdida de disponibilidad de agua.

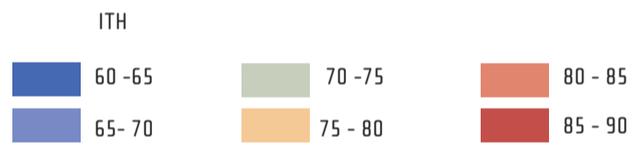
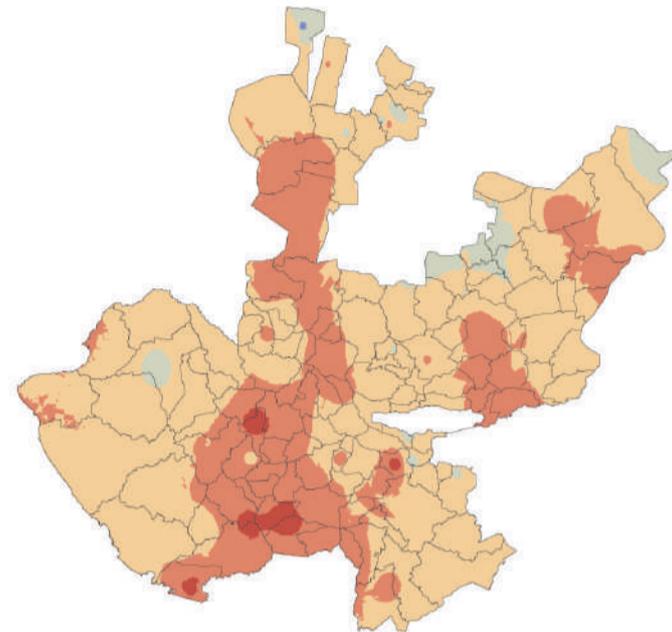
En lo referente a la escasez de agua, los ganaderos identifican 2011 como el año en que la sequía impactó más su actividad

Índice de temperatura-humedad máximo anual

2004 - Año fresco

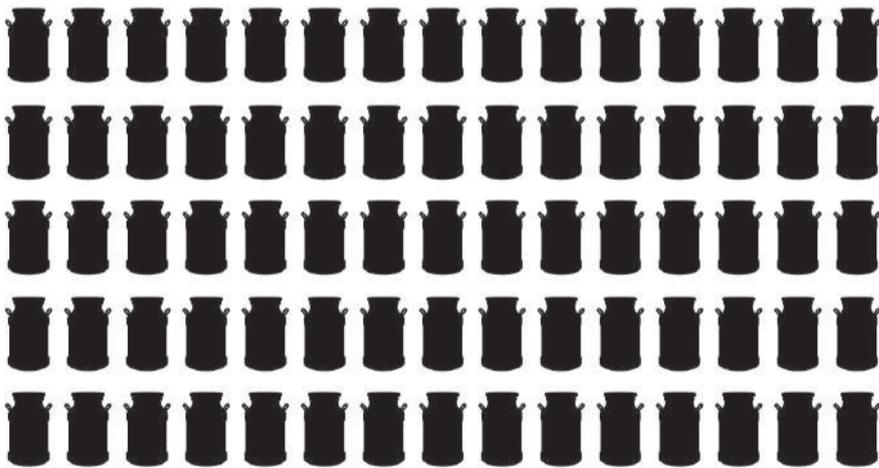
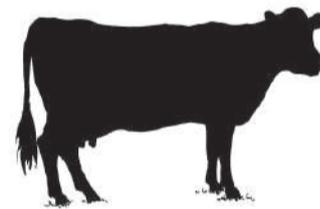
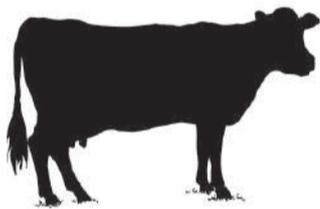


2009 - Año cálido



Simbología

Límite municipal



102 litros de leche

Figura 38.
Índice de temperatura-humedad en 2004 y 2009 y su efecto en la producción anual de leche de bovino/unidad animal

Susceptibilidad a sufrir daño: **Muy alto** Alto Medio Bajo

Tizapán el Alto
Tonaya Totatiche
Mezquitic Bolaños
Unión de San Antonio
San Miguel el Alto Colotlán
Tepatitlán de Morelos
Encarnación de Díaz
San Diego de Alejandría
San Gabriel San Julián
Lagos de Moreno
La Manzanilla de la Paz
Huejuquilla el Alto

Figura 39.
Municipios de Jalisco donde predomina el uso ganadero, en relación con la susceptibilidad de sufrir daño por cambio climático.

58

- Alta disponibilidad de agua, con una probabilidad < 50% de THI arriba de 75
- Baja disponibilidad de agua, con una probabilidad < 50% de THI arriba de 75
- Baja disponibilidad de agua, con THI arriba de 75
- Mediana disponibilidad de agua, con THI arriba de 80 todos los años
- Muy baja disponibilidad de agua, con THI arriba de 80 todos los años

productiva. Asimismo, señalan las afectaciones que tuvieron por el aumento de precios en los alimentos para su ganado a partir de la sequía que vivieron los estados del norte del país, donde los ganaderos se vieron en la necesidad de comprar los alimentos en otros estados.

Las vacas lecheras presentan una mayor huella hídrica en comparación con todas las especies animales que nos alimentan –es de 2,056 m³/cabeza/año (Mekonnen y Hoekstra, 2012)–, eso las hace más vulnerables a las condiciones de sequía.

Asimismo, la producción de leche genera calor en la vaca debido a la metabolización de grandes cantidades de nutrimentos, lo que hace que las más productivas sean más vulnerables al estrés calórico (Kadzere *et al.*, 2002).

.....

Síntoma 20. Jalisco es líder nacional en producción de leche, pero en los últimos años el calentamiento representa una amenaza con múltiples expresiones que ocasionan caídas en la producción cuando coincide con una condición de vulnerabilidad del sector.

.....

Con base en los criterios expuestos y considerando la figura 39, se identifica al municipio de Encarnación de Díaz como el de prioridad más alta y en situación de urgencia para implementar programas de adaptación al cambio climático ▶



CAPÍTULO 6

Vulnerabilidad de los asentamientos humanos urbanos de Jalisco

María Guadalupe Garibay Chávez

Arturo Curiel Ballesteros

Los desastres no distinguen nivel de desarrollo, pero sí capacidad de resistencia y grado de afectación ambiental.

RICARDO ZAPATA MARTÍ (2006)

Las unidades de gestión ambiental de Jalisco con uso predominante de asentamientos humanos suman una superficie de 70,895 hectáreas, en las que se concentra 87% de la población del estado.

En la escala del Ordenamiento Ecológico Territorial de Jalisco sólo son visibles la ZMG, Puerto Vallarta, Ocotlán, Ciudad Guzmán, Lagos de Moreno y Colotlán. Para hacer un análisis más pertinente se identificaron todas aquellas áreas urbanas que en 2010 tenían una superficie mayor a 100 hectáreas.

Los 10 municipios con más de 100,000 habitantes son: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, Tlajomulco de Zúñiga, Puerto Vallarta, Lagos de Moreno, El Salto, Tepatitlán de Morelos y Zapotlán el Grande (INEGI, 2010).

Los asentamientos humanos urbanos que concentran el mayor porcentaje de la población interesan y preocupan a la agenda mundial y demandan atención específica en el ámbito local, de forma particular los que presentan un rápido crecimiento poblacional, expansión y dispersión urbana sin criterios de planeación, y fuertes rezagos y carencias económicas, educativas, de servicios de salud, de agua potable y de energía eléctrica en las viviendas. Estos atrasos van haciendo vulnerables a las poblaciones ante los cambios climáticos.

Una realidad en Jalisco es el incremento de los desastres.

En el periodo de 1999 a 2013 se generaron 15 declaratorias de desastre natural, siete de las cuales tuvieron como origen las lluvias intensas (los años 2002, 2003, 2004, 2006, 2007, 2011 y 2013); en dos ocasiones se presentaron de manera conjunta lluvias intensas e inundaciones (2006 y 2007), en una granizo (2005) y en cuatro sequías (1999, 2000, 2005 y 2011); durante el año 2011 se presentaron tanto inundaciones como sequías (Secretaría de Gobernación, 2013, 2012, 2011, 2007, 2006, 2005, 2004, 2003, 2002, 2000). El costo de los desastres en Jalisco de 2003 a 2011 fue de 1,801'185,755 pesos, por lluvias intensas, inundaciones y sequías (Segob-Sistema Nacional de Protección Civil, 2014).

Los asentamientos humanos de Jalisco son afectados de manera recurrente por lluvias e inundaciones debido a su mala planeación, la continua pérdida de áreas verdes y de cobertura vegetal en los suelos, la disminución de infiltración del agua de lluvia, la construcción en zonas de riesgo, no respetar cauces de arroyos y ríos, la falta de infraestructura para captar agua de lluvia, el insuficiente mantenimiento de alcantarillas y la escasa cultura de prevención de riesgos. Los asentamientos humanos que registraron mayor número de declaratorias de emergencia fueron Tlajomulco de Zúñiga y Lagos de Moreno, con cuatro y tres eventos respectivamente.

Síntoma 21. En Jalisco, las lluvias intensas han ocasionado desastres en ciudades con expansión urbana, en lo que va del siglo XXI.

Isla de calor y temperatura

Respecto al incremento de temperatura y olas de calor, diversos estudios señalan los efectos negativos que este aumento tiene sobre la salud y el bienestar de la población, en particular sobre enfermedades que se identifican como sensibles al calor y la variabilidad climática: *a)* asma, alergias y enfermedades de las vías respiratorias; *b)* cáncer de piel; *c)* enfermedades cardiovasculares y accidentes cerebrovasculares; *d)* enfermedades transmitidas por alimentos y malnutrición; *e)* mortalidad relacionada con el calor; *f)* efectos sobre el desarrollo, particularmente en el periodo prenatal y los primeros años de vida; *g)* trastornos relacionados con el estrés y la salud mental ante eventos climáticos extremos; *h)* enfermedades y trastornos neurológicos por exposición a biotoxinas, metales y pesticidas utilizados en respuesta a los cambios en la agricultura; *i)* enfermedades zoonóticas y transmitidas por vectores; *j)* enfermedades propagadas por agua; *k)* mortalidad vinculada a eventos climáticos extremos, como huracanes, inundaciones, sequías e incendios forestales (Portier *et al.*, 2010; Smith *et al.*, 2001; Schwartz, 2005; Zanobetti y Schwartz, 2008; Doherty y Clayton, 2011).

En Jalisco, las principales causas de muerte de la población son enfermedades del corazón, diabetes *mellitus*, tumores malignos, accidentes, enfermedades cerebrovasculares, enfermedades del hígado, enfermedades obstructivas crónicas, agresiones, influenza y neumonía, ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal, de las cuales algunas se agravan y activan con la variabilidad del clima y eventos climáticos extremos (INEGI, 2014).

Es importante estudiar la temperatura en época fría y época de calor, pues ambas tienen efecto en la salud, las enfermedades de los habitantes urbanos de Jalisco muestran dos repuntes a lo largo del año: en los meses de diciembre y enero –periodo de frío– y en abril y mayo –periodo de calor–. Hasta ahora, el mayor incremento de consultas médicas se da en el frío (80%) y le sigue en calor (52%) (Herrera, 2009). En la zona metropolitana de Guadalajara, a partir de la mitad del siglo xx, las temperaturas han ido en ascenso a medida que las ciudades que la conforman han ido creciendo. Es un hecho que la sustitución de suelo natural por elementos urbanos como calles, banquetas, edificios, etc., modifica el clima, volviendo al aire urbano más tibio y, en general, más seco que el del entorno rural. De modo que mientras más extensa sea la ciudad mayor será el contraste térmico urbano/rural. Este fenómeno se conoce como isla de calor (Jáuregui, 2004).

En la ZMG, por efecto de la isla de calor la temperatura ha aumentado de 2 °C a 4 °C (Parada, 2012), los mayores contrastes se presentan en los meses de abril, agosto, septiembre y octubre. La distribución de la isla de calor en la ZMG se muestra en la siguiente figura.

La isla de calor resulta importante, pues incrementa el riesgo de olas de calor por efecto de cambio climático.

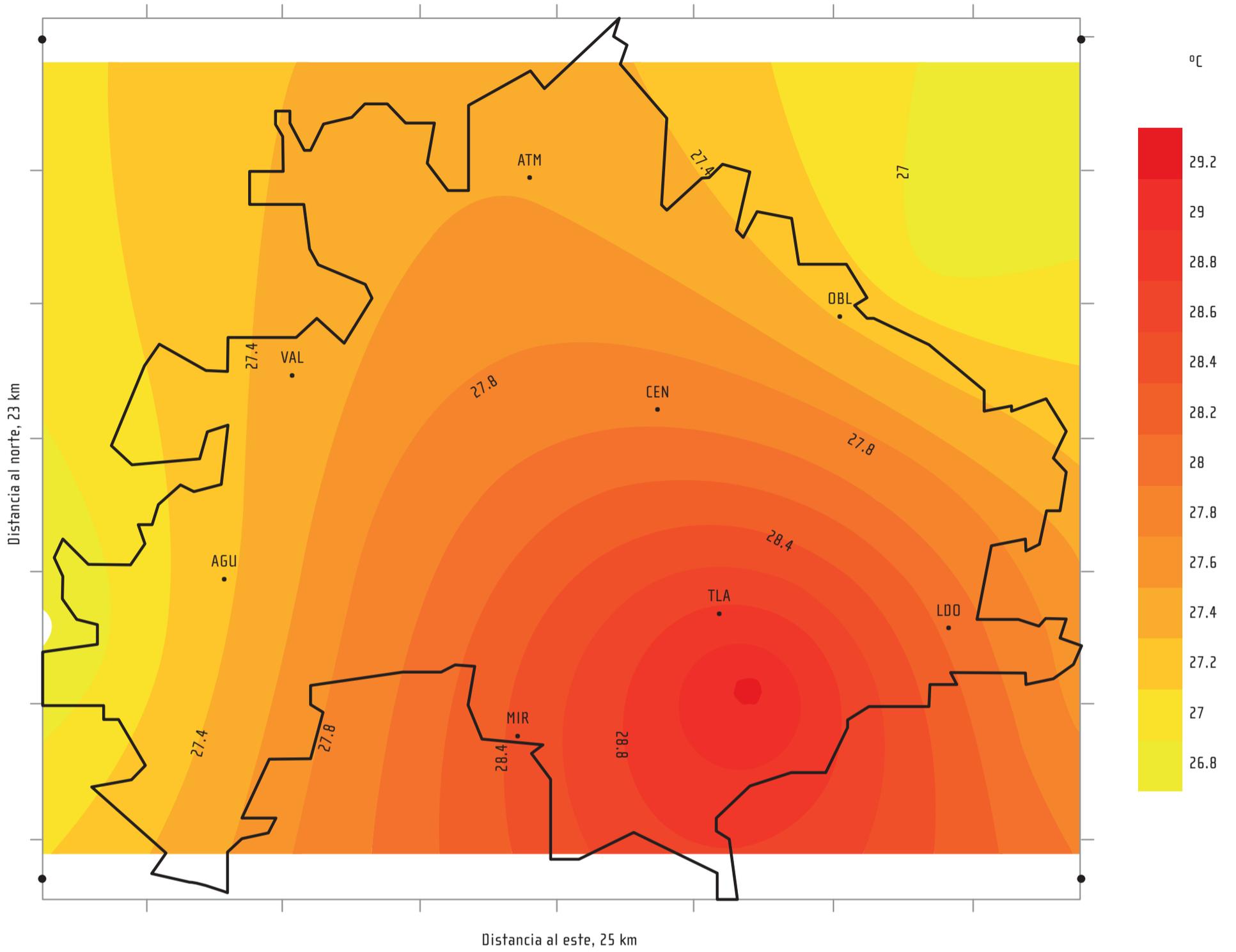
En la figura 40 es notorio que las zonas más calurosas son aquéllas donde están ausentes las áreas verdes, mientras que las temperaturas más frescas en la ciudad se presentan en donde existen ecosistemas naturales, al oeste el Bosque La Primavera y al noreste La Barranca.

Síntoma 22. El Bosque La Primavera, ubicado al oeste de la zona metropolitana de Guadalajara, es el mayor regulador de altas temperaturas en la ciudad.

Riesgo climático y desastres

La vulnerabilidad de la población de Jalisco que vive en asentamientos humanos urbanos expuesta a las amenazas derivadas del cambio climático, se agrava por factores relacionados con sus características sociodemográficas, educativas, de infraestructura y de salud, que interactúan con formas de ocupación del territorio, procedimientos en la toma de decisiones, carencia y centralización de servicios, ausencia de sistemas de protección civil, de comunicación y alerta a la población.

En Jalisco, una práctica común en el establecimiento de vivienda es la aprobación de asentamientos humanos sin importar los riesgos que conllevan o que se traslapan con usos del suelo incompatibles. De igual manera se van reduciendo áreas de bosque, o agrícolas para dar paso al crecimiento de las ciudades sin una evaluación o previsión a futuro, lo que causa una alta pérdida de zonas productoras de alimentos y la disminución de servicios ecosistémicos vitales de regulación de inundaciones, incremento de la temperatura y de la mala calidad del aire, con altos costos para los asentamientos humanos.



Simbología

- Estación de monitoreo de calidad del aire

 Límite ZMG

Figura 40.

Distribución espacial de la temperatura máxima promedio anual [°C] en la ZMG 1996-2009.

Fuente: Parada, 2012.

En el estado se presentan dos fenómenos de particular importancia en términos de vulnerabilidad: núcleos en los que existe una alta concentración de población y asentamientos dispersos, desarticulados y distantes, esto último los hace poco funcionales porque obliga a depender del vehículo debido a los largos desplazamientos, que en el contexto del cambio climático exponen a la población a las altas temperaturas y a los peligros que representan las inundaciones y las lluvias intensas, y también a la pérdida de redes sociales, que repercute en una mayor vulnerabilidad de la población.

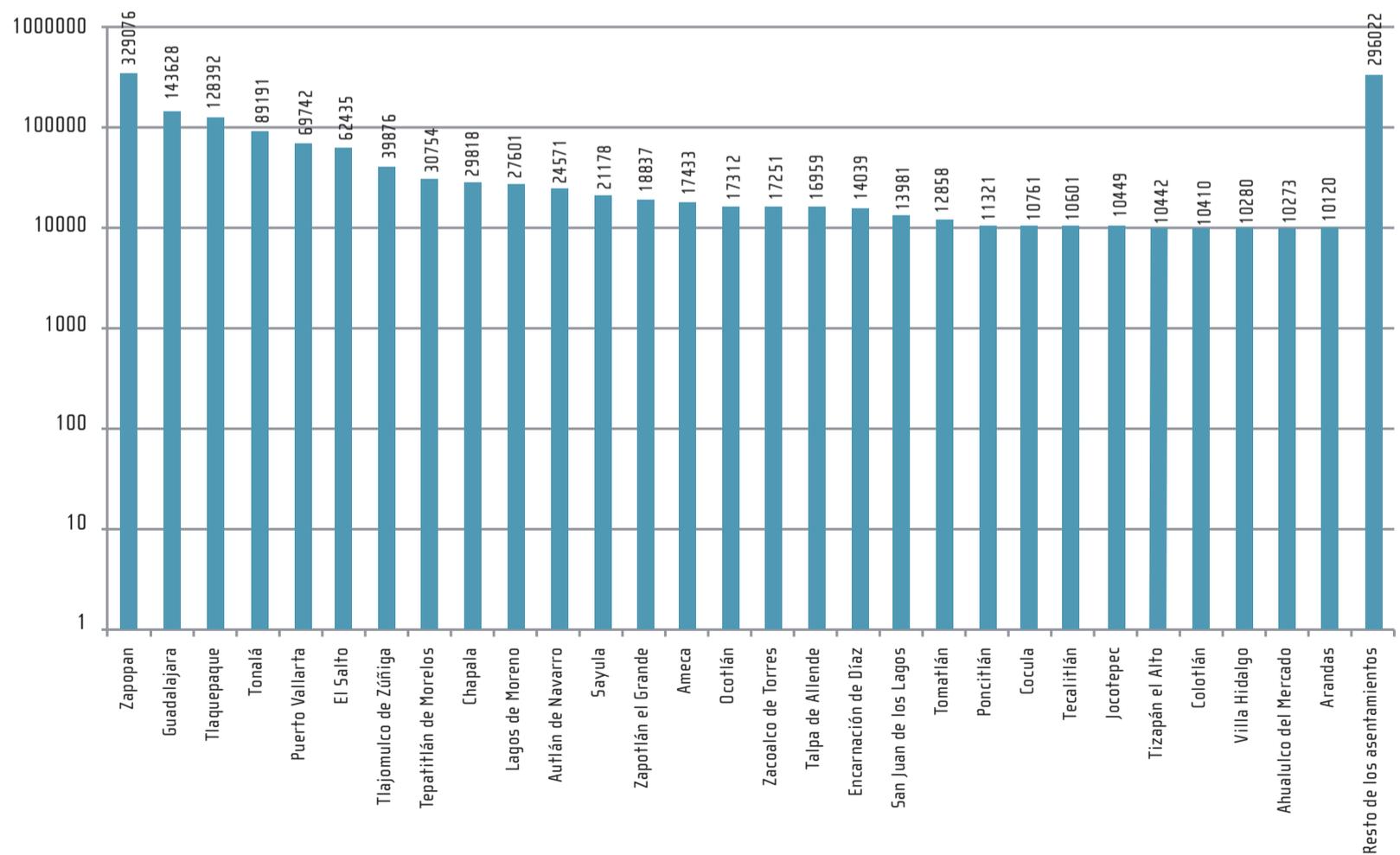
El análisis de vulnerabilidad de los asentamientos humanos urbanos de Jalisco se hizo a partir de una perspectiva de análisis de riesgo, donde se define como un estado o condición de las comunidades, resultante de la interacción de características sociodemográficas, ambientales, educativas, culturales, políticas, organizativas y de infraestructura, que interactúan entre sí en un territorio y periodo de tiempo, y propician una mayor susceptibilidad de las personas a sufrir daños cuando se exponen a una amenaza o peligro presente (Lavell, 1993).

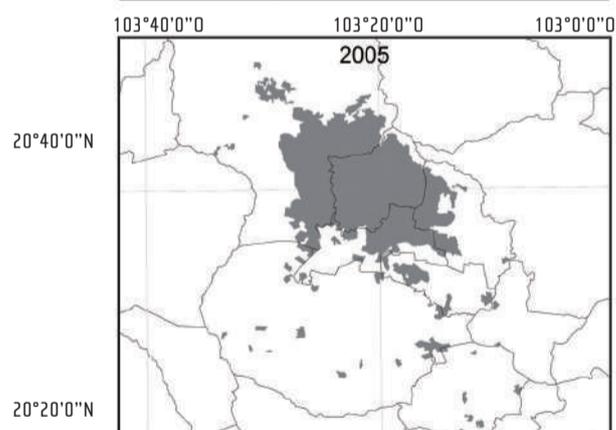
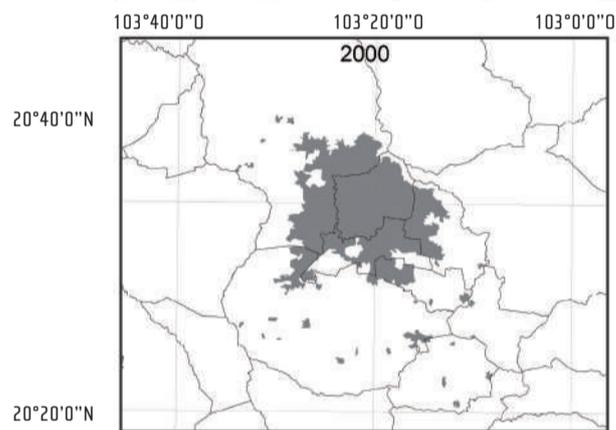
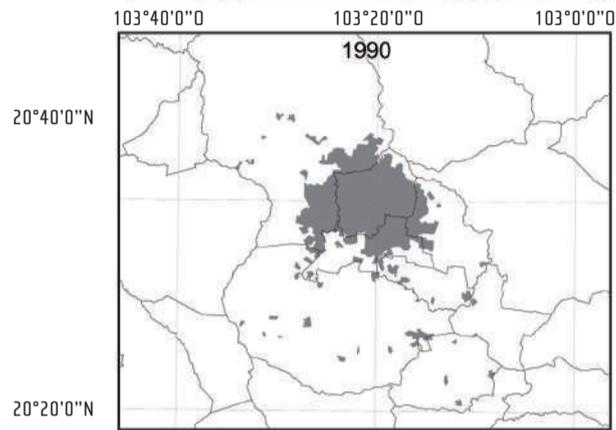
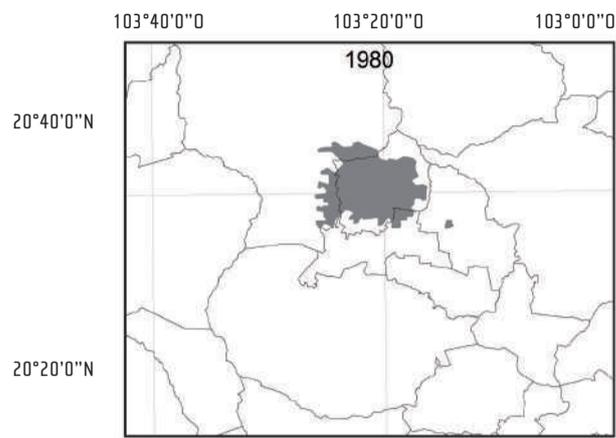
Los indicadores para la priorización de los asentamientos humanos urbanos en materia de vulnerabilidad fueron:

a) Densidad de la población

Se define como la cantidad de personas que viven en una superficie determinada. La vulnerabilidad que refiere este indicador tiene dos acepciones: cuando hay baja densidad y cuando hay muy alta densidad. La primera de ellas está presente en municipios con alta expansión urbana, donde este tipo de crecimiento causa un alto número de accidentes viales, que incrementa las tasas de accidentes más allá del aumento del número de vehículos (Camino, 2013). Además, la baja densidad también genera vulnerabilidad, porque conlleva falta de infraestructura y servicios y una menor capacidad de respuesta y atención en caso de desastre (Frumkin, Frank y Jackson, 2004). Para el caso de la condición de alta densidad, se es vulnerable debido al alto número de personas expuestas que pueden sufrir daño ante una amenaza.

Figura 41.
Número de habitantes en asentamientos con densidad poblacional vulnerable.





Simbología

-  Zonas urbanas
-  Límite municipal

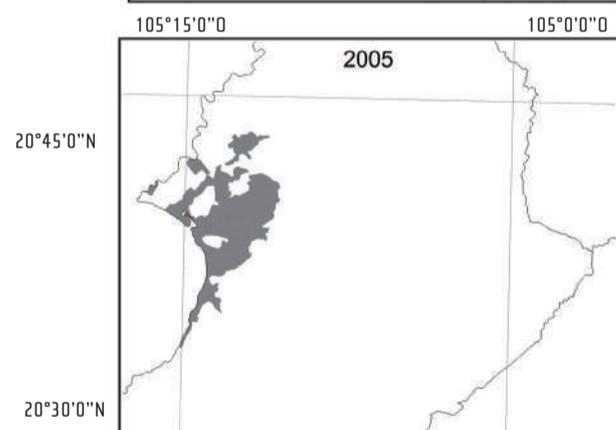
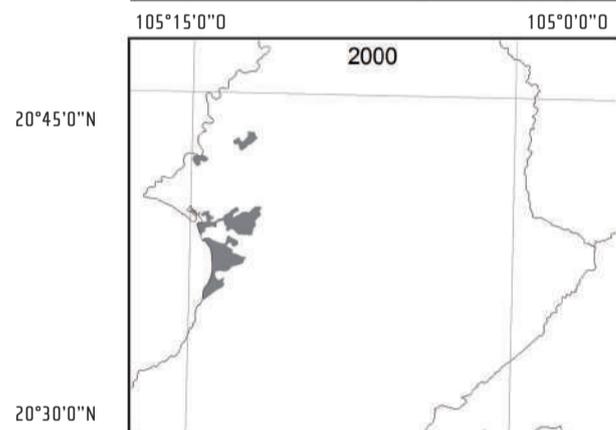
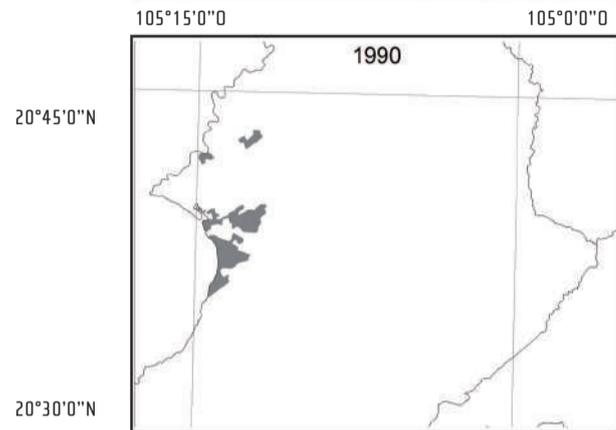
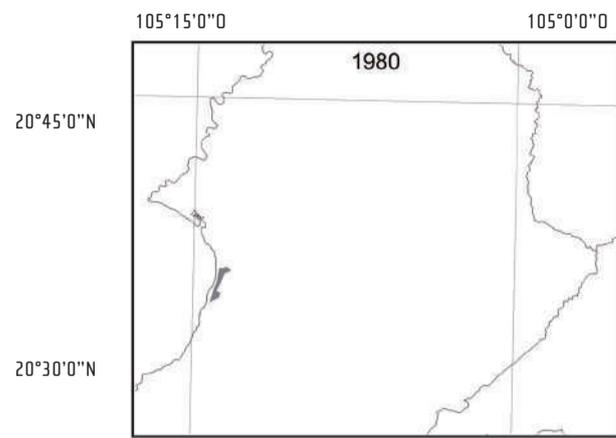


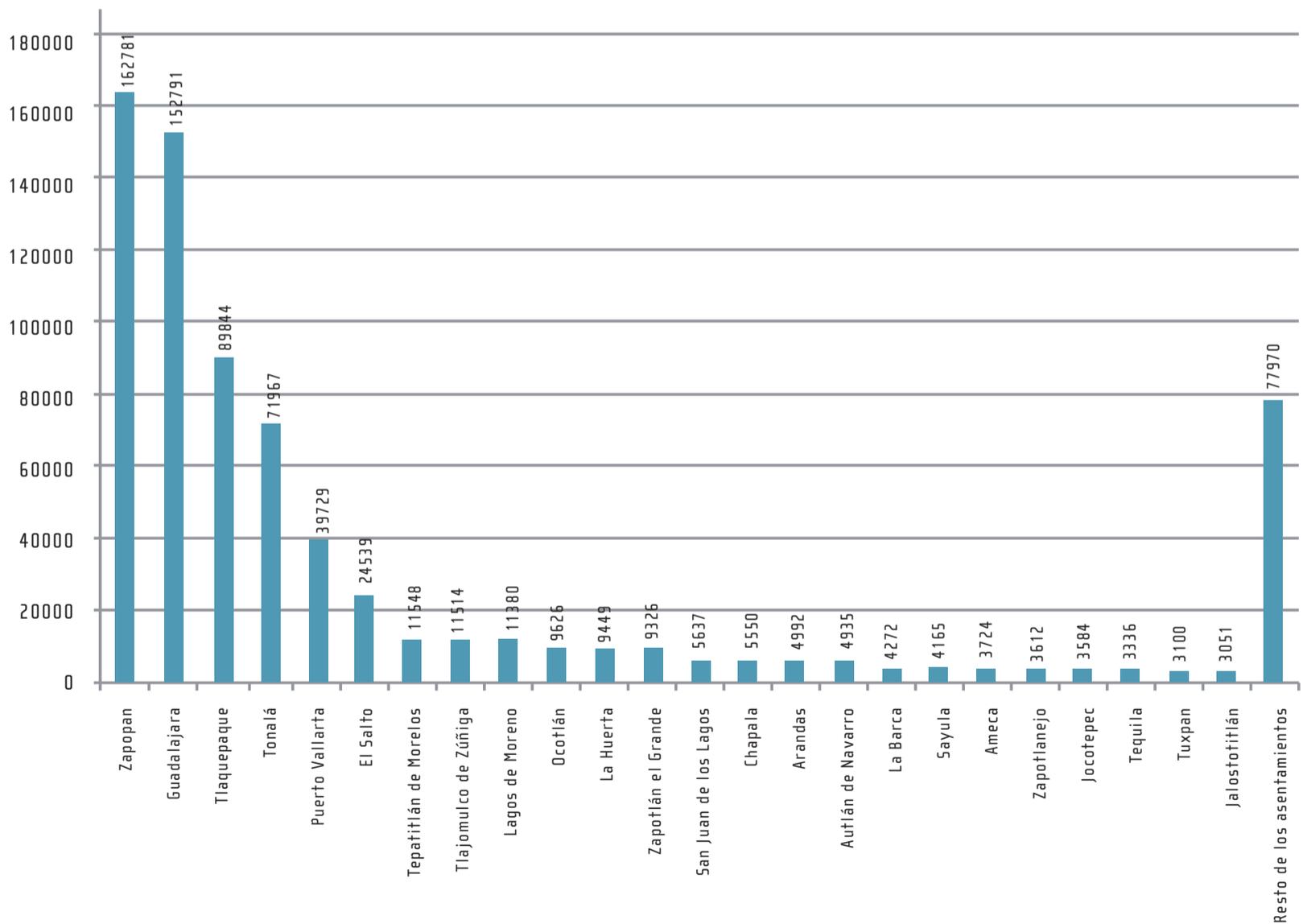
Figura 42.
Zonas urbanas con mayor expansión en Jalisco: ZMG y Puerto Vallarta.

En áreas donde existe mayor dispersión poblacional, la organización y la ayuda oportunas tienden a fragmentarse, exigen más recursos humanos y económicos y hay mayor dificultad para el acceso a los servicios y la satisfacción de necesidades básicas, lo que implica el recorrido de trayectos más largos, más tiempo de desplazamiento y de exposición a eventos como lluvias, contaminación, inundaciones, altas temperaturas y vectores. Asimismo, los largos y lentos recorridos en vialidades saturadas e insuficientes, y la dependencia del automóvil particular, llevan consigo impactos adicionales.

Para estimar la densidad de población en los asentamientos humanos de Jalisco e identificar las zonas que presentan mayor concentración y dispersión de habitantes, del Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010) se obtuvo la superficie en hectáreas (ha) y el número de personas que vivían en cada área geoes-tadística básica (AGEB). Se calculó con estos datos la densidad de personas por hectárea en cada AGEB de los asentamientos humanos analizados y se determinaron las categorías de vulnerabilidad.

En la categoría de vulnerabilidad extrema alta se hallan 1'543,821 jaliscienses, distribuidos en 67,951 hectáreas. Esta cifra considera diversas realidades: por una parte, la presencia de una alta densidad de población (mayor a 350 habitantes por hectárea), que en caso de una ola de calor, contaminación crítica o inundación, pondría en riesgo a una gran cantidad de seres humanos; de manera precisa, 14,305 habitantes, la mayoría en Guadalajara, Puerto Vallarta y Tonalá, que es donde se registran las mayores densidades de población en el estado. La otra realidad es la opuesta, es decir, territorios donde la densidad es muy baja (menos de 50 habitantes por hectárea) y los servicios necesarios para afrontar las demandas del cambio climático son limitados; en esta condición está la mayor población de los identificados en situación de vulnerabilidad extrema alta, que suman 1'529,516 habitantes, en 84 asentamientos. Los 10 asentamientos más críticos son: Zapopan, Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá, Puerto Vallarta, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga, Tepatitlán de Morelos, Chapala y Lagos de Moreno, donde la baja densidad corresponde con frecuencia a una dispersión acelerada de las ciudades (figura 41).

Figura 43.
Número de niños en zonas urbanas de Jalisco.



Al analizar los municipios donde las poblaciones crecen de manera expansiva, creando condiciones de vulnerabilidad ante el cambio climático, por tratarse de asentamientos de muy baja densidad y condición extrema alta de vulnerabilidad (nivel 7), encontramos que los más vulnerables son: Tlajomulco de Zúñiga, seguido por Puerto Vallarta, Tonalá y Tlaquepaque.

La otra cara de la vulnerabilidad son los asentamientos con baja densidad por una alta migración de su núcleo poblacional, que aun cuando no se trata de ciudades, son cabeceras municipales; en esa condición se encuentran Santa María de los Ángeles y Techaluta de Montenegro como las situaciones más críticas.

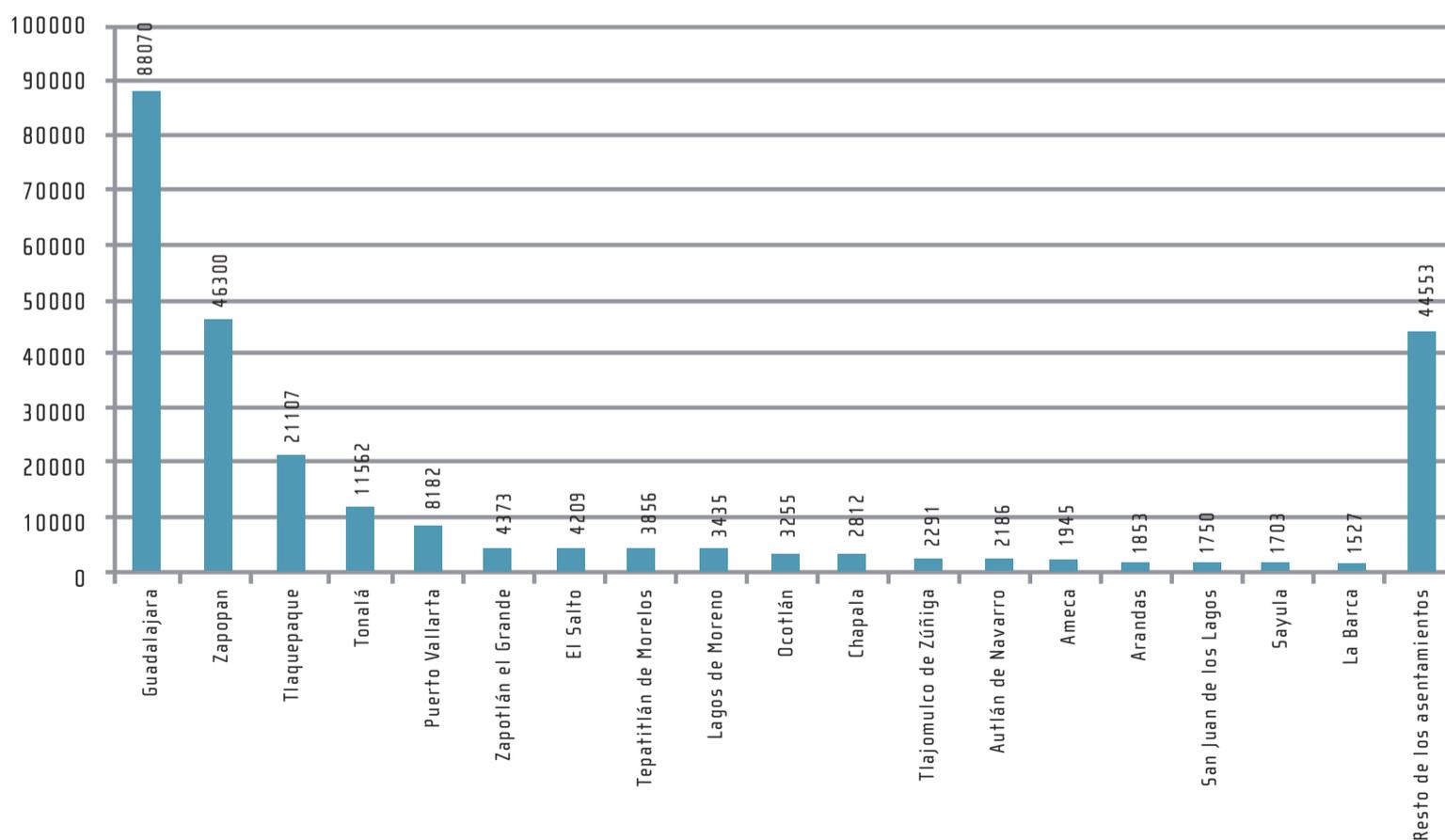
Niños ≤ 5 años de edad

Las personas en esta edad se reconocen como un grupo poblacional vulnerable debido a la etapa de desarrollo en que se encuentran, su tamaño y masa corporal, inmadurez de algunos órganos y sistemas biológicos, que impiden combatir y regular de manera adecuada la exposición a amenazas relacionadas con la variabilidad y el cambio de clima, como altas temperaturas y extremos climáticos, así como por su alta dependencia de las personas adultas en caso de peligro o emergencia y por carecer de una percepción y conciencia cabal de los peligros de su entorno (Reid *et al.*, 2012).

Los 10 asentamientos humanos urbanos con mayor número de niños de cinco o menos años de edad son: Zapopan, Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá, Puerto Vallarta, El Salto, Tepatitlán de Morelos, Lagos de Moreno y Ocotlán.

La figura 43 muestra los asentamientos humanos que tienen más de 3,000 personas en esta condición.

Figura 44.
Número de adultos de 70 años o más en zonas urbanas de Jalisco.



En cuanto al índice de concentración de niños, una población con más de 35 niños por hectárea se cataloga como de vulnerabilidad extrema alta; en esta situación se encuentran 6,365 niños, localizados en primer lugar en Tlajomulco de Zúñiga, le siguen Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan y Guadalajara, con 50, 38, 37, 36 y 35 niños/ha, respectivamente.

Densidad de adultos de 70 años y más

Estas personas se reconocen como un grupo vulnerable debido a sus características biológicas en declive, su dependencia y demandas de asistencia y atenciones específicas por situaciones de salud. También presentan pérdida o disminución de capacidades como la visión, la audición y la movilidad. Son un grupo que manifiesta enfermedades crónicas preexistentes, algunas de ellas sensibles a los cambios de temperatura (por ejemplo, enfermedades vasculares, enfermedad isquémica del corazón, diabetes, variedad de condiciones inflamatorias, caídas, depresión) (coc, 2012; Reid *et al.*, 2012; Toronto Community Health Profiles, 2015; Frumkin, Frank y Jackson, 2004).

Los 10 asentamientos humanos que presentan mayor número de adultos en este grupo de edad son: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, Puerto Vallarta, Ciudad Guzmán, El Salto, Tepatitlán de Morelos, Lagos de Moreno y Ocotlán.

La figura 44 muestra los municipios con asentamientos humanos que tienen más de 1,500 personas en esta condición.

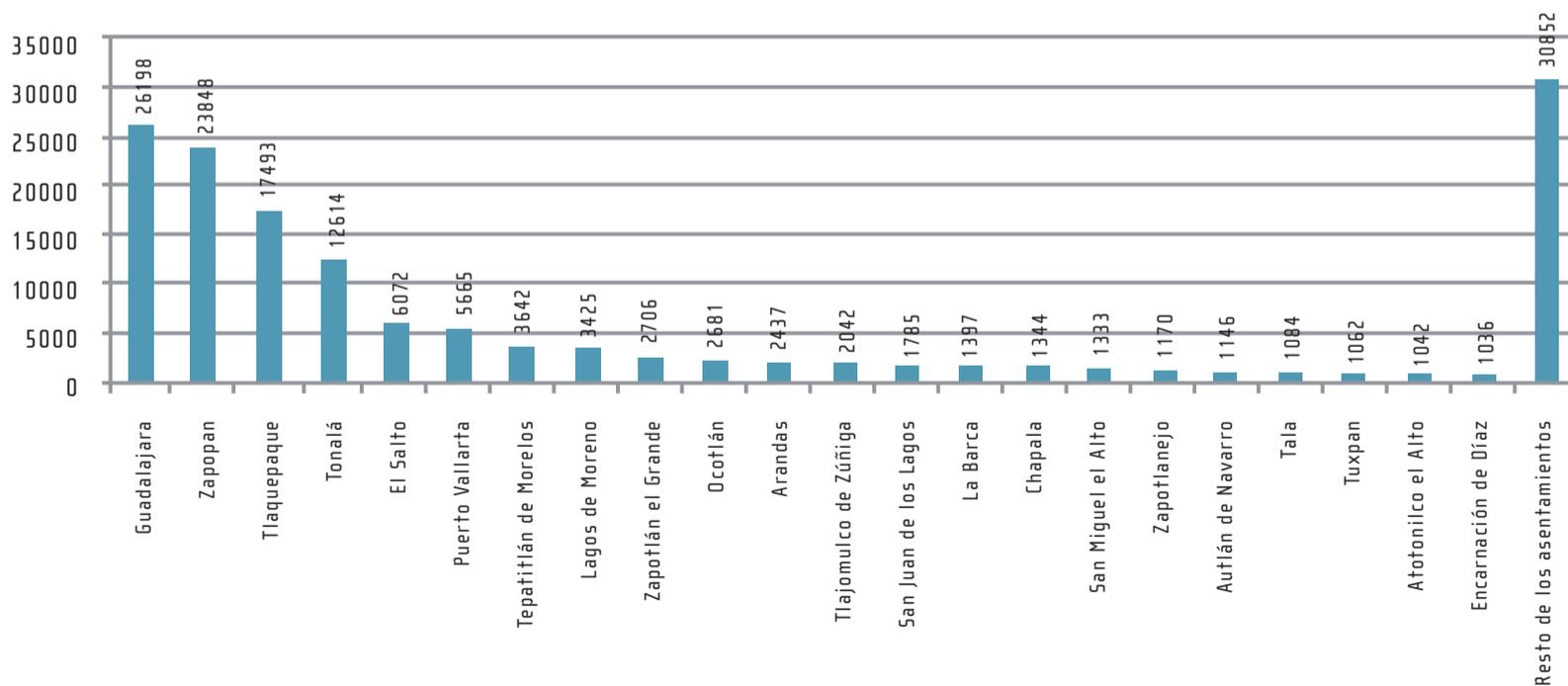
En vulnerabilidad extrema alta (> 12 adultos mayores de 70 años por hectárea) se registraron 8,894 personas, ubicadas en Guadalajara, Zapopan, Lagos de Moreno, Tlaquepaque y Jalostotitlán.

b) Analfabetismo

Se refiere al número de personas de 15 años o más que no saben leer ni escribir en una población.

Cuando las personas de 15 años o más no saben leer ni escribir, tienen limitaciones en las oportunidades de desarrollo personal y de participación cívica; esta condición las margina en campos de la vida social, cultural, económica, científico-tecnológica y política. Se reconoce que el analfabetismo condiciona a una mayor aceptación del riesgo y a menor percepción de las posibilidades de modificar las circunstancias de vulnerabilidad de una persona y una comunidad. Las personas que no saben leer ni escribir presentan más dificultades para comprender información y reconocer problemas complejos y sus causas, así como para emprender iniciativas que los resuelvan, identificar opciones pertinentes y eficaces y generar cambios ante condiciones y dificultades cotidianas (coc, 2012; Toronto Community Health Profiles, 2015; Liu, Kawachi y Glymour, 2012).

Figura 45.
Número de analfabetas en principales asentamientos urbanos de Jalisco.



Los 10 asentamientos humanos urbanos que concentran el mayor número de analfabetas son: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, El Salto, Puerto Vallarta, Tepatitlán de Morelos, Lagos de Moreno, Ciudad Guzmán y Ocotlán.

La figura 45 muestra los municipios con asentamientos humanos que tienen más de 1,000 personas en esta situación de vulnerabilidad.

El asentamiento urbano con mayor vulnerabilidad, considerando densidad de analfabetas (número de personas que no saben leer ni escribir por superficie), es Puerto Vallarta (> 12 personas/ha).

c) Viviendas sin servicio de agua potable

Son aquellas viviendas habitadas (casa, departamento, cuarto en vecindad o azotea) que obtienen agua de una llave pública o hidrante, de otra vivienda, de pipa, de pozo, arroyo, lago u otra fuente.

Se asume que las viviendas con fines de habitación deben contar con el servicio de agua potable, y que su carencia expone a las personas a una serie de riesgos que afectan su vida y salud y generan la pérdida de bienestar. Las viviendas que carecen de este servicio presentan problemas de saneamiento y son espacios donde se propagan vectores y patógenos causantes de enfermedades y muertes que pueden prevenirse.

En el contexto de las amenazas del clima cambiante, el no contar con agua potable en la vivienda significa afectar las actividades y prácticas cotidianas, como el baño y aseo diarios, menor recurso para refrescarse ante el exceso de calor y para la higiene adecuada de los alimentos y de la vivienda. También implica exponerse a riesgos como resultado de la práctica de almacenamiento de agua en depósitos no adecuados o con pobre mantenimiento, donde se reproducen y proliferan organismos patógenos y vectores transmisores de enfermedades que se activan con el calor y el exceso de humedad.

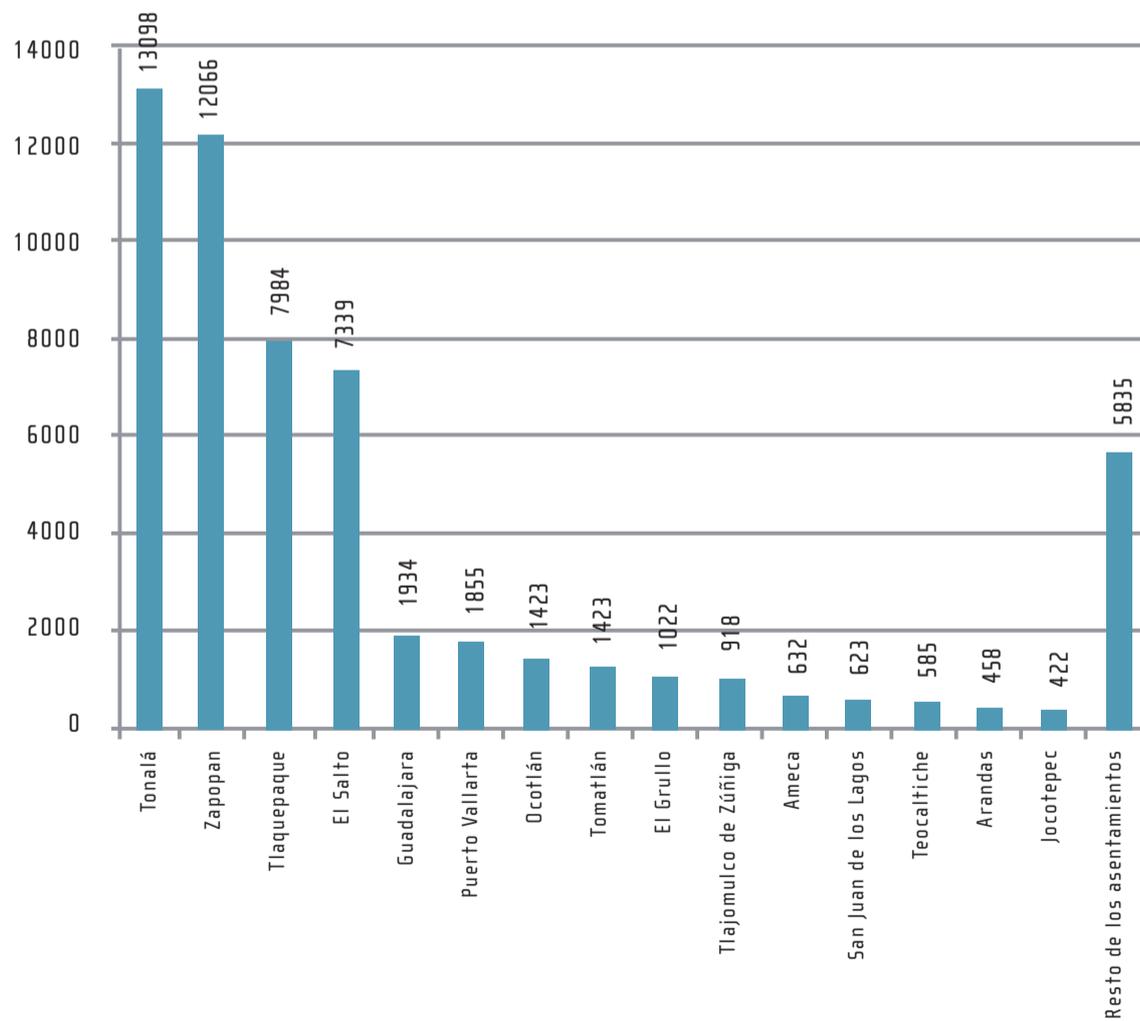


Figura 46. Número de viviendas sin servicio de agua potable.

Se identificaron en Jalisco 57,417 viviendas habitadas que no cuentan con el servicio de agua potable. Los 10 asentamientos que concentran el mayor número de viviendas sin este servicio se localizan en: Tonalá, Zapopan, Tlaquepaque, El Salto, Guadalajara, Puerto Vallarta, Ocotlán, Tomatlán, El Grullo y Tlajomulco de Zúñiga.

La figura 46 muestra los asentamientos humanos que tienen más de 400 viviendas en esta condición.

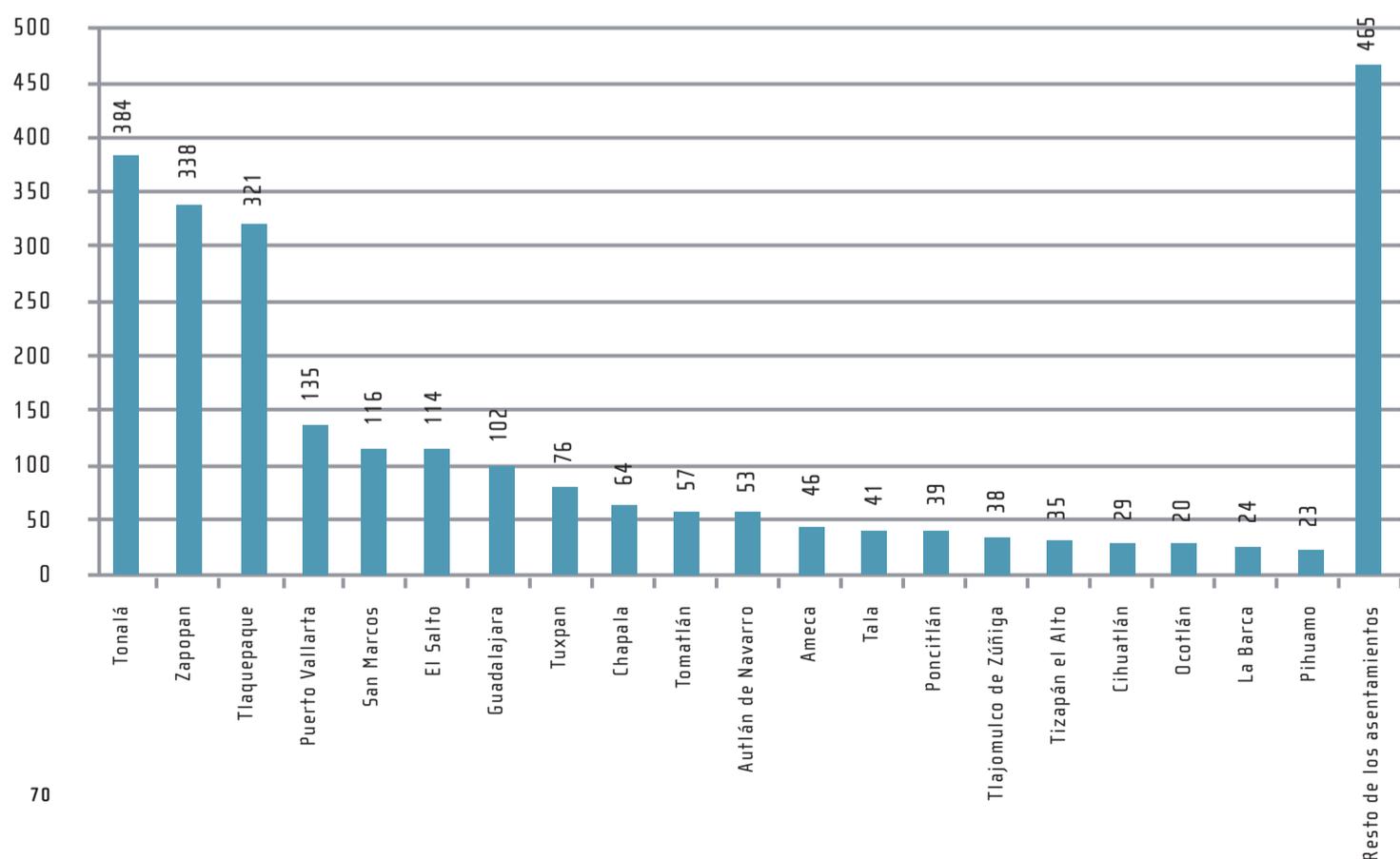
La mayor vulnerabilidad (> 10 viviendas sin agua potable por hectárea) se presenta en Zapopan y Tonalá.

d) Viviendas sin servicio de luz eléctrica

Son aquellas que se encuentran habitadas (casa, departamento, cuarto en vecindad o azotea) y que no tienen este servicio.

La luz eléctrica en la vivienda hoy en día se califica como un servicio básico que facilita la realización de actividades cotidianas y posibilita mayor bienestar a la población. El no contar con luz eléctrica en el hogar es una condición de vulnerabilidad, ya que limita a las personas a una serie de servicios que indican un progreso en la calidad de vida; su carencia restringe la adopción de prácticas de adaptación, como el uso de ventiladores o aire acondicionado para mitigar las altas temperaturas, y calefacción para afrontar el frío, refrigerador para evitar la descomposición y contaminación de alimentos, y radio, televisión e internet para estar comunicado e informado cotidianamente y en casos de emergencia. Este servicio hoy en día resulta de vital importancia y su acceso previene riesgos y daños que pueden evitarse.

Figura 47.
Número de viviendas sin energía eléctrica en Jalisco.



Se registraron 2,529 viviendas particulares habitadas sin servicio de energía eléctrica. Los 10 asentamientos con el mayor número de viviendas sin este servicio se localizan en: Tonalá, Zapopan, Tlaquepaque, Puerto Vallarta, San Marcos, El Salto, Guadalajara, Tuxpan, Chapala y Tomatlán.

La figura 47 muestra los asentamientos humanos que tienen más de 20 viviendas en esta condición

La mayor vulnerabilidad (> 4 viviendas por hectárea sin energía eléctrica) se registra en Puerto Vallarta y La Barca.

e) Población no derechohabiente de servicios de salud

Es aquella que no cuenta con derecho de recibir un servicio médico por parte de una institución privada o una pública como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena), Secretaría de Marina Armada de México (Semar), Petróleos Mexicanos (Pemex), Sistema de Protección Social en Salud¹.

¹ Aseguramiento público para la población que no cuenta con protección social en salud por algún mecanismo de seguridad social anteriormente señalado, beneficia principalmente a trabajadores no asalariados, los autoempleados y los desempleados, incluyendo a sus familiares y dependientes económicos; esta protección es coordinada por la federación y operada por las entidades federativas.

En este trabajo se considera que el acceso y la protección de la salud por algún mecanismo de seguridad social, es un elemento básico para el bienestar, determina la posibilidad de atención en situaciones de emergencia y ofrece la protección contra riesgos y enfermedades, en especial durante situaciones adversas y etapas críticas de la vida. En ocasiones, es la única forma de acceso a servicios especializados, sobre todo entre la población con escasos recursos, y representa en ciertas circunstancias la posibilidad de vida o muerte.

En Jalisco hay un gran número de habitantes que no tienen acceso a la seguridad social (35.93% de la población) y tampoco cuentan con recursos económicos necesarios para garantizar la atención de una enfermedad o una emergencia en una institución de salud privada.

En los asentamientos humanos de estudio se identificaron 2'417,920 personas no derechohabientes de servicios de salud. Algunos de estos asentamientos tienen más de 11,000 personas en esta condición.

La figura 48 muestra los municipios con asentamientos humanos que tienen esta condición.

Los 10 asentamientos de mayor vulnerabilidad por número de personas no derechohabientes se localizan en: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, Puerto Vallarta, El Salto, Tepatitlán de Morelos, Tlajomulco de Zúñiga, Lagos de Moreno y Zapotlán el Grande.

Los indicadores evaluados para la vulnerabilidad de los asentamientos humanos urbanos de Jalisco fueron los ya presentados: densidad poblacional, grupos de población vulnerable, analfabetismo, acceso a energía y agua, y servicios de salud. No se puede evitar mencionar la marginación como uno de los indicadores más utilizados para evaluar la vulnerabilidad. Desde 1985 se ha considerado que la primera causa fundamental de desastre en el mundo en desarrollo es la vulnerabilidad humana resultante de la pobreza y la desigualdad (Wijkman y Timberlake, 1985).

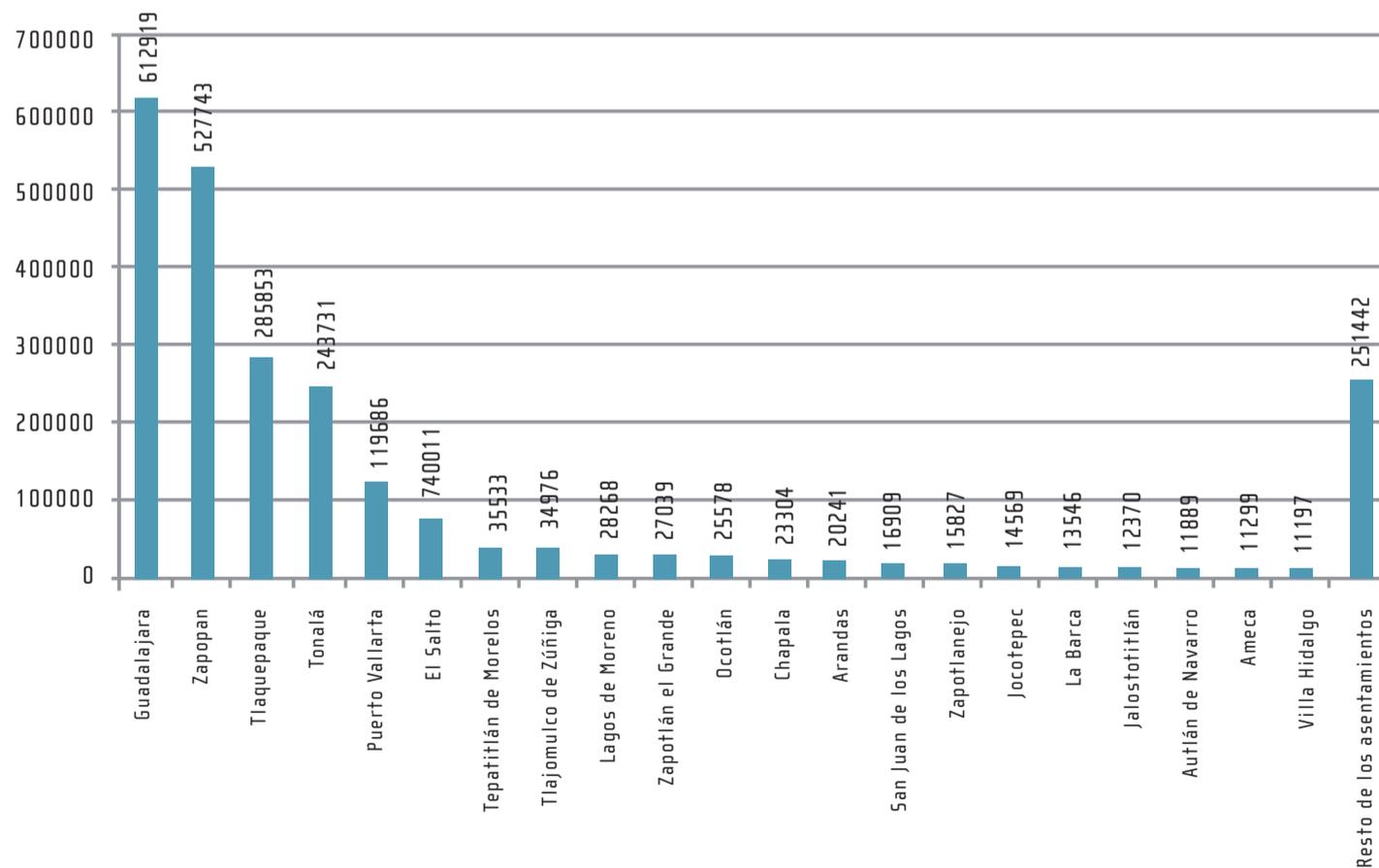
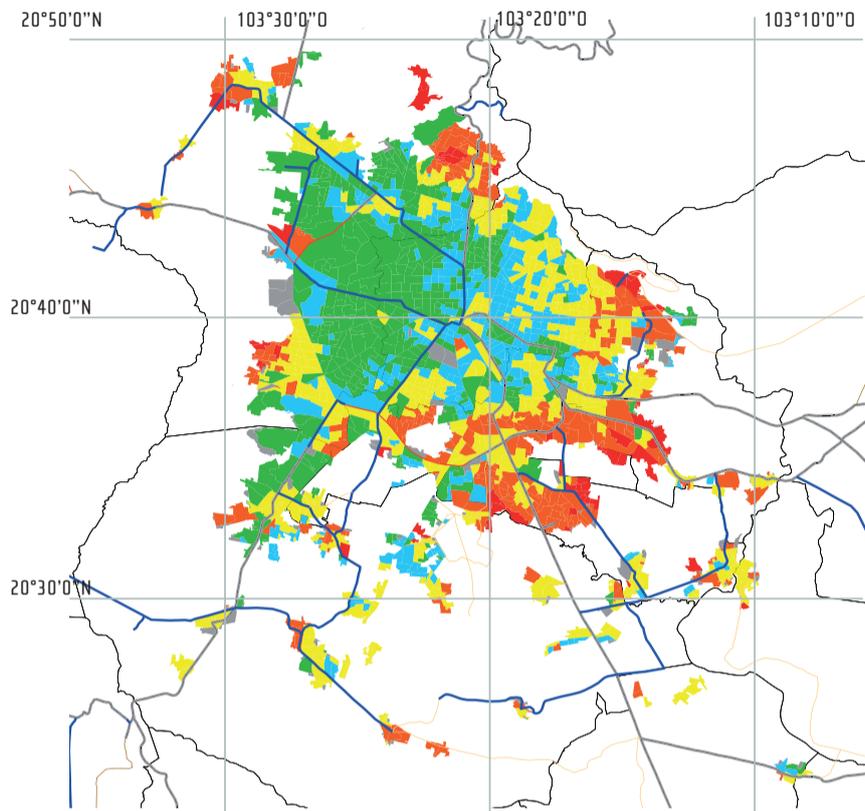
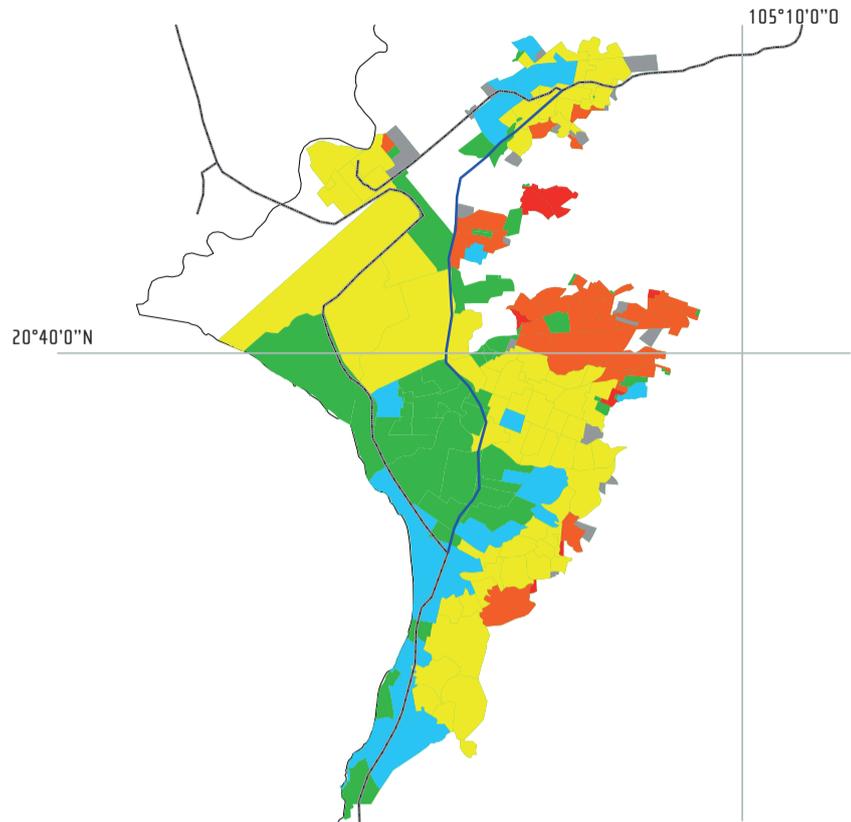


Figura 48.
Número de personas no derechohabientes de servicios de salud en asentamientos urbanos de Jalisco.

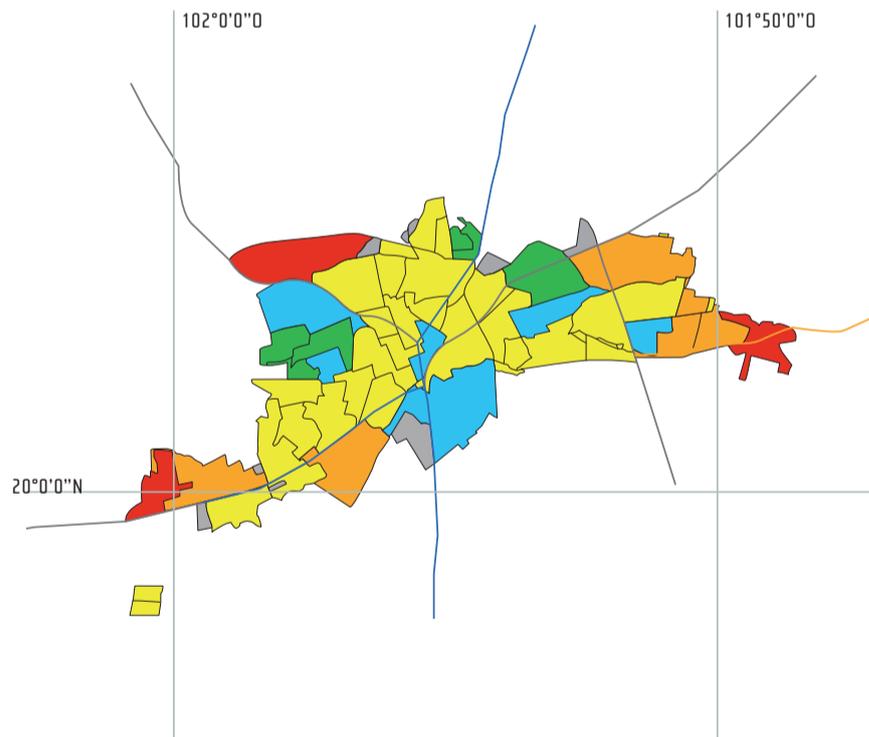
Zona metropolitana de Guadalajara



Puerto Vallarta



Lagos de Moreno



Simbología

Grado de marginación urbana por AGEB

| | | | |
|---|-----------|---|----------|
|  | No aplica |  | Medio |
|  | Muy bajo |  | Alto |
|  | Bajo |  | Muy Alto |

Red carretera SCT Jurisdicción

| | | | |
|---|--------------|---|---------|
|  | Concesionada |  | Federal |
|  | Desconocido |  | N/A |
|  | Estatal |  | Otro |

Fuente para su elaboración:
Consejo Nacional de Población, 2010

Figura 49.
Distribución de áreas marginadas en la ZMG, Puerto Vallarta y Lagos de Moreno.
Fuente: Conapo, 2012.

| Vulnerabilidad en el estado de Jalisco | |
|---|---|
| Vulnerables | No vulnerables |
| Vulnerabilidad por pobreza | |
|  |  |
| Vulnerabilidad por no derechohabencia de servicios de salud | |
|  |  |
| Vulnerabilidad por contrastes en densidad de vivienda | |
|  |  |
| Vulnerabilidad por edad (niños de 5 años o menos) | |
|  |  |
| Vulnerabilidad por edad (adultos mayores a 70 años) | |
|  |  |
| Vulnerabilidad por falta de acceso a agua | |
|  |  |
| Vulnerabilidad por analfabetismo | |
|  |  |
| Vulnerabilidad por falta de energía eléctrica | |
|  |  |

Figura 50.
Ponderación de los indicadores de vulnerabilidad de los asentamientos humanos en Jalisco ante el cambio climático.

Las 10 poblaciones con mayor número de marginados reportados por el Conapo (2012) son: ZMG (que incluye los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tonalá, Tlaquepaque, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga), Ocotlán, Puerto Vallarta, Cihuatlán, Zacoalco de Torres, Autlán de Navarro, Lagos de Moreno, Teocaltiche, Ciudad Guzmán y Tequila.

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval, 2012) considera que el orden de pobreza es: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, Tlajomulco de Zúñiga, Puerto Vallarta, Lagos de Moreno, El Salto, Tepatitlán de Morelos y Arandas.

La marginación en la ZMG, Puerto Vallarta y Lagos de Moreno se presenta con detalle en la figura 49.

Como puede detectarse en las imágenes anteriores, la mayor marginación está sobre todo en la periferia, articulada a un crecimiento espontáneo y/o expansivo, abarcando incluso zonas de riesgo.

Un último análisis de los asentamientos humanos urbanos se hizo en relación con la presencia de unidades de protección civil que puedan actuar de manera oportuna y eficiente en situaciones de desastre. Solamente 78 municipios jaliscienses cuentan con recursos humanos, herramientas y una estructura orgánica

con capacidad para atender situaciones de riesgo; 29 más disponen tan sólo de un director o responsable de protección civil y realizan actividades preventivas o de atención a emergencias con personal de diversas áreas de los ayuntamientos.

Son 18 los municipios que no cuentan con ninguna infraestructura para protección civil y por lo tanto su vulnerabilidad ante los desastres se ve incrementada: Bolaños, Cabo Corrientes, Colotlán, Cuquío, Chimaltitán, Huejúcar, Huejuquilla el Alto, Mexxicacán, Mezquitic, Mixtlán, San Marcos, San Martín de Bolaños, San Sebastián del Oeste, Santa María de los Ángeles, Teocaltiche, Totatiche, Unión de San Antonio y Villa Guerrero. Esto indica que toda la región Norte de Jalisco está desprovista de unidades de protección civil aun cuando es propensa a sequías y temperaturas extremas. Otros municipios en condiciones similares se ubican en las regiones Costa Norte, Altos Norte y Sierra Occidental.

La población que habita en la ZMG en la región Centro, Puerto Vallarta en la región Costa Norte, Tepatitlán de Morelos y Lagos de Moreno en la región Altos y Ocotlán en la región Ciénega tiene mayor vulnerabilidad social ante el cambio climático y más alto riesgo a epidemias por incremento de temperatura.

| Municipio | Lugar que ocupa por vulnerabilidad según criterio de: | | | | | | | |
|-----------------------|---|-----------------------------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------|
| | Densidad de población | Población de niños < 5 años | Población de adultos > 70 años | Analfabetas | Viviendas sin agua | Viviendas sin luz | No derechohabientes | Pobreza |
| Zapopan | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Guadalajara | 2 | 2 | 1 | 1 | 5 | 7 | 1 | 1 |
| Tlaquepaque | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Tonalá | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| Puerto Vallarta | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 4 | 5 | 6 |
| El Salto | 6 | 6 | 7 | 5 | 4 | 6 | 6 | 8 |
| Tlajomulco de Zúñiga | 7 | 8 | 12 | 12 | 10 | 15 | 8 | 5 |
| Tepatitlán de Morelos | 8 | 7 | 8 | 7 | 22 | 24 | 7 | 9 |
| Lagos de Moreno | 10 | 9 | 9 | 8 | 23 | 23 | 9 | 7 |
| Ocotlán | 15 | 10 | 10 | 10 | 7 | 18 | 11 | 18 |

Cuadro 1. Municipios de Jalisco que presentan los asentamientos urbanos más vulnerables ante situaciones de desastre derivadas de cambio climático.

.....

Síntoma 23. Las ciudades en Jalisco que presentan mayor expansión son también las más vulnerables ante el cambio climático

.....

Relación entre los indicadores de vulnerabilidad y de desastres

Siguiendo la clasificación de desastres de la Secretaría de Gobernación, los que se presentan en las ciudades de Jalisco, en orden de mayor a menor frecuencia, son: desastres hidrometeorológicos, seguidos por sanitarios (mismo comportamiento que se registra a escala mundial, donde estos dos tipos de desastres son los que han causado más pérdidas de vidas humanas) y luego geológicos, químico-tecnológicos y socio-organizativos.

Los desastres hidrometeorológicos y sanitarios representan 73% de los acontecidos en los últimos 40 años, y se prevé que aumentarán por el cambio climático durante las próximas décadas. El desastre que con mayor frecuencia reporta daños en asentamientos humanos en Jalisco es el de inundación.

Las 10 ciudades principales donde se han presentado la mayoría de estos desastres son: Guadalajara (primer lugar); Puerto Vallarta (segundo lugar); Cihuatlán, Ocotlán y Tlaquepaque (tercer lugar); Lagos de Moreno y Zapopan (cuarto lugar); Autlán de Navarro (quinto lugar); Atotonilco el Alto y Tepatitlán de Morelos (sexto lugar). A excepción de Cihuatlán, Autlán de Navarro y Atotonilco el Alto, las demás se encuentran entre los 10 asentamientos más vulnerables de Jalisco, diagnosticados mediante los indicadores presentados (Cuadro 1).

.....

Síntoma 24. La densidad de población, la población de niños menores de cinco años y adultos mayores de 70, el número de analfabetas y de no derechohabientes, son indicadores que determinan la vulnerabilidad de asentamientos humanos en casos de desastres relacionados con el cambio climático en Jalisco.

.....

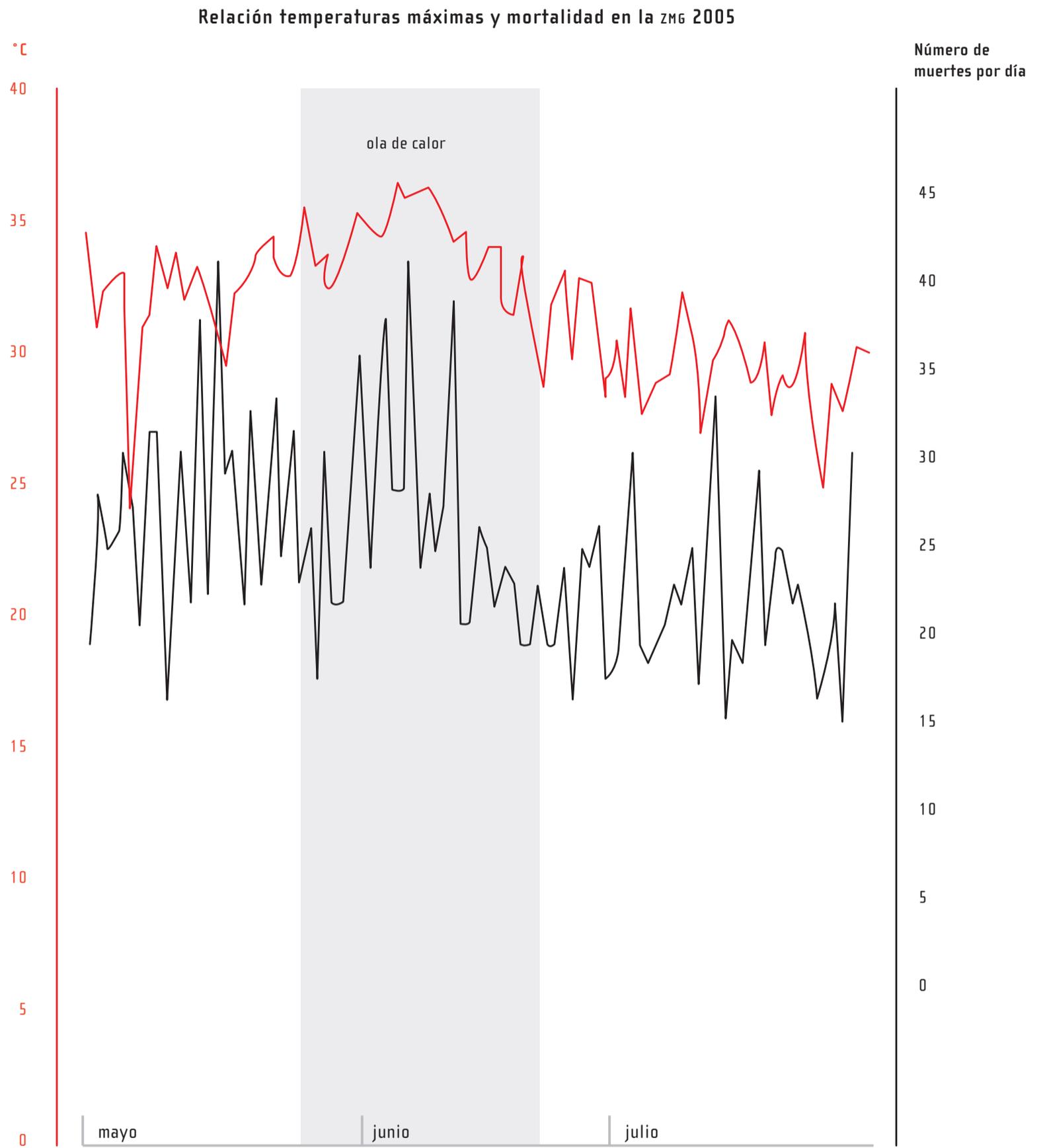


Figura 51. Distribución de temperatura máxima y muertes diarias en la ZMG durante mayo a julio de 2005. En el recuadro, del 29 de mayo al 18 de junio.



.....

Síntoma 25. La exposición durante varios días a temperaturas superiores a 31 °C en zonas urbanas de Jalisco, incrementa el riesgo y la probabilidad de muerte.

.....

La salud humana en un clima cambiante

Se han encontrado evidencias sobre el efecto del calor en la salud de los habitantes de Jalisco. De una manera más específica, durante la ola de calor que se presentó del 5 al 11 de junio de 2005 en la ZMG, murieron 216 personas, lo que constituye una anomalía, ya que en promedio son 161 muertes las que suceden durante ese periodo. Además, la distribución de estos totales de muertes es acorde con la de las temperaturas (figura 51).

La mayoría de las muertes registradas durante el incremento de calor fueron por enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares; 24% de los fallecidos tenían menos de 60 años de edad y eran de género masculino, lo que implica un impacto económico relevante. Otro hallazgo para la ZMG es que en los meses de calor (mayo y junio) se incrementa de 3% a 10% la probabilidad de sufrir una caída mortal ▶





CAPÍTULO 7

Riesgo hídrico en Jalisco

Fabiola Giovana Amaya Acuña

Arturo Curiel Ballesteros

José Ariel Ruiz Corral

Diversos análisis muestran que una sequía meteorológica lleva a sequía hidrológica o agrícola, y en su nivel extremo a sequía social. Es en esta última donde la condición climática genera conflictos que van más allá de los impactos económicos o ambientales. La historia de México sugiere que las condiciones de sequía se presentaron en periodos de movimientos sociales importantes, pues generaron contextos de hambruna.

VÍCTOR MAGAÑA (2015)

Las subcuencas principales que se encuentran en el estado de Jalisco son 73, lo que significa que en éstas los afluentes realizan aportes a los cauces principales donde se llevan a cabo actividades productivas que demandan agua. Los principales usuarios del agua en Jalisco son el sector agropecuario y las poblaciones humanas. Por lo tanto, la evaluación de la vulnerabilidad en cuanto al acceso al agua, es resultado de la relación entre la demanda del líquido y su oferta a nivel de subcuenca, en el entendido de que la vulnerabilidad se verá incrementada en la medida en que la demanda se acrecienta más allá de la oferta que los ciclos anuales de lluvia proveen (Cardona y Sarmiento, 1989).

Fotografía, María Guadalupe Garibay Chávez, 2014

La sequía en un contexto de crisis del agua

Los criterios para la priorización de las subcuencas hidrográficas con mayor riesgo hídrico fueron los siguientes:

- **Déficit hídrico.** Cuando en un territorio los niveles de precipitación son menores que los niveles de evapotranspiración potencial podemos hablar de un déficit hídrico, es decir que la cantidad de agua es insuficiente para igualar a la que la atmósfera puede contener en forma de vapor (Matveev, 1984). Esta característica se ve condicionada por el nivel de escurrimiento en la subcuenca, en donde intervienen la topografía, la textura del suelo, los almacenamientos de agua y la cobertura vegetal. Los usos de suelo tienen una influencia directa al modificar el tipo y la superficie cubierta de vegetación, lo que permite que las gotas de lluvia modifiquen su velocidad de impacto y la capacidad del suelo de retener la humedad.

Las regiones Norte y Altos Norte, cuyo clima es semiárido, presentan niveles bajos de precipitación y altos de evapotranspiración potencial, lo que se traduce en un déficit hídrico, potencializado por el escurrimiento que existe en las subcuencas. Lo anterior se muestra en las figuras 52 y 53, donde los resultados pueden ser interpretados como un indicador de amenaza de sequía hidrológica.

.....

Síntoma 26. La región Altos Norte, donde se ubica la cuenca lechera número uno en producción a escala nacional, tiene las subcuencas hidrográficas con mayor vulnerabilidad a la sequía.

.....

■ *Demanda de agua.* La demanda hídrica principal en Jalisco proviene de la actividad agropecuaria, se calcula que 56% del agua se utiliza para riego agrícola y actividades pecuarias. La demanda del sector público-urbano es la segunda, del orden de 27% del agua disponible. Ambas demandas de agua, para la producción de alimentos y para abastecimiento de los asentamientos humanos urbanos, representan el consumo de 83% del agua disponible en el estado (figuras 54, 55 y 57).

Al contrastar esta demanda y el déficit hídrico de las subcuencas, es notoria la vulnerabilidad de la región de Los Altos, donde áreas de máxima demanda de agua de riego para agricultura se ubican en zonas de alto déficit hídrico.

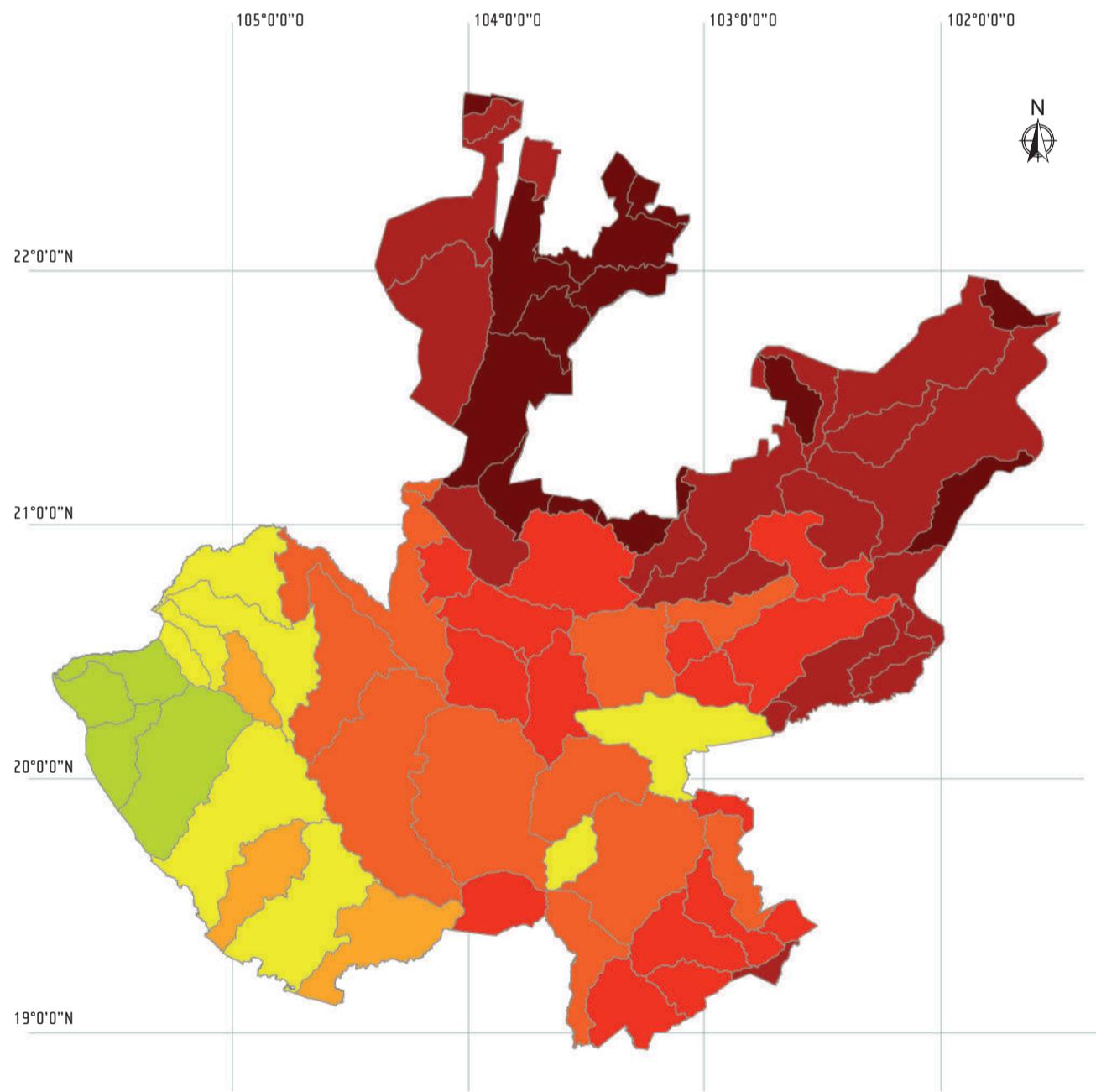


Figura 52.
Niveles de déficit hídrico en Jalisco por subcuenca hidrográfica.

Simbología

ESCALA DE ESTUDIO
1:250 000

Categoría de déficit hídrico

- Muy alto
- Alto
- Medio alto

- Medio
- Medio bajo
- Bajo

- Muy bajo o nulo
- Límite de subcuenca

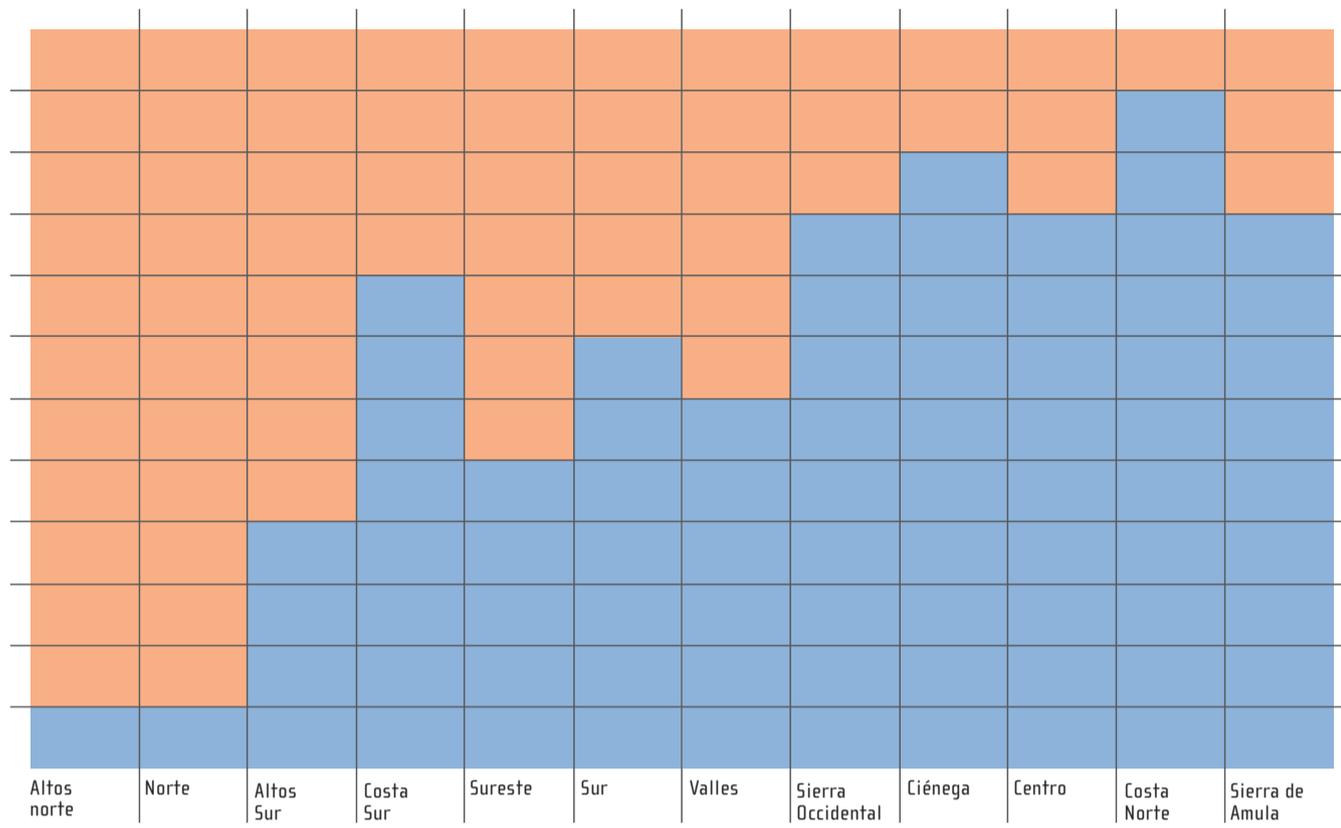


Figura 53.
Déficit equivalente de agua por regiones del estado de Jalisco.

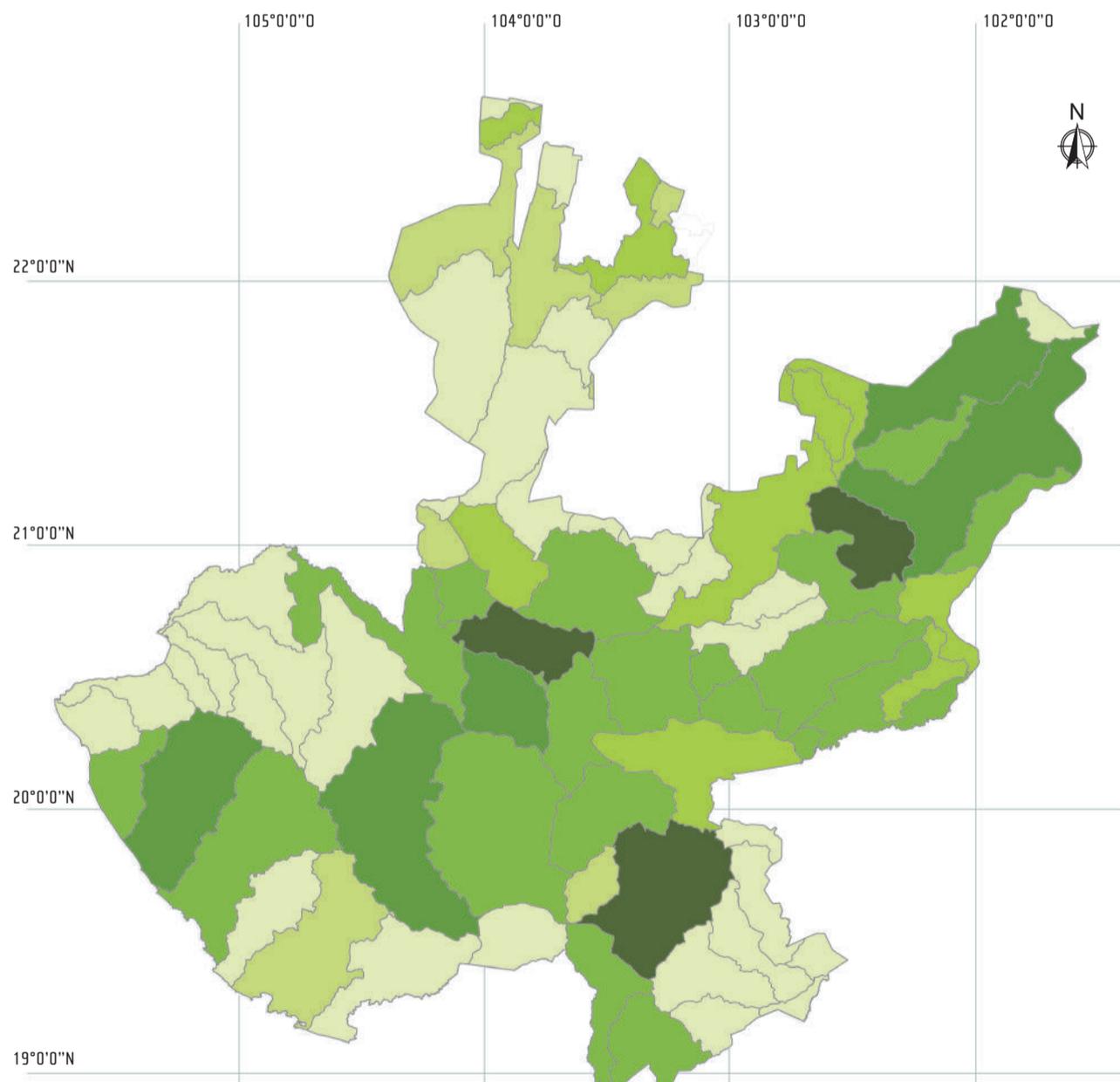
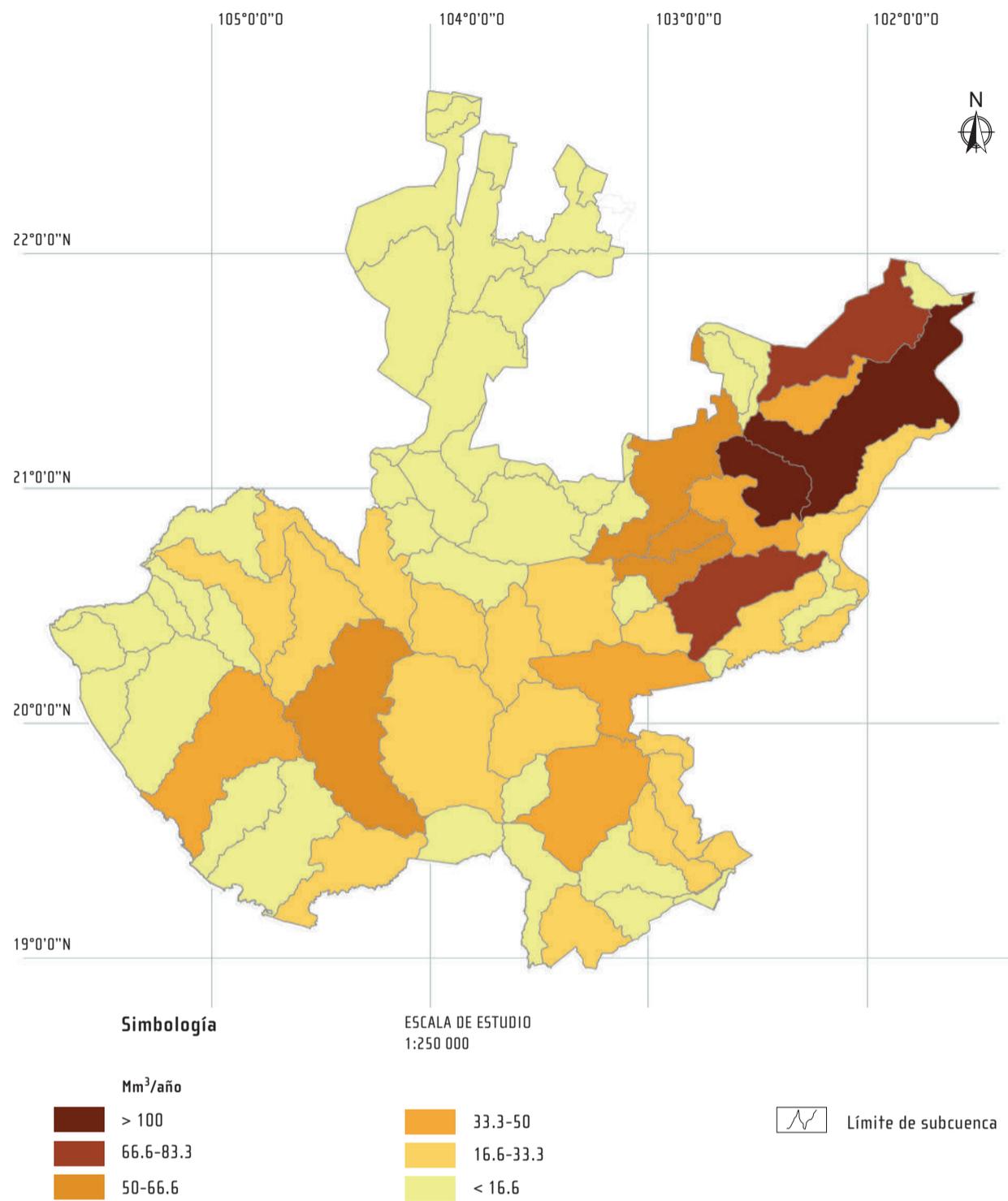


Figura 54.
Demanda de agua para riego agrícola en Jalisco.

Figura 55.
Demanda de agua para la ganadería de bovinos en Jalisco.



Esta situación se vuelve más crítica al analizar la demanda de agua por parte del sector ganadero.

En la figura anterior se identifica de nueva cuenta que la región de Los Altos es la de mayor demanda de agua para la ganadería, y por ser una zona de alto déficit hídrico tiene una condición de alta vulnerabilidad en cuanto a la producción de alimentos. Las subcuencas más vulnerables se ubican en los municipios de Jalostotitlán, San Juan de los Lagos, San Miguel el Alto, Lagos de Moreno, Ojuelos y Encarnación de Díaz.

La demanda de agua por parte de los asentamientos humanos se presenta en la figura 57.

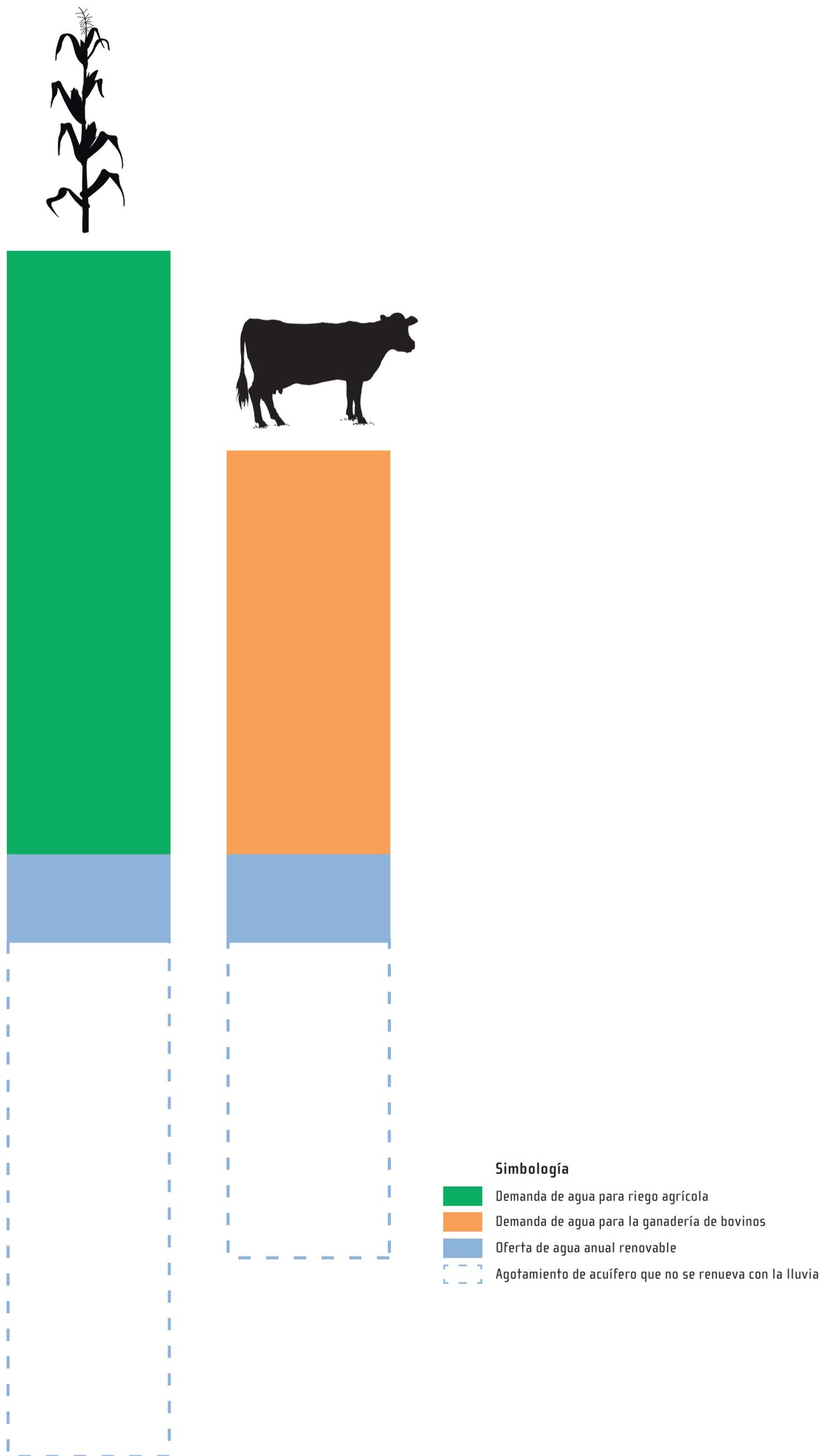


Figura 56.
Relación demanda/oferta de agua para la producción de alimentos en la región Altos Norte de Jalisco.

Simbología

- Demanda de agua para riego agrícola
- Demanda de agua para la ganadería de bovinos
- Oferta de agua anual renovable
- Agotamiento de acuífero que no se renueva con la lluvia

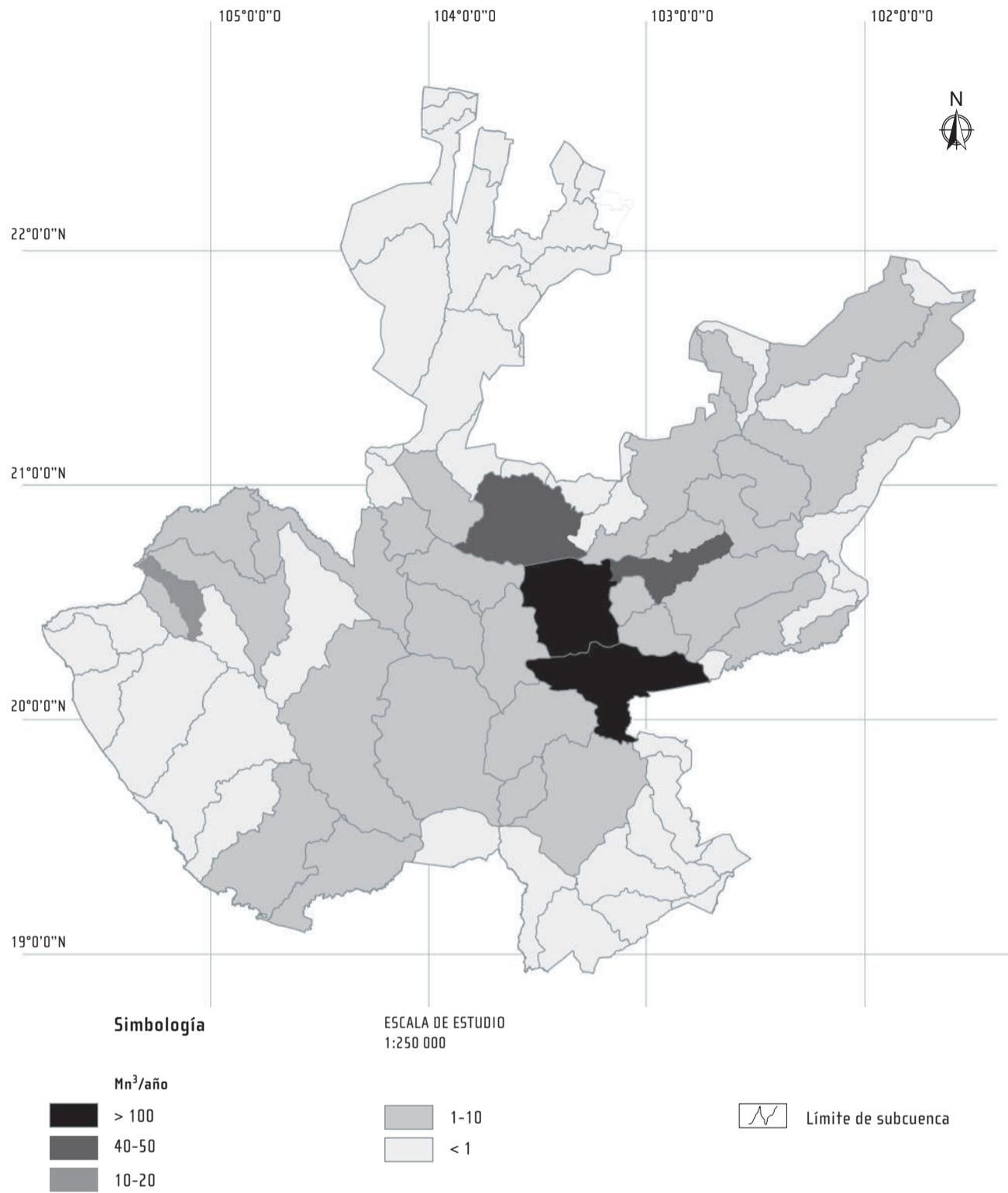


Figura 57.
*Demanda de agua
por las poblaciones humanas
en Jalisco.*

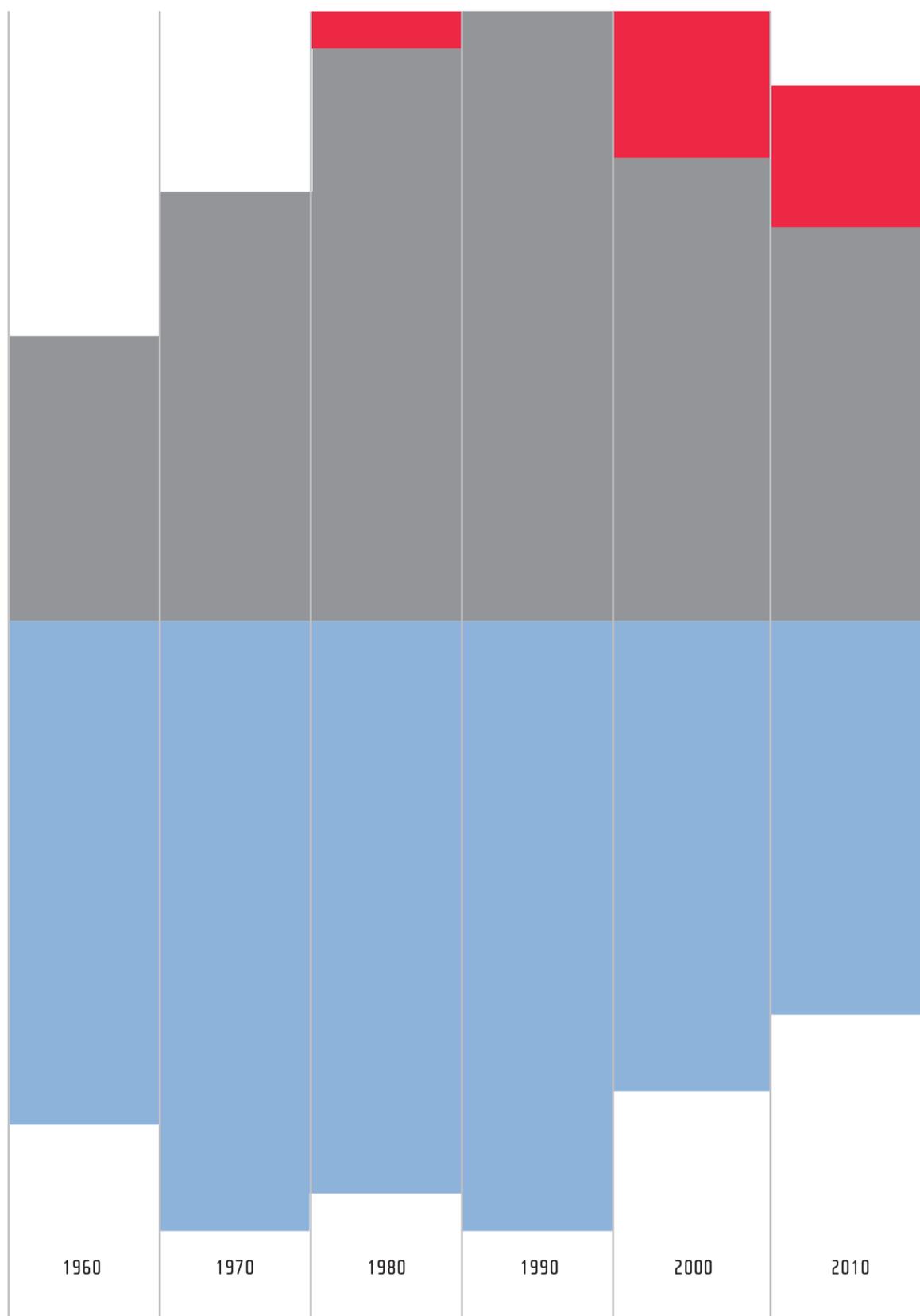


Figura 58.
Demanda/oferta y déficit de agua en el municipio de Guadalajara.

Simbología

-  Oferta de agua meteórica en Guadalajara
-  Demanda de agua de uso urbano en Guadalajara
-  Déficit de agua en Guadalajara

Síntoma 27. La zona metropolitana de Guadalajara demanda más agua que la que se renueva por la lluvia, lo que la coloca en condición de riesgo de sequía socioeconómica, misma que se agrava por los cambios de clima, la falta de superficies de infiltración y el incremento en los escurrimientos.

■ **Vulnerabilidad hídrica.** La presión al sistema hídrico por el exceso de demanda, produce una sequía socioeconómica. En otras palabras, la carencia de agua en el sitio no depende sólo de la precipitación, sino también de los niveles de consumo. En el caso de Jalisco, los principales usuarios del agua (sector agropecuario y consumo humano) han basado sus actividades en un esquema de alta demanda. El resultado de la relación demanda/oferta en las subcuencas se representa en la figura 59.

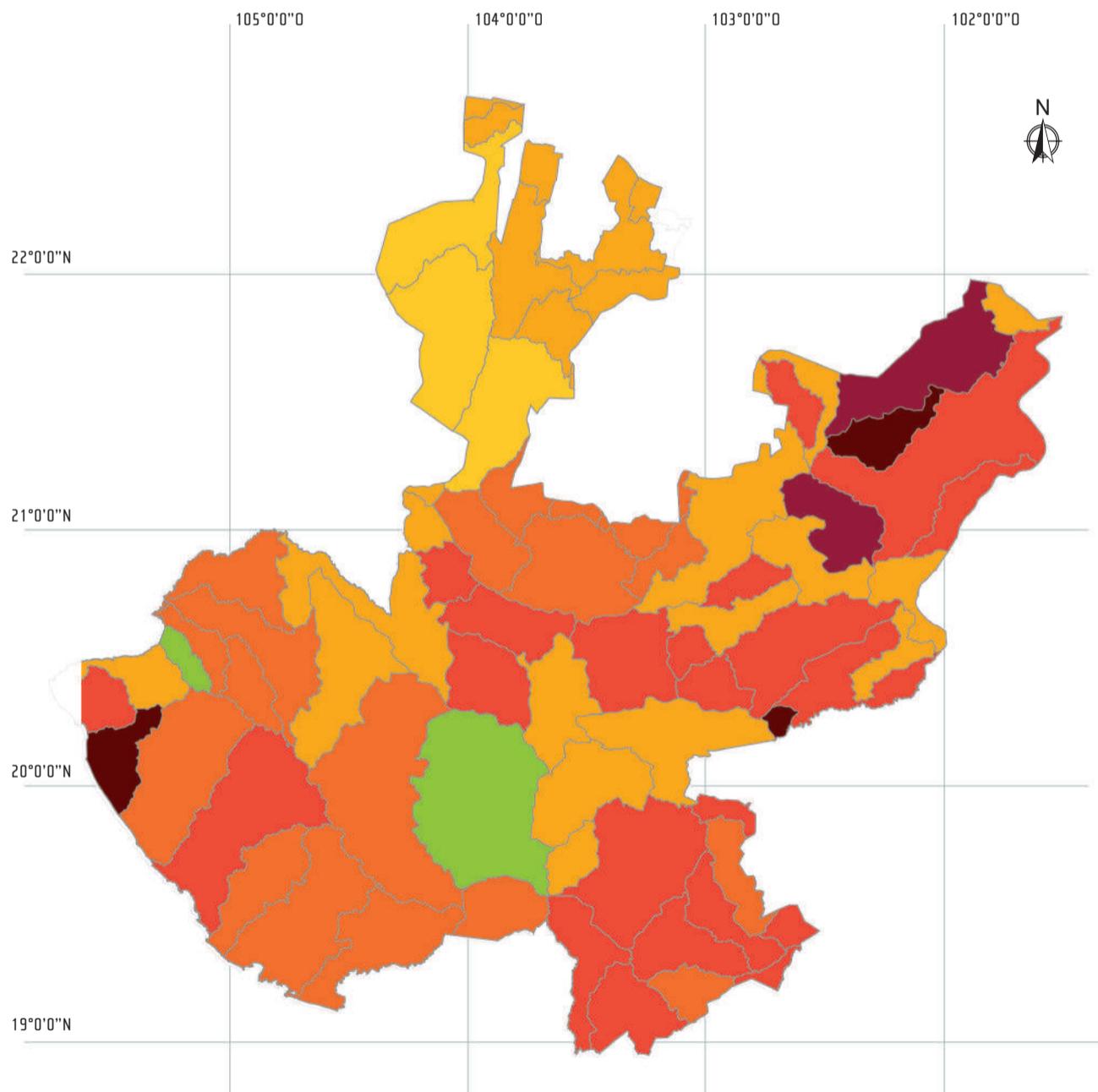


Figura 59.
Vulnerabilidad hídrica en subcuencas hidrográficas de Jalisco.

Simbología

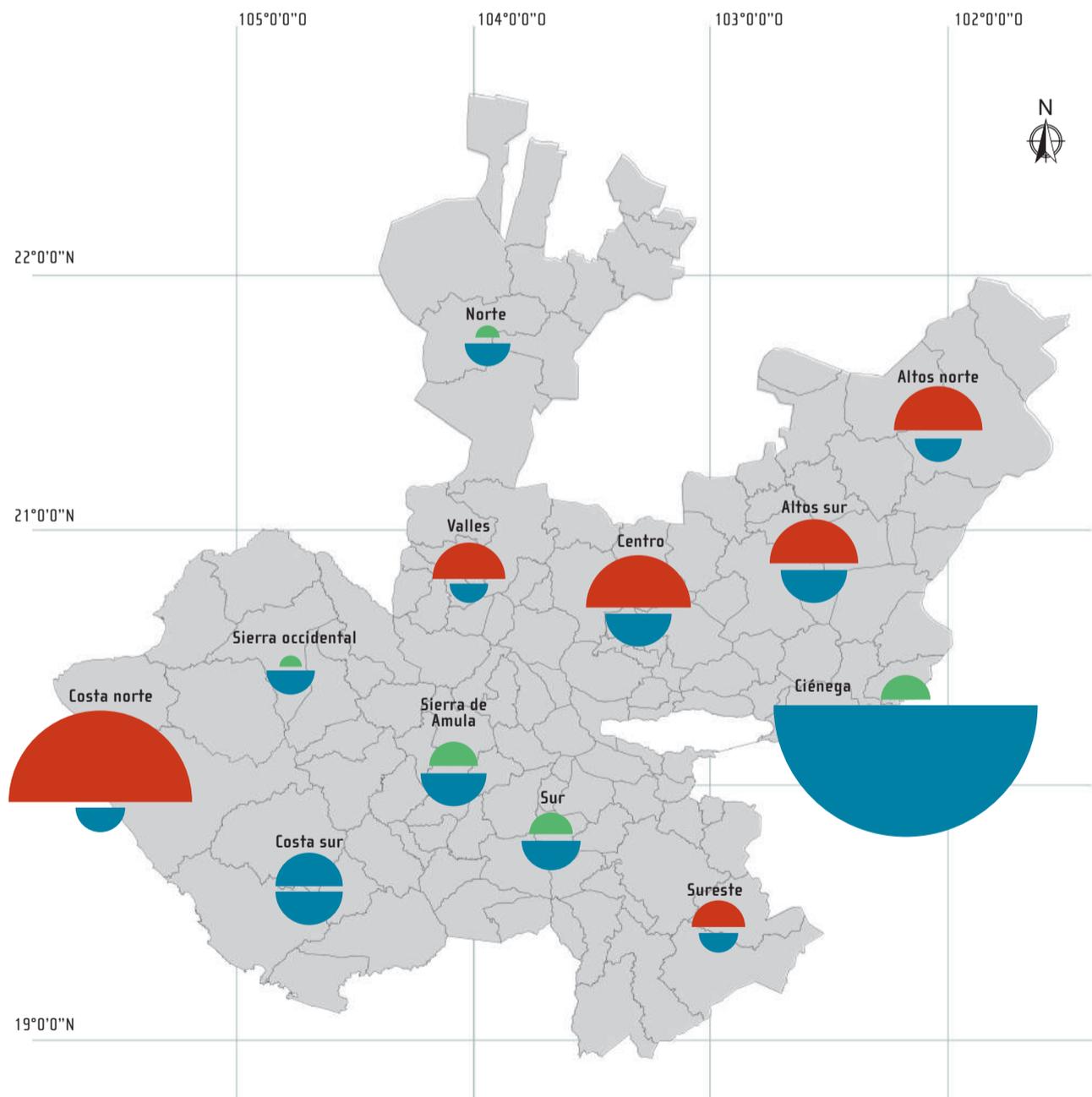
ESCALA DE ESTUDIO
1:250 000

Categoría de vulnerabilidad

- | | | |
|---|--|---|
|  8 Extrema |  5 Alta |  2 Baja |
|  7 Aguda |  4 Moderada |  1 Sin vulnerabilidad aparente |
|  6 Severa |  3 Leve |  Límite de subcuenca |

Síntoma 28. En la mitad de las regiones de Jalisco existe una demanda mayor de agua que la oferta existente, lo que coloca al estado en una condición de riesgo por sequía, que se incrementa con el cambio climático.

Los sectores que se desarrollan en las subcuencas hidrográficas con una vulnerabilidad severa, aguda y extrema, están excediendo la demanda respecto de la oferta disponible en cuerpos de agua superficiales y acuíferos. Por lo tanto, continuar con este esquema de extracción agotará las reservas hídricas, las que en otras condiciones permitirían al sistema resistir ante el peligro de sequía meteorológica ▶

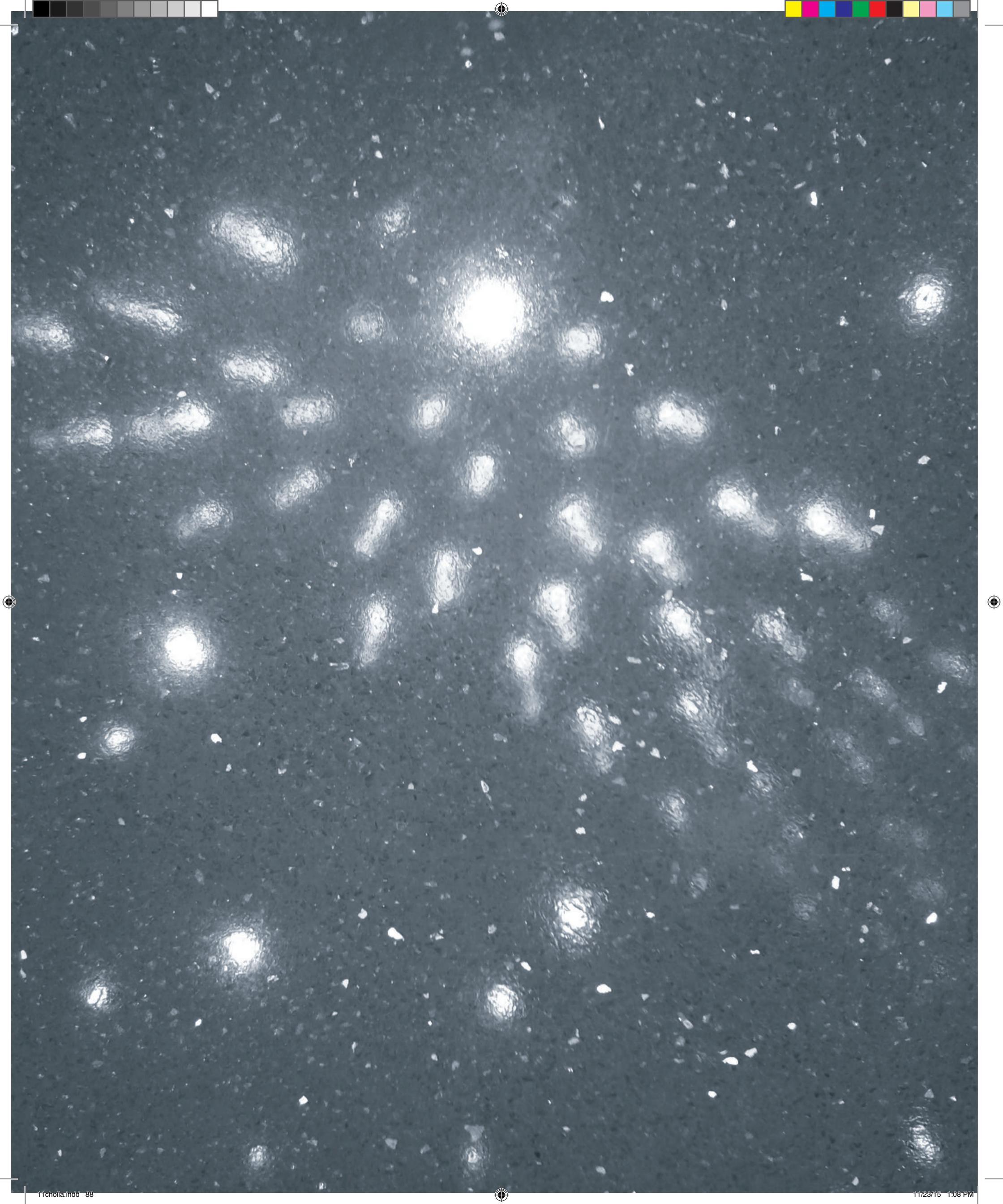


Simbología



 Límite municipal

Figura 60. Demanda/oferta de agua en las regiones de Jalisco.



CAPÍTULO 8

Los quehaceres para la adaptación ante un clima cambiante en Jalisco

Arturo Curiel Ballesteros

Silvia Lizette Ramos de Robles

María Guadalupe Garibay Chávez

Cualquier territorio se configura y se transforma en función del tipo de relaciones sociales que se establezcan entre los seres vivos que lo habitan y entre éstos y la naturaleza. De esta manera, si las relaciones sociales son de dominio y explotación de unos seres sobre otros y, en general, de los seres humanos sobre la naturaleza, lo que tendremos en abundancia serán evidencias de destrucción de la naturaleza y de una desvalorización (ética y moral) de la vida. De manera muy otra, si las relaciones entre los seres humanos y entre éstos y la naturaleza fueran de respeto y consideración, lo que tendríamos serían evidencias de conservación de la naturaleza en toda sus expresiones y una alta valorización de la vida y la dignidad de todos los seres vivos.

JORGE REGALADO (2014)

Las regiones prioritarias

A partir de los resultados de la evaluación de vulnerabilidad relacionada con los diversos usos del suelo en Jalisco, se presentan las 12 regiones de Jalisco ordenadas con base en una mayor probabilidad de sufrir daño ante los peligros de incremento de temperatura, intensidad de lluvia y sequía, que reclaman alta prioridad y urgencia de implementar programas de adaptación.

Una adaptación con resultados: la rendición de cuentas

Adaptarse al cambio climático es un llamado mundial desde 1992, cuando Naciones Unidas reconoce, en la Convención Marco sobre el Cambio Climático, que los cambios del clima de la Tierra y sus efectos adversos representan una preocupación común para la humanidad.

Uno de los principios considerados es que se deberían tomar medidas para prevenir, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos. Se plantea que cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, no debería utilizarse la falta de total certidumbre científica como razón para posponer acciones, tomando en cuenta que las políticas y medidas para hacer frente al cambio climático deberían ser eficaces en función de los costos, a fin de asegurar beneficios mundiales al menor costo posible. Para lograr eso, dichas políticas y medidas deberían tener en cuenta los distintos contextos socioeconómicos, ser integrales, incluir todas las fuentes, sumideros y depósitos pertinentes de gases de efecto invernadero y abarcar todos los sectores económicos.

La ONU considera que la adaptación se refiere a la adopción de políticas y prácticas para generar condiciones que permitan hacer frente a los efectos del cambio climático. Adaptación es reducción de vulnerabilidad y por ello es gestión de riesgo.

De manera más específica Naciones Unidas (United Nations, 2015) define la adaptación como el ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes, como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, para moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos.

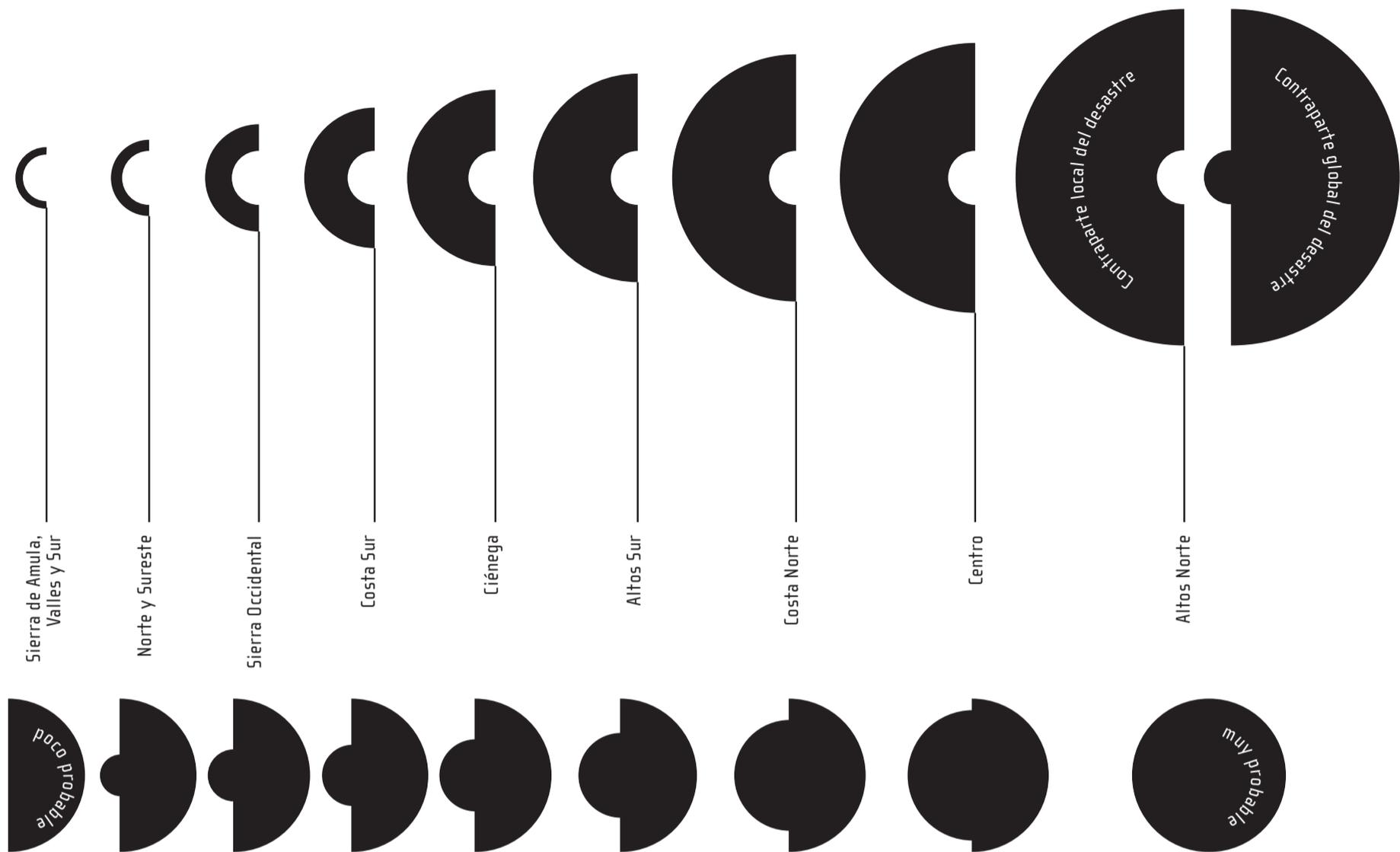


Figura 61.
Riesgo de sufrir daño a consecuencia del cambio climático en regiones administrativas de Jalisco.

Para Jalisco, los aspectos benéficos del cambio climático son muy escasos e inciertos; no obstante, los daños son mayores y continuarán en ascenso los niveles de amenaza, por lo que una política pública para la adaptación, que salvaguarde a población, lugares, actividades productivas y ecosistemas, resulta urgente desde ahora.

La gestión de resigo ante un clima cambiante demanda implementar el diseño de políticas públicas que partan de establecer las ideas centrales sobre la visión de la política, sus fines y propósitos, y delimiten instrumentos, actores y metas por lograr. Estos elementos constituyen la base para el diseño de las líneas de acción.

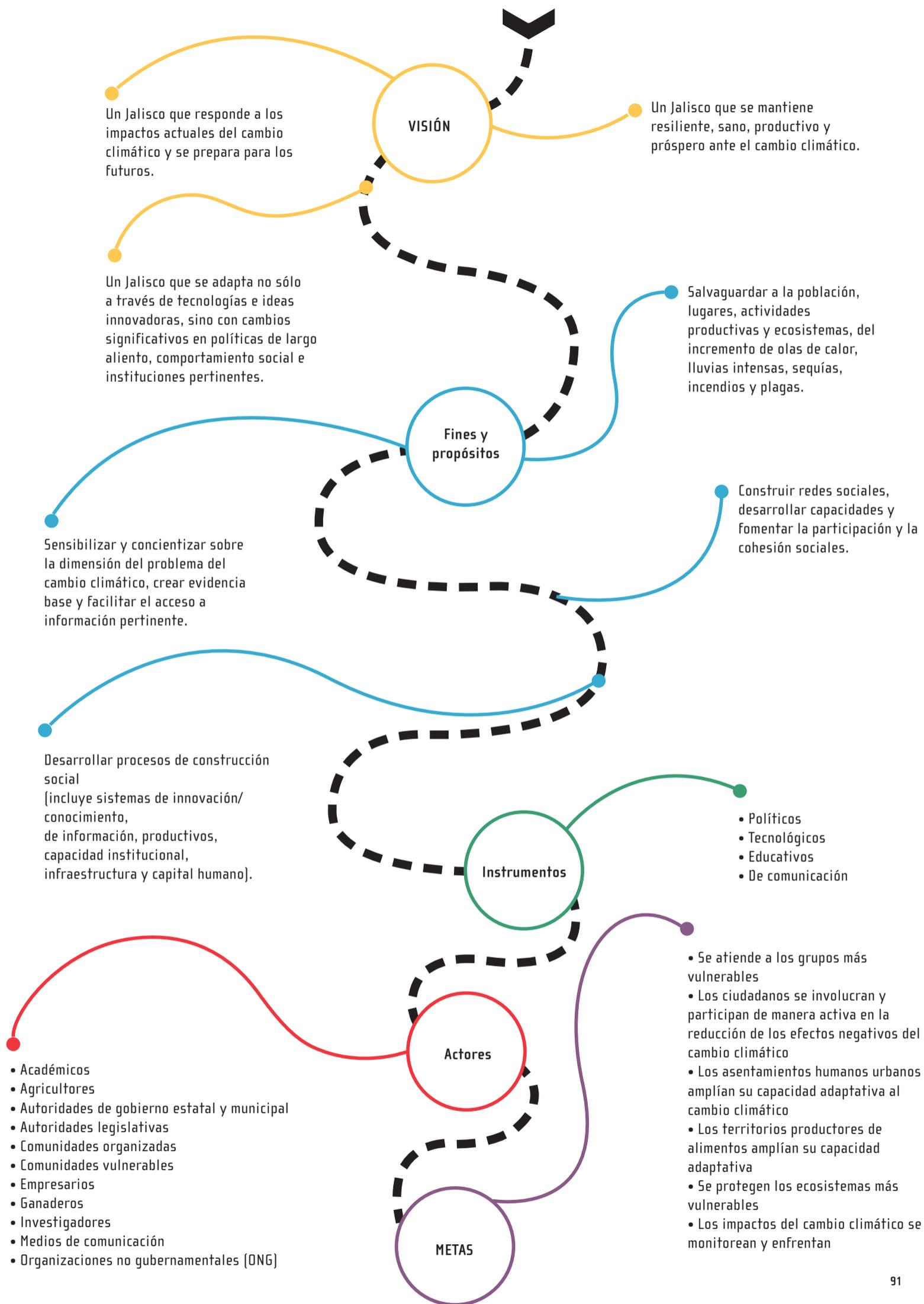


Figura 62. Ruta para el diseño de políticas públicas para la adaptación al cambio climático.

Las estrategias de adaptación ante los principales peligros

Para la selección de medidas de adaptación se desarrolló la ruta que se describe en la figura 62.

Una vez desarrolladas las líneas de acción para Jalisco, los resultados fueron los que se refieren en las siguientes páginas. Es pertinente mencionar que las acciones presentadas son las que respaldaron los grupos sociales responsables de ejecutarlas.

No se incluyen aquellas acciones que si bien tienen un gran potencial, no recibieron una respuesta favorable de priorización por parte de los actores. Por ejemplo, en el área de producción de alimentos, la importancia de las marcas colectivas para promover el consumo de los productos locales que reducirán su producción por cambio climático, si bien es una idea de alto potencial, no recibió el respaldo del sector gobierno y/o de los productores de alimentos, por lo que ideas como ésta no se incluyen.

Figura 63.

Amenazas, actores y criterios para la adaptación al cambio climático en Jalisco

Amenazas y sus manifestaciones

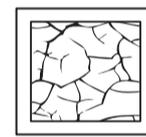
I. Identificación de las condiciones de amenaza del cambio climático presentes en Jalisco, así como de sus manifestaciones:



Incremento de temperatura



Incremento de lluvias intensas e inundaciones



Sequía meteorológica

Actores

II. Identificación de un listado posible de medidas de adaptación para Jalisco ante cada una de las amenazas, a partir de la realización de talleres con la participación de los siguientes actores:

- | | | |
|--------------|-------------|-------------------------------------|
| Académicos | Empresarios | Propietarios de terrenos forestales |
| Agricultores | Ganaderos | Propietarios de infraestructura |
| Jóvenes | Pescadores | |
| Sociedad | Gobierno | |

Criterios

III. Jerarquización de las medidas de adaptación por orden de prioridad e importancia, realizada por los actores antes mencionados.

Evaluación de medidas con base en los siguientes criterios:

- | | | |
|---------------|---------------------|--------------|
| Aceptabilidad | Efectividad | Motricidad |
| Viabilidad | Sustentabilidad | Cobeneficios |
| Costo | Tiempo al beneficio | |

A. Adaptación en los sectores de agricultura y ganadería

| Criterios que cumple | Desde el gobierno |
|----------------------|--|
| ○ ✓ ✱ ⌚ ✦ | Planeación y ordenación del territorio para proteger zonas óptimas para la producción de alimentos. |
| △ ✓ ⌚ ✦ | Establecimiento de áreas protegidas en parteaguas. |
| ⌚ ⌚ ✦ | Comunicación de riesgos por calor y sequía (alerta temprana). |
| ✓ ✱ | Evitar el establecimiento y crecimiento de tierras para cultivo y ganadería en zonas inundables y de sequía. |
| ✱ | Restauración de cuencas. |
| ✓ | Reúso de aguas grises. |
| ✱ | Establecimiento de áreas protegidas agropecuarias en zonas donde la producción es favorable y sostenible. |
| | Productores de alimentos |
| | Desde los ganaderos |
| ○ ⌚ ✱ △ | Plantación de árboles de sombra para el ganado. |
| ⌚ ✦ | Reducción de distancias de traslado del ganado (del lugar de ordeña al pastoreo y al agua). |
| ✱ | Evitar sobrepastoreo. |
| ✱ | Cambio de especies de ganado. |
| | Desde los ganaderos y agricultores |
| ✓ ⌚ ⌚ ✦ | Evitar el uso del fuego en terrenos agropecuarios. |
| △ ⌚ ✦ | Captación de agua de lluvia. |
| △ ⌚ | Cambio de especies vulnerables a otras que padezcan menos estrés calórico. |
| ⌚ ✦ | Aplicación de materia orgánica al suelo. |
| ⌚ | Seguro agropecuario. |
| ✓ | Implementación de un sistema de cooperativa de agricultores y ganaderos. |
| | Desde los agricultores |
| ✱ ⌚ ✦ | Acolchado de residuos vegetales sobre el suelo agrícola. |
| ⌚ ✱ ⌚ | Surcado al contorno (a nivel). |
| ✱ ⌚ ✦ | Labranza de conservación. |
| ⌚ ✦ | Diversificación de cultivos. |
| ⌚ ✦ | Abonos verdes. |
| ⌚ | Cultivos en invernadero. |
| ⌚ | Cultivar variedades vegetales de ciclo corto. |
| ⌚ | Cambio de fecha de siembra. |

B. Adaptación en los ecosistemas naturales

| Criterios que cumple | Desde el gobierno |
|----------------------|--|
| * △ ↻ ⌚ ❖ | Conservación de la conectividad de corredores de vida silvestre –reglamentos de uso del suelo. |
| ○ ↻ ❖ | Alfabetización ciudadana para conocer y valorar los servicios de los ecosistemas. |
| ✓ ↻ ❖ | Prescripción de uso del fuego. |
| * ↻ ❖ | Evitar fragmentación y establecimiento de límites en zonas de transición de vegetación–reglamento. |
| ↻ ❖ | Monitoreo en los límites de transición de ecotonos. |
| ↻ ❖ | Monitoreo y control de especies invasoras. |
| * ↻ | Protección de bosques en suelos de ladera (no cambio de uso del suelo). |
| ✓ * | Protección de humedales y de áreas de captación hídrica. |
| ↻ | Rehabilitación de espacios degradados. |
| * | Manejo integral de la cuenca. |
| △ | Restauración de manglares. |
| ○ | Protección de ecosistemas áridos y semiáridos. |
| ↻ | Formación de comités de emergencias. |
| ↻ | Monitoreo de desertificación (sus límites). |
| | Desde los propietarios de terrenos forestales |
| ✓ ↻ ↻ ❖ | Evitar incendios. |
| ○ ↻ ❖ | Manejo de la sucesión incorporando especies locales de mayor resistencia. |
| ↻ ❖ | Saneamiento forestal. |
| Ⓢ △ | Captación de agua de lluvia en el suelo. |
| Ⓢ △ | Reducción de evaporación de humedales mediante plantaciones de árboles de sombra en el perímetro. |
| * | Obras de conservación de suelos (terrazas). |
| Ⓢ | Acolchados de hojarasca. |
| * | Rehabilitación de suelos compactados. |
| ↻ | Rehabilitación de la conectividad de corredores silvestres. |

C. Adaptación en los socioecosistemas urbanos

| Criterios que cumple | Desde el gobierno |
|----------------------|--|
| * △ ↻ | Reglamentación de ventilación cruzada en toda infraestructura. |
| △ ↻ ❖ | Rehabilitación de la infraestructura natural –parques públicos y áreas naturales protegidas. |
| ↻ ❖ | Uso de energías renovables por vivienda –reglamento. |

| Criterios que cumple | |
|----------------------|---|
| | Desde el gobierno |
| ○ ✓ | Incremento de arbolado de sombra. |
| 🌀 ❖ | Limitación de la expansión urbana. |
| 🌀 ❖ | Establecimiento y conservación de parques públicos. |
| ✓ ❖ | Construcción de vasos reguladores. |
| ❖ △ | Recuperación de cauces urbanos. |
| 🕒 🌀 | Diseño e implementación del programa de cultura del agua. |
| 🕒 | Monitoreo de afectaciones a la salud por calor. |
| ❖ | Evitar construcción de viviendas en áreas con riesgo. |
| 🕒 | Mantenimiento de la red de drenaje. |
| ❖ | Ampliación de la red de drenaje. |
| ❖ | Construcción de barreras contra inundación. |
| ❖ | Limitar crecimiento urbano sobre áreas de alta infiltración. |
| ❖ | Restauración y conservación de cuencas. |
| 🕒 | Monitoreo y reparación de fugas de agua. |
| ○ | Captación de aguas pluviales y negras de manera diferenciada para su aprovechamiento. |
| ✓ | Saneamiento de agua contaminada para reciclarla. |
| | Desde los propietarios de vivienda |
| ❖ △ 🕒 | Habitaciones con ventilación cruzada. |
| ❖ 🕒 | Parasoles fuera de las ventanas de la habitación. |
| ❖ 🕒 | Aire acondicionado (fotovoltaico). |
| 💰 🕒 | Techos color blanco. |
| ○ ❖ | Construcción de vivienda por arriba del nivel máximo de inundación. |
| ❖ 🕒 | Conservar jardines para la absorción. |
| 💰 | Instalación de sanitarios de baja demanda de agua. |
| ○ | Captación de agua de lluvia. |
| 💰 | Abrir ventanas (con mosquitero). |
| | Desde la sociedad |
| 💰 ❖ 🌀 | Recolección de agua. |
| 💰 🕒 | Consumo de bebidas hidratantes. |
| 💰 🕒 | Regaderas con bajo consumo. |

D. Adaptación en el sector del turismo

| Criterios que cumple | Desde el gobierno |
|----------------------|--|
| ✓ △ ↻ | Incremento de árboles de sombra. |
| ○ ✓ | Eliminación de contaminación del agua en áreas turísticas. |
| ✓ ✱ | Vigilancia y ordenamiento. |
| ✓ ↻ | Establecimiento de un consejo consultivo turístico que unifique criterios y acciones y les dé seguimiento. |
| ✱ | Limitar crecimiento de infraestructura en áreas de inundaciones y humedales. |
| △ | Rehabilitación de zonas de captación con prácticas vegetativas. |
| ↻ | Pronóstico del tiempo y sistema de alerta temprana. |
| | Desde los propietarios |
| ✱ ↻ ✦ | Conservación de árboles sanos en zonas turísticas. |
| Ⓢ ↻ | Colocación de bebederos para uso de visitantes. |
| ✓ △ | Plantación de árboles de ecosistemas originales. |
| Ⓢ ↻ | Sustitución de bañeras por regaderas. |
| | Desde los empresarios |
| ○ Ⓢ ↻ | Calles limpias. |
| Ⓢ ✱ ↻ | Ahorro de agua en instalaciones turísticas. |
| ✓ ✱ | Mayor vigilancia y ordenamiento. |
| ✓ ○ | Reducción de la contaminación del agua. |
| ↻ | Diseño y desarrollo de programas de entrenamiento en adaptación del cambio climático. |
| Ⓢ | Capacitación del personal sobre qué hacer en caso de emergencia por ola de calor. |
| ↻ | Programas de entrenamiento en adaptación al cambio climático. |
| ✱ | Reciclaje de agua. |

E. Adaptación en el sector de infraestructura

| Criterios que cumple | Desde el gobierno |
|----------------------|--|
| ○ ✓ Ⓢ ✱ ↻ ↻ | Aplicación de reglamentos de construcción. |
| ○ ✱ △ ✦ | Inversión en infraestructura natural para evitar inundaciones e incremento de calor. |
| ○ ✓ ↻ | Señalética de emergencia. |
| ✱ △ | Protección de laderas. |
| ○ ✱ | Evitar el uso de fuego. |

| Criterios que cumple | Desde el gobierno |
|----------------------|--|
| ✓ ✱ | Establecimiento de zonas de amortiguamiento. |
| ✱ ↻ | Reducción de tiempo entre mantenimiento. |
| ✓ ✱ | Sistema de comunicación eficiente sobre daños a la infraestructura. |
| ○ ✱ | Equipamiento de emergencia. |
| ✓ ✱ | Monitoreo de cambio del clima, variabilidad climática y extremos e impacto en la infraestructura. |
| ✱ ↻ | Cambio en el diseño de infraestructura. |
| ○ ↻ | Incremento de atención a la infraestructura rural. |
| ✱ △ | Mantenimiento de red de drenaje natural. |
| ○ | Evitar exposición a la intemperie de personal de mantenimiento en periodos críticos de presencia de amenaza. |
| Ⓢ | Identificación de infraestructura crítica en condiciones de riesgo. |
| ✱ | Implementación de rutas alternativas. |
| ↻ | Relocalización de infraestructura vulnerable. |

.....

Síntoma 29. En Jalisco, la recuperación de la confianza en la planeación y en la acción reguladora del gobierno es una medida indispensable para la adaptación al cambio climático.

.....

Medidas para enfrentar el incremento de temperatura, lluvias y sequías en Jalisco

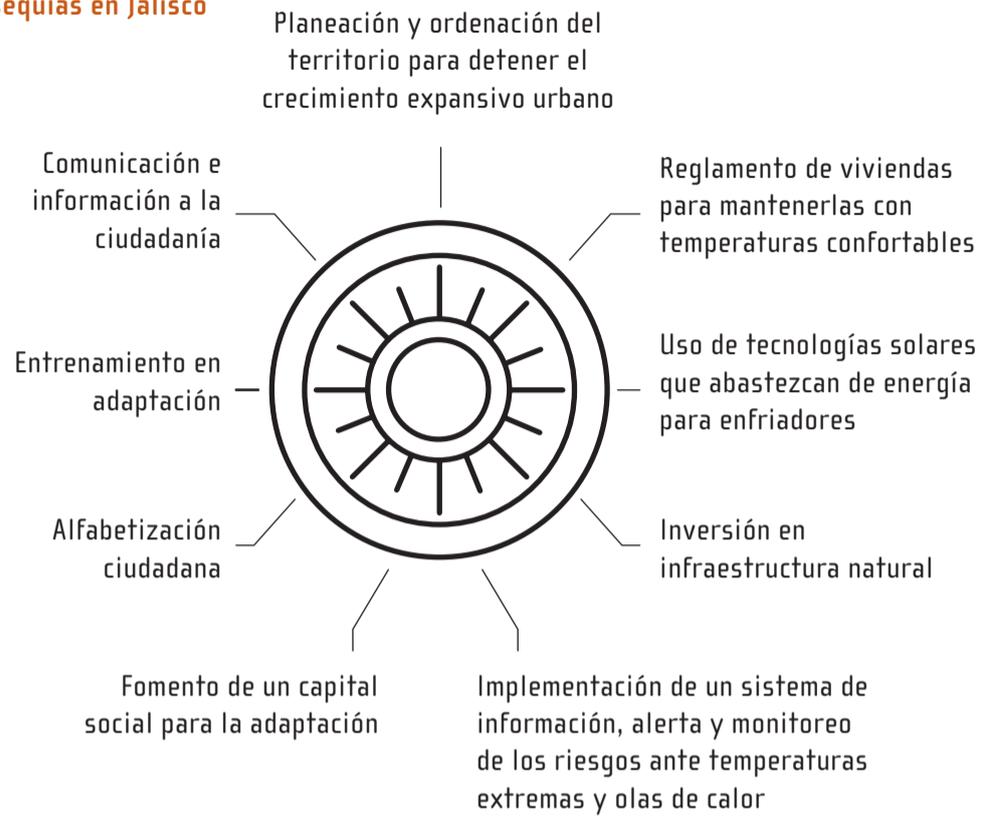


Figura 64.
Mejores medidas identificadas para enfrentar el incremento de temperatura en Jalisco.

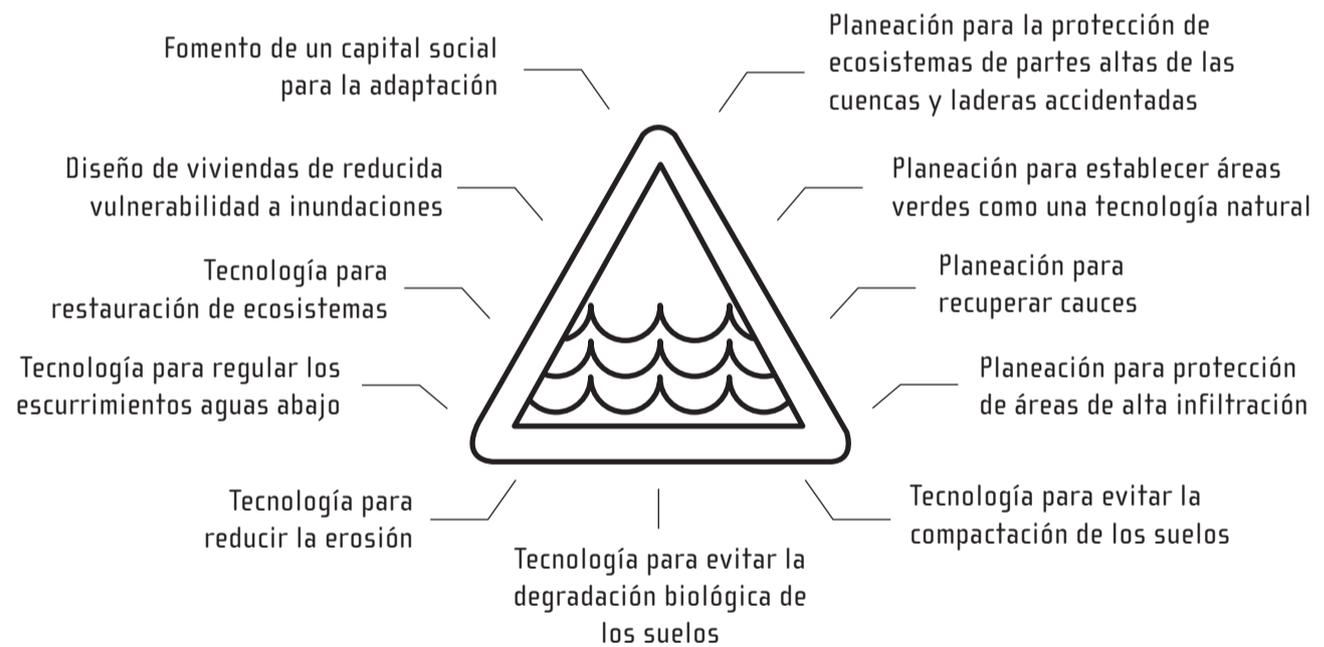


Figura 65.
Mejores medidas identificadas para enfrentar el incremento de lluvias intensas e inundaciones en Jalisco

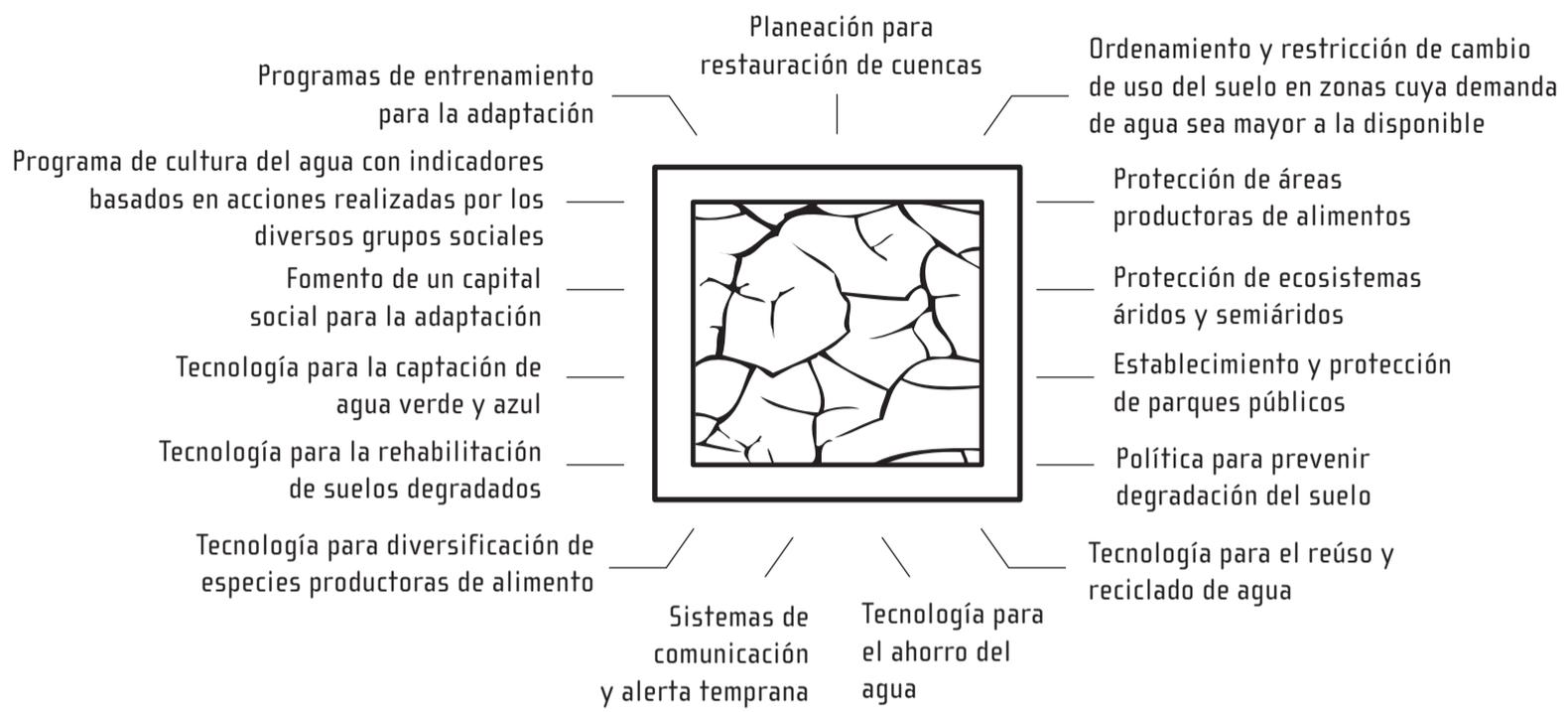


Figura 66.
Mejores medidas identificadas para enfrentar el impacto mayor de sequías en Jalisco.



CAPÍTULO 9

Estrategia de comunicación, cultura y alfabetización en materia de adaptación al clima cambiante

Silvia Lizette Ramos de Robles

Arturo Curiel Ballesteros

Observando los objetivos declarados de la civilización occidental y su pretensión de realizarlos, podríamos definir la cultura como un proceso de humanización, caracterizado por el esfuerzo colectivo por proteger la vida humana, por apaciguar la lucha por la existencia manteniéndola dentro de límites gobernables, por estabilizar una organización productiva de la sociedad, por desarrollar las facultades intelectuales del hombre, y por reducir y sublimar las agresiones, la violencia y la miseria.

HERBERT MARCUSE (1986)

Para realizar con éxito cualquier acción de adaptación al cambio climático, resulta indispensable implementar una estrategia de comunicación para sensibilizar y alfabetizar a la población y/o a las comunidades ante este problema que tiene dimensiones diferentes de otros percibidos por la sociedad, en parte por ser global y en parte por originar múltiples rutas de efectos. Dichas características lo han convertido en uno de los problemas de atención prioritaria dado que no obstante su gravedad, la capacidad adaptativa se ve disminuida cuando las personas no dimensionan sus consecuencias (la relativa percepción del riesgo del cambio climático), afectando la motivación para la actuación cuando prevalecen ideas como:

- Es poco lo que se puede hacer ante este problema mayúsculo.
- Hay otros problemas con mayor severidad, peligrosidad y urgencia.
- La baja probabilidad de que pase algo severo que exponga a la gente de manera directa.
- No hay experiencia personal que se tenga con situaciones de riesgo similares.
- Se acepta con mayor facilidad la abstracción del riesgo que la personalización del mismo: "Nunca me sucederá a mí". Si se considera que algo malo va a pasar, se cree que le ocurrirá a alguien más, pero no a la propia persona.
- La gente ignora la evidencia que es contraria a sus creencias. Aun cuando se le muestra evidencia explícita, rechaza la posibilidad de ocurrencia de un evento amenazante
- La gente realmente cree en sus habilidades para responder a desastres y suprime las medidas precautorias.
- Si una acción preventiva implica cambios estructurales en el estilo de vida, es rechazada o ignorada (Grothmann y Patt, 2005; Urbina, 2006; Nelson, 2007). De esta manera, uno de los patrones de ajuste más frecuentes consiste en no hacer nada y enfrentar las pérdidas. Esto tiene que cambiar.

Una estrategia de comunicación para la adaptación debe partir de reconocer que para el público, la adaptación no es una prioridad; el cambio de esta percepción representa el reto a lograr. En resumen, los intereses son hacia otros acuerdos, por ejemplo, seguridad hídrica y alimentaria, educación y salud pública. Al respecto, en 2014, ante la pregunta "¿Qué necesita para vivir bien?", 2,400 jaliscienses respondieron a la encuesta de Jalisco Cómo Vamos (2015) mencionando que lo que necesitan es dinero (21%) y trabajo remunerado (18%). El 14% mencionó salud, 2.4% terminar estudios y 1.3% alimentación diaria. Los problemas ambientales apenas llegaron a 1.1% cuando se respondió que para vivir bien se necesita seguridad en el acceso al agua.

Musings in color, 2013

60" de diámetro

Klari

© copyright Klari Art

www.klariart.com

Síntoma 30. En Jalisco, el cambio climático no es un problema percibido como prioritario, por lo que una estrategia de adaptación requiere un programa de alfabetización en el tema, así como implementar acciones para el fortalecimiento del capital social en el estado.

En función de esta complejidad planteamos que la comunicación para la adaptación tendría que verse desde varios temas, los que se esquematizan en la siguiente figura.

Dichos temas tienen varios objetivos y actores articulados alrededor de la estrategia.

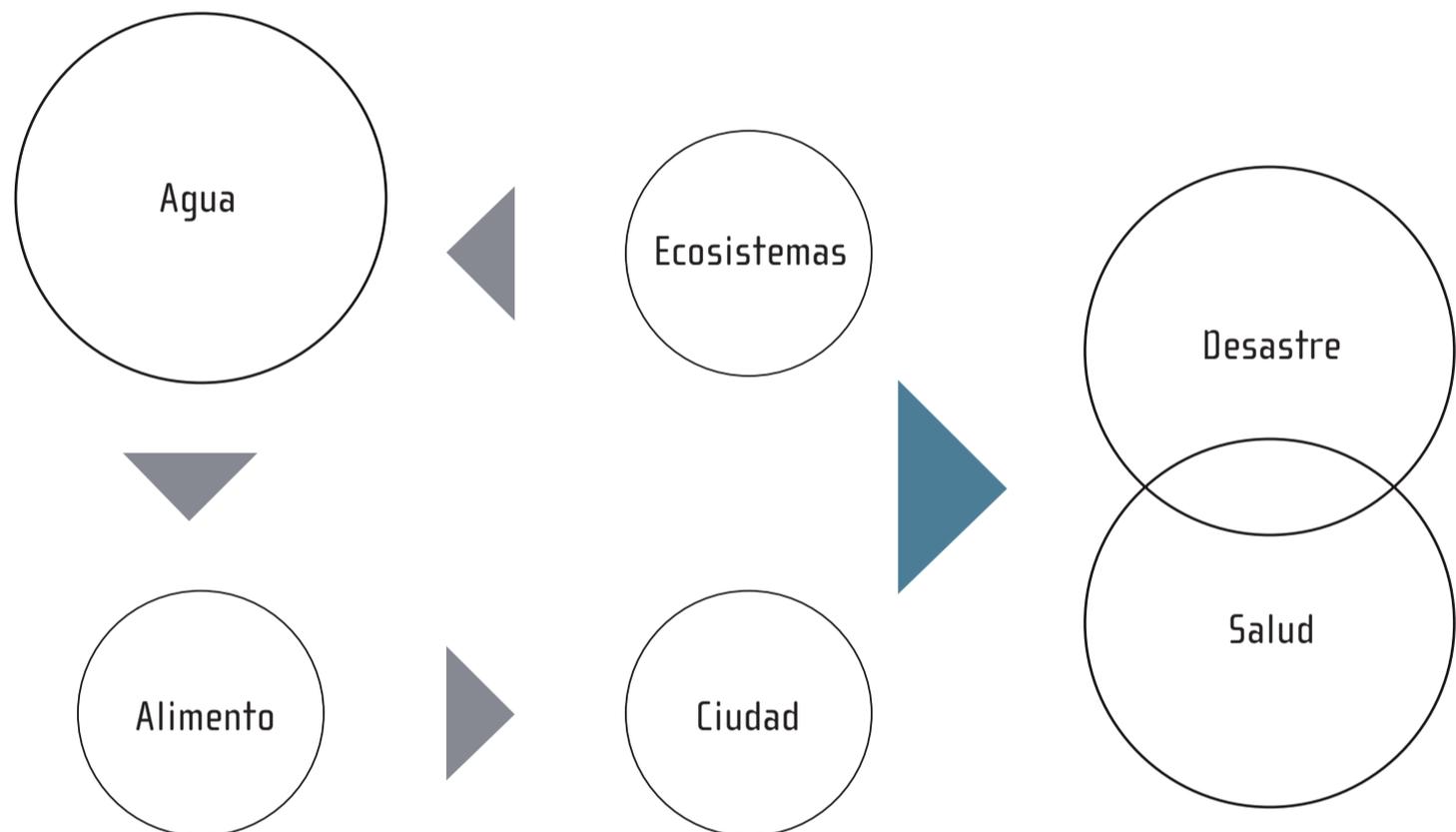


Figura 67.
Temas constituyentes de una estrategia de comunicación para la adaptación al cambio climático en Jalisco.

Pasos para planificar la comunicación

Análisis de la problemática en Jalisco y del rol de la comunicación

¿En qué tipo de localidad cree usted que el cambio climático tendrá mayores consecuencias negativas?

| Valoración ciudadana | Valoración de expertos |
|-----------------------|--|
| 70% grandes ciudades | 90% áreas agropecuarias de Altos Norte |
| 20% pequeños poblados | 80% grandes ciudades |

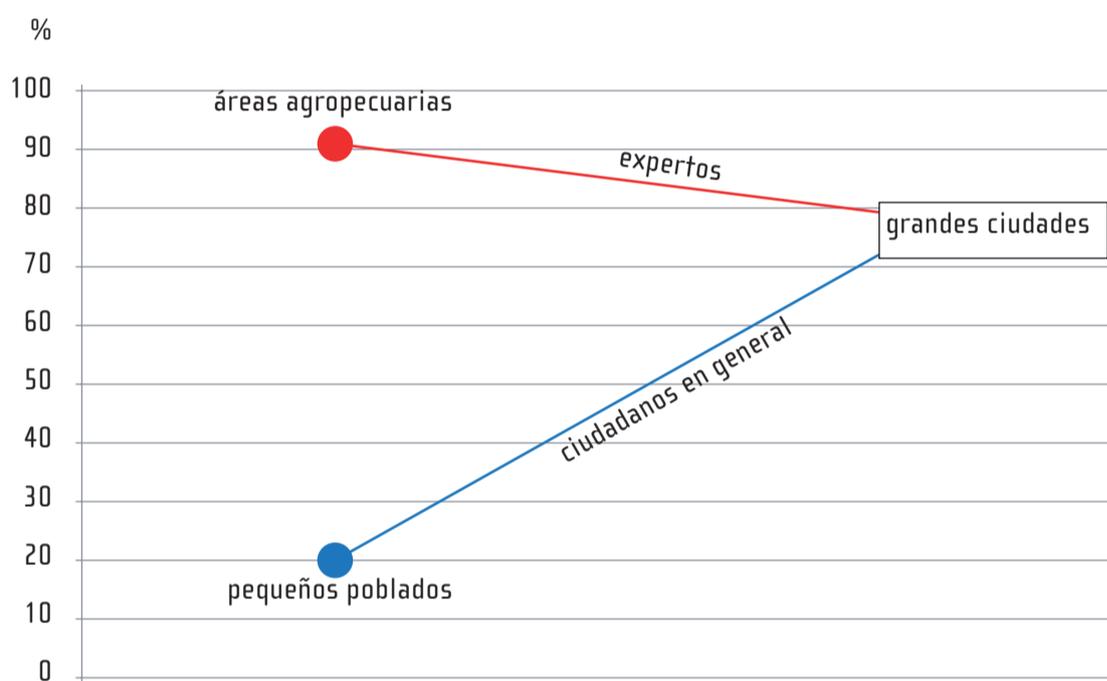


Figura 68. Percepción experta y ciudadana sobre las localidades en Jalisco donde el cambio climático tendrá mayores consecuencias.

.....

Síntoma 31. Los jaliscienses coinciden con los expertos, en que son las grandes ciudades donde se tendrán mayores consecuencias negativas del cambio climático; pero la ciudadanía no percibe el riesgo en las áreas productoras de alimentos.

.....

¿Cuáles considera que serán las principales consecuencias negativas del cambio climático?

| Valoración ciudadana | Valoración de expertos |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 39% aumento de la contaminación | 85% lluvias intensas |
| 20% cambio en la temperatura | 83% inundaciones |
| 12% falta de agua | 73% sequías más prolongadas |
| 5% sequías más prolongadas | 66% heladas |
| 9% desastres naturales | 60% olas de calor |
| 4% inundaciones | |

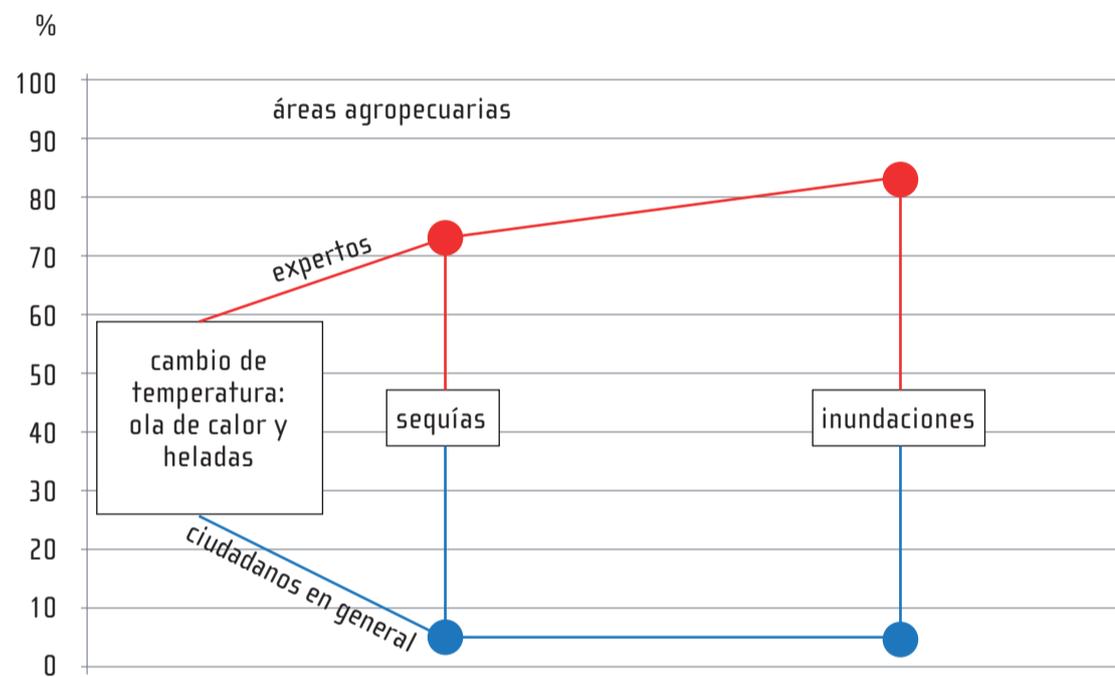


Figura 69. Percepción experta y ciudadana sobre las principales consecuencias negativas del cambio climático en Jalisco.

Síntoma 32. Los jaliscienses coinciden con los expertos, perciben que los cambios de temperatura son una consecuencia del clima cambiante; pero en el caso de sequías e inundaciones los ciudadanos no perciben lo que está sucediendo.

¿En qué formas el cambio climático le ha afectado?

| Valoración ciudadana | Valoración de expertos |
|---|---|
| 68% afectación por rayos UV | 31% enfermedades cardiovasculares |
| 64% enfermedades respiratorias más frecuentes | 20% enfermedades y trastorno neurológico |
| 57% afectación en los ojos | 16% asma y alergias respiratorias |
| 52% enfermedades estomacales | 16% ola de calor |
| 51% enfermedades de la piel | 14% enfermedades de transmisión alimentaria y nutrición |
| 49% escasez de agua o sequías | |
| 47% afectación por lluvias severas | |
| 40% inundaciones en la zona donde vive | |
| 39% mayores gastos de protección | |
| 27% desabasto de alimentos | |
| 2% mayor estrés | |

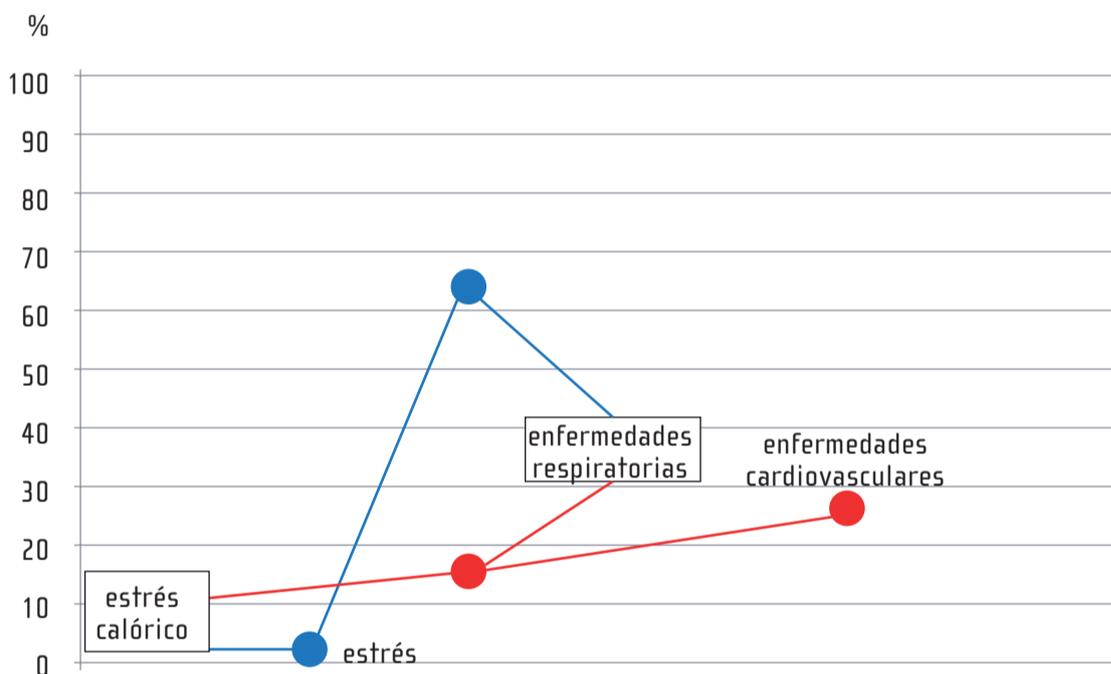


Figura 70. Percepción experta y ciudadana sobre las principales afectaciones ocasionadas por el cambio climático.

Síntoma 33. Los jaliscienses coinciden con los expertos, identifican que las enfermedades respiratorias son un efecto del clima cambiante; pero los ciudadanos no perciben los efectos en enfermedades cardiovasculares, que son las más relacionadas con los cambios de clima.

Ciclo de planificación de la comunicación

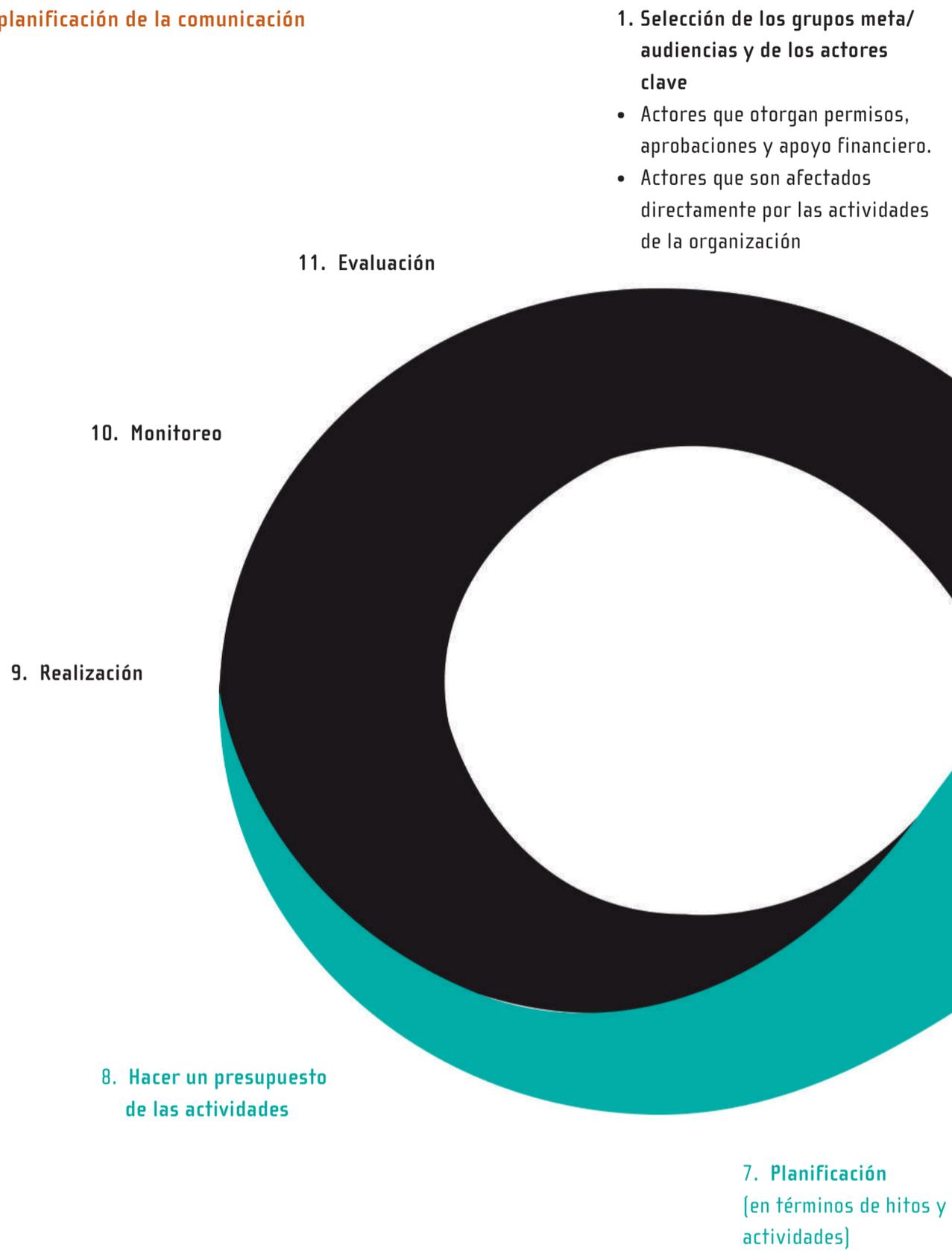


Figura 71.
Puntos clave en el ciclo de la planificación y realización de una estrategia de comunicación en materia de adaptación al cambio climático.

6. Organización de la comunicación e información para los socios

Formatos:

- Anuncio público
- Aplicaciones para telefonía móvil/sms

- Asamblea comunitaria
- Diarios y semanarios locales
- Discusión
- Documentales
- Grupos de discusión
- Publicaciones

- *Realities*
- Pósteres
- Redes sociales
- Talleres
- Teatro
- Videos

5. Selección de los medios de comunicación

- Comunicación interpersonal
- Impresos
- Internet

- Material digital
- Radio
- Telefonía móvil
- Televisión

4. Definición de los mensajes

- Cómo disminuir el cambio climático, 31%
- Cuáles son las causas del cambio climático, 17%
- Cómo reducir los efectos negativos del cambio climático, 14%
- Cuáles son las acciones individuales de prevención ante el cambio climático, 10%

3. Desarrollo de la estrategia y selección de socios:

- Académicos-científicos (19-51% de confianza)
- Apoyo extranjero
- Comunidades organizadas (16% de confianza)
- Gobierno (2% de confianza)
- Incubadoras de empresas
- Medios de comunicación (33% de confianza para televisión)
- ONG (39% de confianza)
- Pares extranjeros

2. Definición de los objetivos de la comunicación

- Acceso a información
- Cambio de comportamiento
- Cambio de política
- Construir redes sociales (redes informativas, redes de conocimiento, comunidades de práctica, redes de trabajo para el desarrollo de tareas, redes de trabajo para propósitos

específicos, redes para el cambio social, redes de generación de cambios)

- Crear capacidades
- Crear evidencia base
- Dar voz a grupos sociales
- Generación de ingresos por indicaciones geográficas
- Incrementar la resiliencia
- Participación ciudadana
- Sensibilización

Por último, es importante reconocer que los actores considerados indispensables para el desarrollo de las tareas para atender las consecuencias adversas del cambio climático se resisten a realizar algunas acciones. Por ejemplo, la mayoría de los productores de ganado vacuno y de los agricultores de maíz manifestaron no estar dispuestos a cambiar de especie. La población en su gran mayoría no acepta disminuir su consumo de carne de vacuno. Eso quiere decir que aun cuando son buenas medidas de adaptación, su adopción no sería a corto plazo, sino hasta que se brinde información de calidad y oportuna que aporte un conocimiento que sea capaz de incidir en la toma de conciencia y en la determinación de las acciones fundamentadas que conduzcan a su bienestar.

No obstante, urge iniciar medidas de adaptación dado que de lo contrario seguiríamos pagando los costos en vidas y patrimonio personal y social que se pierden año tras año. Estas medidas por instrumentar en el marco de políticas públicas deberán considerar tareas en educación con conocimiento de lo que sucede en el territorio donde se vive, se trabaja y se recrea. También, recuperar la confianza en la planeación efectiva del territorio para arribar a futuros con menos pérdidas que las actuales y con ganancias en calidad de vida y bienestar. Además del reemplazo y consumo de tecnologías innovadoras, seguras y efectivas, y la evaluación de lo hecho.

Una tarea, también indispensable, es desarrollar un programa de alfabetización sobre cambio climático. Esta demanda ha sido un llamado tanto internacional como local al reconocer que la educación es una de las principales estrategias para hacer frente a las consecuencias adversas del cambio climático. De acuerdo con la American Association for the Advancement of Science (2010), la alfabetización sobre cambio climático debe promover que los individuos: comprendan los principios esenciales del sistema climático de la Tierra, sepan cómo acceder y seleccionar información científica y confiable sobre el clima, tengan capacidad para comunicar ideas sobre el clima y el cambio climático de manera significativa, sean capaces de tomar decisiones informadas y responsables con respecto a las acciones que pueden afectar el clima.

En México (y en consecuencia en Jalisco), la implementación de procesos de educación en torno al cambio climático es una acción relativamente reciente y enfocada principalmente a las instituciones de educación formal (educación básica, media superior y superior); no obstante, gran parte de los grupos identificados como los más vulnerables en nuestro estado (ganaderos y agricultores) no están en procesos educativos formales y su grado de escolaridad se concentra principalmente en los niveles de educación primaria y secundaria.

Como ejemplo podemos comentar los resultados de un estudio diagnóstico en torno a la capacidad adaptativa de los productores de leche de vacuno en Los Altos de Jalisco, cuya edad promedio es de 51 años. El estudio muestra que la mayoría sólo terminó la primaria.

Las evidencias de cambio climático que más perciben son: cambio en el comportamiento de cultivos y animales, seguido de aumento de acontecimientos extremos (como la sequía) y aumento de la temperatura. No obstante, no tienen una clara idea de en qué consiste el cambio climático, de dónde surge y mucho menos de la relación que tiene con las actividades humanas (Barbosa, 2013).

Por otra parte, el diagnóstico permitió identificar que para los ganaderos no existe información específica sobre las relaciones y/o impactos del cambio climático con su actividad. La mitad de los entrevistados comentó que la poca información sobre cambio climático la ha escuchado principalmente en la televisión, que transmite para el público en general. De los entrevistados, 16.7% comentaron no haber escuchado información sobre cambio climático.

Existen indicios de la identificación del cambio climático a nivel local, pero la idea no está totalmente desarrollada. El 30% de los entrevistados dieron ejemplos específicos locales, sin embargo, 70% no hicieron comentarios sobre eventos locales que asocien al cambio de clima. Hace falta reforzar el conocimiento sobre las consecuencias a nivel local.

Dada la carencia de información específica y pertinente, las acciones de adaptación que están desarrollando son dispersas y su mayoría carece de fundamentos científicos, por lo tanto muchas no resultan exitosas.

Casos como éstos son frecuentes en nuestro estado; es decir, gran parte de grupos o comunidades afectadas por el cambio climático suman un grado más de vulnerabilidad al no contar con la alfabetización necesaria sobre el tema, que les permita tomar medidas de adaptación pertinentes.

Por otra parte, para el caso de los procesos de educación formal, reconocemos que los temas relacionados con el cambio climático forman parte de los propósitos de la alfabetización científica y curricularmente en educación básica se abordan dentro de asignaturas como: exploración de la naturaleza y la sociedad, ciencias naturales, geografía y ciencias. No obstante, parece que aún no se logran sus propósitos en torno a la alfabetización científica, dado que el desempeño de los niños y jóvenes tanto de Jalisco como de México no es bueno.

Una de las evaluaciones que nos permiten analizar el grado de alfabetización científica de los jóvenes es el examen internacional diseñado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) denominado PISA², el cual se aplica a estudiantes de 15 años de edad, que para el caso de México están en el último grado de secundaria o en el primero del bachillerato aproximadamente. Esta evaluación dedica uno de sus ámbitos a la ciencia, es decir, a valorar las competencias científicas de los jóvenes en torno a temas como: salud, recursos naturales, medio ambiente, riesgos y fronteras de la ciencia y la tecnología. En este sentido y dada la relación tan cercana entre dicho temas y el cambio climático, los resultados de la evaluación permiten un acercamiento al grado de alfabetización en torno al cambio climático.

Los reactivos de dichos exámenes evalúan competencias de los jóvenes en la resolución de problemas, y su desempeño se mide por niveles, siendo el nivel 0 el menor y el 6 el mayor. Los estudiantes ubicados en nivel 6 (más de 707 puntos) pueden identificar, explicar y aplicar el conocimiento científico de manera consistente en diversas situaciones complejas de la vida real. Relacionan distintas fuentes de información y explicación, y utilizan evidencias provenientes de esas fuentes para justificar sus decisiones. Son capaces de demostrar clara y consistentemente un pensamiento y un razonamiento científico avanzado, y demuestran disposición para usar su comprensión en la solución de situaciones científicas y tecnológicas inusuales. Utilizan el conocimiento científico y desarrollan argumentos que sustentan recomendaciones y decisiones centradas en contextos personales, sociales o globales.

Estas competencias disminuyen conforme a cada nivel hasta llegar al nivel 1 (de 335 a 409 puntos); los estudiantes cuyos resultados corresponden a este nivel tienen un conocimiento científico tan limitado que sólo puede ser aplicado a unas pocas situaciones familiares. Los estudiantes que obtuvieron un puntaje que los sitúa por debajo del nivel 1 son incapaces de realizar el tipo de tarea más básico que busca medir PISA.

Los resultados de la prueba PISA ponen en evidencia que los jóvenes de Jalisco tienen un nivel de desempeño muy bajo, ya que en la evaluación del 2012 37% de estudiantes se concentraron en los niveles 0 y 1, 39% en el nivel 2, 20% en el nivel 3 y sólo 4% alcanzaron el nivel 4 (que es el considerado como mínimo deseable); los niveles 5 y 6 les fueron inalcanzables. Esta situación pone en evidencia que las competencias científicas de los jóvenes sólo pueden ser aplicadas en pocas situaciones conocidas de la vida cotidiana.

En función de estos resultados concluimos que, no obstante que el cambio climático es un tema que forma parte de la alfabetización científica y que aparece como contenido de estudio en la educación básica, sus resultados no son los esperados. En consecuencia, consideramos necesario atender el problema mediante varias estrategias:

- Un análisis curricular que permita valorar la congruencia y el peso que dentro de los planes de estudio oficiales se le está dando a dicha temática.
- Las maneras como se trabaja en el aula.
- Los posibles apoyos extracurriculares que permitan fortalecer su estudio a través de experiencias didácticas y/o talleres específicos para la población jalisciense que cursa la educación básica.
- Experiencias potencialmente alfabetizadoras en las que los estudiantes perciban de manera directa las implicaciones del cambio climático en su vida cotidiana y tengan la capacidad de tomar decisiones fundamentadas científicamente tanto para mitigarlo como para la adaptación a él.
- Una educación basada en el lugar y la comunidad, en la que el entorno natural y social sea el punto clave para el diseño de las situaciones de enseñanza y de aprendizaje.
- Cursos que puedan ser implementados en los centros escolares o fuera de ellos, en territorios tipo, donde se identifiquen de manera directa las evidencias del cambio climático a nivel local.

Tanto los procesos de educación formal como los de no formal e informal comparten la finalidad de contribuir a que los individuos se desarrollen de manera integral y aumenten su calidad de vida a partir de un mejor desempeño en la sociedad en la que viven. En este sentido, la educación enfocada al cambio climático deberá ayudar a que los individuos identifiquen de manera clara y práctica tanto sus manifestaciones como sus consecuencias dentro de la vida cotidiana, y contribuir a que actúen de manera eficiente y fundamentada.

² Programme for International Students Assessment.

En este sentido y de acuerdo con la investigación realizada en este campo, así como con las recomendaciones de la National Science Teachers Association (2007), los procesos cuya finalidad gire en torno a la alfabetización en cambio climático deben considerar las siguientes situaciones:

- Partir de los intereses y curiosidades de quienes aprenden (niños, adolescentes, adultos), y de sus actividades cotidianas. Vincular los contenidos abordados y las actividades de los sujetos que aprenden.
- Implementar un abordaje interdisciplinario y no sólo limitado a principios físicos, químicos y biológicos, sino a las implicaciones de corte cultural, económico y social que tiene el tema.
- Realizar abordajes globales y locales para analizar síntomas y evidencias en los diferentes contextos.
- Llevar a cabo actividades prácticas y directas en los sitios afectados. Analizar datos y evidencias observables de los problemas. No limitarse a lo teórico.
- Diseñar y efectuar estudios socialmente pertinentes.

Para el desarrollo de cualquier programa de alfabetización siempre es necesario un diagnóstico en torno a los conocimientos y/o ideas del grupo destino, ya que sin ello la efectividad del programa puede disminuir o bien, no tener el éxito esperado. Por tanto, antes de diseñar cualquier temario es indispensable hacer un sondeo de ideas previas, experiencias y conocimientos. Esto será un paso indispensable para determinar la pertinencia y eficacia de las acciones alfabetizadoras.

Sería un error hacer un listado de temas o actividades a partir de hipótesis imaginarias sobre lo que saben o no saben, así como de las situaciones que para ellos son potencialmente alfabetizadoras ▶

REFERENCIAS

Capítulo 1

- EM-DAT International Disaster Database, Center for Research on the Epidemiology of Disasters, University of Louvain (2015). *Top 10 most important drought disasters for the period 1900 to 2014 sorted by economic damage costs at the country level*. Obtenido de: http://www.emdat.be/result-disaster-profiles?disgroup=natural&period=1900%242014&dis_type=Drought&Submit=Display+Disaster+Profile.
- Gordon, C.J. (2005). *Temperature and toxicology; an integrative, comparative, and environmental approach*. Boca Ratón: CRC Press Taylor & Francis.
- Heinlein, R.A. (1973). *Time enough for love*. Nueva York: Putnam's Sons.
- Hoekstra, A.Y. y Mekonnen, M.M. (2012). The water footprint of humanity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109 (9), pp. 3232-3237. DOI:10.1073/pnas.1109936109.
- International Research Institute for Climate and Society –IRI– Climate Monitoring (2014). *Monthly precipitation anomaly*. Obtenido de: <http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Global/Precipitation/Anomaly.html?T=Sep%202013>.
- Mekonnen, M.M. y Hoekstra, A.Y. (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15 (3), pp. 401-415. DOI: 10.1007/s10021-011-9517-8.
- NASA (enero de 2013). *NASA Finds 2012 Sustained Long-Term Climate Warming Trend* (publicación núm. 13-021). Obtenido de: <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/2012-temps.html>.
- NASA (2012). *Blue marble* [fotografía]. Obtenida de https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_2159.html.
- NASA Earth Observations (2006). *Land surface temperature anomaly [day] (1 month)*. Obtenido de: http://neo.sci.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=MOD_LSTAD_M&date=2005-12-31.
- NASA Earth Observations (2005). *Land surface temperature anomaly [day] (1 day)*. Obtenido de: http://neo.sci.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=MOD_LSTAD_D&date=2005-12-01.
- NOAA National Climatic Data Center (2015a). *Global surface temperature anomalies*. Obtenido de: <http://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/faq/anomalies.php>.
- NOAA National Climatic Data Center (2015b). *Climate at a glance*. Obtenido de: http://www.ncdc.noaa.gov/cag/time-series/global/globe/land_ocean/ytd/2/1880-2015.
- NOAA Office of Satellite and Product Operations (2013). *Operational SST anomaly charts for the year 2013*. Obtenido de: <http://www.ospo.noaa.gov/data/sst/anomaly/2013/anomp.8.12.2013.gif>.
- NOAA National Climatic Data Center (2012). *North American Drought Monitor*. Obtenido de: <http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/nadm/maps/>.
- Romo, P. (4 de noviembre de 2011). Ganadería en Jalisco, afectada por sequía. *El Economista*. Obtenido de: <http://eleconomista.com.mx/estados/2011/11/04/ganaderia-jalisco-afectada-sequia>.
- Sagarpa (2011). Asegura Sagarpa que aumentan daños por sequía en el agro de Jalisco. *El Informador*. Obtenido de: <http://www.informador.com.mx/jalisco/2011/321041/6/asegura-sagarpa-que-aumentan-danos-por-sequia-en-el-agro-de-jalisco.htm>.
- Servicio Meteorológico Nacional (2015). *Reporte del clima en México. Reporte anual 2014*. México, D.F.: Conagua.
- Servicio Meteorológico Nacional (2012). *Reporte del clima en México. Reporte anual 2011*. México, D.F.: Conagua.
- Webster, P. (noviembre de 1994). The role of hydrological processes in ocean-atmosphere interaction. *Reviews of Geophysics*, 32 (4), pp. 427-476.
- West, J.W. (enero de 2014). *Managing and feeding lactating cows in hot weather* (Bulletin 956 University of Georgia UGA Extension). Obtenido de: <http://extension.uga.edu/publications/detail.cfm?number=B956>.
- Wilhite, D.A. y Buchanan-Smith, M. (2005). Drought as hazard: understanding the natural and social context. En D.A. Wilhite (Ed.), *Drought and water crises; science, technology, and management issues* (pp. 3-32). Boca Ratón: Taylor & Francis.
- Ziska, L.A. (2011). Climate change, carbon dioxide and global crop production: food security and uncertainty. En: A. Dinar y R. Mendelsohn (Eds.), *Handbook on climate change and agriculture* (pp. 9-31). Northampton: Edward Elgar.

Capítulo 2

- Agencia Europea de Medio Ambiente (abril de 2011). *Acerca de los escenarios y los estudios de previsión*. Obtenido de: <http://www.eea.europa.eu/es/themes/scenarios/about-scenarios-and-forward-studies>.

- Alcocer, M., Ramírez, H.U., Curiel, A., Aguilar, O. y Solís, A. (2014). *Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) del estado de Jalisco*. Guadalajara: Universidad Autónoma de Guadalajara.
- Arrhenius, S. (1896). On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 41 (5), pp. 237-276.
- Bas, E. (2008). *Prospectiva; cómo usar el pensamiento sobre el futuro*. Barcelona: Ariel.
- Cavazos, T., Salinas, J. A., Martínez, B., Colorado, G., de Grau, P., Prieto González, R., Conde Álvarez, A. C., Quintanar Isaías, A., Santana Sepúlveda, J. S., Romero Centeno, R., Maya Magaña, M. E., Rosario de la Cruz, J. G., Ayala Enríquez, Ma. del R., Carrillo Tlazazanatza, H., Santiesteban, O. y Bravo, M. E. (2013). *Actualización de escenarios de cambio climático para México como parte de los productos de la quinta comunicación nacional*. Informe final del proyecto al INECC. México: INECC. Con resultados disponibles en: <http://escenarios.inecc.gob.mx/index2.html>.
- Davydova, V. (2011). Circulación general de la atmósfera. En: *Curso de Climatología Aplicada a la Salud Ambiental*, Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental, CUCBA, Universidad de Guadalajara.
- Dubos, R. (1981). *Celebrations of life*. Nueva York: McGraw-Hill
- Gershunov, A. y Barnett, T. (1998). Interdecadal modulation of ENSO teleconnections. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 79, pp. 2715-2726.
- INE (2012). *El cambio climático en México; información por estado y sector*. Obtenido de: http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_jalisco.html.
- INECC (2015). *Escenarios*. Obtenido de: <http://escenarios.inecc.gob.mx/>.
- IPCC (2014). *Climate change 2014: synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Ginebra: IPCC.
- IPCC (2007a). *Cambio climático 2007, base de ciencia física*. Contribución del Grupo de Trabajo I al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. Nueva York: Cambridge University Press.
- IPCC (2007b). *Cambio climático 2007: informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra: IPCC.
- IPCC (2000). *IPCC Special Report Emissions Scenarios*. A special report of IPCC Working Group III. Ginebra: IPCC.
- Naciones Unidas (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Obtenido de: http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/la_convencion/items/6196.php.
- Naciones Unidas (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Obtenido de: http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/la_convencion/items/6196.php.
- UNEP (2012). *The Emissions Gap Report 2012*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- Washington University (2015). *The Pacific Decadal Oscillation (PDO)*. Obtenido de: <http://research.jisao.washington.edu/pdo/>
- ### Capítulo 3
- Alexander, D.E. (1993). *Natural disasters*. Londres: UCL Press.
- Barbosa Carmona, X. (2013). *Análisis de la capacidad adaptativa al cambio climático del sector productor de leche en Encarnación de Díaz y diseño de una estrategia de comunicación*. Tesis de Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental, Universidad de Guadalajara.
- Cardona, O.D. y Sarmiento, J.P. (1989). *Análisis de vulnerabilidad y evaluación del riesgo para la salud de una población expuesta a desastres*. Bogotá: Cruz Roja Colombiana.
- Chand, P.K. y Murthy, P. (2008). Climate change and mental health. En: WHO South-East Asia Region, *Regional Health Forum; Special Issue on World Health Day 2008 theme: Protecting Health from Climate Change*. Nueva Delhi: WHO.
- Comisión Estatal del Agua Jalisco (2013). *Resultados del monitoreo de calidad del agua del Río Santiago*. Obtenido de: http://www.ceajalisco.gob.mx/notas/resultados_monitoreo.html.
- Conafor (2013). Reporte semanal de resultados de incendios forestales del 1 de enero al 26 de diciembre de 2013. Obtenido de: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/10/4215Reporte%20Semanal%202013%20-%20Incendios%20Forestales.pdf>.
- Cortés, M.A. (2013). *Estudio de valores, 1997-2012*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Curiel, A. (1997). Evaluación de riesgos. En: G. Garibay (Comp.), *La salud ambiental; retos y perspectivas hacia el siglo XXI* (pp.43-64). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Datos.gob.mx [en línea] (2015). *Datos abiertos del Gobierno de la República*. México, D.F. Obtenido de: http://catalogo.datos.gob.mx/dataset/generacion-de-energia/resource/1a7a7f79-f6b7-4d81-84c5-b4bb52f2ad68?inner_span=True.
- IMPI (2015). *IMPI en cifras 2015*. México, D.F.: IMPI.
- IPCC (2007). *Cambio Climático 2007. Impacto, Adaptación y Vulnerabilidad; Resumen para Responsables de Políticas y Resumen Técnico*. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Ginebra: IPCC.
- Jalisco ¿Cómo Vamos?, Observatorio Ciudadano (2014). *Tercera encuesta de percepción ciudadana sobre calidad de vida*. Guadalajara: Fundación J. Álvarez del Castillo.
- La Red (2014). *Desinventar, sistema de inventario de efectos de desastres*. Obtenido de: http://online.desinventar.org/desinventar/#MEX-1250695136-mexico_inventario_historico_de_desastres.
- Lavell, A. (2010). *Gestión ambiental y gestión del riesgo de desastre en el contexto del cambio climático: una aproximación al desarrollo de un concepto y definición integral para dirigir la intervención a través de un plan nacional de desarrollo*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación, Gobierno de Colombia.
- Ley de Desarrollo Rural Sustentable, *Diario Oficial de la Federación*, 12 de enero de 2012. México, D.F.
- Magaña, V.O. (2012). *Servicio para la Asistencia Técnica para el Desarrollo de Escenarios de Cambio Climático para el Análisis de Impactos en el Sector Salud* (informe 1). México, D.F.: Secretaría de Salud, Cofepris.

- Millennium Ecosystem Assessment (2005). MA conceptual framework. En MEA, *Ecosystems and human well-being: multiscale assessments*, vol. 4 (pp. 15-27). Washington, D.C.: Island Press.
- Naciones Unidas (2009). *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Ginebra: UNISDR.
- UNEP (1992). *Hazard identification and evaluation in a local community*. París: APELL, UNEP.
- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. En: A. Maskrey (Comp.), *Los desastres no son naturales* (pp. 11-44). Panamá: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

Capítulo 4

- Amaya Acuña, F.G. (2014). *Medidas de adaptación a impactos del cambio climático ante la vulnerabilidad hídrica en Jalisco*. Tesis de Licenciatura en Biología, CUCBA, Universidad de Guadalajara.
- Centro Estatal de Control de Incendios Forestales, Secretaría de Desarrollo Rural (2013). Base de datos de superficie afectada por incendios 2001-2012. Área de Servicios Ambientales, Seder, Gobierno del Estado de Jalisco.
- Conafor (2013). *Reporte semanal de resultados de incendios forestales. Del 1 de enero al 26 de diciembre de 2013*. Zapopan: Conafor, Semarnat.
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (2007). *Estrategia nacional de cambio climático México*. México, D.F.: Semarnat.
- De la Torre, J.A. y Medellín, R.A. (2011). Jaguars *Panthera onca* in the Greater Lacandona Ecosystem, Chiapas, Mexico: population estimates and future prospects. *Oryx, The International Journal of Conservation*, 45 (4), pp. 546-553.
- Díaz Vázquez, J. (2012). *Servicios ecosistémicos culturales y de regulación en el parque Bosque Colomos para el bienestar social*. Tesis de Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental, Universidad de Guadalajara.
- Gobierno del Estado de Jalisco (sábado 28 de julio de 2001). Acuerdo DIGELAG/034/2001. Por el cual se aprueba el Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco. Gobernador Constitucional del Estado de Jalisco. *El Estado de Jalisco, Periódico Oficial*.
- Google Earth (2015a). Imagen de área a las coordenadas 19°15' a 19°38' latitud norte y 104°19' a 104°25' longitud oeste. *Digital Globe*.
- Google Earth (2015b). Imagen de área a las coordenadas 19°38' a 19°44' latitud norte y 104°07' a 104°24' longitud oeste. *Digital Globe*.
- Granados, D. y López, G.F. (2000). *Sucesión ecológica. Dinámica del ecosistema*. Chapingo: Universidad Autónoma de Chapingo.
- INEGI (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Obtenido de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?src=487&e=14>.
- NASA, Earth Observatory (2012). *Fire chars forest near Guadalajara May 23, 2012* [fotografía]. Obtenida de: <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=78058>.
- Wilches-Chaux, G. (2007). *Brújula, bastón y lámpara para trasegar los caminos de la educación ambiental*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia

Capítulo 5

- Ban Ki-Moon (18 de noviembre de 2009). No hay que desistir de Copenhague porque algunos se den de baja. *El País*. Obtenido de: http://elpais.com/diario/2009/11/18/sociedad/1258498805_850215.html.
- FAO (1980). *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos*. Roma: FAO y PNUMA.
- Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N. y Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, 77, pp. 59-91.
- Mekonnen, M.M. y Hoekstra, A.Y. (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15 (3), pp. 401-415.
- Ruiz, J.A. y Regalado, J.R. (2014). Impacto del cambio climático sobre la producción de alimentos de origen agrícola. En: H. R. Solís y K.A. Planter (Coord.), *Jalisco en el mundo contemporáneo; aportaciones para una enciclopedia de la época*, tomo IV (pp. 117-126). Guadalajara: Universidad de Guadalajara / Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología.
- Ruiz-Corral, J.A., González, I.J., Regalado, J.R., Anguiano, J., Vizcaíno, I., y González, D.R. (2003). *Recursos edafoclimáticos para la planeación del sector productivo en el estado de Jalisco*. Libro técnico núm. 2. Guadalajara: INIFAP-CIRPAC.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2015). *Producción agropecuaria y pesquera*. Obtenido de: <http://www.siap.gob.mx/produccion-agropecuaria/>.
- Schneider, C. (2013). Three shades of water, increasing water security with blue, green, and gray water. *CSA*, 58 (10), pp. 4-9.
- Villalpando, F. y García, E. (1993). *Agroclimatología del estado de Jalisco*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Capítulo 6

- Caminos Serrano, L.G. (2013). *Expansión urbana, transporte y accidentes vehiculares en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga en la primera década del siglo XXI*. Tesis de Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental, Universidad de Guadalajara.
- CDC (2012). *Extreme heat prevention guide*. Obtenido de: http://emergency.cdc.gov/disasters/extremeheat/heat_guide.asp.
- Conapo (2011). *Índice de Marginación Urbana 2010*. México: Secretaría de Gobernación.
- Coneval (2012). *Medición municipal de la pobreza*. Obtenido de: <http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Medici%C3%B3n/Informacion-por-Municipio.aspx>.
- Doherty, T.J. y Clayton, S. (2011). The psychological impacts of global climate change. *American psychologist*, 66 (4), pp. 265-276.
- Frumkin, H., Frank, L. y Jackson, R.J. (2004). *Urban sprawl and public health: designing, planning, and building for healthy communities*. Washington: Island Press.
- Herrera Torres, V. (2009). *Contaminación atmosférica y cáncer de pulmón en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco*. Tesis de Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental, Universidad de Guadalajara.

- INEGI (2014). *Principales causas de mortalidad por residencia habitual, grupos de edad y sexo del fallecido*. Obtenido de: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>.
- INEGI (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Obtenido de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?src=487&e=14>.
- Jáuregui, E. (2004). La variabilidad climática en los registros instrumentales de México. En: J. Martínez y A. Fernández (comps.), *Cambio climático: una visión desde México* (pp. 279-289). México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales / Instituto Nacional de Ecología.
- Lavell, A. (1993). Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: un encuentro inconcluso. En: A. Maskrey (comp.), *Los desastres no son naturales* (pp. 111-127). Panamá: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Liu, S.Y., Kawachi, I. y Glymour, M.M. (2012). Education and inequalities in risk scores for coronary heart disease and body mass index: evidence for a population strategy. *Epidemiology*, 23(5), pp. 657-664.
- Parada Gallardo, T. (2012). *Variabilidad climática, Ozono, PM10 y mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón y neumonías: zona metropolitana de Guadalajara 1996-2009*. Tesis de Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental, Universidad de Guadalajara.
- Portier, C.J., Thigpen, K., Carter, S.R., Dilworth, C.H., Grambsch, A.E., Gohlke, J., Hess, J., Howard, S.N., Lubet, G., Lutz, J.T., Maslak, T., Prudent, N., Radtke, M., Rosenthal, J.P., Rowles, T., Sandifer, P.A., Scheraga, J., Schramm, P.J., Strickman, D., Trtanj, J.M. y Whung, P.Y. (2010). *A human health perspective on climate change: a report outlining the research needs on the human health effects of climate change*. Research Triangle Park, North Carolina: Environmental Health Perspectives / National Institute of Environmental Health Sciences.
- Reid, C.E., Mann, K.J., Alfasso, R., English, P.B., King, G.C., Lincoln, R.A., Margolis, H.G., Rubado, D.J., Sabato, J.E., West, N.L., Woods, B., Navarro, K.M. y Balmes, J.R. (2012). Evaluation of a Heat Vulnerability Index on Abnormally Hot Days: an environmental public health tracking study. *Environtal Health Perspective*, 120 (5), pp. 715-720.
- Secretaría de Gobernación (2013a). Declaratoria de desastre natural en el sector agropecuario, acuícola y pesquero, a consecuencia del ciclón y en virtud de los daños ocasionados por dicho fenómeno que afectó a los municipios de Amacueca, Atoyac, Autlán de Navarro, Ayutla, Cabo Corrientes, Casimiro Castillo, Cihuatlán, Cuautitlán de García Barragán, El Grullo, Gómez Farías, Jilotlán de los Dolores, La Huerta, Mazamitla, Pihuamo, Quitupan, San Gabriel, Santa María del Oro, Sayula, Tamazula de Gordiano, Tapalpa, Tecalitlán, Tenamaxtlán, Teocuitatlán de Corona, Tolimán, Tomatlán, Tonaya, Tuxcacuesco, Tuxpan, Unión de Tula, Valle de Juárez, Villa Purificación, Zacoalco de Torres, Zapotiltic y Zapotlán el Grande del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 30 de octubre de 2013. México, D.F.
- Secretaría de Gobernación (2013b). Declaratoria de desastre natural por la ocurrencia de lluvia severa del 14 al 18 de septiembre de 2013 provocada por la tormenta tropical "Manuel" en 29 municipios del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 4 de octubre de 2013. México, D.F.
- Secretaría de Gobernación (2012). Declaratoria de desastre natural perturbador en el sector agropecuario, acuícola y pesquero, a consecuencia del ciclón y en virtud de los daños ocasionados por dicho fenómeno meteorológico, que afectó a los municipios de Casimiro Castillo, Cihuatlán, Cuautitlán de García Barragán, La Huerta y Mascota del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 11 de junio de 2012. México, D.F.
- Secretaría de Gobernación (2011a). Declaratoria de desastre natural por la ocurrencia de sequía severa del 1 de mayo al 30 de noviembre de 2011, en 26 municipios del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 30 de diciembre de 2011. México, D.F.
- Secretaría de Gobernación (2011b). Declaratoria de desastre natural por la ocurrencia de lluvia severa provocada por el huracán Jova del 11 al 13 de octubre de 2011, en 37 municipios del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 28 de octubre de 2011. México, D.F.
- Secretaría de Gobernación (2011c). Declaratoria de desastre natural por la ocurrencia de lluvia severa el 25 de junio de 2011, en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 8 de julio de 2011. México, D.F.
- Secretaría de Gobernación (2007a). Declaratoria de desastre natural por la ocurrencia de inundaciones y viento de tormenta el día 3 de septiembre de 2007, en 4 municipios del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 15 de octubre de 2007.
- Secretaría de Gobernación (2007b). Declaratoria de desastre natural por la ocurrencia de un deslave ocasionado por las lluvias intensas que azotaron en dos municipios del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 15 de octubre de 2007. México, D.F.
- Secretaría de Gobernación (2006a). Declaratoria de desastre natural por el paso del huracán Lane el cual provocó daños por lluvias intensas, inundaciones, deslizamientos, vientos, oleaje los días 15 y 16 de septiembre de 2006, en 12 municipios del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 13 de octubre de 2006. México, D.F.
- Secretaría de Gobernación (2006b). Declaratoria de contingencia climatológica para efecto de las reglas de operación del Fondo para Atender la Población Rural Afectada por Contingencias Climatológicas (FAPRACC) vigentes en virtud de los daños provocados por la sequía atípica, impredecible y no recurrente, ocurrida durante los meses de mayo, junio, julio, septiembre y octubre de 2005, que afectó a 22 municipios, Ahualulco de Mercado, Ameca, Cañadas de Obregón, Colotlán, Concepción de Buenos Aires, Cuautitlán de García Barragán, Encarnación de Díaz, Gómez Farías, Huejúcar, Ixtlahuacán de los Membrillos, Lagos de Moreno, Mascota, Mezquitic, Ojuelos de Jalisco, San Martín de Bolaños, Santa María de los Ángeles, San Martín Hidalgo, Tala, Talpa de Allende, Teocaltiche, Yahualica de González Gallo y Zapotlán el Grande del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 9 de marzo de 2006. México, D.F.
- Secretaría de Gobernación (2005a). Declaratoria de contingencia climatológica para efectos de las Reglas de Operación del Fondo para Atender a la Población Rural Afectada por Contingencias Climatológicas (FAPRACC) vigentes, en virtud de los daños provocados por la granizada ocurrida el 13 de septiembre que afectó al Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 18 de octubre de 2005. México, D.F.
- Secretaría de Gobernación (2004a). Declaratoria de desastre natural con motivo del agrietamiento y hundimiento de terreno ocasionado por las fuertes lluvias que se presentaron los días 29 y 30 de junio de 2004 en

- el municipio de Zapopan del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 13 de julio de 2004. México, D.F.
- Secretaría de Gobernación (2004b). Declaratoria de desastre natural con motivo de las lluvias atípicas e impredecibles que se presentaron los días 15 y 16 de junio de 2004, en dos municipios del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 25 de junio de 2004. México, D.F.
- Secretaría de Gobernación (2003). Declaratoria de desastre natural para efectos de las reglas de operación del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN), en virtud de los daños provocados por las lluvias atípicas e impredecibles que se presentaron del 5 al 12 de septiembre de 2003, en diversos municipios del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 26 de septiembre de 2003. México, D.F.
- Secretaría de Gobernación (2002). Declaratoria de desastre natural para efectos de las reglas de operación del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) vigentes, en virtud de los daños provocados por las lluvias atípicas e impredecibles que se presentaron del 24 al 26 de octubre de 2002, ocasionadas por la presencia del huracán Kenna en diversos municipios del estado de Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*, 31 de octubre de 2002. México, D.F.
- Secretaría de Gobernación (2000). Declaratoria de desastre natural para efectos de las reglas de operación del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) provocados por la sequía prolongada y atípica en el estado de Jalisco y que afectó la infraestructura pública para abasto de agua potable en la entidad. *Diario Oficial de la Federación*, 11 de mayo de 2000.
- Segob-Sistema Nacional de Protección Civil (2014). Recursos autorizados por declaratoria de desastre. Obtenido de: http://www.proteccioncivil.gob.mx/es/proteccioncivil/recursos_autorizados_por_declaratoria_de_desastre.
- Schwartz, J. (2005). Who is sensitive to extremes of temperature a case-only analysis. *Epidemiology*, 16 (1), pp. 67-72.
- Smith, J.B., Schellnhuber, HJ. y Qader, M.M. (2001). Vulnerability to climate change and reasons for concern: a synthesis. En: J.J. McCarthy, D.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken y K.S White (Eds.). *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability*. Cambridge: IPCC / Cambridge University Press.
- Toronto Community Health Profiles (2015). *A partnership designed to facilitate access to information for health planning with the overall goal of producing action to reduce health inequalities*. Obtenido de: <http://www.torontohealthprofiles.ca/aboutTheData.php?varTab=TMtbl>.
- Wijkman, A. y Timberlake, L. (1985). *Desastres naturales, ¿fuerza mayor u obra del hombre?* Washington, D.C.: Earthscan.
- Zanobetti, A. y Schwartz, J. (2008). Temperature and mortality in nine US cities. *Epidemiology*, 19 (4), pp. 563-570.
- Zapata, R. (2006). *Los efectos de los desastres en 2004 y 2005: la necesidad de adaptación de largo plazo*. México, D.F.: CEPAL.
- Magaña, V. (2015). *Plan General Maestro Estratégico de Investigación en Materia de Sequía*. Informe OMM/Premia No. 2633-13/Rem/Pex. México, D.F.: OMM/PREMIA.
- Matveev, L.T. (1984). *Cloud dynamics*. Dordrecht, Holanda: D. Reidel Publishing Company.

Capítulo 8

- Naciones Unidas (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Nueva York: FCCC.
- Regalado, J. (septiembre de 2014). Una perspectiva crítica histórica, sociopolítica y eco-territorial de las relaciones sociedad-naturaleza y el bienestar. Compresión no antropocéntrica ni patriarcal. En S. León y J. Regalado, *Concepciones y visiones de bienestar en el mundo*. Diplomado: Bienestar Actual y Futuro; Diagnóstico y Condiciones desde la Salud Ambiental, llevado a cabo en Zapopan, Jalisco, México.
- United Nations, Framework Convention on Climate Change (2015). Glossary of climate change acronyms. Obtenido de: http://unfccc.int/essential_background/glossary/items/3666.php.

Capítulo 9

- American Association for the Advancement of Science (2010). *Atlas of science literacy: project 2061*, vol. 2. Washington: AAAS.
- Barbosa Carmona, X. (2013). *Análisis de la capacidad adaptativa al cambio climático del sector productor de leche en Encarnación de Díaz y diseño de una estrategia de comunicación*. Tesis de Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental, Universidad de Guadalajara.
- Grothmann, T. y Patt, A. (2005). Adaptive capacity and human cognition: the process of individual adaptation to climate change. *Global Environmental Change*, 15, pp. 199-213.
- Jalisco Cómo Vamos (2015). ¿Cómo nos vemos los tapatíos? Encuesta de Percepción Ciudadana 2014. Obtenida de: <http://www.jaliscocomovamos.org/?portfolio=bases-de-datos-2014>.
- Marcuse, H. (1986). *Ensayos sobre política y cultura*. Barcelona: Planeta-Agostini.
- National Science Teachers Association (NSTA) (2007). *Resources for environmental literacy. Five teaching modules for middle and high school teachers*. Arlington: NSTA Press.
- Nelson, D.R., Adger, W.N. y Brown, K. (2007). Adaptation to environmental change: contributions of a resilience framework. *Annual Review of Environment and Resources*, 32, pp. 395-419.
- OCDE, *Programme for International Students Assessment*. Obtenido de: <http://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/>.
- Urbina, J. (2006). Dimensiones psicológicas del cambio ambiental global. En: J. Urbina y J. Martínez (comps.), *Más allá del cambio climático. Las dimensiones psicológicas del cambio ambiental global*. México, D.F.: Semarnat-INE-UNAM.

Capítulo 7

- Cardona, O.D. y Sarmiento J.P. (1989). *Análisis de vulnerabilidad y evaluación del riesgo para la salud de una población expuesta a desastres*. Bogotá: OPS/OMS.



El clima cambiante. Conocimientos para la adaptación en Jalisco
se terminó de imprimir el mes de noviembre de 2015,
en los talleres de Pandora Impresores, S.A. de C.V.
Av. Caña 3657, Col. La Nogalera, Guadalajara, Jalisco.
El tiraje fue de 800 ejemplares.

