



# Vigilancia y alerta temprana de la sequía: conceptos, progresos y desafíos futuros



Organización  
Meteorológica  
Mundial

Tiempo • Clima • Agua

OMM-N° 1006

Información meteorológica y climática  
para el desarrollo agrícola sostenible

**OMM-N° 1006**

© 2006, Organización Meteorológica Mundial

ISBN 92-63-31006-8

Portada: Pastor masai en una región de Kenya afectada por la sequía. © Jonathan y Angela (Getty Images)

**NOTA:**

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países o territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

# ÍNDICE

<b>Prólogo</b> .....	<b>2</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>La sequía como fenómeno perjudicial: conceptos y definiciones</b> .....	<b>6</b>
<b>Tipos de sequía</b> .....	<b>8</b>
<b>Caracterización de las sequías y de su gravedad</b> .....	<b>10</b>
<b>Problemas que plantean la vigilancia y alerta temprana de la sequía</b> .....	<b>11</b>
<b>Integración de la vigilancia y de los servicios en relación con la sequía: perspectivas</b> .....	<b>12</b>
<b>Actividades de vigilancia de las sequías: casos particulares</b> .....	<b>15</b>
China.....	15
Centro de predicción y de aplicaciones climáticas del IGAD (ICPAC).....	16
Sudáfrica .....	19
Portugal.....	20
Australia .....	23
<b>Resumen</b> .....	<b>24</b>



# PRÓLOGO

A lo largo de la historia de la humanidad, la sequía ha sido uno de los problemas que han afectado a nuestro bienestar y a la seguridad alimentaria. De todos los sectores de actividad, la agricultura quizás sea el primero en el que nuestros ancestros adquirieron conciencia de los vínculos estrechos que existen entre los cultivos y las condiciones meteorológicas. Los déficits pluviométricos de corta duración les incitaban a buscar cultivos alimentarios alternativos. Sin embargo, un único año marcado por una intensa sequía durante la estación de lluvias se traducía en malas cosechas, que generalmente impulsaban a las poblaciones locales a migrar hacia otras regiones. Por lo tanto, al principio de la historia de la humanidad, incluso las sequías débiles tenían graves repercusiones.

En los últimos tiempos, si bien es cierto que han mejorado los medios de adaptación a las sequías de corta duración, los períodos prolongados de sequía son ahora la principal preocupación para el bienestar del ser humano y para su seguridad alimentaria. Estos períodos de aridez, unidos a otros factores climáticos, tales como los episodios de precipitaciones extremas y de viento violento o las condiciones agrícolas y de desarrollo no sostenibles, pueden causar una degradación de la tierra y, si no se controla, una progresión de las tierras áridas o un aumento de la desertificación. En los años setenta y ochenta, en África occidental se registró un período prolongado de sequía que suscitó la preocupación general. En efecto, la sequía puede tener una incidencia global muy negativa en la actividad económica, en particular en los países en desarrollo. De hecho, este fenómeno provocó una disminución de entre el 8 y el 9% del PIB en Zimbabue y Zambia en 1992 y de entre el 4 y el 6% en Nigeria y Níger en 1984. La degradación de las tierras y la desertificación afectan directamente a más de 250 millones de personas y constituyen además una amenaza para unos mil millones de seres humanos de unos 100 países, que suelen ser los habitantes más pobres y marginados del planeta. La lucha contra la desertificación es, por lo tanto, una prioridad inmediata en los esfuerzos desplegados a escala mundial para garantizar la seguridad alimentaria y los medios de vida de los millones de habitantes de las zonas áridas.

Puesto que la vulnerabilidad a la sequía ha aumentado en todo el mundo, ahora se presta especial atención a la reducción de los riesgos relacionados con este



*M. Jarraud, Secretario General*

fenómeno y se aplican medidas de planificación para reforzar las actividades operativas (por ejemplo, la vigilancia del clima y del abastecimiento de agua o la creación de capacidad a nivel institucional), así como medidas de atenuación para reducir los efectos de la sequía.

Los sistemas perfeccionados de vigilancia y alerta temprana de la sequía son elementos importantes para una gestión eficaz de la sequía. El Plan Estratégico de la OMM concede una gran prioridad a la lucha contra la sequía y la desertificación, en particular en el marco del Programa de Meteorología Agrícola, del Programa de Hidrología y Recursos Hídricos y del Programa de Cooperación Técnica. La OMM cuenta con la participación activa de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN), los centros meteorológicos regionales y subregionales y otros órganos para mejorar las redes hidrológicas y meteorológicas y reforzar así la observación sistemática, el intercambio y el análisis de datos. Además, la Organización colabora activamente con otros organismos de las Naciones Unidas y diversas organizaciones internacionales a fin de elaborar estrategias a largo plazo destinadas a fomentar actividades meteorológicas e hidrológicas que ayuden a vigilar de forma más adecuada las sequías y que utilicen predicciones meteorológicas a

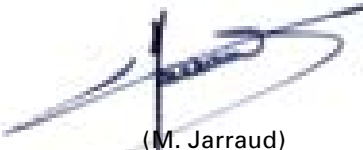
medio y largo plazo a fin de contribuir a la transferencia de conocimientos y de tecnología.

En su quincuagésimo octavo período ordinario de sesiones, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el año 2006 "Año Internacional de los Desiertos y la Desertificación". En esa ocasión, la Asamblea General expresó su profunda preocupación por el aumento de la desertificación, en particular en África, y tomó nota de las enormes repercusiones de este fenómeno en la aplicación, de aquí a 2015, de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. El Año Internacional de los Desiertos y la Desertificación ofrece una oportunidad única de explicar a todos los interesados que la sequía, la degradación de las tierras y la desertificación son problemas mundiales que no deben eludirse. Asimismo, con motivo del Año Internacional de los Desiertos y la Desertificación, se concede más importancia a los problemas de las tierras áridas en las medidas y decisiones que se toman a nivel internacional sobre el medio ambiente y se recuerda de manera oportuna a la comunidad internacional los inmensos desafíos que aún quedan por delante.

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CLD) y la OMM colaboran desde hace mucho tiempo en la formulación y promoción de las cuestiones relativas a la vigilancia y la prevención de la sequía y en la atenuación de sus

efectos, así como en el estudio de la degradación de las tierras y de la desertificación. En el marco de sus actividades organizadas durante el Año Internacional de los Desiertos y la Desertificación, la OMM publica el presente folleto con el objetivo de describir los diversos problemas y desafíos relacionados con los sistemas de vigilancia y alerta temprana de la sequía. Este folleto presenta varios estudios de casos concretos de diversos países del mundo que ilustran los progresos considerables que se han realizado al respecto en determinados países propensos a la sequía.

Por último, quisiera expresar mi agradecimiento al Dr. Donald Wilhite, Director del Centro Nacional de Mitigación de Sequías y Profesor de la Escuela de Recursos Naturales de la Universidad de Nebraska (Estados Unidos de América), por haber redactado este folleto informativo que esperamos que sea de utilidad para los países que deseen reforzar sus propias capacidades de vigilancia y alerta temprana de la sequía.



(M. Jarraud)  
Secretario General

# INTRODUCCIÓN

La sequía es un fenómeno perjudicial y subrepticio que se produce a raíz de niveles de precipitación inferiores a lo esperado o a lo normal y que, cuando se prolonga durante una estación o durante períodos más largos, hace que las precipitaciones sean insuficientes para responder a las demandas de la sociedad y del medio ambiente. La sequía es una aberración transitoria y en ello se diferencia de la aridez, que es una característica permanente del clima. La aridez estacional, es decir, una estación seca claramente demarcada, es también distinta de la sequía, aunque frecuentemente existe una confusión entre ambas palabras o se utilizan indistintamente. Hay que entender las diferencias entre ambas, a fin de reflejarlas de manera adecuada en los sistemas de vigilancia y alerta temprana de la sequía y en los planes de preparación frente a ella.

La sequía debe considerarse como un estado relativo y no absoluto. Se manifiesta tanto en regiones muy lluviosas como poco lluviosas y prácticamente en todos los regímenes climáticos. Los científicos, los responsables de políticas y el público suelen asociarla únicamente a regiones áridas, semiáridas y subhúmedas pero, en realidad, el fenómeno de la sequía ocurre en la mayoría de los países, tanto en regiones secas como húmedas. La sequía es un componente normal del clima, aunque su extensión geográfica y su gravedad variarán a escala estacional o anual. En muchos países, como Australia, China, India y Estados Unidos de América, la sequía afecta cada año a una parte de su territorio. Si se tiene en cuenta la frecuencia de este fenómeno y las graves repercusiones que acarrea, los gobiernos deberían dedicar mayor atención a desarrollar una estrategia o política nacional que reduzca sus consecuencias económicas, sociales y medioambientales. Un componente esencial de esa estrategia es adoptar un sistema integral de vigilancia de las sequías que proporcione alertas tempranas de su presencia y de su desaparición, que determine su gravedad y que transmita oportunamente esa información a un amplio grupo de destinatarios pertenecientes a sectores sensibles al clima y al agua. Con tal información será posible, en muchos casos, atenuar o evitar los efectos de las sequías.

La sequía es un fenómeno regional y sus características variarán según el régimen climático. En la Figura 1 pueden verse algunos ejemplos de los distintos regímenes de temperatura y de precipitación existentes en diversas regiones. En cada una de ellas sobrevienen sequías pero algunas de sus características, como su frecuencia o su duración, varían considerablemente. En Nueva Delhi el régimen de precipitación es claramente monzónico, con unos niveles máximos de precipitación durante los meses de junio a octubre, que alcanzan sus valores máximos en julio, agosto y septiembre. Túnez tiene un clima claramente mediterráneo (veranos secos). En Nairobi, las precipitaciones se distribuyen en dos tramos: se acumulan primero en marzo, abril y mayo y, posteriormente, de noviembre a diciembre. En Londres, la precipitación se distribuye de manera uniforme a lo largo del año. En cada uno de estos ejemplos, una variación persistente con respecto a estos regímenes afectará a sectores que son sensibles al clima y al agua. Los efectos son también regionales y reflejan la exposición a ese fenómeno y la vulnerabilidad de la sociedad frente a los períodos prolongados sin lluvia. Los efectos son un indicador de la vulnerabilidad mientras que el riesgo es un producto de la exposición al fenómeno y de la vulnerabilidad social.

La sequía no es en sí misma un desastre. Puede llegar a serlo en función de sus efectos sobre la población



PHILIPPE CHEVALIER (IRD)

local, sobre la economía y sobre el medio ambiente y en función de la capacidad de estos últimos para hacer frente al fenómeno y recuperarse de tales efectos. Por consiguiente, la clave para comprender la sequía está en calibrar sus dimensiones tanto naturales como sociales. La gestión de los riesgos de sequía tiene por objeto mejorar la capacidad de la sociedad para hacer

frente a ese fenómeno y su capacidad de resistencia, y hacerla menos dependiente de las intervenciones estatales o de la asistencia que los donantes destinan a los desastres. La vigilancia y alerta temprana de la sequía son dos componentes importantes de la gestión del riesgo de sequía.

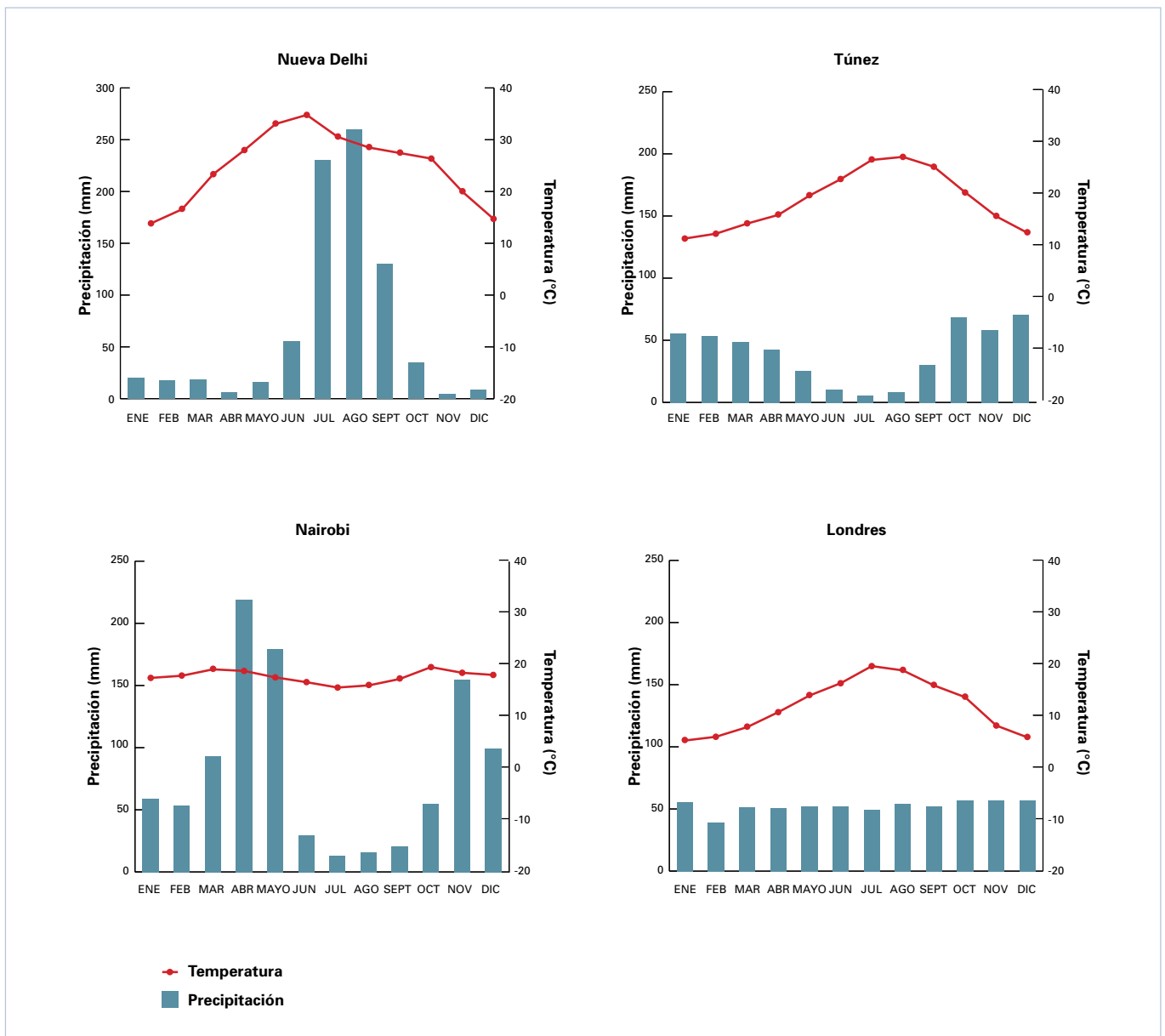


Figura 1. Climógrafos ilustrativos de los regímenes de temperatura y precipitación en Nueva Delhi, Túnez, Nairobi y Londres. (Fuente: Centro Nacional de Mitigación de Sequías, Universidad de Nebraska-Lincoln, Estados Unidos de América)

# LA SEQUÍA COMO FENÓMENO PERJUDICIAL: CONCEPTOS Y DEFINICIONES

La sequía difiere en varios aspectos de otros fenómenos naturales perjudiciales. Sus efectos se hacen notar de manera lenta; subrepticia, en palabras de algunos. Es una desviación acumulativa respecto de las condiciones normales o previstas de precipitación, es decir, respecto de una media estadística o de un promedio a largo plazo. Este déficit de precipitación puede sobrevenir en poco tiempo o tardar meses en manifestarse a través de la disminución del caudal de los ríos, de los niveles de los embalses o de la altura de las aguas subterráneas. La evolución sigilosa de la sequía hace que, en ocasiones, sus efectos tarden semanas o meses en hacerse patentes (Figura 2). El déficit de precipitación empieza a manifestarse en la disminución de agua en los suelos, por lo que la agricultura suele ser el primer sector afectado.

No es fácil saber cuándo comienza una sequía. Tampoco es fácil averiguar cuándo ha terminado, ni los criterios con que lo decidiremos. ¿Podemos afirmar que ha terminado una sequía cuando las precipitaciones vuelven a ser normales? En tal caso,

¿durante cuánto tiempo deberá haber precipitaciones normales para poder declarar oficialmente el fin de la sequía? Dado que la sequía es un déficit de precipitación acumulativo durante un largo período de tiempo, ¿será necesario que las nuevas lluvias compensen ese déficit antes de dar por concluida la sequía? ¿Deberán retornar a su nivel normal o a su valor promedio los embalses y las aguas subterráneas? Tras restablecerse la situación, los efectos se hacen notar todavía durante bastante tiempo. Así pues, ¿determinaremos el final de una sequía en función de factores meteorológicos o climatológicos, o atendiendo a la desaparición de sus efectos sobre las actividades humanas y el medio ambiente?

Otro factor que diferencia la sequía de otros fenómenos naturales peligrosos es la ausencia de una definición precisa y universalmente aceptada de la misma. Hay centenares de definiciones y eso aumenta aún más la confusión en torno a la realidad o no de una sequía y acerca de su gravedad. Las definiciones de este fenómeno deberían responder a las características de

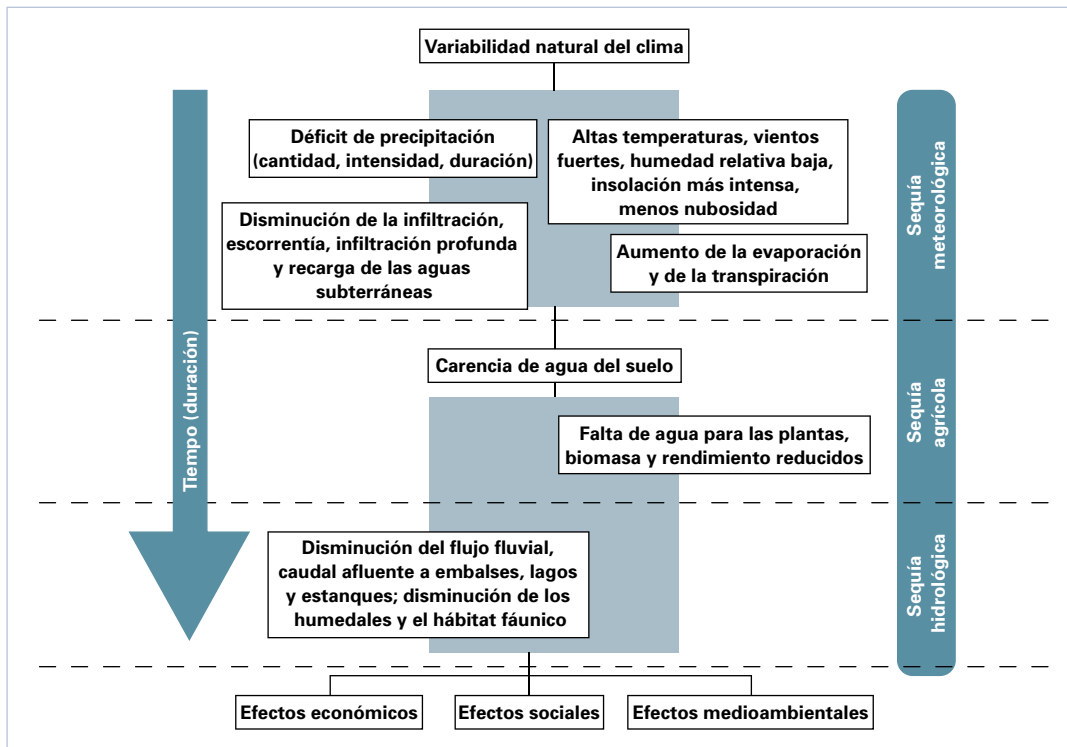


Figura 2. Secuencia de sucesos de sequía y de sus efectos para tipos de sequías comúnmente aceptados. Todas las sequías son consecuencia de un déficit de precipitación o de sequía meteorológica, que a su vez puede provocar otros tipos de sequía y de efectos. (Fuente: Centro Nacional de Mitigación de Sequías, Universidad de Nebraska-Lincoln, Estados Unidos de América)





la región o al tipo de efectos que éste produce puesto que las sequías son regionales y, como ya se ha señalado, cada región presenta unas características climáticas específicas. Las sequías de las grandes planicies de América del Norte serán diferentes de las del nordeste de Brasil, el sur de África, la Europa occidental, el este de Australia o las planicies septentrionales de China. La cantidad, las variaciones estacionales y la modalidad de las precipitaciones en cada uno de esos lugares varían enormemente.

La temperatura, el viento y la humedad relativa son también factores importantes a la hora de caracterizar las sequías según el lugar. Las definiciones deben responder también al tipo de actividades humanas ya que los efectos de las sequías variarán según los sectores. La palabra sequía evoca significados diferentes para los gestores hídricos, los productores agrícolas, los responsables de centrales hidroeléctricas y los biólogos naturalistas. Es más, incluso en cada sector la sequía se entiende desde perspectivas diferentes ya que sus efectos pueden ser muy distintos. Así, por ejemplo, los efectos de una sequía sobre el rendimiento de los cultivos pueden

variar considerablemente según el cultivo sea de maíz, de trigo, de haba de soja o de sorgo, ya que las épocas de siembra son diferentes y también lo son sus necesidades de agua y su grado de sensibilidad a la escasez de agua y a las altas temperaturas en las distintas etapas de su crecimiento.

Los efectos de las sequías no son estructurales y abarcan áreas geográficas más extensas que las afectadas por otros fenómenos tales como crecidas, tempestades tropicales o seísmos. Esta circunstancia, sumada a la manera imperceptible en que se manifiesta la sequía, hace especialmente difícil cuantificar sus efectos y todavía más difícil prestar socorro en caso de desastre, en comparación con otros fenómenos perjudiciales. Estas características de la sequía han hecho difícil elaborar unas estimaciones exactas, fiables y oportunas de su gravedad y de sus efectos, por ejemplo, en los sistemas de alerta temprana de la sequía y, en último extremo, elaborar planes de preparación frente a ella. Asimismo, los funcionarios encargados de hacer frente a los efectos desastrosos de las sequías ven dificultada su tarea por la amplia extensión territorial del fenómeno.

# TIPOS DE SEQUÍA

Las sequías suelen clasificarse en meteorológica, agrícola, hidrológica y socioeconómica.

La *sequía meteorológica* suele definirse a partir de un umbral de déficit de precipitación que se alcanza durante un período de tiempo previamente determinado. El umbral escogido (por ejemplo, un 75% de la precipitación normal) y el período de duración (por ejemplo, seis meses) variarán según el lugar y en función de las necesidades de los usuarios y de sus actividades. En la Figura 3 se representan tres caracterizaciones de la sequía para tres países diferentes, expresadas en términos de desviación respecto de los regímenes de precipitación normales, decilos de precipitación y el índice de precipitación normalizado (SPI). La sequía meteorológica es un fenómeno natural que responde a muy diversas causas según la región. Las sequías agrícola, hidrológica y socioeconómica, sin embargo, se caracterizan en mayor medida por sus

facetas humanas o sociales y su definición refleja la interacción entre las características naturales de las sequías meteorológicas y las actividades humanas que dependen de la precipitación para proporcionar un abastecimiento de agua que permita cubrir las demandas de la sociedad y del medio ambiente.

La *sequía agrícola* se define habitualmente en términos de disponibilidad de agua en los suelos para el sostenimiento de los cultivos y para el crecimiento de las especies forrajeras y, menos habitualmente, como una desviación de los regímenes de precipitación normales durante cierto período de tiempo. No hay una relación directa entre la precipitación y la infiltración de la precipitación en los suelos. Las tasas de infiltración varían en función de los niveles de humedad preexistentes, de la pendiente, del tipo de suelo y de la intensidad de precipitación. Las características de los suelos difieren también ya que algunos suelos tienen gran capacidad de retención de

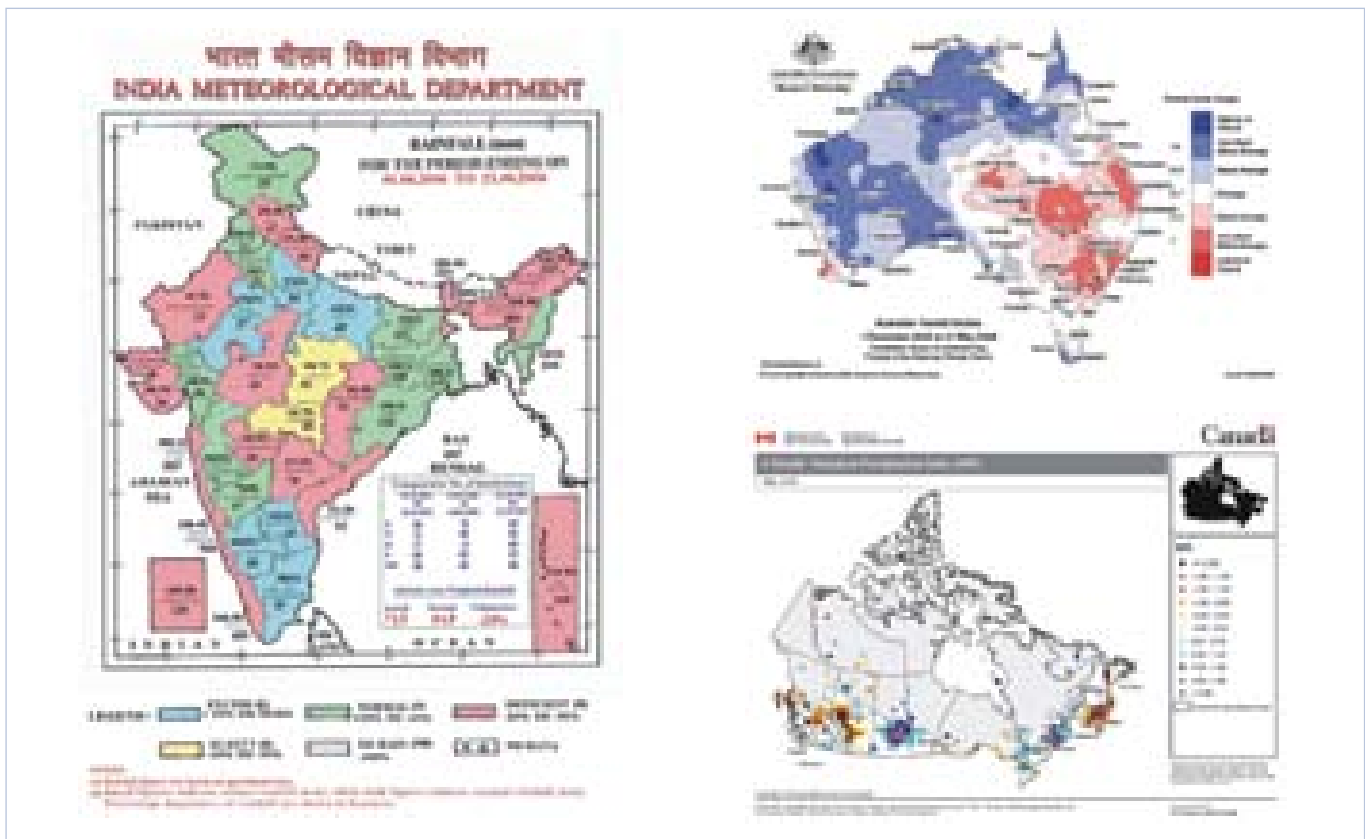


Figura 3. Sequía meteorológica expresada como desviación porcentual respecto de los valores normales de precipitación en India, en decilos de precipitación (Australia) y según el índice de precipitación normalizado (Canadá). (Fuente: Departamento de Meteorología de India, Oficina de Meteorología de Australia, Prairie Farm Rehabilitation Administration y el Ministerio de Agricultura de Canadá, respectivamente)



agua y otros no. Estos últimos son más propensos a las sequías agrícolas.

La *sequía hidrológica* es un concepto todavía más independiente del déficit de precipitación ya que suele definirse como la desviación de las pautas de aflujo de agua en la superficie y en el subsuelo, tomando como referencia valores promediados en distintas fechas cronológicas. Al igual que en el caso de la sequía agrícola, no hay una relación directa entre las cantidades de precipitación y el aflujo de agua en la superficie y en el subsuelo en lagos, embalses, acuíferos y corrientes fluviales, dado que estos componentes del sistema hidrológico se destinan a múltiples fines, tales como riego, ocio, turismo, control de las crecidas, transporte, producción de energía hidroeléctrica, abastecimiento de agua en los hogares, protección de especies en peligro y gestión y conservación del medio ambiente y de los ecosistemas. Hay también un desfase considerable entre el cambio de comportamiento de las precipitaciones y el momento en que el déficit hídrico se hace patente en los componentes superficial y subsuperficial del sistema hidrológico. Estos componentes se recuperan poco a poco puesto que las aguas de la superficie y del subsuelo se reponen muy lentamente. En algunas áreas propensas a la sequía, como la región occidental de Estados Unidos de América, la capa de nieve acumulada durante el invierno constituye la fuente principal de agua en verano. Los embalses potencian la resistencia de esa región a las sequías ya que permiten almacenar grandes volúmenes de agua y amortiguar así los efectos de una sequía durante uno o varios años.

La *sequía socioeconómica* se diferencia notablemente de los demás tipos de sequía porque refleja la relación entre la oferta y la demanda de mercancías básicas, como lo son el agua, los piensos o la energía hidroeléctrica, que dependen de las precipitaciones. La oferta varía anualmente en función de la precipitación o de la disponibilidad de agua. La demanda fluctúa también y suele tender al alza debido, entre otros factores, al aumento de la población o al desarrollo.

Las relaciones entre estos tipos de sequía pueden apreciarse en la Figura 4. Las sequías agrícola, hidrológica y socioeconómica son menos frecuentes que la meteorológica ya que en esos sectores los efectos están vinculados a la disponibilidad de agua

en la superficie y en el subsuelo. Normalmente, transcurren varias semanas antes de que las deficiencias de precipitación comiencen a producir un déficit de humedad en el suelo que, a su vez, afectará negativamente a los cultivos, a los pastos y a los pastizales. La persistencia de un tiempo seco durante meses reduce el caudal de los ríos y el nivel de los embalses y lagos y, potencialmente, el nivel de las aguas freáticas. Cuando la sequía se prolonga sobrevienen las sequías agrícola, hidrológica y socioeconómica, con sus correspondientes efectos. Durante una sequía no sólo disminuye la tasa de reposición hídrica en la superficie y en el subsuelo, sino que aumenta también enormemente la demanda de esos recursos. Como se indica en la Figura 4, la relación entre los principales tipos de sequía y el déficit de precipitación es menos directa, debido a que la disponibilidad de agua en la superficie y en el subsuelo depende de la gestión de esos sistemas. Un cambio de gestión del abastecimiento de agua puede reducir o agravar los efectos de una sequía. Así, la adopción de unas prácticas de laboreo apropiadas y la plantación de variedades de cultivo más resistentes a la sequía pueden atenuar considerablemente los efectos de este fenómeno, conservando el agua de los suelos y reduciendo la transpiración.

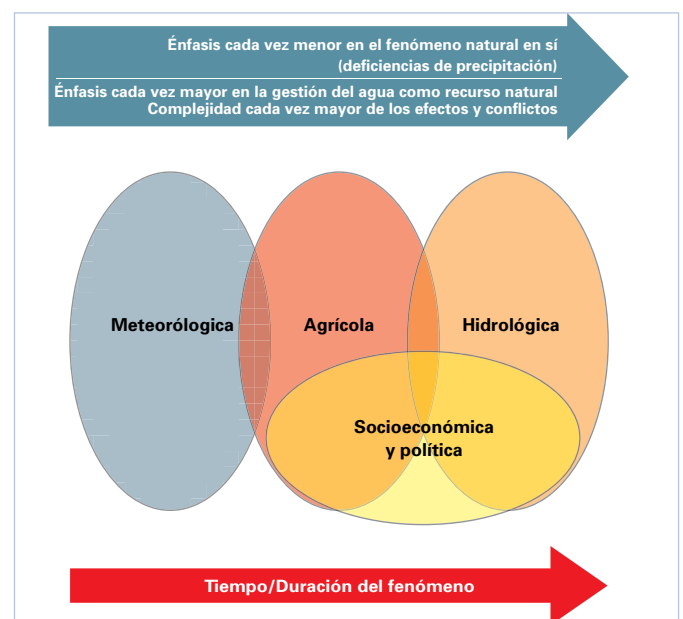


Figura 4. Interrelaciones entre las sequías meteorológica, agrícola, hidrológica y socioeconómica. (Fuente: Centro Nacional de Mitigación de Sequías, Universidad de Nebraska-Lincoln, Estados Unidos de América)

# CARACTERIZACIÓN DE LAS SEQUÍAS Y DE SU GRAVEDAD

Las sequías presentan tres rasgos distintivos: intensidad, duración y extensión. La intensidad refleja el déficit de precipitación y la gravedad de los efectos asociados a ese déficit. Su magnitud suele determinarse en términos de la desviación, respecto de las pautas normales, de parámetros climáticos tales como la precipitación o el nivel de los embalses, o de índices como, por ejemplo, el índice de precipitación normalizado.

Otra característica esencial de las sequías es su duración. Las sequías pueden sobrevenir rápidamente

en algunos regímenes climáticos pero, por lo general, tardan como mínimo dos o tres meses en hacerse patentes. Una vez comenzada, la sequía puede durar meses o años. La magnitud de los efectos de una sequía está estrechamente relacionada con el momento en que comienza la escasez de precipitación y con la intensidad y duración del fenómeno. Un invierno seco, por ejemplo, puede tener escasas repercusiones en muchos climas templados de latitudes medias, debido a la menor demanda de agua durante esos meses. Un conocimiento a fondo de la frecuencia, duración y extensión de las sequías en la era paleolítica, inferido, por ejemplo, del crecimiento anular de los árboles o de los sedimentos lacustres, puede ser muy instructivo ya que proporciona a los planificadores información decisiva sobre períodos de tiempo a los que no pueden acceder las mediciones de los instrumentos actuales.

Las sequías difieren también en sus características espaciales. Las áreas afectadas por sequías graves evolucionan de manera gradual y las regiones de máxima intensidad, como los epicentros, cambian de una estación a otra y de año en año cuando las sequías persisten lo suficiente. En países de gran extensión, como Brasil, China, India, Estados Unidos de América o Australia, una sequía rara vez llega a afectar a la totalidad del país. En 1934, uno de los años más azotados por la sequía en la historia de Estados Unidos de América, un 65% del país resultó afectado por sequías graves o extremas (Figura 5). Ésa fue la superficie máxima que llegó a abarcar la sequía entre 1895 y 2005.

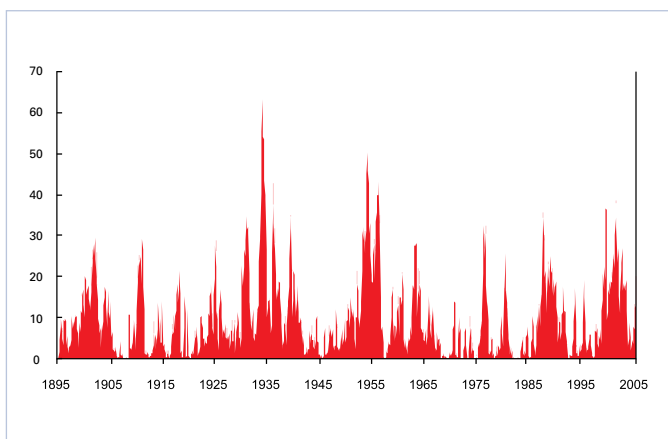


Figura 5. Porcentaje del territorio de Estados Unidos de América afectado por sequías entre graves y extremas, de enero de 1895 a mayo de 2006. (Fuente: Centro Nacional de Mitigación de Sequías, Universidad de Nebraska-Lincoln, Estados Unidos de América; basado en el Centro Nacional de Datos Climáticos/NOAA)



PIERRE GAZIN (IRD)

# PROBLEMAS QUE PLANTEAN LA VIGILANCIA Y ALERTA TEMPRANA DE LA SEQUÍA

Los sistemas de alerta temprana de la sequía (SATS) han sido ideados para identificar tendencias en el clima y en el abastecimiento de agua y así detectar los comienzos de una sequía o la probabilidad de que sobrevenga, y su posible gravedad. Si los responsables de decisiones pudieran disponer, en el momento oportuno y en el formato apropiado, de esa información, acompañada de medidas de atenuación y de planes de preparación, podrían reducir las consecuencias. El conocimiento a fondo de las causas de la vulnerabilidad es también un componente esencial de la gestión de las sequías ya que el objetivo último de ésta es reducir los riesgos en un lugar determinado y para un grupo de personas o sector económico dado.

Hay un buen número de indicadores de sequía naturales cuya evolución convendría conocer para determinar el comienzo y el fin de la sequía y sus características geográficas. También debería evaluarse la gravedad del fenómeno a intervalos frecuentes. Aunque todos los tipos de sequía se deben a un déficit de precipitación, este elemento climático es por sí solo insuficiente para evaluar la gravedad y los efectos de las sequías, debido a los factores anteriormente señalados. Un sistema eficaz de alerta temprana de la sequía deberá integrar la precipitación y otros parámetros climáticos con información de tipo hídrico, como el caudal de las corrientes fluviales, el espesor de la nieve, los niveles freáticos, los niveles de embalses y lagos y la humedad del suelo, para poder evaluar a fondo el estado actual y futuro de la sequía y del abastecimiento de agua.

Dadas sus características peculiares, la vigilancia de las sequías plantea problemas específicos; algunos de los más importantes son:

- las redes de datos meteorológicos e hidrológicos suelen tener una densidad de estaciones inadecuada para medir de los principales parámetros climáticos y de abastecimiento de agua. La calidad de los datos es también un problema, debido a las lagunas de que adolecen o a la inadecuada longitud de los registros;
- el intercambio de datos entre los organismos estatales y las instituciones de investigación es inadecuado y el alto costo de los datos limita su aplicación a la vigilancia de las sequías y a las actividades de preparación, atenuación y respuesta;
- la información proporcionada mediante los sistemas de alerta temprana suele ser demasiado técnica y detallada de manera que los responsables de decisiones ven limitadas sus posibilidades de aplicarla;
- las predicciones suelen ser poco fiables a escala estacional y no son suficientemente específicas, lo cual reduce su utilidad para la agricultura y otros sectores;
- los índices de sequía suelen ser inadecuados para detectar los primeros síntomas de aquella y de su desaparición;
- los sistemas de vigilancia de la sequía deberían ser integrales, combinando múltiples parámetros climáticos, hídricos y edafológicos e indicadores socioeconómicos para caracterizar completamente la magnitud de la sequía, su extensión geográfica y sus posibles consecuencias;
- no se dispone de metodologías normalizadas para las evaluaciones de impacto, que son un elemento esencial de todo sistema de vigilancia y alerta temprana de la sequía, lo cual dificulta las estimaciones de impacto y la creación de programas apropiados de atenuación y respuesta a nivel regional;
- no existen aún sistemas adecuadamente desarrollados para la difusión oportuna de datos entre los usuarios, lo cual limita sus posibilidades de ayudar a la toma de decisiones.



JEAN-PIERRE MONTOROI (IRD)

# INTEGRACIÓN DE LA VIGILANCIA Y DE LOS SERVICIOS EN RELACIÓN CON LA SEQUÍA: PERSPECTIVAS

Para conocer más detalladamente la evolución de las sequías y proporcionar alertas tempranas se necesita una metodología integrada y de amplio alcance. En la mayoría de los países, la recopilación de datos climáticos e hidrológicos está fragmentada entre numerosos organismos o ministerios y, frecuentemente, esos datos no llegan a tiempo a sus destinatarios. La puntualidad y la fiabilidad de los sistemas de vigilancia y alerta temprana de la sequía podrían mejorar considerablemente si se automatizara el proceso de recopilación de datos.

El análisis de los datos climáticos e hídricos arroja sus mejores resultados cuando está coordinado por una autoridad única. Esta autoridad podría ser un único organismo o ministerio, o una autoridad interorganismos que se encargaría de analizar datos y de elaborar productos finales útiles o herramientas de apoyo a la toma de decisiones para su entrega a los usuarios finales. Las partes interesadas deben participar desde un comienzo en el desarrollo de los productos para que la información responda a sus distintas necesidades en cuanto a fechas de entrega y contenido. Un sistema de entrega de información debería reflejar las necesidades de la gran diversidad de destinatarios. En términos de costo, Internet constituye el medio más eficaz para suministrar información, pero puede ser inapropiado en muchos contextos. En más de un caso, hay que combinar la comunicación por Internet con las actividades de divulgación y la entrega de información en formato impreso o por medios electrónicos.

Hasta la fecha, los sistemas de vigilancia y alerta temprana de la sequía estaban basados en un único indicador o índice climático. Gracias a los esfuerzos por mejorar la vigilancia y alerta temprana de la sequía que se han hecho en Estados Unidos de América y en otros países, se han elaborado nuevas herramientas y metodologías de alerta temprana y de apoyo a las decisiones, para ayudar a planificar las medidas de preparación y la elaboración de políticas en relación con la sequía. La experiencia adquirida puede proporcionar modelos útiles para otros países que están tratando de reducir las consecuencias de futuras sequías. Un sistema eficaz de vigilancia, alerta temprana y entrega de información debe reexaminar continuamente los indicadores clave de la sequía y del suministro de agua, así como los índices derivados del clima, y entregar esa información a los responsables de la toma de decisiones. Esto permite detectar en fase temprana las manifestaciones de la sequía y poner en

marcha a tiempo medidas de atenuación y respuesta en caso de emergencia, que son los elementos clave de un plan de preparación frente a las sequías.

Hasta hace poco tiempo no existía en Estados Unidos de América un sistema integrado y completo de vigilancia, alerta temprana y entrega de información en relación con la sequía. Entre 1996 y 2006, las sequías han sobrevenido en muchos lugares y han afectado a la mayor parte del país, acentuando la necesidad de disponer de un sistema de vigilancia y de alerta temprana altamente integrado. En ese período, son muchas las regiones que se han visto afectadas durante años consecutivos y en más de una ocasión. Algunas regiones del país han padecido hasta entre cinco y siete años de sequía consecutivos. Estos episodios han puesto de relieve las deficiencias en cuanto a esfuerzos de vigilancia de las sequías a nivel nacional y han resaltado la importancia de desarrollar una metodología más coordinada que haga un uso

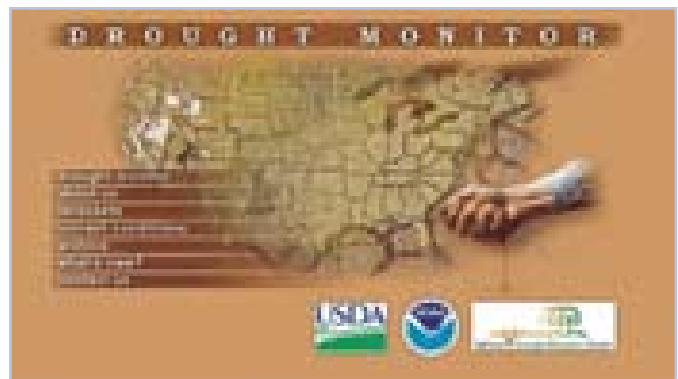


Figura 6. Sitio web del organismo de vigilancia de la sequía de Estados Unidos de América. (Fuente: Centro Nacional de Mitigación de Sequías, Universidad de Nebraska-Lincoln, Estados Unidos de América, <http://www.drought.unl.edu/dm>)

óptimo de Internet para el intercambio y análisis de datos, la comunicación de la información y la entrega de productos. En 1999, la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA), el Departamento de agricultura de Estados Unidos de América (USDA) y el Centro Nacional de Mitigación de Sequías de la Universidad de Nebraska-Lincoln concertaron una alianza para mejorar la coordinación y el desarrollo de nuevas herramientas de vigilancia de la sequía. El 18 de agosto de 1999, un producto elaborado en Estados Unidos de América, denominado "vigilancia de sequías" (USDm), estaba ya disponible para su uso. El USDm ha sido incorporado al sitio web del

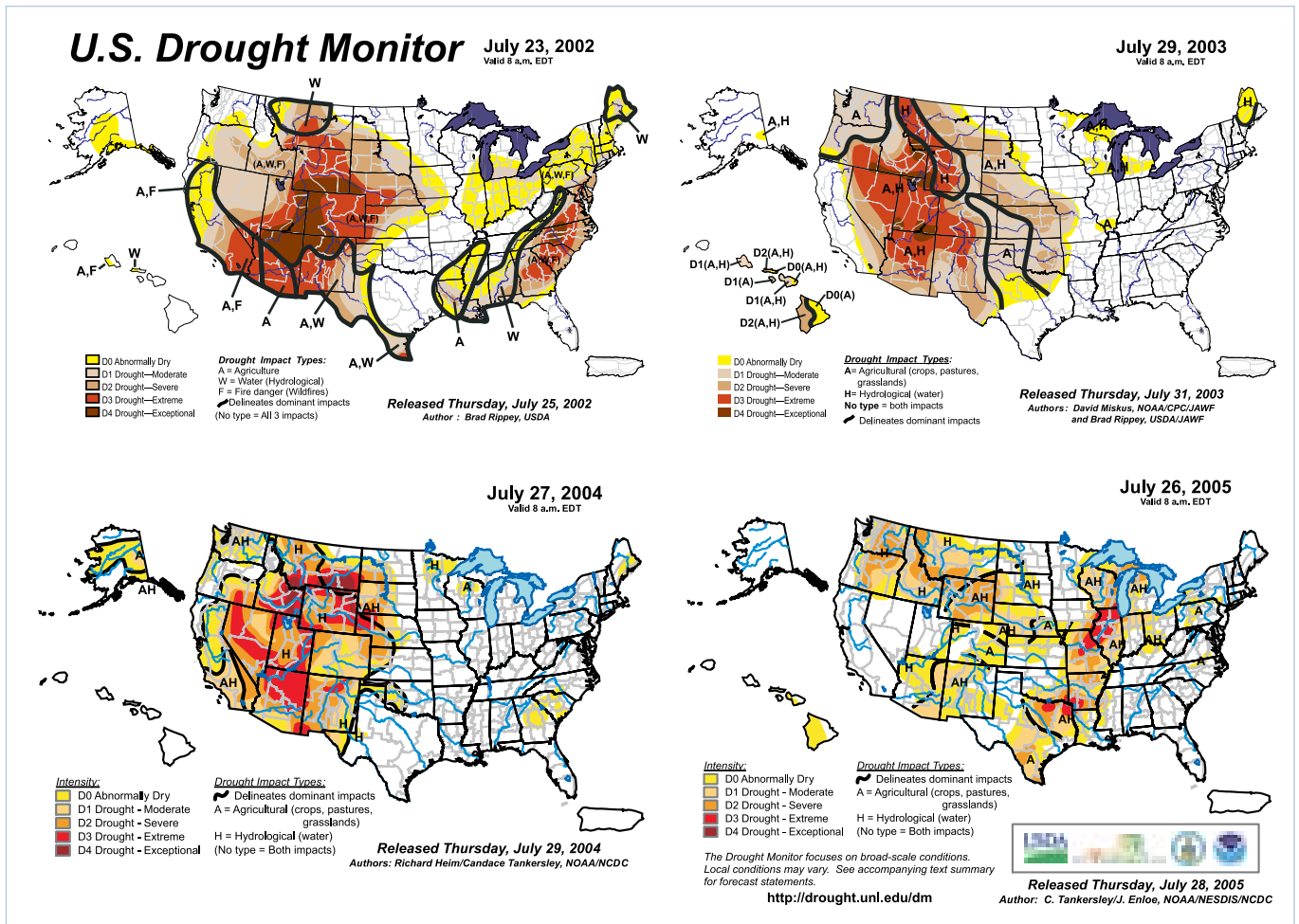


Figura 7. Extensión espacial y gravedad de las sequías en Estados Unidos, de 2002 a 2005, según el organismo de vigilancia de la sequía de Estados Unidos de América. (Fuente: <http://www.drought.unl.edu/dm>)

Centro Nacional de Mitigación de Sequías, (<http://drought.unl.edu/monitor/monitor.html>), que es un portal web dedicado a la vigilancia de las sequías y al abastecimiento de agua (Figura 6).

El USDM integra satisfactoriamente información obtenida de diversas fuentes y parámetros (índices e indicadores climáticos) para evaluar cada semana la gravedad y extensión de las sequías en Estados Unidos de América. Combina en proporciones adecuadas el análisis objetivo y la interpretación subjetiva. Este producto gráfico ha tenido amplia aceptación y lo utilizan diversos tipos de usuarios para conocer el estado de las sequías en el país. Se utiliza también para tomar las decisiones políticas que determinan el derecho a recibir asistencia en caso de sequía. El mapa del USDM es una instantánea semanal de la situación actual de las sequías. No ha sido concebido como un medio de predicción. Abarca los 50 Estados Unidos

de América, las posesiones del Pacífico y Puerto Rico. Se trata de un mapa de colores que indica las partes de Estados Unidos de América que padecen diversos grados de sequía y va acompañado de un texto explicativo. El texto describe los efectos actuales de la sequía, los peligros futuros y las perspectivas de mejoría. El USDM es, con diferencia, el producto nacional de vigilancia de sequías más manejable para el usuario que existe actualmente en Estados Unidos de América. Aunque se difunde principalmente por Internet, aparece también en periódicos, locales y nacionales, y en televisión. La Figura 7 ilustra las condiciones de la sequía en Estados Unidos de América entre 2002 y 2005. Un único mapa semanal ilustra las condiciones de sequía para cada año. Todos los mapas USDM elaborados desde 1999 han sido archivados en el sitio web y están disponibles para los usuarios que deseen hacer comparaciones.

Dado que no existe una definición única de la sequía para todas las situaciones, los planificadores agrícolas e hídricos, entre otros, tienen que hacer uso de diversos tipos de datos o de índices expresados en forma de mapa o en forma gráfica. Los autores del USDM han utilizado varios indicadores e índices clave, como el índice de sequía Palmer, el índice de precipitación normalizado, el caudal fluvial, la salud de la vegetación, la humedad del suelo y los efectos concomitantes. En la elaboración del mapa final se integran también otros indicadores auxiliares obtenidos de diferentes organismos como el índice de sequía Keetch-Byram, los niveles de agua embalsada, el índice de aflujo de agua superficial, el equivalente en agua de nieve de las cuencas fluviales o el estado de los pastos y de los pastizales. La distribución electrónica de primeras versiones del mapa a expertos de todo el país que trabajan *in situ* proporciona cada semana un acervo excelente de datos verdaderos sobre las condiciones y la gravedad de las sequías.

El USDM clasifica las sequías según una escala de 1 a 4 (D1–D4), en la que D4 denota un episodio excepcional de sequía (por ejemplo, una vez cada 50 años). Una quinta categoría, D0, indica las áreas anormalmente secas. El mapa USDM y sus textos denotan extensiones de sequía generales y valoran la intensidad del fenómeno con arreglo a una escala creciente. Las áreas D0 (anormalmente secas) son aquellas en que la sequía está comenzando o terminando, pero en las que todavía se notan sus efectos.

En el USDM se indican también los sectores que están padeciendo algún tipo de consecuencia, ya sea directa o indirecta, de la sequía, mediante los símbolos A (sector agropecuario: cultivos, ganadería, pastos y pastizales), H (hidrología) y/o W (suministros de agua). Así, por ejemplo, un área sombreada y marcada como D2 es un área que padece una sequía grave que afecta en mayor medida al sector agropecuario que al sector de abastecimiento hídrico. Los autores del mapa son cautos a la hora de

marcar un área como afectada por la sequía o exenta de ella ya que son conscientes de la lentitud con que se manifiesta ese fenómeno y con que se produce la recuperación y de la posibilidad de que haya efectos remanentes.

La metodología asociada al USDM se ha utilizado ya para producir el sistema de vigilancia de sequías de América del Norte (NADM), mediante un proyecto de colaboración entre Estados Unidos de América, México y Canadá. Esta alianza dio comienzo en 2002 y su propósito era representar cartográficamente las pautas de gravedad y de extensión de la sequía en América del Norte. En la Figura 8 aparece representado el NADM correspondiente a mayo de 2006. Al igual que el USDM, hace uso de diversos índices e indicadores para representar gráficamente las sequías. Este producto ha sido posible gracias al Centro Nacional de Datos Climáticos de la NOAA, al Centro Nacional de Mitigación de Sequías, de la Universidad de Nebraska–Lincoln y al Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América; a la Comisión Nacional del Agua de México; y al Ministerio del Medio Ambiente y al de Agricultura y Agroalimentación de Canadá. El producto tiene una periodicidad mensual y constituye un excelente ejemplo de cooperación para la vigilancia internacional de las sequías.

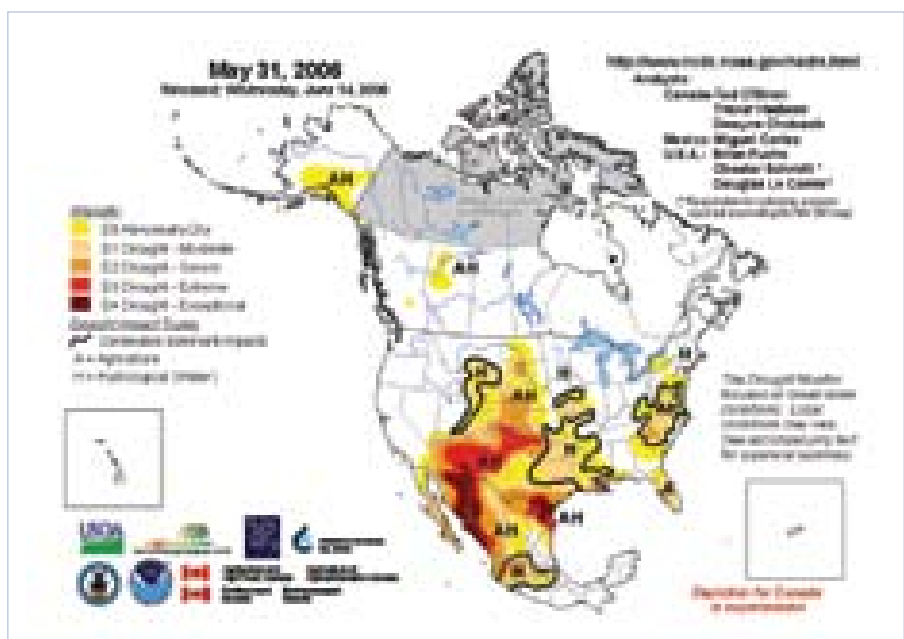


Figura 8. Vigilancia de la sequía de América del Norte, mayo de 2006 (Fuente: Vigilancia de la sequía de América del Norte, <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/monitoring/drought/nadm/index.html>)





# ACTIVIDADES DE VIGILANCIA DE LAS SEQUÍAS: CASOS PARTICULARES

Muchos países están avanzando notablemente en el desarrollo de sistemas de vigilancia y alerta temprana de la sequía. El interés creciente por mejorar estos sistemas responde a los efectos cada vez más acentuados de ese fenómeno, que denotan una mayor vulnerabilidad de la sociedad. A ello está contribuyendo una mayor capacidad de vigilancia y, en particular, la ampliación de las redes de estaciones meteorológicas automatizadas y los satélites, así como la existencia de Internet. Gracias a Internet, ha mejorado el acceso a datos e información esenciales para ayudar a evaluar el clima y las sequías, así como la entrega de esa información a muy diversos sectores de usuarios, mediante diversos tipos de herramientas o de productos de apoyo a la decisión. Algunos ejemplos tomados de diversos países ilustrarán los tipos de planteamiento adoptados en las regiones propensas a las sequías.

## CHINA

La autoridad que vigila la evolución de las sequías en China es el Centro sobre el Clima de Beijing de la Administración Meteorológica China. El Centro

sobre el Clima de Beijing utiliza desde 1995 el índice de precipitación normalizado para vigilar la aparición y desarrollo de sequías en China por períodos de 10 días. Los resultados se hacen públicos en el Boletín de vigilancia de las sequías de China, publicado por dicho Centro. Entre 1995 y 1999 se desarrolló un sistema chino de vigilancia y alerta temprana de la sequía que entró en funcionamiento con periodicidad diaria en 1999. Este sistema proporciona información exacta sobre las sequías a diversos organismos estatales del mismo ámbito y al público en general, que ayuda a desarrollar medidas de atenuación de los efectos de las sequías. El elemento central del sistema es un 'índice completo' de vigilancia de sequías desarrollado por el Centro sobre el Clima de Beijing basándose en su larga experiencia en vigilancia de sequías y evaluación de sus efectos.

El índice completo es una función del índice de precipitación normalizado, en períodos de 30 y de 90 días, y de la correspondiente evapotranspiración potencial. Basándose en el índice completo y en la vigilancia de la humedad de los suelos mediante una red de estaciones de meteorología agrícola y mediante actividades de vigilancia por teledetección desde el



SHUPING YANG

centro satelital de la Administración Meteorológica China, se han obtenido varios productos de vigilancia de las sequías:

- el boletín de vigilancia de las sequías de China, destinado a organismos estatales, que se publica a intervalos variables;
- un programa informativo sobre vigilancia de sequías y evaluación de sus efectos, emitido por la cadena CCTV todos los miércoles desde 2004;

- mapas diarios de vigilancia de las sequías, disponibles en la página principal del Centro sobre el Clima de Beijing desde febrero de 2003 (<http://bcc.cma.gov.cn/en>).

Las Figuras 9 a 11 ofrecen ejemplos de productos de vigilancia de la sequía en forma de mapas, evaluaciones de humedad del suelo y productos obtenidos por teledetección. En 2006, la sequía primaveral sobrevenida en la provincia de Ningxia afectó considerablemente, durante el invierno, a los cultivos de trigo.

### CENTRO DE PREDICCIÓN Y DE APLICACIONES CLIMÁTICAS DEL IGAD (ICPAC)

La región conocida como el Gran Cuerno de África, al igual que otras partes del trópico, es propensa a episodios climáticos extremos, como las sequías o las crecidas. En un esfuerzo por reducir al mínimo los efectos negativos de los fenómenos climáticos extremos, la OMM y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo establecieron en 1989, en Nairobi, un Centro de control de la sequía (CCS) de ámbito regional y un Subcentro en Harare, que abarcaban 24 países de la subregión del sur y este de África. En 2003, el CCS de Nairobi se convirtió en institución especializada de la Autoridad Intergubernamental sobre el Desarrollo (IGAD) y pasó a denominarse Centro de predicción y de

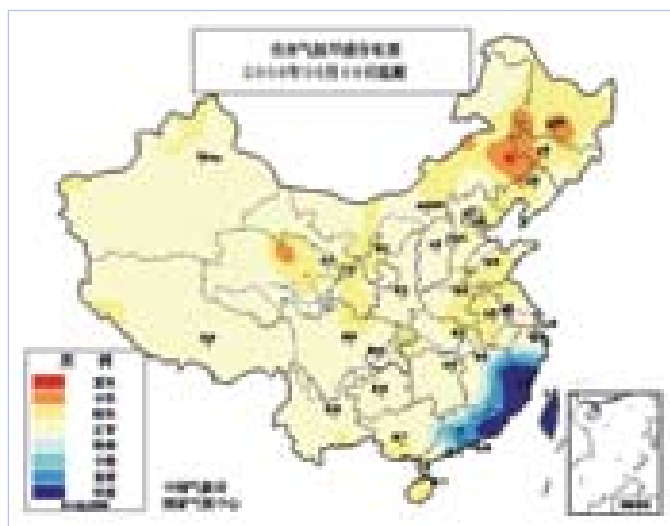


Figura 9. Vigilancia de la sequía en China, 9 de junio de 2006; la escala de colores de beige (en el centro) a rojo denota niveles de gravedad crecientes de sequía. (Fuente: Administración Meteorológica China)

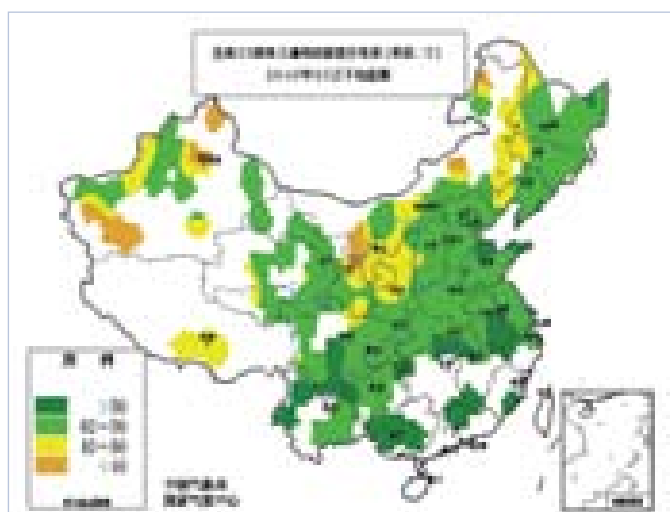


Figura 10. Vigilancia de la humedad en los 20 cm superiores de la capa del suelo, entre el 21 y el 31 de mayo de 2006. Los valores crecientes indican niveles de humedad crecientes. (Fuente: Administración Meteorológica China)

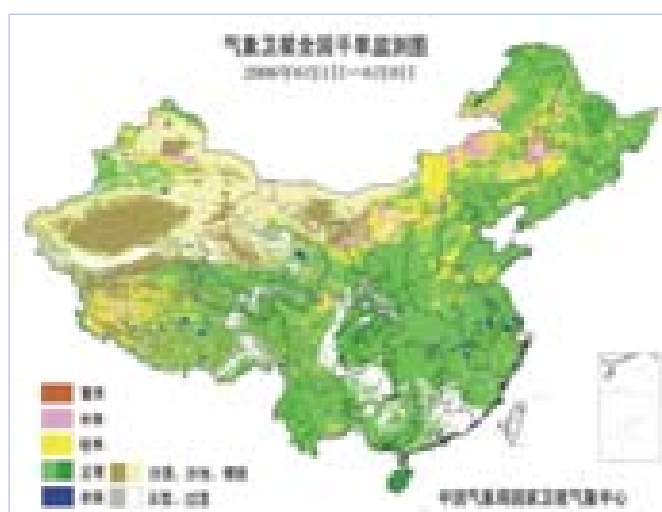


Figura 11. Vigilancia de la sequía mediante teledetección en el período del 1 al 8 de junio de 2006. La escala de colores de la izquierda, de azul a marrón, indica el grado de gravedad de la sequía. (Fuente: Administración Meteorológica China)



aplicaciones climáticas del IGAD (ICPAC). Algunos de los países participantes son Burundi, Djibouti, Etiopía, Eritrea, Kenya, Rwanda, Somalia, Sudán, República Unida de Tanzania y Uganda. El ICPAC es responsable de la vigilancia y predicción del clima, de las alertas tempranas y de otras aplicaciones encaminadas a reducir los riesgos vinculados al clima en la región del Gran Cuerno de África.

El objetivo principal del ICPAC es contribuir a mejorar los servicios de vigilancia y predicción del clima para la emisión de alertas tempranas y para la atenuación de los efectos adversos de los fenómenos climáticos extremos en diversos sectores socioeconómicos de la región, entre ellos, los de producción agrícola y seguridad alimentaria, recursos hídricos, energía y salud. Los productos de alerta temprana permiten a los usuarios adoptar mecanismos que les ayuden a hacer frente a los riesgos vinculados a estados extremos del clima y del tiempo en la región del Gran Cuerno de África. El Centro fomenta también la creación de capacidad tanto para los científicos que estudian el clima como para los usuarios.

El Centro proporciona con regularidad advertencias climáticas y, en particular, boletines sobre el clima por períodos de 10 días, mensuales y estacionales, así como información oportuna para la emisión de alertas tempranas sobre la evolución de los valores climáticos extremos y sus efectos concomitantes. Se están celebrando también Foros regionales sobre la evolución probable del clima antes del comienzo de las grandes estaciones de lluvias, a fin de proporcionar predicciones consensuadas sobre la evolución probable del clima y de desarrollar estrategias de atenuación. Se indican a continuación algunas de las actividades emprendidas por el ICPAC:

- creación de bancos de datos nacionales sobre el clima sometidos a control de calidad;
- procesamiento de datos y, en particular, elaboración de estadísticas climatológicas básicas;
- adquisición en tiempo oportuno de datos sobre el clima obtenidos en tiempo casi real y de datos obtenidos por teledetección;
- vigilancia de la evolución espacial y temporal de los extremos meteorológicos y climáticos en la región;
- generación de productos de predicción del clima y de alerta temprana;
- delimitación de zonas de riesgo de fenómenos extremos relacionados con el clima;
- difusión en tiempo oportuno de productos de alerta temprana;
- actividades de creación de capacidad para la generación y aplicación de productos climáticos;
- organización de Foros sobre la evolución probable del clima para los países de la región del Cuerno de África;
- mejora de la interacción con los usuarios mediante cursillos destinados a éstos y proyectos piloto sobre aplicaciones;
- vigilancia, detección y atribución del cambio climático.

Las Figuras 12 a 14 muestran un repertorio de productos relacionados con el clima y con la sequía, elaborados por el ICPAC (<http://www.icpac.net>). Estos productos reflejan desviaciones acumulativas de las precipitaciones de lluvia con respecto a la

media en Marsabit, Kenya; un mapa regional sobre la evolución probable del clima; y un mapa ilustrativo de la evolución probable de la seguridad alimentaria para los países de la región del Gran Cuerno de África, respectivamente.

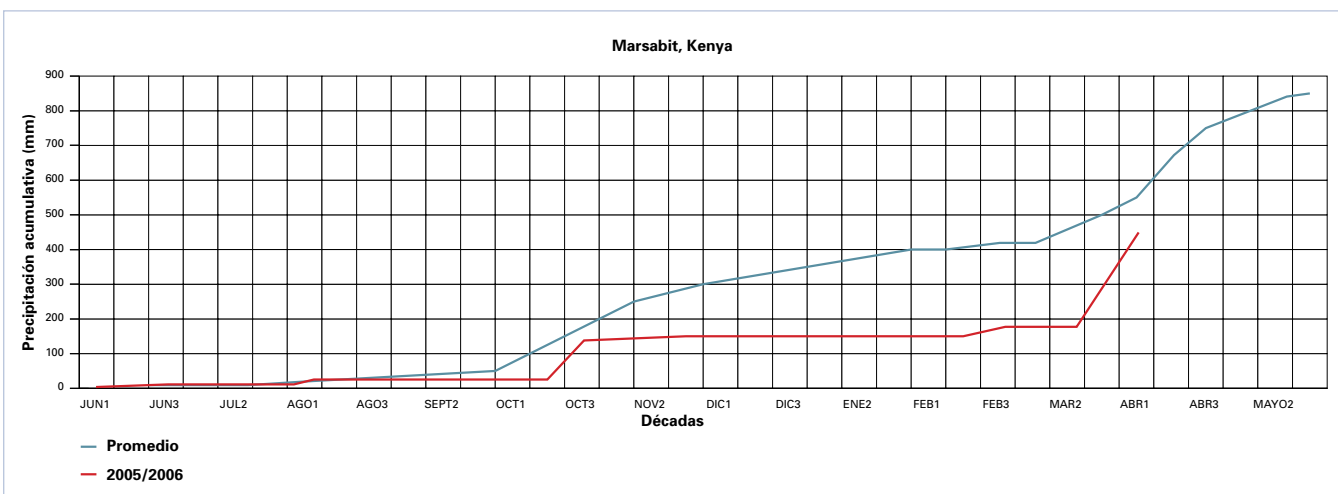


Figura 12. Ejemplos de precipitación de lluvia decadal acumulativa en partes de Kenya entre junio de 2005 y principios de abril de 2006. (Fuente: ICPAC)

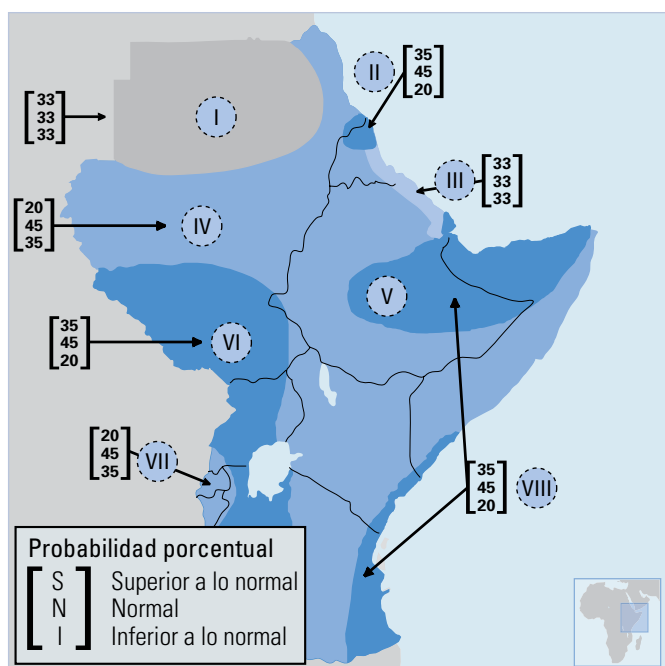


Figura 13. Evolución del clima en la región del Gran Cuerno de África, de marzo a mayo de 2006. (Fuente: ICPAC)

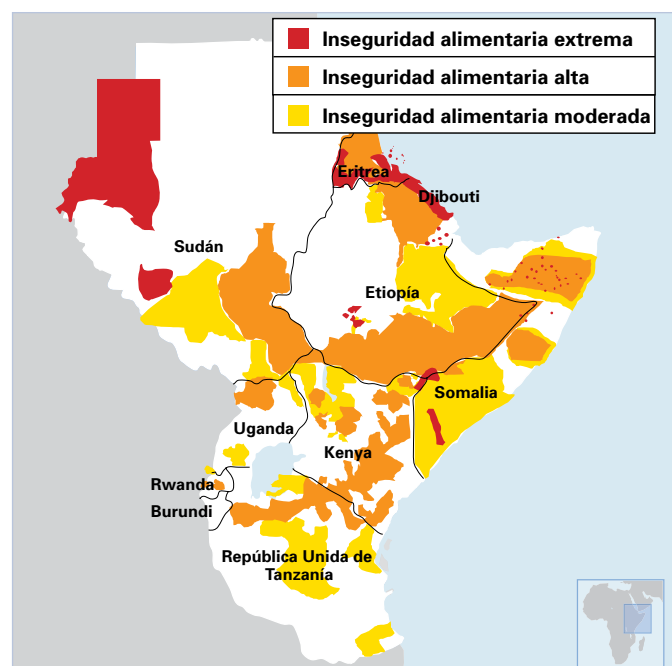


Figura 14. Evolución de la seguridad alimentaria en la región del Gran Cuerno de África, de septiembre a diciembre de 2005. (ICPAC)

## SUDÁFRICA

La sequía es un fenómeno normal y recurrente del clima sudafricano. Las sequías han ocasionado en ese país importantes repercusiones económicas, medioambientales y sociales y reflejan la vulnerabilidad del país a ese fenómeno natural. En períodos de bajos niveles de precipitación, los responsables de políticas, agrónomos, empresarios y el público en general necesitan frecuentemente un mayor acervo de datos sobre las precipitaciones de lluvia para la toma de decisiones y para la planificación.

En respuesta a la sequía recurrente de Sudáfrica, el Servicio Meteorológico de ese país (SAWS) estableció una oficina de vigilancia de la sequía para centralizar



© FELIX MASJI/VOICELESS CHILDREN, POR CORTESÍA DE PHOTOSHARE

en un solo lugar toda la información sobre las precipitaciones observadas y las predicciones a largo plazo. Asimismo, ofrece la oportunidad a la población de comparar los datos de las lluvias del año actual con los de períodos secos anteriores, como ayuda en las tareas de decisión y de planificación.

Ni los índices de sequía expresados en porcentajes del valor normal ni los expresados en decilos pueden ayudar a los decisores a evaluar el efecto acumulativo de la disminución de las lluvias en distintos períodos de tiempo. Ninguno de esos índices puede describir la magnitud de una sequía en comparación con otros episodios. El índice de precipitación normalizado puede suplir algunas de esas carencias y es, al mismo tiempo, menos complejo de calcular que otros índices de sequía actualmente utilizados por el Servicio Meteorológico de Sudáfrica. El índice de precipitación normalizado es un índice basado en la probabilidad de lluvia en cualquier escala temporal; puede ser de utilidad para evaluar la gravedad de las sequías y puede calcularse en distintas escalas de tiempo que reflejen los efectos de la sequía sobre la disponibilidad de los recursos hídricos. El cálculo del índice de precipitación normalizado está basado en la distribución de las precipitaciones de lluvia durante períodos de tiempo largos, preferiblemente superiores a 50 años. Para ello, el registro de precipitaciones de lluvia a largo plazo se ajusta en primer lugar a una distribución de probabilidad y, seguidamente, se normaliza de manera que el valor medio del índice de precipitación normalizado sea nulo en cualquier lugar y período de tiempo. Los valores de este índice superiores a cero indican períodos más húmedos y los inferiores a cero denotan períodos más secos.

El 23 de noviembre de 2005, el Departamento de Agricultura hizo público un informe según el cual ocho de las nueve provincias de Sudáfrica estaban padeciendo sequías graves, a excepción únicamente de la provincia de Gauteng, densamente poblada, cuya importancia agraria es secundaria. En aquella fecha, la provincia más septentrional, Limpopo, había declarado como zona catastrófica varios distritos desde 2003 y 2004, con 27 de sus 37 términos municipales afectados. Los embalses de la provincia estaban en su nivel más bajo: en promedio, un 36% de su capacidad, frente a un 64% en el año anterior.

La gravedad de la situación podía apreciarse claramente, para las distintas escalas temporales de los mapas del índice de precipitación normalizado,

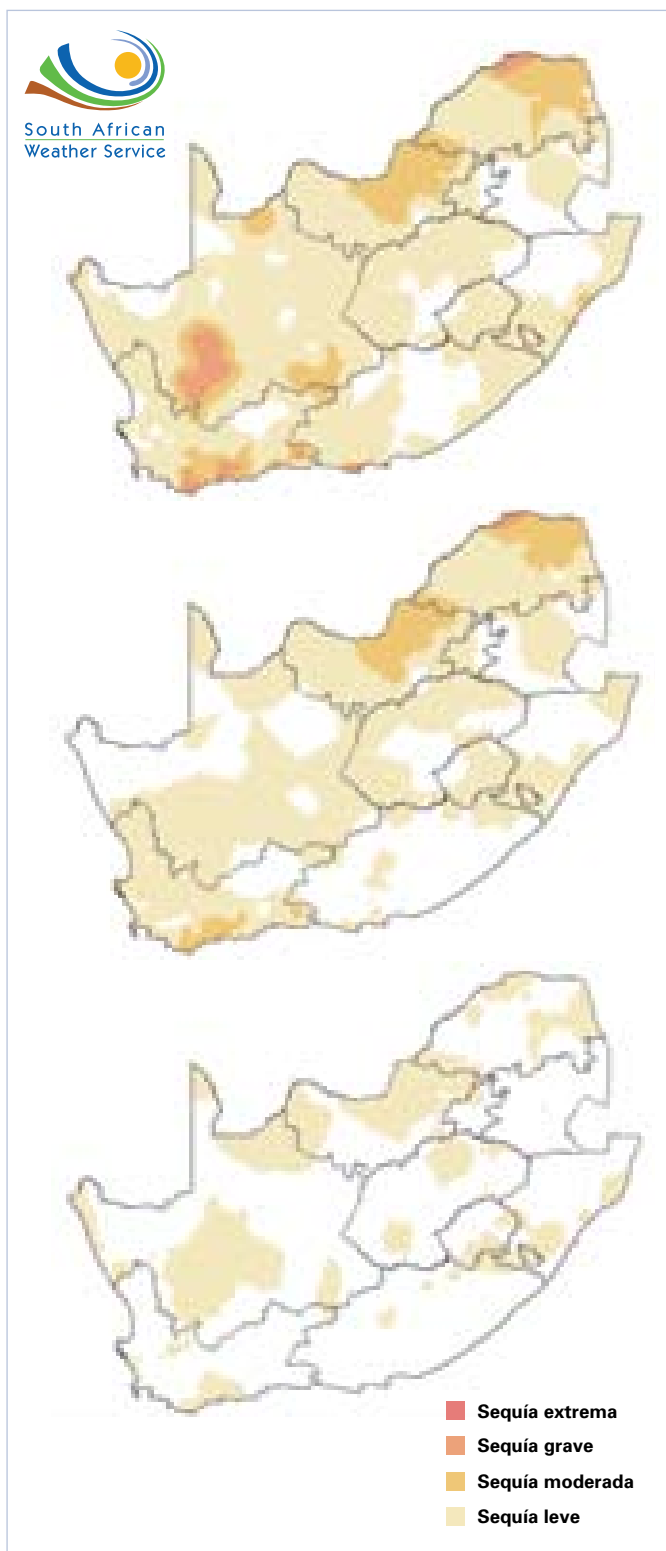


Figura 15. Índice de precipitación normalizado en Sudáfrica, noviembre de 2005 (arriba); de septiembre a noviembre de 2005 (en medio); de junio a noviembre de 2005 (abajo). (Fuente: Servicio Meteorológico de Sudáfrica)

en la página web del Servicio Meteorológico de Sudáfrica (SAWS) sobre vigilancia de la sequía (<http://www.weathersa.co.za/DroughtMonitor/DMDesk.jsp>), actualizada a comienzos de diciembre de 2005. Un invierno muy seco y la ausencia de lluvias suficientes en primavera intensificaron las condiciones secas en algunas áreas.

En noviembre de 2005, los valores principales de precipitación de lluvia eran aproximadamente normales en la mayoría del país y superiores a lo normal en ciertas partes de las provincias de Cabo Occidental, Cabo Oriental, KwaZulu-Natal y Mpumalanga (Figura 15, arriba). Según los datos disponibles, ningún área del país recibió durante ese mes precipitaciones de lluvia muy inferiores a los valores normales.

Entre septiembre y noviembre de 2005, la sequedad se atenuó en las provincias septentrionales y en las situadas más al sur (Figura 15, en medio). Sin embargo, subsistía cierto déficit de precipitación en la provincia más septentrional, Limpopo.

Como indica el mapa del índice de precipitación normalizado para el período de junio a noviembre de 2005, las precipitaciones de lluvia durante ese período fueron normales en la mayor parte de Sudáfrica, aunque moderadas o muy secas en ciertas áreas, principalmente en la provincia de Cabo Meridional, en partes meridionales del Cabo Septentrional y en el extremo septentrional (Figura 15, abajo). Aunque algunas partes de Limpopo recibieron lluvias abundantes durante noviembre de 2005, los recursos hídricos seguían siendo insuficientes.

## PORTUGAL

El índice Palmer de gravedad de la sequía (PDSI) se utiliza para caracterizar la sequía en Portugal. Este índice ha sido adaptado y calibrado con respecto a las condiciones climáticas específicas de la parte continental de Portugal. El PDSI es el resultado de un cómputo parametrizado del balance hídrico del suelo y compara el contenido estimado de humedad del suelo con su promedio climatológico.

En los mapas mensuales del índice Palmer de gravedad de la sequía se muestra la evolución de las condiciones de sequía y la distribución espacial en

Portugal de la misma. Estos mapas se utilizan para vigilar las variaciones espaciales y temporales de la sequía en el Portugal continental y ayudan a delimitar las áreas potenciales de desastre para la agricultura y otros sectores, lo que permite que los agricultores tomen decisiones más acertadas con objeto de atenuar sus efectos.

El año hidrológico 2004-2005 comenzó con cantidades de precipitación favorables en octubre, excepto en la región meridional, donde el tiempo fue entre seco y normal. Los meses subsiguientes fueron de secos a muy secos y evolucionaron hacia una sequía muy intensa. En la Figura 16 y en la Tabla 1 se indican las variaciones mensuales del índice Palmer de gravedad

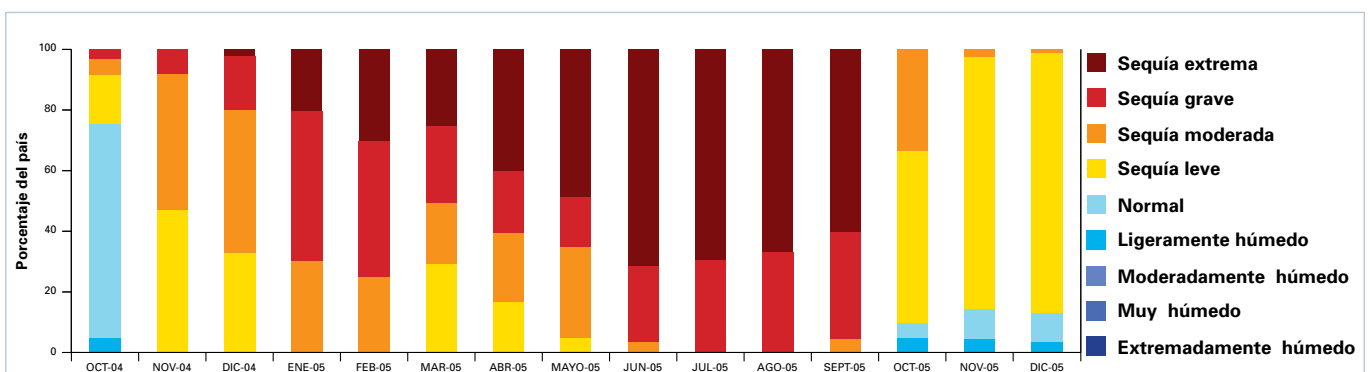


Figura 16. Porcentaje de la superficie de Portugal afectada por sequías entre octubre de 2004 y diciembre de 2005. (Fuente: Instituto de Meteorología, I.P., Portugal)

ÍNDICE PALMER DE GRAVEDAD DE LA SEQUÍA (PDSI)	Área afectada por la sequía en %														
	2004			2005											
	31 Oct	30 Nov	31 Dic	31 Ene	28 Feb	31 Mar	30 Abr	31 Mayo	30 Jun	31 Jul	31 Ago	30 Sept	31 Oct	30 Nov	31 Dic
<b>Moderadamente lluvioso</b>	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ligeramente lluvioso</b>	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	5
<b>Normal</b>	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	11
<b>Sequía leve</b>	20	47	30	0	0	26	15	4	0	0	0	0	52	81	83
<b>Sequía moderada</b>	5	47	48	25	23	22	22	28	3	0	0	3	36	2	1
<b>Sequía grave</b>	1	5	20	53	44	28	20	20	33	27	29	36	0	0	0
<b>Sequía extrema</b>	0	0	2	22	33	24	43	48	64	73	71	61	0	0	0

Tabla 1. Porcentaje de la superficie del Portugal continental afectada por la sequía en 2004 y 2005. (Fuente: Instituto de Meteorología, I.P., Portugal)

de la sequía, expresadas como porcentaje de superficie afectada en el Portugal continental. Estas figuras evidencian asimismo un agravamiento de la sequía durante los meses de invierno, con una cierta atenuación en marzo, gracias a las precipitaciones caídas en las regiones septentrional e interior del país. La situación se agravó durante junio, julio y agosto. Esos meses aportan normalmente, en promedio, tan sólo un 6% de la precipitación anual. La precipitación recibida durante los primeros 15 días de septiembre aminoró la gravedad de la sequía en las regiones septentrional y central.

En la Figura 17 se indica el número de meses consecutivos de sequía grave y extrema hasta el final de septiembre de 2005.

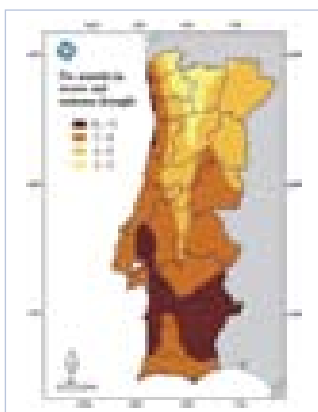


Figura 17. Representación espacial de varios meses consecutivos de sequías graves y extremas en Portugal, de octubre de 2004 a septiembre de 2005. (Fuente: Instituto de Meteorología, I.P., Portugal)

Período	Población afectada	
	Con agua transportada	Con restricciones del suministro
Primera quincena de abril	14 175	213
Primera quincena de mayo	8 395	2635
Primera quincena de junio	26 500	26 781
Segunda quincena de junio	23 440	25 217
Primera quincena de julio	26 004	26 350
Segunda quincena de julio	54 831	53 312
Primera quincena de agosto	48 500	60 061
Segunda quincena de agosto	94 372	100 500
Primera quincena de septiembre	73 097	66 127
Segunda quincena de septiembre	69 588	39 429
Segunda quincena de octubre	48 883	30 083
Segunda quincena de noviembre	11 921	13 354
Segunda quincena de diciembre	10 238	13 445
<b>Máximo</b>	<b>94 372</b>	<b>100 500</b>

Tabla 2. Número de personas afectadas directa o indirectamente por la sequía en Portugal, 2005. (Fuente: Instituto de Meteorología, I.P., Portugal)

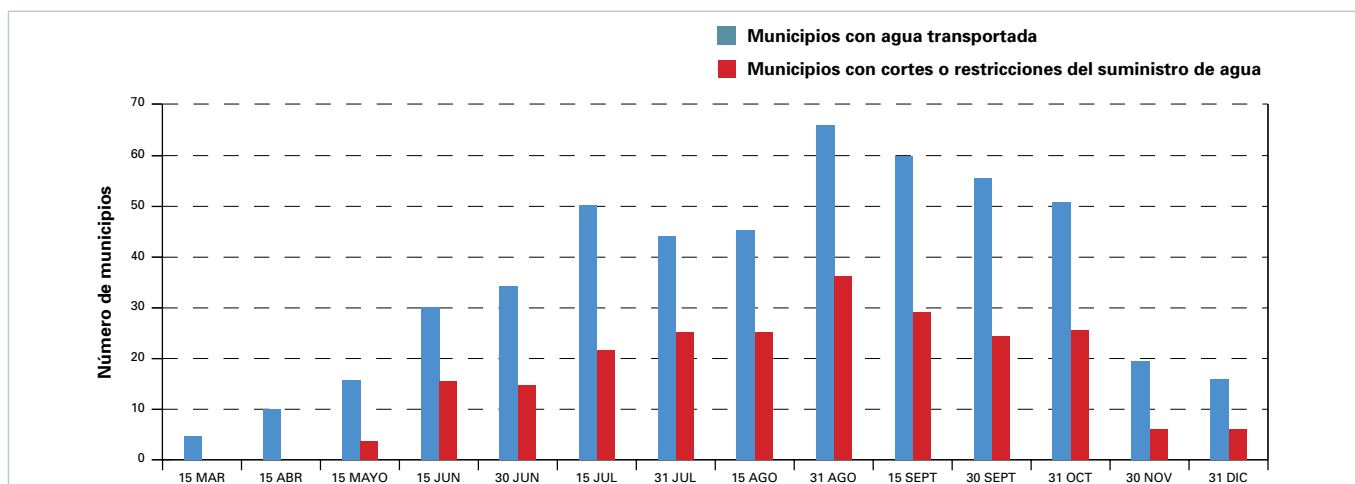


Figura 18. Número de municipios que tuvieron que recurrir a agua transportada (azul) o con restricciones del suministro de agua a los hogares (rojo). (Fuente: Instituto de Meteorología, I.P., Portugal)



Los efectos de la sequía sobre la agricultura, la energía y el abastecimiento urbano de agua fueron considerables. En la Figura 18 se ilustran esos efectos respecto del sector del suministro hídrico urbano. El número de personas afectadas por la sequía entre abril y diciembre de 2005 es también, como se indica en la Tabla 2, un buen indicador de los efectos generalizados de ese episodio de sequía.

## AUSTRALIA

El continente australiano abarca la zona subtropical austral y se extiende en su parte continental entre aproximadamente los 11°S a la altura del extremo septentrional y los 39°S en el sureste. En las regiones septentrionales el tiempo es estacionalmente tropical, mientras que en las costas del este, sureste y suroeste y cerca del interior el tiempo es adecuadamente lluvioso, aunque propenso a una alta variabilidad interanual y estacional de las precipitaciones de lluvia. Las regiones más interiores son entre áridas y semiáridas. Las sequías, que en ocasiones afectan a grandes extensiones del continente, son una característica recurrente del clima de Australia. Muchas de las sequías más graves y generalizadas están asociadas a episodios de El Niño.

Dado que las lluvias son, con diferencia, el factor más importante de cuantos afectan a los resultados de la estación de cultivo en todo el país, la vigilancia de las sequías ha sido durante muchos años sinónimo

de vigilancia del déficit de precipitación. El sistema de vigilancia de las sequías de la Oficina Meteorológica de Australia, en funcionamiento desde 1965, ha utilizado como indicadores los percentiles de precipitación acumulativa de lluvia durante meses sucesivos para identificar las regiones con déficit o exceso de lluvia. Las áreas en que las acumulaciones de lluvia son inferiores al décimo o al quinto percentilo en períodos de tres meses o más se califican, respectivamente, de *gravemente* deficitarias o *muy gravemente* deficitarias. En la Figura 19 puede verse el alcance de las deficiencias de precipitación graves o más graves en el momento de mayor intensidad del último episodio de sequía relacionado con El Niño durante 2002-2003.

Aunque un período prolongado de déficit de lluvia es, en cualquier área, prácticamente un prerrequisito de la sequía, en Australia se acepta generalmente que la declaración oficial de sequía es un asunto más complejo. Obliga a tener en cuenta no sólo el suministro de agua de lluvia, sino también los usos subsiguientes de esa lluvia depositada en las tierras agrícolas, recogida en arroyos y ríos, almacenada en embalses, utilizada para alimentar plantas hidroeléctricas y suministrada a las ciudades de todo el país. Además, dado el tamaño y la situación geográfica de Australia, lo habitual es que en un momento dado haya una o más áreas de diferente extensión que padezcan déficits de lluvia graves o muy graves. Para declarar o no esas áreas como afectadas por la sequía y para decidir si ésta es o no de intensidad, duración y extensión suficiente para que el Estado preste socorro a los damnificados, las autoridades estatales han de realizar una serie compleja de evaluaciones.

La aceptación de que la sequía es una característica "normal" del medio ambiente y del medio económico y social de Australia ha convencido al gobierno de ese país de que las industrias y empresas sensibles al clima deben aprender a gestionar los riesgos de sequía del mismo modo que cualquier otro riesgo. No obstante, el gobierno reconoce que, de cuando en cuando, algunas sequías alcanzan tal nivel de gravedad (o se hacen crónicas, o generalizadas) que es necesario ofrecer apoyo a los más afectados. Este tipo de situaciones se denominan en Australia "circunstancias excepcionales".

En 2002-2003, Australia padeció una sequía particularmente grave y extendida, acompañada de temperaturas elevadas sin precedentes en muchas regiones. En el momento de mayor intensidad de

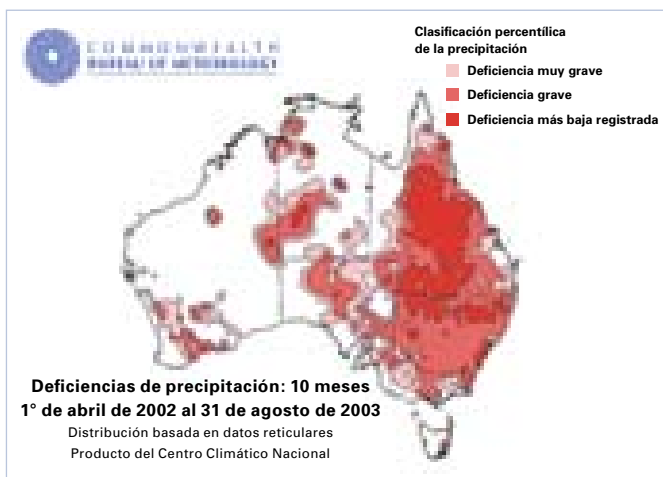


Figura 19. Extensión de las deficiencias de precipitación graves o más graves en el momento de mayor intensidad del último episodio de sequía relacionado con El Niño, en 2002 y 2003. (Fuente: Oficina de Meteorología de Australia)

la sequía, un 57% del continente australiano había registrado 10 ó más meses de déficit acumulativo de lluvia entre grave y muy grave, mientras un 90% registraba valores inferiores a la mediana (Figura 19). Con la experiencia de la sequía reciente aún en la memoria y consciente de la necesidad de un proceso más objetivo, justo y transparente para fundamentar la declaración de circunstancias excepcionales, el Consejo Ministerial de Industrias Primarias de Australia encargó en 2005 la creación del Sistema Nacional de Vigilancia Agrícola (NAMS).

El NAMS se hizo realidad en los doce meses siguientes, bajo la dirección de la Oficina Australiana de Ciencias Rurales, en colaboración con la Oficina Australiana de Meteorología y con la Organización de Investigaciones Científicas e Industriales de la Commonwealth (CSIRO). El resultado de ello es un sitio web accesible al público que contiene mapas actuales, gráficos e informes sobre el estado del clima en toda Australia e información sobre la producción de los principales sistemas agrícolas de cultivos de gran extensión. Además de datos actualizados, el NAMS contiene información histórica sobre la producción medida y predicha mediante modelos, las consecuencias financieras, los índices obtenidos mediante teledetección y el clima.

El sitio web del NAMS expone la información en pantalla y en forma de informes imprimibles, y proporciona información general, datos sobre las condiciones climáticas actuales y estadísticas de producción y sobre recursos en las regiones que especifique el usuario. La escala de las regiones puede abarcar desde la totalidad del país hasta las áreas de gobierno local o las circunscripciones estadísticas utilizadas para resumir los datos censales de Australia.

En conjunto, la información del NAMS refleja la situación actual con respecto a los principales sistemas de producción agrícola y las perspectivas de la producción para la siguiente estación de cultivo. El NAMS se dedica, en principio, a vigilar y proporcionar datos a las industrias de las tierras secas y a las grandes extensiones de cultivos, así como planes para ampliar el sistema de modo que abarque las regiones extensas de regadío de Australia y otras industrias de utilización más intensiva de recursos, como la horticultura.

El sistema NAMS utiliza una base de datos común al conjunto del país, por lo que facilitará una metodología

más coherente para los procesos de declaración de sequía, gracias a la utilización de:

- una plantilla y una terminología comunes para describir la sequía en términos de probabilidad;
- un conjunto común de criterios para la declaración;
- un proceso común para evaluar subjetivamente "sobre el terreno" los efectos de la sequía.

El sitio web del NAMS se encuentra en la dirección [www.nams.gov.au](http://www.nams.gov.au). Puede obtenerse información más detallada sobre las medidas nacionales de asistencia a la sequía en ese país y, en particular, sobre la declaración de "circunstancias excepcionales", en <http://www.daff.gov.au/droughtassist>, mientras que en <http://www.bom.gov.au/climate/drought/drought.shtml> puede obtenerse información sobre el sistema de vigilancia de los déficits de lluvia.

## RESUMEN

La sequía afecta a muchas más personas que cualquier otro desastre natural y acarrea un elevado costo económico, social y medioambiental. El desarrollo de sistemas de vigilancia de la sequía, de alerta temprana y de entrega de productos eficaces ha obligado a hacer un esfuerzo considerable, dadas las singulares características de la sequía. En los últimos años se ha avanzado considerablemente en la mejora de la eficacia de esos sistemas. Con el aumento de la frecuencia y de la gravedad de las sequías en muchas regiones del mundo y con la acentuación de la vulnerabilidad de la sociedad, se están dedicando ahora más esfuerzos para elaborar planes de preparación frente a la sequía que sean más eficaces y más defensivos y para tomar medidas de gestión basadas en los riesgos. La mejora de la vigilancia de ese fenómeno es uno de los componentes clave de los planes de preparación frente a la sequía y de los planes nacionales de lucha contra ese fenómeno. Los sistemas de alerta temprana pueden proporcionar a los decisores un acceso oportuno y fiable a la información que les permita fundamentar sus medidas de atenuación. La mejora de estos sistemas planteará dificultades pero, en muchos países, las metodologías complejas e integradas de vigilancia del clima y de los suministros hídricos están dando ya fruto.





## **Organización Meteorológica Mundial**

Para obtener mayor información sobre la OMM, sírvase ponerse en contacto con:

Oficina de Comunicación y de Relaciones Públicas de la  
Organización Meteorológica Mundial

*7bis*, avenue de la Paix - Case postale 2300 - CH-1211 Genève 2 - Suiza

Tel.: (+41-22) 730 83 14 - 730 83 15 - Fax: (+41-22) 730 80 27

Correo electrónico: [cpa@wmo.int](mailto:cpa@wmo.int) - Sitio web: [www.wmo.int](http://www.wmo.int)

Para obtener mayor información, sírvase ponerse en contacto con:

**Departamento del Programa Mundial sobre el Clima**

**Organización Meteorológica Mundial**

*7bis*, avenue de la Paix - Case postale 2300 - CH-1211 Genève 2 - Suiza

Tel.: (+41-22) 730 83 80 - Fax: (+41-22) 730 80 42

Correo electrónico: [agm@wmo.int](mailto:agm@wmo.int) - Sitio web: <http://www.wmo.int/web/wcp/agm/agmp.html>