

Extremos climáticos: las alertas tempranas son esenciales para el desarrollo socio-económico*



Introducción

Durante las cuatro últimas décadas, los peligros naturales como las sequías, las crecidas, las tormentas, los ciclones tropicales y los incendios forestales han causado importantes pérdidas de vidas humanas y viviendas. También han ocasionado la destrucción de la infraestructura económica y social y daños al medio ambiente.

El coste económico asociado a los desastres naturales se elevó desde los 131 miles de millones de \$ EE.UU. de los años setenta hasta los 655 miles de millones de \$ EE.UU. entre 1993 y 2002 (Informes sobre Desastres Mundiales, 2002 y 2003, citados por la Federación Internacional de las Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (CICR), 2005). Según la CICR (2005), los desastres relacionados con las condiciones meteorológicas totalizaron un 90 por ciento del total de desastres naturales de los que se informó, un 86 por ciento del total de muertes por desastres naturales, un 99 por ciento del total de afectados por desastres naturales y un 63 por ciento de los daños ocasionados por los desastres naturales.

De acuerdo con la evaluación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, las pérdidas en la producción a causa de la sequía en la región oriental del Cinturón del Maíz se estimaron en 1 300 millones de \$ EE.UU. de pérdidas en maíz y soja en los seis estados de Arkansas, Illinois, Indiana, Missouri, Ohio y Wisconsin.

El calor y la sequía afectaron a la mayor parte de Europa meridional y al norte de África durante el mes de julio de 2005. En Francia hubo racionamiento de agua por toda la mitad sur del país, siendo las zonas occidentales las más gravemente afectadas por la sequía. Los vecinos Portugal y España sufrieron las peores condiciones de sequía desde finales de los años cuarenta, con un 97 por ciento del territorio portugués afectado por una sequía de severa a extrema. En Argelia, una ola de calor elevó las temperaturas hasta los 50°C y se cobró más de una docena de vidas humanas. A lo largo de toda la región de Europa meridional, los incendios forestales carbonizaron miles de hectáreas (BBC News).

Afortunadamente, en la mayoría de los países industrializados, las vidas y propiedades están aseguradas frente a las pérdidas o a la destrucción. Esto permite una

recuperación más rápida, que ayuda a los individuos y a las comunidades —así como al conjunto del país— a minimizar los daños económicos y sociales ocasionados por un desastre. Por desgracia, la mayor parte de los afectados por los desastres naturales habitualmente no están asegurados frente a pérdidas o daños, de modo que su lucha contra las adversidades es meramente una cuestión de supervivencia.

En los países más pobres, los desastres suponen importantes retrocesos en términos de un mínimo desarrollo económico. La recuperación se torna lenta o imposible debido a la ausencia de cualquier mecanismo de seguro o de un programa gubernamental para la recuperación. Además, la reconstrucción o reinversión posterior a un desastre, invariablemente desviaría fondos de programas de desarrollo para la ayuda y recuperación ante situaciones de emergencia. Por consiguiente, unos sistemas de alerta temprana que puedan avisar a las comunidades de forma eficaz y oportuna a nivel local, resultan cruciales en cualquier país, pero especialmente en aquellos que se encuentran en vías de desarrollo.

Sistemas de alerta temprana de extremos climáticos

Los sistemas de alerta temprana de extremos climáticos permiten que los individuos y las comunidades dispongan del tiempo suficiente para actuar de cara a reducir la pérdida de vidas, las desgracias personales y los daños a la propiedad y a los ecosistemas frágiles. Una evaluación de riesgos proporciona la base para un sistema eficaz de alerta al identificar amenazas potenciales de peligros naturales y al definir el grado de vulnerabilidad y resistencia locales ante condiciones climáticas peligrosas.

Los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) participan en las cuatro fases de que consta un sistema de alerta temprana: prevención, preparación, respuesta y recuperación. La aplicación del conocimiento climatológico e hidrológico a la evaluación de riesgos contribuye a mitigar

* Este artículo está basado en las contribuciones de la Secretaría de la OMM.



los desastres. El suministro de predicciones y alertas de tiempo adverso, temperaturas extremas y sequía o crecidas, ofrecido de una forma oportuna, contribuye a la preparación. Las alertas, predicciones y observaciones actualizadas y el asesoramiento por parte de agencias de ayuda y para situaciones de emergencia contribuyen a la fase de respuesta. Por último, las predicciones a medida y específicas sobre todo, así como otro tipo de asesoramiento, ayudan a las operaciones de recuperación.

Una importante consideración acerca de los sistemas de alerta temprana es la de que las predicciones meteorológicas y climáticas distan mucho de ser perfectas, especialmente las que se refieren a las condiciones locales, que son las que producen las mayores consecuencias para la población. La naturaleza del sistema climático no permite una predictibilidad ilimitada, de modo que incluso un sistema perfecto de predicción no sería capaz de emitir predicciones exactas.

Debido a los problemas de escala, la predicción y evaluación de numerosos tipos de extremos meteorológicos y climáticos suponen los mayores retos (IPCC, 2001). Los daños ocasionados por los episodios extremos se dan, a menudo, en pequeñas escalas espaciotemporales. Los episodios breves e intensos no están bien representados (o, al menos, no del todo) en los modelos de simulación climática. Además, existe con frecuencia una discrepancia básica entre las escalas resueltas por los modelos y las correspondientes a los datos validados. El IPCC (2001) ha puesto de relieve, no obstante, la existencia de muchas aproximaciones esperanzadoras para evaluar y perfeccionar la modelización de episodios extremos, como es el caso de la utilización de modelos multifractales de episodios de precipitación, que generan de forma natural episodios extremos y utilizan modelos climáticos regionales.

Como cabe esperar, los principales asuntos en materia de predicción de la meteorología adversa incluyen la modelización de la posi-

bilidad de aparición (el comienzo exacto del episodio) e intensidad y la determinación de los lugares concretos que se verán afectados por el episodio (Nyakwada, 2004). También es importante el momento en que se emite la predicción a fin de ofrecer una respuesta adecuada a los usuarios. En las zonas donde está bien desarrollada la predicción de condiciones meteorológicas adversas, se definen los diferentes elementos asociados a su aparición, como son los parámetros específicos y el umbral de ocurrencia, la evolución de los parámetros y patrones meteorológicos asociados a la ocurrencia, y la climatología, que incluye las zonas potenciales de ocurrencia. Por tanto, una predicción ha de formularse como una declaración de proyecciones probabilísticas.

Las predicciones abarcan un intervalo continuo temporal que varía desde menos de una hora hasta escalas temporales de corto y medio plazo (de horas a días), estacionales, anuales y de décadas. Cualquiera que sea el período temporal, los sistemas de alerta temprana pueden calcular el riesgo, utilizando predicciones redactadas en términos de probabilidad.

Sequías

De todos los extremos climáticos que golpean a las comunidades y ecosistemas, la sequía puede ser el más devastador. A lo largo de la historia, numerosas regiones de todo el mundo han sufrido sequía, con diferentes grados de intensidad. Las sequías estacionales tienen lugar en climas donde están perfectamente definidas las estaciones anuales húmeda y seca. Sin una gestión adecuada, las sequías pueden provocar otros dramas sobre la población, como son la hambruna, el desplazamiento masivo y la muerte.

La sequía es la consecuencia de una disminución natural de la cantidad de precipitación durante un período extenso de tiempo, habitualmente una estación o un período de mayor duración, a menudo asociada con otros factores climáticos (como, por ejemplo, unas temperaturas altas, unos vientos fuertes y una humedad relativa baja) que

pueden agravar la severidad del episodio. Los cambios en las configuraciones climáticas y meteorológicas durante los episodios de El Niño/Oscilación Austral (ENOA) (cálidos (El Niño), neutrales (normales), fríos (La Niña)) alteran las regiones de presiones altas y bajas por todo el globo.

El aire descendente de las células de la circulación atmosférica origina centros de altas presiones en la superficie. Las altas presiones superficiales impiden que las zonas de precipitación se desplacen hacia esta región. Cuando se mantienen estas configuraciones de alta presión anormal, se producen condiciones de sequía, privándose a la zona y a su ecosistema de las precipitaciones. Las fases cálidas de ENOA, por ejemplo, ocasionan condiciones más secas en el noreste de Brasil durante el invierno del hemisferio boreal. Sin embargo, las sequías en muchas otras regiones del mundo, incluidas África sudoriental, India, China y el noreste de Sudamérica, han estado relacionadas con El Niño.

La predicción de la sequía aún depende en gran medida del seguimiento de los patrones observados de precipitación mensual y estacional, de los niveles del agua subterránea, del manto de nieve y de otros parámetros. Las técnicas de desarrollo de la predicción para grandes regiones geográficas a escalas temporales mensuales y estacionales (por ejemplo, los modelos de circulación global estadístico-dinámicos) ofrecen esperanzas de aumentar la utilidad de las predicciones del comienzo, intensidad y duración de la sequía. Muchos países han desarrollado sistemas de alerta temprana de sequía que son capaces de integrar la información y los datos que proceden de diversas fuentes, y de identificar el inicio o el probable inicio de un período de sequía. A continuación se ofrecen algunos ejemplos.

En los EE.UU., los servicios de predicción de sequía de la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA) utilizan herramientas de teledetección así como miles de datos de precipitación diaria. Concretamente, la proyección de sequía mensual en



los EE.UU. y las proyecciones estacionales de sequía en los EE.UU., elaboradas por la NOAA, ofrecen una información valiosa acerca de las condiciones que se esperan. Para la proyección de sequía mensual se utilizan datos climáticos históricos y modernos modelos informáticos. En contraste, la proyección de sequía estacional describe las expectativas generales a gran escala de las condiciones medias, que no resultan aplicables en áreas relativamente pequeñas.

La Oficina de Meteorología de Australia ha desarrollado un Servicio de Vigilancia de la Sequía que, esencialmente, consiste en un servicio de proyección climática estacional basado en el Índice de Oscilación Austral (SOI) y en las temperaturas de la superficie del mar (TSM) del Pacífico occidental tropical. Además, también se utiliza como información de entrada la intensidad de la duración de la anomalía de precipitación entre estaciones adyacentes que no se solapan como, por ejemplo, de invierno a primavera. Estos indicadores constituyen la base de la actual predicción estadística de la precipitación estacional. Las proyecciones de la precipitación para los tres meses siguientes, que abarcan el conjunto del continente, se presentan en formato de probabilidad. Estos datos se muestran con información correspondiente a las zonas de sesgo considerable en las probabilidades emitidas.

El Instituto Nacional de Meteorología de España utiliza datos hidrológicos y meteorológicos de tiempo real, tales como la precipitación, la evapotranspiración potencial y la humedad relativa y produce, de forma rutinaria, una evaluación del riesgo de sequía para el año agrícola.

La alerta temprana de sequía por parte del Servicio Meteorológico Estatal de Turquía se ha limitado a la utilización de diversos índices de sequía y a informar sobre los mismos a las agencias y agricultores afectados. Últimamente se han llevado a cabo nuevos intentos para emplear el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) y el Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación (NDVI) obtenido a partir del

Radiómetro Perfeccionado de Muy Alta Resolución (AVHRR).

En Ucrania, el sistema de control de la sequía se basa en observaciones diarias y de cada diez días de la temperatura del aire y del suelo, la precipitación, la humedad relativa, el viento y la humedad en la capa cultivable y a una altura de un metro del suelo, realizadas en más de 146 estaciones. Un método exhaustivo para evaluar los fenómenos de sequía, que se implantó operativamente en 1992, tiene en cuenta los efectos combinados de la sequía meteorológica y la agrícola sobre el campo, así como los fenómenos asociados al viento seco en cualquier instante en el ciclo de la vegetación de la mayor parte de los cultivos del campo. También se han desarrollado e introducido métodos de estudio por carretera y desde el aire con el fin de recopilar información acerca del estado de los cultivos, especialmente bajo condiciones de sequía.

A finales de las décadas de 1970 y 1980, las sequías originaron hambruna y apuros económicos por doquier en casi todos los países de África oriental y meridional. A petición de 24 países de estas regiones, la OMM creó, en 1979, Centros de Control de la Sequía (CCS) en Nairobi (Kenia) y Harare (Zimbabue) con la ayuda del PNUD. En noviembre de 2000, el CCS de Nairobi se convirtió en Institución autónoma especializada de la Autoridad Intergubernamental

sobre el Desarrollo (IGAD) y el Centro pasó a denominarse Centro de Predicción y de Aplicaciones Climáticas del IGAD (ICPAC). El ICPAC y el CCS de Harare proporcionan información relativa a la vigilancia de la sequía en lo que respecta a su intensidad, extensión geográfica, duración y consecuencias sobre la producción agrícola. Los mencionados Centros ofrecen alertas tempranas que permiten formular estrategias apropiadas para combatir sus efectos adversos. Desde su creación, los dos Centros han desempeñado un notable y útil papel en la dotación a las regiones de avisos meteorológicos y climáticos y, lo que es más importante, de alertas anticipadas sobre las sequías.

Incendios forestales

Los incendios forestales (o incendios de monte en Australasia) son fuegos incontrolados que tienen lugar en la vegetación a una altura superior a los 1,8 m. Los incendios en bosques, estepas de arbustos y praderas se incluyen en la terminología de incendios forestales. Durante la pasada década, la presencia del fuego y el área de la superficie quemada han aumentado de forma dramática, alcanzando los incendios a menudo proporciones de conflagración muy importante. Las condiciones secas, en combinación con los impactos de rayos y la acción del hombre, producen miles de incendios forestales.



Foto: Servicio Metropolitano de Incendios de Australia del Sur

El propio fuego es controlado por la atmósfera dentro de una compleja serie de episodios recíprocos. El riesgo de incendio es función del tiempo y el clima del momento. Aunque la mayor parte de los incendios en las tierras boscosas son iniciados por las personas, la aparición de tormentas secas también es importante en zonas remotas. El comportamiento del fuego, que incluye parámetros tales como la intensidad de la línea de fuego, la velocidad de emisión y el grado de propagación del calor, también es función del estado de la atmósfera. Desde un punto de vista práctico, los gestores de incendios forestales con frecuencia combinan información relativa a las condiciones del tiempo, los combustibles y el fuego en índices sencillos que les ayuden a estimar el probable grado de severidad o peligrosidad que los incendios pueden alcanzar (Riebau y Qu, 2005).

La utilización de modelos para simular la duración, propagación e intensidad de un fuego constituye una herramienta eficaz en la gestión de un incendio. Se han desarrollado y aplicado, y siguen haciéndose, varios sistemas de modelos (Riebau y Qu, 2005). Uno de los más recientes enfoques de la gestión de incendios en los EE.UU. ha sido la aplicación de modelos meteorológicos mesoescalares a la misma, lo que posibilita la capacidad de predicción de importantes parámetros meteorológicos relacionados con los incendios con una alta definición sobre el terreno, y con resolución y proyección temporal grandes, y el vínculo con los modelos de incendios más tradicionales.

Estos nuevos modelos se han aplicado para predecir los efectos del humo (Riebau y otros, 2003). Los modelos climáticos globales y regionales se han utilizado para obtener una distribución en alta resolución de la tendencia estacional de la precipitación y la temperatura, que luego se emplea para predecir el riesgo de incendio mediante el uso de técnicas estadísticas (Fox y Riebau, 2000). Algunas herramientas completas de evaluación del peligro de incendios, como por ejemplo, el Sistema Nacional de Clasificación de la Peligrosidad de Incendios de los EE.UU. (NFDRS, Deeming y otros, 1977) y el Sistema de Clasificación del

Tabla I
Comportamiento, facilidad de control e intensidad de la línea de fuego del incendio
(Fuente: Oficina del USDOI de Gestión del Uso Terrestre)

Índice de combustión	Intensidad de la línea de fuego (BTU/s/pie)	Longitud de la llama (pie)	Comentario
0-28	0-50	2,8	La mayor parte de las quemas controladas corresponden a este intervalo.
38	100	3,8	Por lo general representa el límite de control mediante métodos manuales de extinción.
78	500	7,8	Por encima de esta intensidad son escasas las posibilidades de control mediante cualquier método.
96	700	9,6	La carga térmica sobre las personas a nueve metros del fuego es peligrosa.
108	1 000	10,8	Por encima de esta intensidad cabe esperar que se originen fuegos secundarios propagados por el viento, remolinos de fuego e incendios por contacto entre las copas de los árboles.

Peligro de Incendios Forestales de Canadá, dan a conocer un índice de aparición de incendios o índice de condiciones meteorológicas propensas a incendios para estimar los posibles incendios forestales.

La teledetección por satélite constituye una técnica novedosa para controlar los incendios forestales y evaluar el peligro de incendio. Los instrumentos situados a bordo del satélite tales como el Radiómetro Perfeccionado de Muy Alta Resolución (AVHRR) y el Espectrorradiómetro de Formación de Imágenes de Resolución Moderada (MODIS) proporcionan productos globales de alta resolución como, por ejemplo, el Índice de Diferencia Normali-

zada de Vegetación (NDVI) y la Temperatura en Superficie (TS), que han puesto de relieve estrechas relaciones con el estado de humedad del material combustible. Así pues, la teledetección puede solventar algunos problemas a los que se enfrentan las técnicas tradicionales, incluidos los de la baja resolución espacial y la falta de datos meteorológicos en regiones forestales.

Langostas

Las langostas pertenecen a la familia de saltamontes *Acrididae*, pero se diferencian de los saltamontes comunes en su comportamiento y fisiología. Cuando se encuentran en pequeño número, las langostas se comportan como un



Tabla II

Grado de severidad probable del comportamiento del incendio en relación con el contenido de humedad relativa (HR) y de humedad del combustible (HC)

(Fuente: Oficina del USDOJ de Gestión del Uso Terrestre)

HR % HC %	En 1 hora HC %	En 10 horas HC %	Facilidad relativa de ignición espontánea y condiciones para la proliferación de incendios secundarios propagados por el viento y para la combustión en general
> 60	> 20	> 15	Muy poca ignición; pueden tener lugar incendios secundarios con vientos superiores a 15 km/h.
60	5-19	12-15	Riesgo de ignición bajo: las hogueras se vuelven peligrosas; los hierros candentes originan ignición cuando HR < 50%.
30-45	11-14	10-12	Riesgo de ignición medio: las cerillas se hacen peligrosas; se dan condiciones de combustión "fáciles".
26-40	8-10	8-9	Riesgo de ignición alto: las cerillas siempre son peligrosas; a causa de las rachas de viento, hay fuegos secundarios e incendios por contacto entre las copas de los árboles; se dan condiciones de combustión "moderadas".
15-30	5-7	5-7	Ignición rápida, desarrollo veloz, extensa propagación por las copas de los árboles; cualquier aumento del viento origina mayores fuegos secundarios, más incendios por las copas de los árboles y pérdida de control; el fuego asciende por la corteza de los árboles, quemando los combustibles aéreos; a grandes distancias se hallan pinos con fuegos secundarios propagados por el viento; las condiciones de combustión son peligrosas.
< 15	5	< 5	Todas las fuentes de ignición son peligrosas: combustión agresiva, los incendios secundarios propagados por el viento ocurren con frecuencia y se extienden vertiginosamente, el comportamiento probable del incendio es extremo; las condiciones de combustión son críticas.

insecto solitario (fase solitaria), mientras que en grandes cantidades forman enjambres (fase gregaria). Estos últimos pueden constar de miles de millones de individuos que se comportan como uno solo. Al hablar de las langostas en términos generales y cuando tienen lugar las densas concentraciones de las mismas, la mayor parte de las cuales ocurren en forma de grupos o enjambres, nos referimos a ellas como plagas.

Respecto a los sistemas de alerta temprana de langostas, la información de las actividades de vigilancia y control de la langosta del desierto se utiliza para evaluar la situación

presente y para predecir los desarrollos futuros. Todas las distintas fases del ciclo de vida de una langosta necesitan unas condiciones meteorológicas ideales para que el insecto se desarrolle desde la fase solitaria hasta la fase gregaria y origine los daños generales que a menudo se asocian con las plagas de langosta. Los datos de lluvia, temperatura, humedad relativa, viento y presión atmosférica son importantes para estimar la localización de las langostas y para prever su desarrollo.

Por consiguiente, resulta crucial disponer de una información meteorológica precisa

para comprender los brotes, recrudecimientos y plagas de langosta, y para realizar las operaciones finales de control. Los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) de las áreas afectadas por la langosta en África, Oriente Medio y Asia, como parte de los equipos multidisciplinares orientados a abordar el problema de la langosta a nivel nacional, ofrecen información cuando es necesario. Los datos ecológicos y meteorológicos son recopilados y centralizados en los Centros Nacionales de Control de la Langosta, que son los responsables de las operaciones de vigilancia y control.

Con el fin de promover una cooperación más sólida entre los SMHN y los Centros Nacionales de Control de la Langosta, la OMM y la FAO han venido organizando Seminarios Regionales sobre Información Meteorológica para el Control de la Langosta, dirigidos a los países de habla inglesa y francesa de África, Oriente Medio y Asia.

Tras las indispensables verificaciones de control de calidad, los datos se representan de forma manual o por medio de un sistema informatizado de gestión de la información. La información así generada se analiza con objeto de comprender la importancia de los resultados de la vigilancia y control. A nivel internacional, el Servicio de Información sobre la Langosta del Desierto (DLIS) de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) mantiene un análisis global y prepara predicciones a medio y largo plazo para todos los países y regiones comprendidos en el área de distribución de la langosta del desierto. Esto es verdaderamente importante en la medida que hablamos de una plaga altamente migratoria como es la de la langosta del desierto, que puede desplazarse muy deprisa entre países y regiones, y que requiere una rápida respuesta por parte de países y donantes que se mantienen informados por medio de resúmenes mensuales y predicciones para las siguientes seis semanas. Esta información se complementa por avisos y alertas durante los períodos de elevada actividad de la langosta.

Olas de calor

Como ocurre con otros episodios de tiempo extremo, las olas de calor son a menudo la consecuencia de una combinación de factores que, individualmente, no tienen por qué ser extremos ni dar lugar a situaciones que lleguen a serlo. Las olas de calor pueden ocurrir en una variedad de escalas espaciotemporales. Con frecuencia, sus efectos están condicionados a priori por la existencia previa de circunstan-

cias no relacionadas con el clima, como es la falta de aire acondicionado de quienes viven con rentas bajas. Estas complejas relaciones interconectadas hacen que sea difícil definir lo que constituye una “ola de calor” y los tipos de índices necesarios para vigilar su aparición.

En general, una ola de calor se caracteriza por la presencia de un período prolongado de temperaturas máximas excesivamente altas durante un cierto intervalo de tiempo, que puede venir acompañada de una humedad demasiado elevada. El término es relativo con respecto a la media estacional de una zona específica.

En los EE.UU., por ejemplo, los medios de comunicación consideran, con frecuencia, que una ola de calor es un período de tres días consecutivos con temperaturas máximas que superan los 32°C (Boothoo y otros, 2004).

Una intensa ola de calor ocasionó la muerte de más de 1 200 personas durante un período de tres meses en la India, en junio de 2003, con más de 1 065 fallecidos registrados en el estado meridional de Andhra Pradesh. Las temperaturas ascendieron hasta el intervalo 45°C-50°C, casi 10°C por encima del nivel normal.

En la cuenca mediterránea, por ejemplo, se definen dos tipos de olas de calor (IPCC, 2002). El primero es de pequeña duración (de tres a cinco días), con un incremento de la temperatura de 7°C-15°C por encima de la media estacional. El otro tiene una duración mayor, con más de 10 días, y los cambios de temperatura están en un rango de 5°C a 7°C. Por esta razón, la mayoría de los climatólogos no son partidarios de que una temperatura absoluta, una humedad o cualquier otro factor meteorológico de forma individual defina una ola de calor. Las alertas tempranas por temperaturas excesivas pueden ayudar a las personas y a las empresas a planificar sus actividades y, de esta forma, minimizar los efectos de las inminentes olas de calor.

Vínculos y relación con el desarrollo socioeconómico

El suministro de sistemas de alerta temprana eficaces y oportunos está estrechamente relacionado con el desarrollo socioeconómico de los países de todo el mundo. A continuación se describen algunos de los vínculos importantes.

Los extremos climáticos afectan a las economías nacionales

Según Benson y Clay (1998), los efectos globales de extremos climáticos como sequías e incendios forestales podrían ser bastante importantes en términos de crecimiento. Una disminución del producto interior bruto (PIB) agrícola del 50 por ciento se traduciría en una caída de un 10 por ciento del PIB de una economía en la que la agricultura totalizase un 20 por ciento de la actividad total del año anterior al de la sequía.

Gomes y Vergolino (1995) pusieron de relieve que en 1970, 1983 y 1993 —los años de sequía intensa en el noreste de Brasil, cuando el PIB agrícola disminuyó entre un 17,5 y un 29,7 por ciento—, las fluctuaciones en el PIB de la región se explicaron de forma casi exclusiva por la aparición de la sequía. Por ejemplo, el PIB estimado per cápita en el noreste era de 1 494 \$ EE.UU. en 1993, en comparación con los 3 010 \$ EE.UU. del resto del país.

Las consecuencias macroeconómicas de los extremos climáticos pueden resultar particularmente dramáticas en los Pequeños Estados Insulares en Vías de Desarrollo. Como resultado de la sequía de 1988, las pérdidas totales de la agricultura en Fiji se estimaron en unos 125 millones de \$ EE.UU. (UNDP, 1999). La producción azucarera de 1998 se redujo a la mitad y, como principal consecuencia de la sequía, el PIB se vio afectado. Los agricultores con menores recursos económicos de las tierras más pobres, que ya luchaban contra un endeudamiento crónico, son los que resultaron más seriamente afectados. Pero el impacto fue generalizado, alcanzando incluso a las tierras más productivas. El



Diez pasos para aplicar las alertas tempranas a niveles nacional y local

1. Vincular las responsabilidades operativas en los ámbitos nacional y local
2. Designar una agencia con la responsabilidad de emitir alertas
3. Decidir la actuación respecto a las alertas a nivel político
4. Elaborar la alerta de forma claramente comprensiva y apropiada
5. Basar las alertas en análisis de riesgos y comunicarlas a los grupos vulnerables
6. En las prácticas de reducción de riesgos, incorporar los tipos de peligro natural que sean localmente predominantes
7. Vigilar y prever los cambios en los patrones de vulnerabilidad en los ámbitos locales
8. Producir información detallada sobre riesgos en los ámbitos locales
9. Provocar estrategias múltiples para los sistemas de alerta localmente apropiados
10. Producir y verificar la información y seleccionar los medios de comunicación y las estrategias de distribución adecuados sobre los riesgos advertidos

(Conferencia del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN) sobre Servicios de Alerta Temprana para la Reducción de los Desastres Naturales, Potsdam, Alemania, 7-11 de septiembre de 1998 (WEC 98))

Gobierno de Fiji ofreció raciones de alimento a alrededor del 25 por ciento de la población, con un coste mensual de 2,7 millones de \$ EE.UU. También se suministró agua para el doble del número de viviendas, con un coste de 0,5 millones de \$ EE.UU.

El coste de la sequía australiana de 2002-2003 se estima en el 1,6 por ciento del PIB y 70 000 puestos de trabajo (Adams y otros, 1995). Como medida de respuesta, el Gobierno federal (Costello, 2003) dedicó una partida de 740 millones de \$ EE.UU. entre 2002 y 2005 para ayudar a agricultores, pequeñas empresas y comunidades regionales. Cuando se conocen los costes reales de la sequía, las pérdidas pueden empequeñecer a las de otras amenazas naturales. Por ejemplo, Australia determinó que, durante el período de 1945 a 1975, el coste de las sequías cuadruplicó el coste del resto de peligros naturales (Heathcode, 1986).

Una de las peores temporadas de incendios de la historia reciente de los EE.UU. tuvo lugar en el año 2000; ardieron más de 8,4 millones de acres de superficie, con un coste para el Gobierno federal de 1 360 millones de \$ EE.UU. en actividades de extinción de incendios (National Interagency Fire Center, 2002).

Las alertas tempranas resultan cruciales para enfrentarse a los extremos climáticos causantes de una variedad de impactos que afectan a numerosos sectores

Los extremos climáticos producen una compleja maraña de efectos que se extienden a numerosos sectores de la economía y que llegan más allá de la zona afectada por los extremos. Esta complejidad ocurre debido a que un clima favorable resulta esencial para que las personas puedan generar bienes y ofrecer servicios. Los efectos de los extremos climáticos se ven seriamente agravados por factores humanos tales como el aumento de la población, que obligan a esta a desplazarse a regiones cada vez más secas y a realizar prácticas de gestión inadecuadas. En 1973, las sequías del Sahel acabaron con la vida de 100 000 personas (Gommes y Petrassi, 1996); cerca de la mitad del conjunto de los rebaños de ganado y dos millones de animales salvajes murieron como resultado de la intensa sequía y de la desertificación de la tierra en el borde meridional del Desierto del Sahara; más de seis millones de refugiados ecológicos tuvieron que emigrar desde sus tierras de origen a otras regiones.

Las ayudas para paliar los efectos de la sequía desde 1992 hasta 1999 en Australia

tuvieron un coste medio anual de 75 millones de \$ EE.UU., pero el coste directo para el gobierno es solo una parte del total que supone a los individuos, las comunidades y las empresas (SOE, 2001).

Las alertas tempranas son críticas para que la pobreza rural pueda enfrentarse a los extremos climáticos

Los extremos climáticos como las sequías no originan daños estructurales como en el caso de otros desastres naturales, pero su larga duración crea otros problemas. Las sequías de larga duración, por ejemplo, hacen que las familias del mundo rural se empobrezcan considerablemente como consecuencia de la pérdida de cosechas y de ganado. En Eritrea, el 80 por ciento de la población es rural y unos 2,3 millones de personas —casi dos tercios de la población— dependen, en distinta medida, de la ayuda alimentaria. En 2005, el nivel freático descendió varios metros por todo el país, debido a la sequía que se había arrastrado durante años. El país produjo únicamente 85 000 Mt de cereales en 2004 —solamente el 15 por ciento de sus necesidades anuales y un 47 por ciento de su cosecha media en los últimos doce años— debido a la prolongada sequía. Estas sequías también pueden provocar situaciones locales de escasez de alimento, especulación, colapso, liquidación obligada del ganado a precios muy reducidos y conflictos sociales.

La pobreza es la causa fundamental de la vulnerabilidad a la sequía que, a su vez, puede llevar a las familias a unos niveles de pobreza aún mayores. Las familias con menos recursos pueden verse obligadas a endeudarse más a fin de reconstruir sus hogares, reemplazar su lugar de residencia y atender las necesidades básicas hasta poder recomenzar las actividades de generación de ingresos. Los últimos estudios acerca de los efectos de la sequía en la India rural han puesto de relieve que los ingresos totales de las familias agrícolas pueden recortarse entre un 40 y un 80 por ciento en años de sequía respecto a los años normales. Entre 2002 y 2003, una sequía en los tres estados



*Un chico observa impotente cómo un enjambre de langostas destruye su cultivo familiar
(Foto: FAO)*

orientales indios de Chattisgarh, Jharkhand y Orissa empujó a 13 millones de personas por debajo del umbral de la pobreza.

En ausencia de esquemas organizados de aseguramiento y de esfuerzos de ayuda comprometidos por los gobiernos, unas alertas tempranas eficaces resultan cruciales para la supervivencia misma de la población rural.

Una de las principales consecuencias de los extremos climáticos es el aumento de los costes de producción agrícola, siendo el tamaño de la economía especialmente importante en este aspecto.

La predicción a escalas de tiempo estacionales y de mayor duración, como base para la alerta, es un servicio para las comunidades en vías de desarrollo. La OMM cree que el progreso que se está llevando a cabo en materia de investigación climática, debería de traducirse, allí donde sea oportuno, en formas que eleven el bienestar socioeconómico de la humanidad. En colaboración con sus instituciones asociadas, la OMM ha organizado varios Foros Regionales sobre la Evolución Probable del Clima (RCOF) en muchas partes del mundo. Estos foros han permitido que científicos de diversos centros punteros de predicción climática y de centros

climáticos operativos regionales, así como expertos de los SMHN, desarrollen productos que sirvan de directrices consensuadas o consolidadas acerca de la evolución más probable del clima, junto con una guía para su interpretación, a fin de distribuirlos a los usuarios. Esta información avanzada sobre la aparición de extremos climáticos resulta esencial para que la pobreza del mundo rural pueda luchar contra los extremos climáticos.

Alertas tempranas y avisos: la clave para enfrentarse a los incendios forestales

Durante el período de 1991 a 2000 hubo una media de 80 303 incendios forestales en los

Datos sobre la langosta

Una pequeña parte de un enjambre medio de langostas del desierto, alrededor de una tonelada de langostas, ingiere al día la misma cantidad de comida que 2 500 personas. En un día, los enjambres pueden desplazarse hasta 200 km. Las langostas hembra pueden poner huevos un máximo de cuatro veces a lo largo de su vida, con hasta 70 unidades cada vez (Symmons y Cressman, 2001).

EE.UU. cada año, quemando por término medio 3,7 millones de acres. La Asociación Nacional de Industrias Forestales (NAFI) de Australia afirmó que, a principios de 2003, los incendios forestales constituían “el peor desastre ecológico de la historia de Australia ... responsable de la destrucción de tres millones de hectáreas, la mayor cuantía en cuanto a ruina ecológica que se ha registrado en la historia de la nación, los desastres por los incendios forestales tendrán consecuencias a largo plazo sobre el medio ambiente y la situación forestal de este país”.

Las condiciones atmosféricas constituyen los factores primordiales en la potencial gravedad de un incendio forestal. Debido a la importante variabilidad interanual, la severidad de los incendios puede cambiar de forma dramática de un año a otro. Por ejemplo, el ENOA puede originar riesgos cada vez mayores de sequías en unas regiones y crecidas en otras y, como resultado, influir en los incendios forestales (Qu y Wolf, 2003). Las alertas tempranas del comienzo de un episodio de ENOA podrían ayudar a adoptar las medidas preventivas necesarias para limitar la aparición de incendios forestales.

Muchas de las áreas afectadas se encuentran en regiones del mundo remotas donde la recopilación de información sobre el terreno acerca de los incendios se hace difícil sino imposible. Se ha aplicado a este problema la teledetección por satélite, con resultados notables, a fin de localizar grandes incendios, cartografiar las áreas quemadas y rastrear las columnas de humo (Riebau y Qu, 2005).

Vigilancia y alertas tempranas para controlar de forma más eficaz las plagas de langosta

La plaga de langosta del desierto de 2004, que afectó a la casi totalidad de la región del Sahel de África Occidental, fue la más grave invasión de langostas en 15 años. En 2005, más de 9 millones de personas se enfrentaron a una severa escasez de alimento a lo largo de esta región a causa de las pobres

cosechas que siguieron a los años de sequía y a la plaga de langosta de 2004.

Para los países afectados, el coste económico de las plagas de langosta es sustancial. Marruecos invirtió unos 30 millones de \$ EE.UU. en controlar las langostas durante las campañas 2003-2004.

La mayor parte de los países afectados del noroeste de África —Argelia, Jamahiriya Árabe Libia, Marruecos y Túnez— tienen unos sectores agrícolas importantes que justifican las caras operaciones de control. Sin embargo, las langostas invasoras proceden del Sahel, una parte aún más pobre de África, donde la agricultura constituye fundamentalmente el nivel de subsistencia y los recursos para la vigilancia y control de la langosta son, por desgracia, inadecuados.

En las siguientes evaluaciones de cosechas realizadas en la región del Sahel, en octubre de 2004, se estimó que la producción de cereales, comparada con los buenos niveles de los años precedentes, había descendido en un 66 por ciento en Cabo Verde, en un 44 por ciento en Mauritania, en un 35 por ciento en Chad y en un 27 por ciento en Senegal (GIEWS, 2004). En Malí, las pérdidas más importantes de cosecha debidas a la langosta fueron las de mijo (37 000 toneladas), judías (3 000 toneladas) y sorgo (9 000 toneladas). En Mauritania, la producción de cereales de 2004 estuvo alrededor de un 44 por ciento por debajo de la de 2003 y un 36 por ciento por debajo de la media de los cinco años anteriores. Este fue el resultado de la sequía y de las plagas de langosta generalizadas que originaron graves daños a los cultivos y a los pastos. Las langostas y la sequía arrasaron conjuntamente los cultivos de alimentos del extremo meridional y casi todos los pastos dispersos por los desiertos de los que dependen 17 millones de cabeza de ganado en Mauritania.

En Níger, de las 205 poblaciones de la región de Tahoua, unas 125 informaron de daños a los cosechas causados por las langostas. La Misión Conjunta de Evaluación de las

Cosechas y el Suministro de Alimentos de la FAO, el Comité Permanente Interestatal para el Control de la Sequía y el Programa Mundial de Alimentos, ha estimado provisionalmente que la producción de cereales de 2004 de 3,14 millones de toneladas es un 12 por ciento inferior a la del buen año de cosechas anterior, si bien se encuentra cerca de la media de los cinco años anteriores. Sin embargo, debido a la caída en la producción de grano, se estima que unos 3,6 millones de personas se encuentran en riesgo de escasez de alimento. En 2003, la población estimada en situación de riesgo era de 1,58 millones de personas.

Las distintas etapas del ciclo de vida de una langosta necesitan unas ciertas condiciones meteorológicas para que esta se desarrolle desde la fase solitaria hasta la fase gregaria. La velocidad del movimiento de las nubes de langostas, la migración de los adultos solitarios y la estructura de los enjambres dependen de las condiciones del tiempo. Los enjambres se desplazan a escala sinóptica empujados por el viento bajo la influencia de las condiciones sinópticas. Los cambios estacionales del flujo medio del viento llevan a las langostas hacia zonas concretas. Las características climáticas de los años de mayor plaga pueden resumirse como sigue:

- Anomalías positivas de la precipitación en las zonas desérticas durante la primavera.
- Altas cantidades de precipitación al principio y al final de la temporada de cosechas en el África subsahariana (al inicio y a lo largo de la temporada de cosechas).
- Altas cantidades de precipitación durante la primavera en África septentrional.
- Dirección y persistencia del viento favorables.

Por consiguiente, resulta crucial una información meteorológica precisa para las alertas tempranas de brotes, resurgimientos y plagas de langosta y para realizar las operaciones finales de control. Asimismo, se necesita información acerca de las condi-

ciones meteorológicas locales a fin de minimizar el riesgo a los humanos y al medio ambiente en la aplicación de pesticidas.

El camino por recorrer

Los extremos climáticos inciden en el desarrollo socioeconómico de varias formas. El sector agrícola, por ejemplo, se ve afectado por el impacto en los recursos hídricos y el daño a cultivos, prados y bosques debido al efecto de las sequías, las plagas de langosta y los incendios forestales. Las compañías del sector energético se enfrentan a la falta del agua necesaria para generar electricidad y el sector industrial se ve afectado por la escasez de agua y la falta de materias primas. Las comunidades rurales, sobre todo las más pobres, tienen que afrontar graves problemas para superar los inconvenientes de los extremos climáticos. Los gobiernos hacen frente a enormes gastos al abordar sequías, incendios forestales y plagas de langosta y al ofrecer auxilio a las comunidades afectadas por los extremos climáticos.

En muchas regiones con extremos climáticos de tipo e intensidad variables, deben abordarse diversas cuestiones. Entre ellas se incluye el poner los datos climáticos a disposición de científicos e investigadores con el fin de analizar tendencias, que podrían ayudar a comprender la naturaleza de los riesgos asociados a cada uno de los extremos climáticos. También es importante reconocer la existencia de importantes lagunas en las redes meteorológicas básicas y en los dispositivos de observación en muchos campos, algunos de los cuales son los más vulnerables a los extremos climáticos. Por ejemplo, el inconveniente más grave, simple y geográficamente disperso es la falta de información sobre la intensidad de la precipitación.

Los costes económicos de abordar los extremos climáticos podrían reducirse si se desarrollaran y estuvieran en funcionamiento unos sistemas de alerta temprana más eficaces. Es esencial que las instituciones financieras internacionales, los gobiernos nacionales y las agencias para el



desarrollo aprueben estrategias de preparación como una parte fundamental de los proyectos que llevan a cabo para tratar los efectos de los extremos climáticos.

Una mejor precisión de la predicción y una información más centrada en la localización, intensidad y duración de los extremos climáticos podría apuntalar los esfuerzos para realizar estrategias de gestión de riesgos más eficaces. En consecuencia, la OMM está adoptando medidas para facilitar el desarrollo de sistemas de alerta temprana de diferentes extremos climáticos al organizar el desarrollo de instrumentos y procesos estadísticos adecuados. Además, la OMM está coordinando los esfuerzos de sus Miembros para estudiar la utilización de datos procedentes de satélites meteorológicos, que complementaría el conocimiento de las condiciones meteorológicas que originan sequía y algunos otros extremos climáticos, especialmente en las regiones donde la cobertura por parte de las observaciones terrestres es insuficiente.

También es importante que los gobiernos hagan ejercicio de su responsabilidad soberana para preparar y difundir a sus ciudadanos las alertas tempranas de extremos climáticos de una manera oportuna y eficaz. Las alertas deberían dirigirse a aquellos sectores de la población más vulnerables a los extremos climáticos, en especial a los ciudadanos con menores recursos del mundo rural. Los organismos internacionales tendrían que poner los medios para que se realice un intercambio compartido de datos, conocimientos, información de consulta y material técnico, así como el apoyo organizativo necesario para contribuir a desarrollar las capacidades nacionales.

Referencias y bibliografía

ADAMS, R. M., K. J. BRYANT, B. A. MCCARL, D. M. LEGLER, J. O'BRIEN, A. SOLOW & R. WEIHER, 1995: Value of improved long-range weather information. *Contemporary Economic Policy*, 13: 10-19.

BC NEWS:

<http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/4694511.stm>

BENSON, C. & E. J. CLAY, 1998: The impact of drought on Sub-Saharan economies: a preliminary examination. World Bank Technical Paper No. 401. Washington DC, EE.UU.: World Bank.

BOODHOO, Y., L. S. KALKSTEIN, P. BESSEMOULIN & G. JENDRIZKY, 2004: Climate and heatwaves. WMO [OMM], 21 págs. (documento no publicado).

COSTELLO, P., 2003: Federal budget speech, 13 May 2003. <http://www.budget.gov.au/2003-04/speech/download/speech.pdf> (pág. 9).

DEEMING, J. E., R. E. BURGAN & J. D. COHEN, 1977: The National Fire-Danger Rating System-1978. Gen. Tech. Rep. INT-39. Ogden, UT: US Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 63 págs.

FOX, D. A. & A. R. RIEBAU, 2000: Technically Advanced Smoke Estimation Tools (TASET). Project Final Report. Colorado State University, Cooperative Institute for Research of the Atmosphere. Fort Collins, Colorado. 99 págs.

GIEWS [SMIA], 2004: Report of the Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization, Roma, Italia.

GOMES, G. M. & J. R. VERGOLINO, 1995: A microeconomía do desenvolvimento Nordeste: 1960-1994. IPEA Paper No. 372, IPEA, Rio de Janeiro.

GOMMES, R. & F. PETRASSI, 1996: Rainfall variability and drought in sub-Saharan Africa since 1960. FAO Agrometeorology Series Working Paper No. 9, Food and Agriculture Organization, Roma.

HEATHCODE, R. L., 1986: Drought mitigation in Australia: *Great Plains Quarterly*, 6: 225-237.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), 2001: *Climate Change 2001*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 774-775.

IPCC, 2002: IPCC Workshop Report on Changes in Extreme Weather and Climate Events. Beijing, China, 11-13 June 2002, WMO, United Nations Environment Programme, 107 págs.

UNDP [PNUD], 1999: Regional El Niño Social and Economic Drought Impact Assessment and Mitigation Study, UNDP, Nueva York, EE.UU. Extraído de <http://www.unu.edu/env/govern/EINino/CountryReports/inside/fiji/Socio/>

[Socio_txt.html](#) el 24 de noviembre de 2005 a las 14:45 h (hora local de Ginebra).

NATIONAL INTERAGENCY FIRE CENTER, 2002: Wildland fire statistics. <http://www.nifc.gov/stats/wildlandfirestats.html>

NYAKWADA, W., 2004: The challenges of forecasting severe weather and extreme climate events in Africa. WMO Commission for Basic Systems. Documento del Seminario sobre predicción de episodios de tiempo severo y extremos, Toulouse, 26-29 de octubre de 2004, WSHOP-SEEF/Doc 4(4), WMO [OMM], 5 págs.

QU, J. & H. WOLF, 2003: Wildfire behaviour science and modelling strategic planning. Presentation for USDA/FS R&D, National Fire Plan, 16-17 January 2003, Nueva Orleans, LA.

INTERNATIONAL FEDERATION OF RED CROSS AND RED CRESCENT SOCIETIES [FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE LAS SOCIEDADES DE LA CRUZ ROJA Y DE LA MEDIA LUNA ROJA], 2005: *Preparedness for Climate Change, A study to assess the future impact of climatic changes upon the frequency and severity of disasters and the implications for humanitarian response and preparedness*, The Netherlands Red Cross, Amsterdam, 12-13.

RIEBAU, A. R., D. G. FOX, P. HIRAMI, T. MCCLELLAND & R. FISHER, 2003: Fire Consortia for Advanced Modeling of Meteorology and Smoke (FCAMMS)-A National Paradigm for Wildland Fire and Smoke Management. AMS Specialty Conference on Wildland Fire. 12 págs.

RIEBAU, A. R. & J. J. QU, 2005: Application of remote sensing and GIS for analysis of forest fire risk and assessment of forest degradation. En: *Natural Disasters and Extreme Events in Agriculture*. M. V. K. Sivakumar, R. P. Motha & H. P. Das (Eds.). Springer, Berlín, 335-350.

STATE OF THE ENVIRONMENT COMMITTEE (SOE), 2001: Australia State of the Environment 2001, Independent Report to the Commonwealth Minister for the Environment and Heritage. CSIRO Publishing.

SYMMONS, P. M. & K. CRESSMAN, 2001: *Desert Locust Guidelines: I-Biology and Behaviour*. Food and Agriculture Organization, Roma, Italia. 43 págs.

