Commodities

Sequías: efecto del cambio climático - Parte 4

Gustavo V. Necco Carlomagno - José L. Aiello

¿Qué evidencias existen del Cambio Climático? ¿Y qué efecto podría tener éste sobre las sequías? Continuando con la exposición sobre la materia, los reconocidos meteorólogos abordan en esta edición la relación entre ambos fenómenos a escala global.

El clima de la Tierra ha cambiado a través de la historia. En los últimos 650.000 años, se han dado siete ciclos de avances y retrocesos glaciales, con el abrupto final de la última era de hielo hace alrededor de 11.700 años, lo que marcó el comienzo de la era climática moderna y de la civilización humana. La mayoría de estos cambios climáticos se atribuyen a variaciones muy pequeñas en la órbita de la Tierra, las cuales alteran la cantidad de energía solar que recibe nuestro planeta.

La tendencia al calentamiento actual resulta de particular importancia ya que es extremadamente posible (con una probabilidad mayor del 95 por ciento) que la mayor parte de ella sea el resultado de la actividad humana desde mediados del siglo XX, y avanza a un ritmo sin precedentes.

Desde hace medio siglo los satélites que orbitan la Tierra y otros avances tecnológicos han permitido a los científicos tener una visión global: han recolectado muchos tipos de información diferentes sobre nuestro planeta y su clima a escala planetaria. Este conjunto de datos, reunido durante muchos años, revela signos inequívocos de un calentamiento.

A mediados del siglo XIX, se demostró que el dióxido de carbono y otros gases llamados “de efecto invernadero” atrapan el calor. Su capacidad para afectar la transferencia de la energía infrarroja a través de la atmósfera es la base científica de muchos instrumentos que se ha puesto en órbita. No cabe duda de que el aumento de los niveles de los gases de efecto invernadero debe provocar que, como respuesta, la Tierra se caliente.

Los núcleos de hielo extraídos de Groenlandia, la Antártida y los glaciares de montañas tropicales muestran que el clima de la Tierra responde a cambios en los niveles de los gases de efecto invernadero. Asimismo, se puede hallar evidencia antigua en anillos de árboles, sedimentos oceánicos, arrecifes de coral y capas de rocas sedimentarias. Esta evidencia del clima antiguo, o “paleoclima”, revela que el actual calentamiento está ocurriendo aproximadamente diez veces más rápido que la tasa promedio de calentamiento que se dio tras las épocas glaciales. Tras la última Edad de Hielo, el dióxido de carbono producido por la actividad humana está aumentando a una velocidad más de 250 veces mayor que el proveniente de fuentes naturales.

La evidencia de un rápido calentamiento global, desestabilizando el sistema climático, es convincente (Ref. 1):

Aumento de la temperatura global: La temperatura promedio de la superficie del planeta ha aumentado aproximadamente 1,18 grados centígrados desde finales del siglo XIX, un cambio impulsado en gran medida por el aumento de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera y otras actividades humanas. La mayor parte del calentamiento se produjo en los últimos 40 años, siendo los más cálidos los siete años más recientes. Los máximos registrados se observan en los años 2016 y 2020.

Océanos que se calientan: Los océanos han absorbido gran parte de este aumento de calor: los 100 metros más superficiales del océano muestran un calentamiento de más de 0,33 grados Celsius desde 1969. La Tierra almacena el 90% de la energía sobrante en el océano. Un punto clave es que los océanos tienen, por lejos, la mayor capacidad de absorción de calor del sistema climático.

Capas de hielo que se encogen: Las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida han disminuido sus masas. Datos del Experimento sobre Clima y Recuperación de la Gravedad, de la NASA, muestran que Groenlandia perdió un promedio de 279.000 millones de toneladas de hielo por año entre 1993 y 2019, mientras que la Antártida perdió aproximadamente 148.000 millones de toneladas de hielo por año durante el mismo período.

Retroceso glacial: Los glaciares se están retrayendo casi en todas partes del mundo, lo que incluye a los Alpes, el Himalaya, los Andes, las Rocallosas, Alaska y África.

Cubierta de nieve reducida: Observaciones realizadas mediante satélites revelan que, en primavera, la cubierta de nieve del hemisferio norte ha disminuido durante las últimas cinco décadas y que la nieve se derrite antes.

Aumento del nivel del mar: El nivel de los mares del mundo aumentó alrededor de 20 centímetros en el último siglo. Sin embargo, la tasa en las últimas dos décadas es casi el doble de la del último siglo y cada año se está acelerando ligeramente. La única forma en que esto puede suceder es que entra más energía en el sistema que la que sale, y la principal razón es porque estamos inyectando CO2 y otros gases de efecto invernadero a la atmósfera, lo que reduce el flujo de energía saliente de onda larga (infrarroja).

Reducción del hielo marino ártico: Tanto la extensión como el espesor del hielo marino del Ártico se han reducido rápidamente durante las últimas décadas.

Eventos extremos: Se ha observado en épocas recientes que el número de récords de altas temperaturas ha aumentado, mientras que los récords de bajas temperaturas registrados han disminuido. También la ocurrencia de una creciente cantidad de eventos de lluvia intensa. Esto ha sido documentado, p.e. en EE. UU., desde el año 1950.

Acidificación de los océanos: Desde los inicios de la Revolución Industrial, la acidez de las aguas superficiales de los océanos ha aumentado alrededor del 30 por ciento. Este aumento es el resultado de que los seres humanos emiten más dióxido de carbono a la atmósfera y, por lo tanto, los océanos absorben más de este gas. La cantidad de dióxido de carbono que absorbe la capa superior de los océanos está aumentando en alrededor de 2.000 millones de toneladas por año. El océano ha absorbido entre el 20% y el 30% del total de las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono en las últimas décadas (entre 7.200 y 10.800 millones de toneladas métricas por año).

El calentamiento global es, por lo que hemos visto, una realidad observada, medida y comprobada. Evitemos caer en los cantos de sirena *new-age* o pos-modernos que nos instan a "no creer" en el calentamiento global o el cambio climático por considerarlo un producto de los medios para atraer un público ávido de sensaciones o bien una estrategia de ciertos científicos para obtener mayores fondos o subsidios para sus proyectos.

¿Debemos preocuparnos por un aumento de la temperatura global de 1,5 a 2,0 grados centígrados en un siglo? Si del invierno al verano pasamos de unos 10-15 grados a 30-35, es decir un aumento de unos 20 grados ¿por qué preocuparse de uno o dos grados?

Son dos situaciones totalmente diferentes. La primera resulta de una variación estacional recurrente en una zona o punto determinado de suma cero. La energía que se gana en una estación del año se pierde en la otra. En la segunda es el calentamiento de gran parte de la masa de la atmósfera. En los cinco primeros kilómetros de la atmósfera se encuentra el 50% de la masa atmosférica. Con un volumen de unos 1.28 1010 km3 da una masa de alrededor de 1.62 1016 toneladas (16200 billones de toneladas). Calentar en uno o dos grados esta exorbitante masa requiere ingresar al sistema enormes cantidades de energía, que provocan fuertes alteraciones al comportamiento de la atmósfera y por consiguiente al tiempo meteorológico y al clima, llevando al llamado **"cambio climático"** e inclusive a afectar fuertemente al medio ambiente global.

En climatología el **"cambio climático"** se define como un cambio en el estado de la atmósfera que puede ser identificado (p.e. usando pruebas estadísticas) por cambios en el promedio y/o la variabilidad de sus propiedades, y que persiste por un periodo extenso, típicamente décadas o más.

Para el **IPCC** de la ONU (*Intergovernmental Panel for Climate Change* – Grupo Intergubernamental para el Cambio Climático) se refiere a cualquier cambio del clima en el tiempo cronológico, sea debido a la **variabilidad natural** o como resultado de la **actividad humana**. El IPCC es una organización original, con científicos de alto nivel y representantes de los países participantes, auspiciada por las Naciones Unidas por iniciativa de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Fundada en 1988, su primer informe se publicó en 1990 y el último, Quinto Informe de Evaluación del IPCC - IPCC *Fifth Assessment Report* AR5, en 2013-2014. El próximo AR6 se publicará en el 2022.

Para el UNFCCC *United Nations Framework Convention on Climate Change* (Convención Marco de las NNUU para el Cambio Climático) el cambio climático se refiere a un cambio en el clima que se atribuye directa o indirectamente a la **actividad humana** que altere la composición de la atmósfera global y que se agrega a la variabilidad climática natural observada en periodos de tiempo comparables.

Dentro de los eventos extremos se destacan los relacionados con la disponibilidad de agua: las sequías y las inundaciones. Revisemos rápidamente episodios extremos recientes de sequías con fuerte repercusión (los casos en Argentina los trataremos en la próxima Parte).

Las recientes sequías estadounidenses han sido las más extensas en décadas. En 2011, Tejas experimentó los 12 meses más secos de su historia. En el pico de la sequía de 2012, un asombroso 81 por ciento de los Estados Unidos se encontraba bajo condiciones al menos anormalmente secas. El estado de California experimentó una sequía particularmente prolongada que se extendió desde diciembre de 2011 hasta marzo de 2019, interrumpida en parte por el invierno más húmedo experimentado en los Estados Unidos (Ref. 2).

En Francia, los últimos tres años desde el 2018 (2018, 2019 y 2020), cada uno rompiendo récords de sequía, han impactado en la sociedad francesa. Incluso se han visto afectadas regiones en las que hasta entonces eran bastante inusuales, como la región Grand Est. Más frecuentes y más intensas, estas sequías tienen importantes repercusiones tanto en la vegetación como en los suelos (Ref. 3).

El **pantanal** brasileño registró un estiaje severo entre 2019 y 2020. Estudios locales sugieren que fue el resultado de un fenómeno meteorológico natural, similar al que desencadenó la crisis hídrica en el estado de São Paulo entre 2014 y 2016, ligado a un "bloqueo" meteorológico, que provoca una merma del transporte del aire cálido y húmedo del verano de la Amazonia hacia la región. La situación deriva también en un aumento del riesgo de incendios, que se extiende no solamente sobre áreas agrícolas sino también sobre áreas naturales del bioma. Los autores consideran que esas sequías por causas naturales están sufriendo los efectos de la inestabilidad climática y los impactos son entonces peores, pues antiguamente no había mucha ocupación humana como la hay actualmente en la región y, por consiguiente, la población es hoy en día más vulnerable a los impactos provocados por las sequías (Ref. 4).

En el centro de Chile desde 2010 ha prevalecido una secuencia ininterrumpida de años secos, con déficits anuales de precipitaciones que oscilan entre 25 y 45%. Aunque las sequías intensas de uno o dos años son recurrentes en esta región mediterránea, el actual evento se destaca por su longevidad y gran extensión. El carácter extraordinario de esta llamada "mega sequía de Chile central" se estableció evaluando un siglo registros de precipitación regional y una reconstrucción analizando los anillos de árboles (Ref. 5). Los autores remarcan que la mega sequía ocurrió principalmente en condiciones El Niño neutrales (excepto para un año de La Niña en 2010 y el fuerte El Niño en 2015), en contraste con las condiciones frías del Pacífico tropical que a menudo acompañó a los años secos durante el siglo XX. Esto sugiere factores distintos a la temperatura de la superficie del mar tropical en el sostenimiento de la mega sequía (por ejemplo, cambio climático antropogénico).

La dendrocrología es la ciencia que se ocupa de la datación de los anillos de crecimiento de las plantas arbóreas y arbustivas leñosas analizando patrones espaciales y temporales de procesos biológicos, físicos o culturales. Ha tenido una gran expansión en los últimos años en la estimación del clima del pasado (paleoclima). En años recientes se han publicado varias notas referidas a estudios de series de sequías aplicando esta metodología. Múltiples conjuntos de datos de observación y reconstrucciones utilizando datos de anillos de árboles confirman que las actividades humanas probablemente estaban afectando el riesgo mundial de sequías ya a principios del siglo XX (Ref. 6).

Describiremos los resultados de una nota muy actual que estimamos relevante. Investigadores europeos analizaron 27.080 mediciones anuales y fechadas de isótopos de oxígeno y carbono estables en anillos de árboles de 21 robles vivos y 126 relictos (supervivientes) para reconstruir el hidroclima estival de Europa Central desde el 75 a. C. hasta el 2018 d. C. (Ref. 7). La reconstrucción demuestra que la secuencia de las recientes sequías estivales europeas desde 2015 no tiene precedentes en los últimos 2.110 años. Los autores sugieren que esta anomalía hidroclimática probablemente sea causada por el calentamiento antropogénico y los cambios asociados en la posición de la corriente en chorro de verano.

¿Cuál sería el efecto esperado del CC actual sobre las sequías?

El cambio climático aumenta las probabilidades de que la sequía empeore en muchas partes del mundo en las próximas décadas. Hay varias formas en que el cambio climático puede contribuir a la sequía: estas fases secas pueden incrementarse aumentando la temperatura y la radiación. Las temperaturas más cálidas pueden aumentar la evaporación del suelo, haciendo que los períodos con bajas precipitaciones sean más secos que en condiciones más frías. Las sequías pueden persistir a través de una "retroalimentación positiva", donde los suelos muy secos y la cubierta vegetal disminuida pueden suprimir aún más la lluvia en un área ya seca. Un clima cambiante también puede alterar los llamados "ríos atmosféricos" (corrientes estrechas de humedad transportadas en la atmósfera), lo que puede alterar especialmente ciertos patrones de precipitación. Una combinación de ríos atmosféricos cambiantes y temperaturas más cálidas también puede afectar en algunas regiones la capa de nieve y su derretimiento, diezmando potencialmente el suministro de agua. Además, cuando los suelos y las plantas se secan, su falta de contenido de agua impide su transferencia por evaporación que enfriaría la atmósfera, lo que induce localmente un calentamiento adicional del aire. Esto a su vez provoca un secado adicional de la atmósfera: este es el llamado **efecto bola de nieve**.

Las estimaciones de los cambios futuros en la precipitación estacional o anual en un lugar en particular son menos seguras que las estimaciones del calentamiento futuro. Sin embargo, a escala mundial, los científicos confían en que los lugares relativamente húmedos, como los trópicos, y las latitudes más altas se volverán más húmedos, mientras que los lugares relativamente secos en los subtrópicos (donde se encuentran la mayoría de los desiertos del mundo) se volverán más secos (Ref. 2).

A nivel general el Informe Especial emitido por el IPCC en el 2018 (Ref . 8) incluye varias referencias a los cambios esperados en los extremos térmicos e hídricos.

Parágrafo B.1: *Los modelos climáticos prevén diferencias robustas en las características regionales del clima entre el momento actual y un calentamiento global de 1,5 ˚C, y entre un calentamiento global de 1,5 ˚C y de 2 ˚C. Esas diferencias comprenden un aumento de la temperatura media en la mayoría de las regiones terrestres y oceánicas (nivel de confianza alto), de los episodios de calor extremo en la mayoría de las regiones habitadas (nivel de confianza alto), de las precipitaciones intensas en varias regiones (nivel de confianza medio) y de la probabilidad de sequía y de déficits de precipitación en algunas regiones (nivel de confianza medio).*

El Informe define cinco motivos de preocupación (MdP), establecidos en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC, que brindan un marco para resumir los principales impactos y riesgos respecto de los distintos sectores y regiones. El segundo (MdP 2) se refiere a ***Episodios meteorológicos extremos:*** *riesgos o impactos para la salud humana, los medios de subsistencia, los bienes y los ecosistemas derivados de fenómenos meteorológicos extremos como las olas de calor, las precipitaciones intensas, la sequía y los incendios forestales concurrentes y las inundaciones costeras.* Los impactos o riesgos relacionados con este motivo de preocupación, basados en la evaluación de nueva literatura que ha aparecido, se estiman como **moderados a altos** (impactos/riesgos graves y generalizados) si el aumento de la temperatura media global en superficie alcanza o supera 1.5 grados centígrados.

Como expresa el Informe, gran parte de estas estimaciones futuras se obtienen de simulaciones basadas en modelos físico-matemáticos del sistema climático. Estos modelos han mejorado mucho en los últimos años, en parte por enormes avances en la capacidad de computación y también en los conocimientos científicos del comportamiento del sistema terrestre.

El último informe del Grupo de Trabajo I (Las bases científicas) del IPCC en su capítulo 9 evalúa los modelos climáticos. Ha habido un progreso sustancial desde el informe anterior en la evaluación de simulaciones de modelos de eventos extremos, aunque reconocen la dificultad de simular las nubes y sus efectos y admiten que la mayoría de los modelos subestiman la sensibilidad de precipitaciones extremas a la variabilidad o tendencias de la temperatura, especialmente en los trópicos, lo que implica que los modelos pueden subestimar las proyecciones de aumento de las precipitaciones extremas en el futuro.

Existe una alta confianza en que la representación de las situaciones de bloqueo se mejore mediante aumentos en la resolución de los modelos. En cuanto a sequías cabe señalar que existen varias definiciones de sequía y el desempeño de los modelos puede depender de la definición. Actualmente no se dispone de una evaluación integral del grupo de modelos de simulación climática CMIP5para el caso de sequías, aunque se encuentra que los días secos consecutivos simulados por estos modelos son comparables a las observaciones en magnitud y distribución.

Referencias

1. NASA . Cambio climático: ¿Cómo sabemos lo que sabemos? https://climate.nasa.gov/evidencia/

2. *Drought and Climate Change*
https://www.c2es.org/content/drought-and-climate-change/

3. *Sécheresse et réchauffement climatique en France*
https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/secheresse-et-rechauffement-climatique-en-france

4. Científicos identifican las causas de la extrema sequía que afectó al Pantanal de Brasil
https://www.dicyt.com/noticias/cientificos-identifican-las-causas-de-la-extrema-sequia-que-afecto-al-pantanal-de-brasil

5. René D. Garreaud y otros , The 2010–2015 *megadrought in central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation*, Hydrol. Earth Syst. Sci., 21, 6307–6327, 2017

6. Marvel, K., Cook, B.I., Bonfils, C. et al. *Twentieth-century hydroclimate changes consistent with human influence. Nature* 569, 59–65 (2019)

7. Büntgen, U., Urban, O., Krusic, P.J. et al. *Recent European drought extremes beyond Common Era background variability.* Nat. Geosci. 14, 190–196 (2021).

8. IPCC, 2018: Resumen para responsables de políticas. En: Calentamiento global de 1,5 ˚C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 ºC con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza (Masson-Delmotte V. y otros (Eds.))
Disponible en castellano en https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf