

Estado del clima en América Latina y el Caribe

2021



TIEMPO CLIMA AGUA



ORGANIZACIÓN
METEOROLÓGICA
MUNDIAL

OMM-Nº 1295

Imagen de portada: Agua y recursos Naturales en América Latina y el Caribe (Créditos: FAO/Max Valencia).

OMM-N° 1295

© Organización Meteorológica Mundial, 2022

La OMM se reserva el derecho de publicación en forma impresa, electrónica o de otro tipo y en cualquier idioma. Pueden reproducirse pasajes breves de las publicaciones de la OMM sin autorización siempre que se indique claramente la fuente completa. La correspondencia editorial, así como todas las solicitudes para publicar, reproducir o traducir la presente publicación parcial o totalmente deberán dirigirse al:

Presidente de la Junta de Publicaciones
Organización Meteorológica Mundial (OMM)
7 bis, avenue de la Paix
Case postale 2300
CH-1211 Genève 2, Suiza

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03
Correo electrónico: publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-31295-2

NOTA

Las denominaciones empleadas en las publicaciones de la OMM y la forma en que aparecen presentados los datos que contienen no entrañan, de parte de la Organización, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de determinados productos o sociedades mercantiles no implica que la OMM los favorezca o recomiende con preferencia a otros análogos que no se mencionan ni se anuncian.

Las observaciones, interpretaciones y conclusiones expresadas en las publicaciones de la OMM por autores cuyo nombre se menciona son únicamente las del autor y no reflejan necesariamente las de la Organización ni las de sus Miembros.

Índice

Mensajes principales.	3
Prólogo	4
Prefacio	5
Contexto climático mundial.	6
Clima regional	7
Temperatura	7
Anomalía de temperatura observada con respecto a 1961-1990.	7
Anomalía de temperatura observada con respecto a una normal climatológica estándar.	7
Precipitación.	10
Glaciares	11
Temperatura superficial del mar	12
Nivel del mar.	13
Fenómenos extremos	14
Ciclones tropicales	14
Precipitaciones intensas e inundaciones	15
Sequías.	17
Tormentas de arena.	20
Olas de calor e incendios forestales	20
Olas de frío.	21
Impactos y riesgos relacionados con el clima	22
Agricultura y seguridad alimentaria	22
Recursos hídricos	23
Servicios forestales y ecosistémicos	23
Migraciones y desplazamientos de población	24
Impactos socioeconómicos	25
El sargazo, el cambio climático y su impacto en el turismo en el Caribe	25

Mejora de las políticas de adaptación y resiliencia al clima . . . . .	.27
Motivos de preocupación y lagunas de conocimiento . . . . .	.27
Mejora de los sistemas de información sobre peligros múltiples, la política climática y los servicios climáticos. . . . .	.27
Capacidad de los miembros: servicios climáticos y alerta temprana . . . . .	.28
Observaciones que constituyen la base del monitoreo del clima . . . . .	.30
Conjuntos de datos y metodología . . . . .	.31
Temperatura . . . . .	.31
Precipitación. . . . .	.32
Glaciares . . . . .	.32
Temperatura superficial del mar . . . . .	.32
Nivel del mar. . . . .	.32
Sequía . . . . .	.32
Incendios forestales. . . . .	.32
Servicios climáticos. . . . .	.32
Lista de colaboradores. . . . .	.33

Mensajes principales



La tendencia al calentamiento en América Latina y el Caribe continuó en 2021. La tasa media de aumento de las temperaturas fue de aproximadamente $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por década entre 1991 y 2021, en comparación con los $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por década registrados entre 1961 y 1990.



En 2021, la temperatura se situó por encima de la media de 1981-2010 en todas las subregiones, habiéndose registrado la anomalía máxima de $+0,59 (\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C})$ en la región de México y América Central, lo que corresponde a $+0,97 (\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C})$ por encima del período de referencia de 1961-1990 de la OMM para el cambio climático.



Los glaciares de los Andes tropicales han perdido, al menos, un 30 % de su superficie desde la década de 1980, con una tendencia de balance de masas negativa de $-0,97\text{ m}$ de equivalente en agua al año durante el período de monitoreo de 1990-2020. El retroceso de los glaciares y la correspondiente pérdida de masa de hielo han aumentado el riesgo de escasez de agua para la población y los ecosistemas andinos.



El nivel del mar en la región continuó subiendo en 2021 a un ritmo más rápido que a escala mundial, sobre todo a lo largo de la costa atlántica de América del Sur al sur del ecuador y en el Atlántico norte subtropical y el golfo de México. El aumento de nivel del mar amenaza a una gran parte de la población, que se concentra en las zonas costeras, ya que contamina los acuíferos de agua dulce, erosiona las costas, inunda las zonas bajas y aumenta el riesgo de mareas de tempestad.



La "megasequía en la región central de Chile" prosiguió en 2021, en su décimo tercer año hasta la fecha, lo que la convierte en la más larga en mil años, agravando una tendencia al aumento de la sequedad y poniendo a Chile a la cabeza de la crisis del agua de la región. Una sequía pluriannual en la cuenca del Paraná-Plata, la peor desde 1944, afectó al centro-sur del Brasil, a partes del Paraguay y al Estado Plurinacional de Bolivia.



En la cuenca del Paraná-Plata, los daños a la agricultura causados por la sequía redujeron las cosechas, entre ellas las de soja y maíz, afectando a los mercados mundiales de cultivos. En el conjunto de América del Sur, las condiciones de sequía provocaron un descenso del 2,6 % en la cosecha de cereales de 2020-2021 con respecto a la temporada anterior.



La temporada de huracanes del Atlántico de 2021 fue la tercera más activa de la que se tiene constancia en el Atlántico, con 21 tormentas con nombre, incluidos siete huracanes, y fue la sexta temporada consecutiva de huracanes del Atlántico por encima de lo normal.



Las precipitaciones extremas (con valores sin precedentes en muchos lugares), las crecidas y los deslizamientos de tierra provocaron pérdidas sustanciales en 2021, con la consiguiente pérdida de cientos de vidas, decenas de miles de viviendas destruidas o dañadas y cientos de miles de personas desplazadas. Las crecidas y deslizamientos de tierra en los estados brasileños de Bahía y Minas Gerais provocaron unas pérdidas estimadas en 3 100 millones de dólares de los Estados Unidos.



La deforestación en la pluviselva amazónica brasileña se duplicó con respecto al promedio de 2009-2018 y alcanzó su nivel más alto desde 2009. Con respecto a 2020, se perdió un 22 % más de superficie forestal en 2021.



Un total de 7,7 millones de personas en Guatemala, El Salvador y Nicaragua experimentaron altos niveles de inseguridad alimentaria en 2021, a lo que contribuyeron factores como el efecto continuado de los huracanes Eta e Iota de finales de 2020 y las repercusiones económicas de la pandemia de COVID-19.



América del Sur es una de las regiones con una mayor necesidad documentada de fortalecer los sistemas de alerta temprana. Los sistemas de alerta temprana de peligros múltiples (MHEWS) son herramientas esenciales para lograr una adaptación efectiva en zonas con riesgo de sufrir fenómenos extremos relacionados con el tiempo, el agua y el clima.

Prólogo



Tras el éxito de la publicación del primer informe de la OMM sobre el estado del clima en América Latina y el Caribe el año pasado, me complace ver la oportuna publicación de su segunda edición. En este segundo informe han participado los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN), los Centros Regionales sobre el Clima (CRC) de la OMM y varias instituciones de investigación, y han contribuido a él un mayor número de organismos de las Naciones Unidas y organizaciones internacionales y regionales.

El informe muestra que los peligros hidrometeorológicos, como las sequías, las olas de calor, los ciclones tropicales y las crecidas, han comportado, por desgracia, la pérdida de cientos de vidas, han causado graves daños a cosechas e infraestructura, y han provocado desplazamientos de población.

Se prevé que el creciente aumento del nivel del mar y el calentamiento de los océanos sigan afectando a los medios de subsistencia, el turismo, la salud, la alimentación, la energía y la seguridad hídrica en las zonas costeras, especialmente en las islas pequeñas y en los países de América Central. Para muchas ciudades andinas, el deshielo de los glaciares representa la pérdida de una importante fuente de agua dulce que actualmente se utiliza para el uso doméstico, el riego y la energía hidroeléctrica. En América del Sur, la continua degradación de la pluviselva amazónica sigue señalándose como una de las principales preocupaciones, no solo para la región, sino también para el clima mundial, teniendo en cuenta el papel de la selva en el ciclo del carbono.

Además de describir las tendencias climáticas, los fenómenos extremos y los impactos

conexos, el informe señala lagunas de conocimientos y ámbitos que conviene mejorar para apoyar mejor la acción climática en la región de América Latina y el Caribe. A pesar de los continuos esfuerzos por fortalecer los sistemas de alerta temprana de peligros múltiples, el informe indica claramente que sigue habiendo importantes deficiencias que deben subsanarse para fortalecer esos sistemas con el fin de reducir los impactos adversos de los peligros hidrometeorológicos en la región.

La información incluida en este informe se ha elaborado sobre la base de los sistemas de observación coordinados por la OMM y sus organizaciones asociadas. El Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM (WIGOS) provee información básica sobre el tiempo y el clima, mientras que el Sistema Mundial de Observación del Clima (GCOS) define un conjunto más amplio de variables climáticas esenciales necesarias para el monitoreo del clima a nivel mundial y apoya las medidas de mitigación y adaptación.

Si bien la evidencia acerca del cambio climático es innegable, los últimos informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) muestran que aún quedan importantes brechas en lo que refiere a la observación en los países en desarrollo. La Red Mundial Básica de Observaciones (GBON) de la OMM y el Servicio de Financiamiento de Observaciones Sistemáticas que la apoya proporcionarán observaciones muy necesarias para la predicción numérica del tiempo y contribuirán a reforzar sustancialmente el monitoreo del clima.

Aprovecho esta oportunidad para felicitar a los expertos de la región y de todo el mundo por liderar la coordinación científica y autoría del presente informe, y agradezco a los Miembros de la OMM y a los organismos hermanos de las Naciones Unidas su continuo compromiso en apoyo de esta publicación, mediante sus aportaciones y su contribución al proceso de revisión del informe.

(Petteri Taalas)
Secretario General

Prefacio



América Latina y el Caribe es una de las regiones con mayor biodiversidad del planeta. Desde los oasis marinos y costeros del Caribe hasta la pluviselva amazónica y las tierras más meridionales de la Patagonia, la región rebosa de riqueza natural.

Sin embargo, el impacto creciente del cambio climático y la variabilidad climática, agravado por los efectos de la pandemia de COVID-19, no solo han mermado la productividad de los sistemas ecológicos de la región, sino que también han detenido décadas de progreso contra la pobreza, la desigualdad y la inseguridad alimentaria en la región. La subida del nivel del mar y el calentamiento de los océanos amenazan la salud de los ecosistemas marinos y costeros. La sequía, los deslizamientos de tierra, la intrusión de agua salina, el calor extremo y los cambios en el uso de la tierra producidos por las actividades humanas han contribuido a que las tasas de deforestación alcancen su nivel más alto en 15 años. Esta tendencia afecta a los ecosistemas terrestres, al desarrollo urbano cercano a la costa y a otros asentamientos humanos, así como a la sostenibilidad de los medios de subsistencia, la productividad del suelo y la oferta turística. Mientras tanto, el deshielo de los glaciares, las megasequías, las precipitaciones extremas y las inundaciones ponen en riesgo la producción alimentaria y la seguridad hídrica de las poblaciones rurales y urbanas de toda la región. La devastación provocada por la frecuencia e intensidad de los fenómenos hidroclimáticos extremos en el Caribe resulta especialmente abrumadora para los pequeños Estados insulares de baja altitud y ribereños de la subregión.

Para hacer frente a dichos desafíos interrelacionados y vulnerabilidades multidimensionales hará falta un esfuerzo estructurado, priorizado e integrado. Los proyectos de recuperación de

arrecifes de coral que se llevan a cabo en el Caribe y el Pacífico son un buen ejemplo de ello. Dichos proyectos tratan de restablecer el buen funcionamiento de ecosistemas autosuficientes de arrecifes afectados por el calentamiento y la acidificación de los océanos, entre otras tensiones, a la vez que demuestran las ventajas de la colaboración efectiva entre el mundo académico y los especialistas para solucionar problemas de manera colectiva.

El fortalecimiento de las asociaciones y alianzas con diversas partes interesadas también puede crear soluciones a largo plazo y a nivel regional y nacional. Por ejemplo, la Plataforma de Acción Climática en Agricultura (PLACA) de América Latina y el Caribe, presentada en la 25ª Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CP 25), es un mecanismo voluntario de colaboración regional para la acción climática en materia de agricultura. La PLACA promueve la colaboración entre los países de América Latina y el Caribe para aplicar medidas de mitigación y adaptación que puedan apoyar las estrategias regionales y nacionales relacionadas con los impactos del cambio climático y la variabilidad climática en el sector agrícola. Hasta la fecha, la plataforma reúne a representantes de doce Ministerios de Agricultura de la región, junto con seis organizaciones asociadas y varias organizaciones de las Naciones Unidas, como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la OMM.

El informe sobre el estado del clima en América Latina y el Caribe, en su segunda edición, es una fuente esencial de información y datos con base científica. Fundamentado en la ciencia, el presente informe contribuye a apoyar la formulación de políticas y la adopción de decisiones relacionadas con el clima. La CEPAL seguirá desempeñando un papel activo mediante la prestación de apoyo a las políticas, el desarrollo de capacidad y una mejor prestación de servicios de datos e información sobre el tiempo, el cambio climático y la variabilidad climática. Este apoyo específico contribuirá a fomentar la adopción de medidas decididas y a seguir promoviendo políticas más eficaces de mitigación del cambio climático, y adaptación a este, con todas las partes interesadas de América Latina y el Caribe.

Mario Cimoli
Secretario Ejecutivo Interino de la CEPAL

Contexto climático mundial

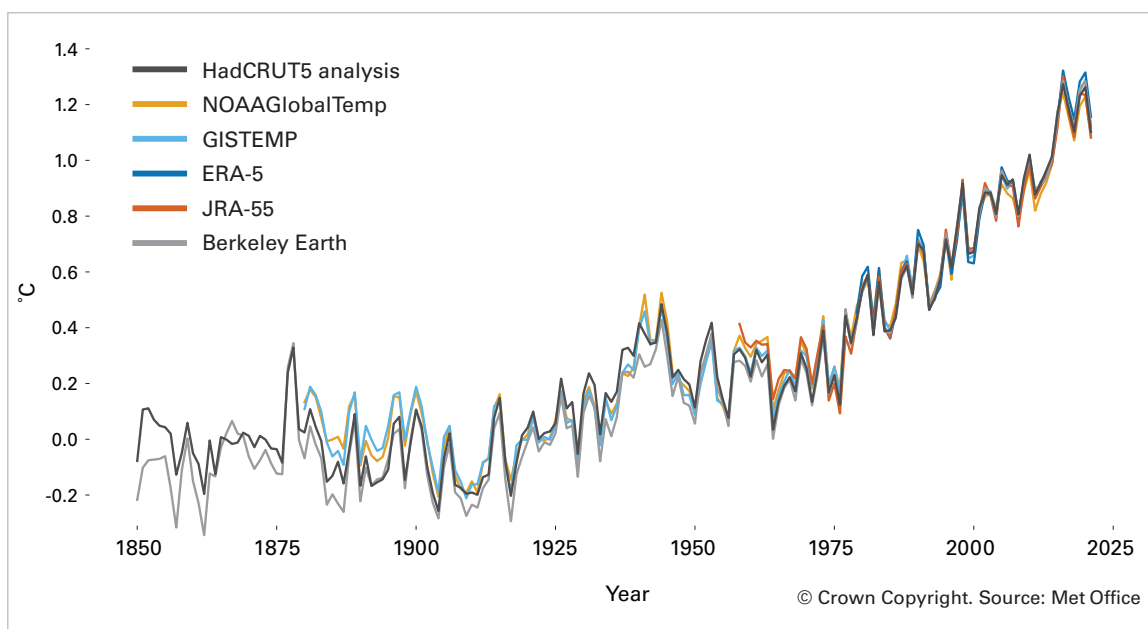
La temperatura media anual mundial en 2021 fue $1,11 \pm 0,13$ °C superior a la media preindustrial de 1850-1900, siendo menos cálida que en los últimos años debido a las condiciones de enfriamiento de La Niña a principio y final de año. El año 2021 fue entre el quinto y el séptimo año más cálido jamás registrado según seis conjuntos de datos (figura 1)¹. Los últimos siete años, de 2015 a 2021, fueron los siete años más cálidos de los que se tiene constancia. El año 2016, que comenzó durante un episodio intenso de El Niño, sigue siendo el año más cálido jamás registrado en la mayoría de los conjuntos de datos.

Las concentraciones atmosféricas de los tres principales gases de efecto invernadero alcanzaron nuevos máximos históricos en 2020, con niveles de dióxido de carbono (CO₂) de $413,2 \pm 0,2$ partes por millón (ppm), niveles de metano (CH₄) de 1889 ± 2 partes por mil millones (ppmm), y niveles de óxido nitroso (N₂O) de $333,2 \pm 0,1$ ppmm, lo que representa un aumento del 149 %, 262 % y 123 %, respectivamente, frente a los niveles preindustriales (antes de 1750). Los datos en tiempo real de determinados

lugares, como Mauna Loa (Hawái) y el cabo Grim (Tasmania), indican que los niveles de CO₂, CH₄ y N₂O siguieron aumentando en 2021. El aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero provoca una acumulación de calor en el sistema climático, gran parte del cual se almacena en el océano.

En las dos últimas décadas, la tasa de calentamiento de los océanos ha aumentado de manera considerable y el contenido de calor oceánico en 2021 fue el más alto jamás registrado. El calentamiento de los océanos y la pérdida acelerada de masa de los mantos de hielo contribuyeron a una subida del nivel medio del mar de 4,5 mm al año entre 2013 y 2021 a nivel mundial, alcanzando un nuevo récord en 2021. Los océanos absorben alrededor del 23 % de las emisiones antropógenas anuales de CO₂ a la atmósfera, lo que contribuye a atenuar el calentamiento general; sin embargo, el CO₂ reacciona con el agua de mar y reduce su pH. Este proceso, denominado acidificación del océano, afecta a muchos organismos y servicios ecosistémicos y amenaza la seguridad alimentaria al poner en peligro la pesca y la acuicultura^{2,3}.

Figura 1. Diferencia de la temperatura media anual mundial respecto de las condiciones preindustriales (1850-1900) en seis conjuntos de datos de temperaturas mundiales: HadCRUT5, NOAA GlobalTemp, GISTEMP, Berkeley Earth, ERA5 y JRA55. Fuente: Servicio Meteorológico del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte.



Clima regional

En las siguientes secciones se analizan los principales indicadores del estado del clima regional de América Latina y el Caribe. Uno de estos indicadores importantes, la temperatura, se describe en relación con las anomalías, o desviaciones, con respecto a un período de referencia. En el caso de la temperatura media mundial, se utiliza el período de referencia empleado en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)⁴, 1850-1900, para calcular las anomalías con respecto a los niveles preindustriales. Sin embargo, el período preindustrial no puede utilizarse como referencia para calcular las anomalías regionales, ya que no se dispone de datos suficientes para calcular los promedios específicos de cada región antes de 1900. Por lo tanto, las anomalías regionales de temperatura se expresan con respecto al período de referencia de 30 años de 1961-1990, período fijo recomendado por la OMM como referencia coherente y estable para evaluar el cambio climático a largo plazo, especialmente en lo que respecta a la temperatura. También se utiliza la normal climatológica estándar correspondiente a 1981-2010 para calcular anomalías de temperatura y otros indicadores en relación con condiciones medias climáticas más recientes. Las excepciones respecto al uso de estos períodos de referencia para el cálculo de anomalías, en caso de haberlas, se señalan de forma explícita.

TEMPERATURA

A pesar de haber sido más frío que los últimos años a raíz de la influencia de un episodio de La Niña de intensidad moderada, el año 2021 se situó, según seis conjuntos de datos,⁵ entre el sexto y el décimo más cálidos en México y América Central, entre el séptimo y el decimoséptimo más cálidos en el Caribe, y entre el sexto y el decimosexto más cálidos en América del Sur.

La tendencia al calentamiento en América Latina y el Caribe continuó en 2021. La tasa media de aumento de las temperaturas en la región fue de aproximadamente 0,2 °C por década entre 1991 y 2021, en comparación con los 0,1 °C por década registrados entre 1961 y 1990 (figura 2). La tasa de calentamiento en México y América Central (0,27 [0,22 a 0,30] °C por década) sugiere que las temperaturas en esta subregión probablemente se hayan incrementado más rápido entre 1991 y 2001 que en el Caribe y en América

del Sur, donde las temperaturas aumentaron 0,24 [0,19 a 0,30] °C y 0,23 [0,21 a 0,26] °C por década, respectivamente (figura 2).

Anomalía de temperatura observada con respecto a 1961-1990

Las temperaturas medias en 2021 fueron 0,97 [0,87 a 1,08] °C⁶, 0,68 [0,56 a 0,79] °C y 0,69 [0,50 a 0,83] °C superiores a la media de 1961-1990 en México y América Central, el Caribe y América del Sur, respectivamente.

Anomalía de temperatura observada con respecto a una normal climatológica estándar

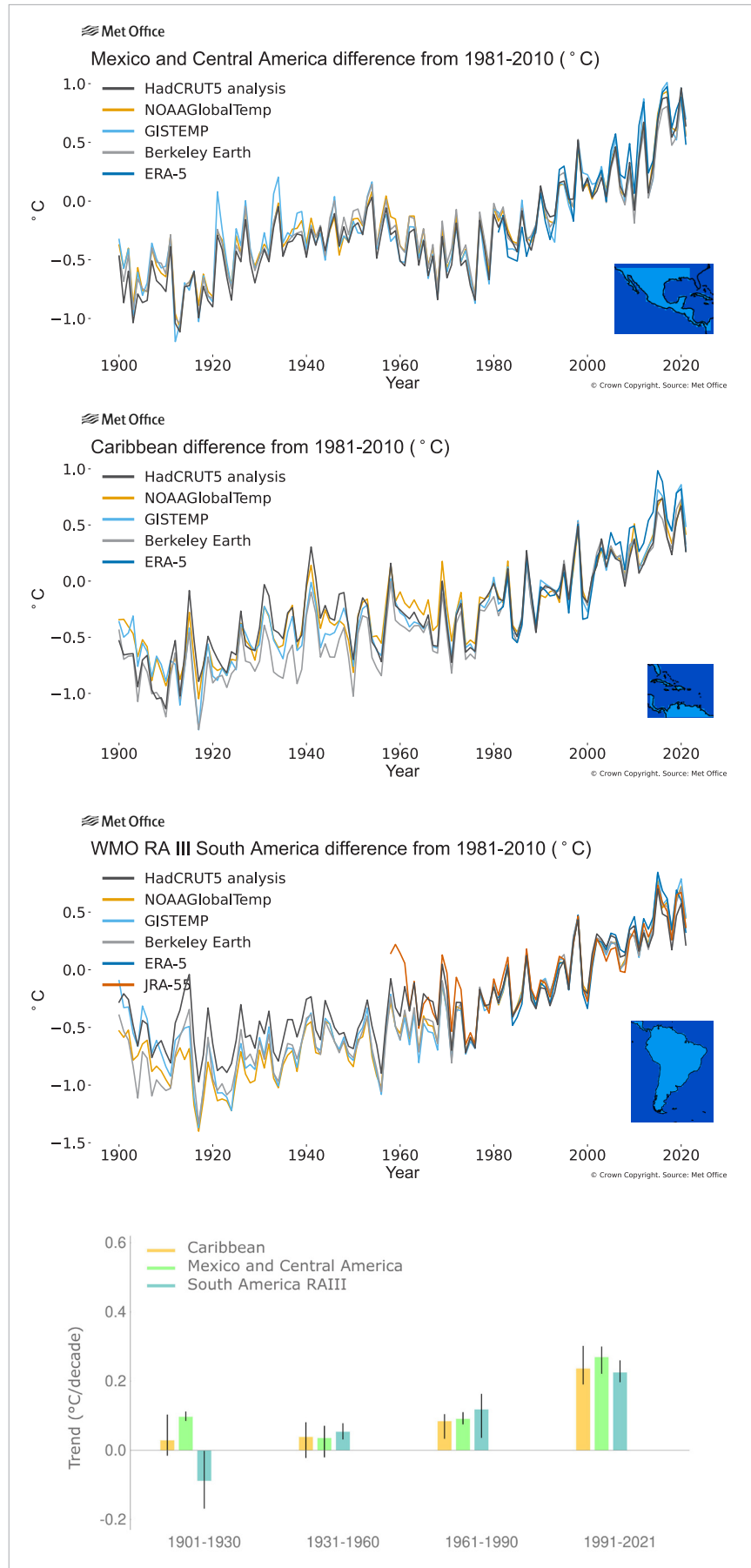
El uso de 1981-2010 para calcular las anomalías de temperatura ofrece una referencia más reciente para el monitoreo y aplicaciones climáticas operacionales en diversos sectores, como la planificación de la adaptación y la toma de decisiones. Las temperaturas medias fueron 0,59 [0,49 a 0,70] °C, 0,35 [0,26 a 0,48] °C y 0,36 [0,21 a 0,45] °C superiores a la media de 1981-2010 en México y América Central, el Caribe y América del Sur, respectivamente.

En la mayoría de las zonas terrestres de la región, las temperaturas anuales fueron más cálidas que la media de 1981-2010. Se registraron anomalías de entre +1 °C y +3 °C en la región central de México, la península de Yucatán, Guatemala, Honduras y El Salvador (figura 3a y 3b), y de +0,5 °C en Nicaragua, mientras que se registró un enfriamiento relativo en Costa Rica y Panamá. En el Caribe, se registraron anomalías positivas de la temperatura en la República Dominicana, Jamaica y las pequeñas islas del Caribe (figura 3c). En América del Sur, las anomalías de temperatura por encima de lo normal prevalecieron en todo el continente, con valores de entre +1 °C y +2 °C en el noreste del Brasil, Colombia, el centro del Brasil, el centro de Chile y el centro y sur de la Argentina (figura 3d). También se registraron anomalías de +0,5 °C en la Amazonia central, el norte de la Argentina, el Paraguay y el Perú. Se observaron anomalías negativas de la temperatura en el extremo norte de la República Bolivariana de Venezuela, Guyana, el noreste de Chile, el oeste del Uruguay y el extremo norte del Brasil.

Figura 2. Anomalías de la temperatura media (con respecto a 1981-2010) para a) México y América Central, b) el Caribe, y c) América del Sur.

Los datos proceden de seis conjuntos de datos distintos: HadCRUT5, NOAA GlobalTemp, GISTEMP, Berkeley Earth, ERA5 y JRA55. Los paneles a) y b) no incluyen el conjunto de datos JRA55. Panel d): tendencias para cuatro períodos de 30 años que se indican en el eje x. Las barras de colores representan la tendencia media calculada respecto a cada período para cada uno de los seis conjuntos de datos: HadCRUT5, NOAA GlobalTemp, GISTEMP, Berkeley Earth, ERA5 y JRA55. La línea vertical negra indica el rango de las seis estimaciones.

Fuente: Servicio Meteorológico del Reino Unido.



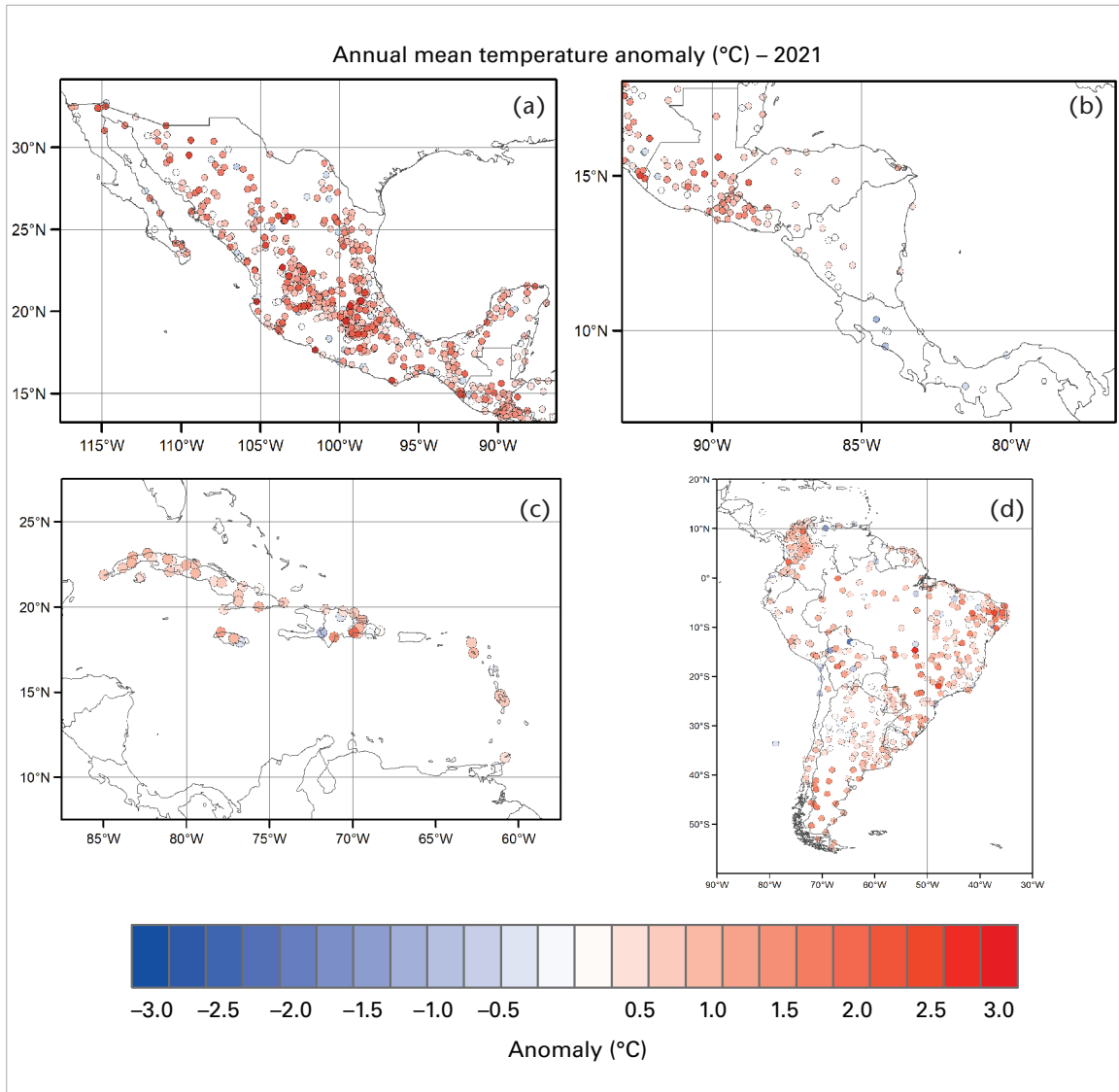


Figura 3. Anomalías de la temperatura del aire (2 m) en 2021 (con respecto a 1981-2010) para a) México, b) América Central, c) el Caribe, y d) América del Sur, en °C. *Fuente:* Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN), a partir de datos de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales.

PRECIPITACIÓN

En esta sección se utiliza la normal climatológica estándar de 1981-2010 para calcular las anomalías de la precipitación en 2021, expresadas como porcentaje por encima o debajo de lo normal.

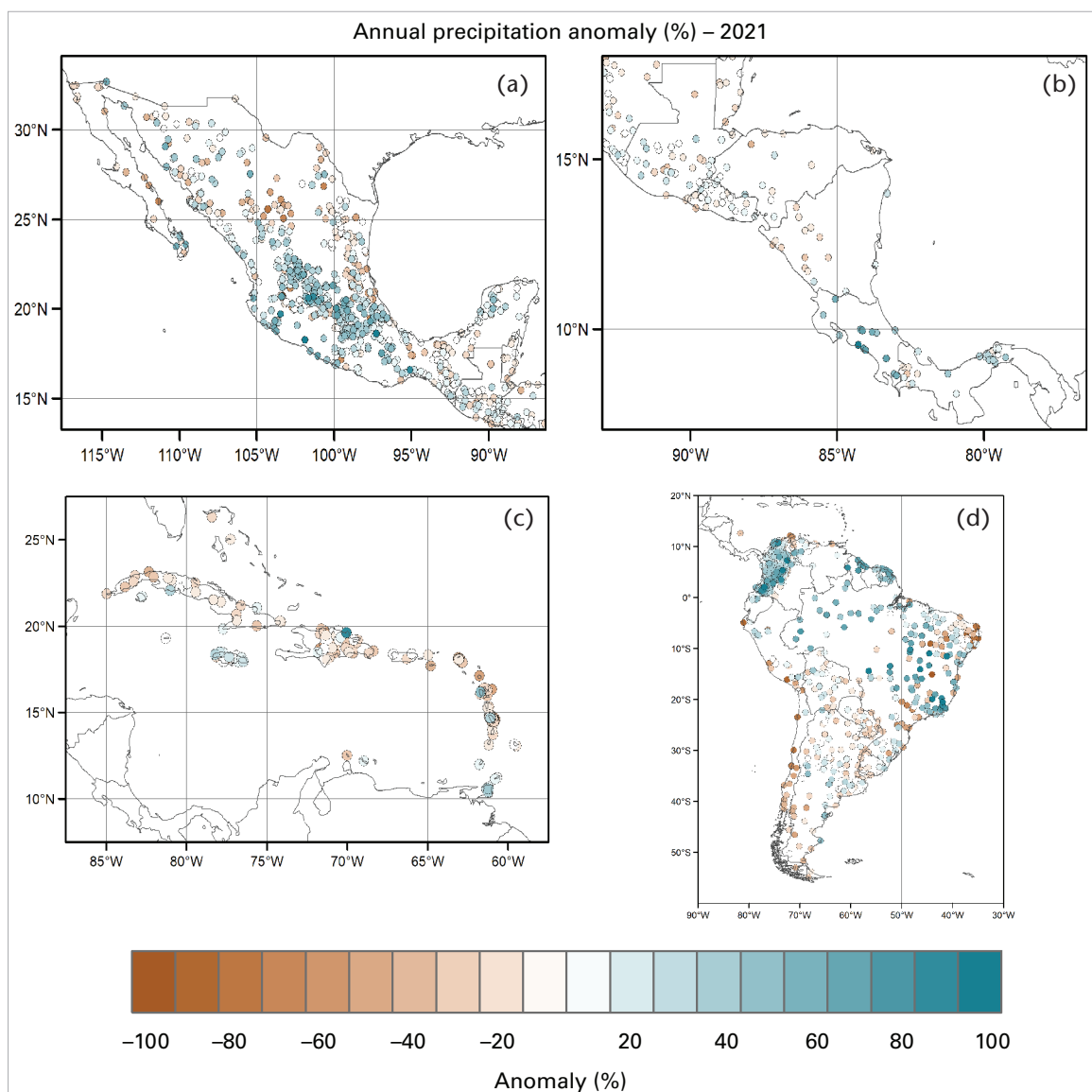
La precipitación en la región central de México fue entre un 40 % y un 60 % superior a lo normal, mientras que la precipitación registrada en el noroeste de México y Baja California fue alrededor de un 20 % inferior a lo normal (figura 4a). En la costa atlántica septentrional y en la península de Yucatán, Guatemala y El Salvador, las anomalías de precipitación se situaron entre un 50 % por debajo de lo normal y un 20 % por encima de lo normal (figura 4b). En Belice y Nicaragua se registraron precipitaciones por debajo de lo normal, mientras que en Costa

Rica y gran parte de Panamá se registraron precipitaciones por encima de lo normal.

En la región del Caribe, se registraron precipitaciones por debajo de lo normal en Cuba, la República Dominicana y las pequeñas islas del Caribe (figura 4c). Por ejemplo, en gran parte de Guadalupe, las precipitaciones anuales fueron entre un 10 % y un 50 % inferiores a lo normal.

En América del Sur (figura 4d), se registraron anomalías de precipitación de entre un 20 % y un 60 % por debajo de lo normal en la región central y meridional de Chile, y de entre un 30 % y un 50 % por debajo de lo normal en los Andes suroccidentales del Perú. En la cuenca del Paraná-Plata en el sureste del Brasil, el norte de la Argentina, el Paraguay y el Uruguay predominaron las precipitaciones por debajo de lo normal, lo que indica un monzón de América del Sur tardío y débil. En la región semiárida

Figura 4. Anomalías de la precipitación correspondientes a 2021 (% con respecto al período de referencia de 1981-2010) en a) México, b) América Central, c) el Caribe, y d) América del Sur. Fuente: CIIFEN, a partir de datos de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales.



del noreste del Brasil y la costa caribeña de la República Bolivariana de Venezuela predominaron las condiciones de precipitación por debajo de lo normal. En cambio, la parte occidental de Colombia, la Amazonia central, la Guayana Francesa, Suriname y Guyana registraron precipitaciones superiores a lo normal durante el año. Parte de la distribución de la precipitación observada se ajustaba a la distribución típica asociada a las condiciones de La Niña (verificado durante la mayor parte de 2021, véase [Temperatura superficial del mar](#)).

GLACIARES

La evaluación de la evolución reciente de las masas de hielo en la región de los Andes⁷ se basa en las series temporales del balance de masas del Servicio Mundial de Vigilancia de los Glaciares. En los trópicos, el balance de masa glaciar presenta una tendencia negativa de alrededor de $-0,97$ m de equivalente en agua al año durante el período de monitoreo (1990–2020) (figura 5a). Las observaciones por teledetección muestran que las reducciones de la superficie en los trópicos han fluctuado entre el 25 % y el 50 % desde la década de 1950 y que se ha producido una importante pérdida de masa de hielo desde finales de la década de 1970⁸. Más al sur, en los Andes de Chile y la Argentina, los glaciares también han retrocedido durante décadas, con una tasa diferencial de alrededor de $-0,72$ m de equivalente en agua al año para el período 2004-2021 en los Andes secos, y de $-0,56$ m de equivalente en agua al año de 1976 a 2021 en los Andes meridionales (figura 5b y 5c, respectivamente). Estas tasas observadas de pérdida de masa de los glaciares figuran entre las tasas de pérdida de masa regionales más altas a nivel mundial⁹.

De media, los glaciares de los Andes tropicales han perdido, como mínimo, el 30 % de su superficie desde la década de 1980¹⁰. La superficie actual de los glaciares se ha reducido rápidamente desde la década de 1970 en el Perú (pérdidas del 54 %, 56 % y 64 % para las cordilleras de Vilcanota, Vilcabamba y Urubamba, respectivamente), siendo los glaciares de baja altitud los que más han retrocedido en todas las regiones¹¹. La correspondiente pérdida de masa de hielo ha aumentado el riesgo de escasez de agua para la población y los ecosistemas andinos¹².

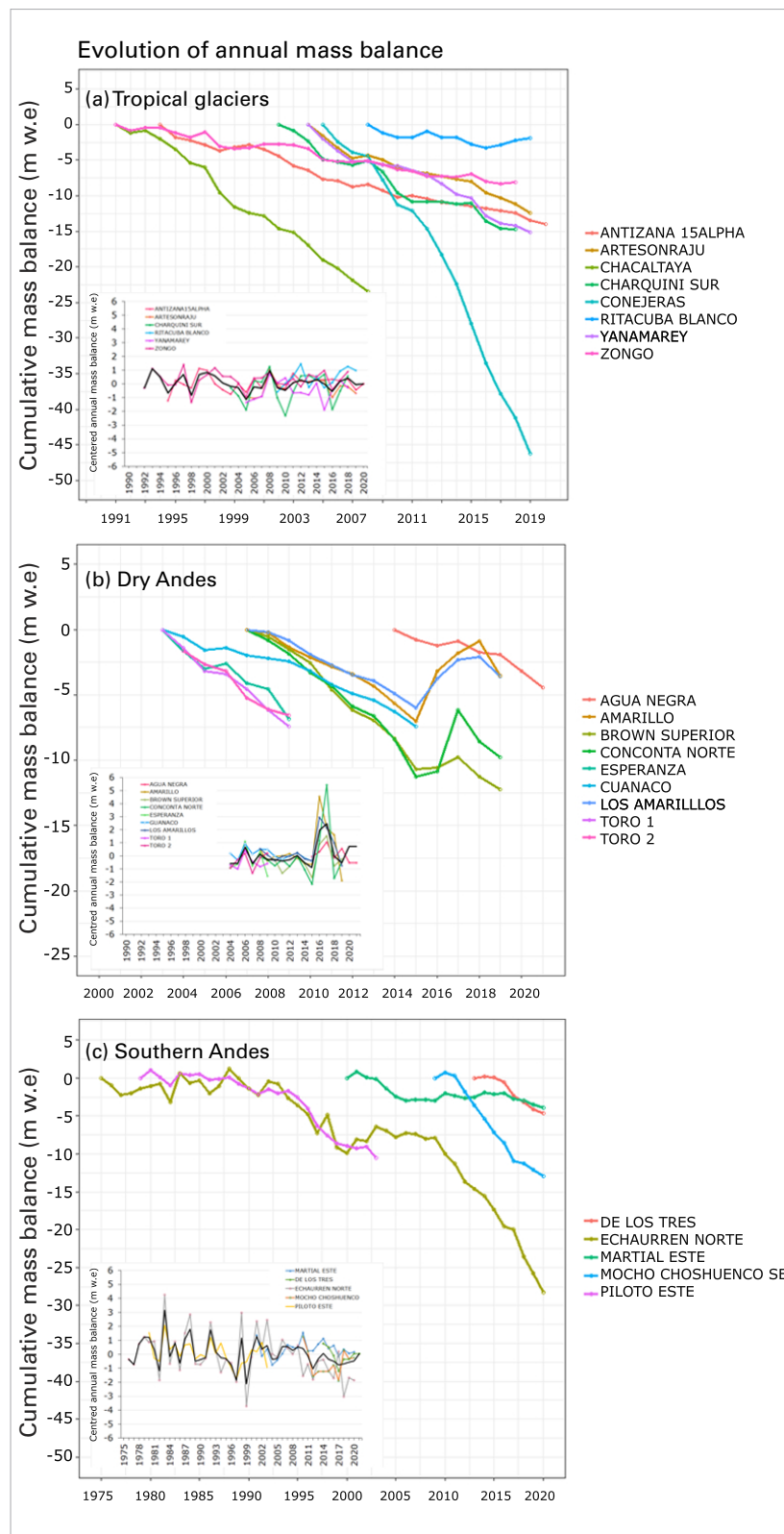


Figura 5. Balance de masas acumulado de 22 glaciares sujetos a monitoreo que muestra la evolución de las masas de hielo andinas en las tres regiones principales: a) los trópicos (1990-2020), b) los Andes secos (2004-2021), y c) los Andes meridionales (1976-2021). El recuadro en cada panel muestra el balance de masas centrado de las series temporales; el balance centrado medio se muestra mediante una línea negra.

Fuente: datos del Servicio Mundial de Vigilancia de los Glaciares (WGMS).

TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR

La temperatura superficial del mar (TSM) es la temperatura media en los primeros metros de la superficie del océano¹³. Se trata de un componente fundamental del sistema climático, ya que ejerce una gran influencia en los intercambios de energía, momento y humedad entre el océano y la atmósfera. La TSM controla en gran medida la respuesta atmosférica al océano en las escalas temporales meteorológicas y climáticas. Los patrones espaciales de la TSM revelan la estructura de la dinámica oceánica subyacente, como los frentes oceánicos, los remolinos, el afloramiento en la costa y los intercambios entre la plataforma continental y el mar abierto¹⁴. En un mundo más cálido, las TSM más cálidas aumentan la frecuencia de las olas de calor marinas, la decoloración coralina y los daños en los arrecifes y pesquerías conexas^{15,16}.

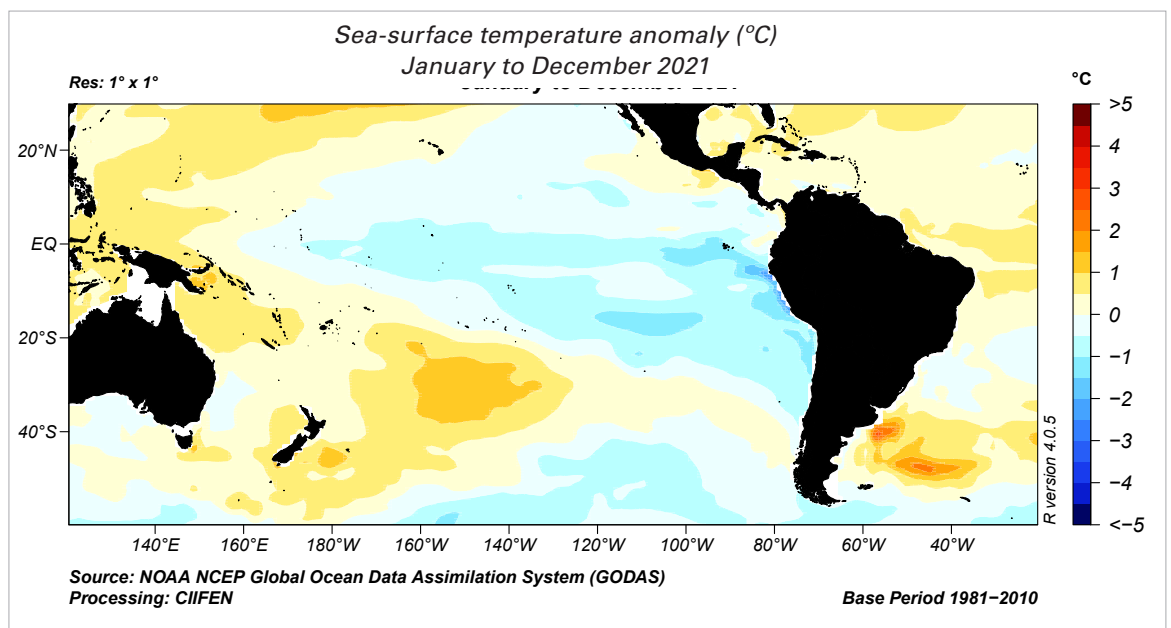
Las condiciones de la TSM del Pacífico tropical central y oriental son especialmente importantes para determinar el inicio de El Niño y La Niña y su influencia en los patrones y extremos climáticos, tanto a nivel mundial como, en particular, en la región de América Latina y el Caribe. El Niño y La Niña, junto con la Oscilación del Sur, definida como la diferencia de presión atmosférica entre Tahití y Darwin, conforman el fenómeno denominado El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Las condiciones de La Niña aparecieron a mediados de 2020 y alcanzaron su punto máximo en el período comprendido entre octubre y diciembre con una fuerza moderada.

La Niña se debilitó a lo largo del primer semestre de 2021 y en mayo alcanzó un estado neutro de ENOS, según los indicadores oceánicos y atmosféricos. Sin embargo, las temperaturas superficiales del mar se enfriaron después de mediados de año y alcanzaron de nuevo los umbrales que marcan la formación de un episodio de La Niña en el período comprendido entre julio y septiembre. Durante el período comprendido entre octubre y diciembre, las temperaturas medias de la superficie del mar volvieron a alcanzar una fuerza moderada, situándose 1,0 °C por debajo de lo normal¹⁷.

Por lo general, La Niña provoca un aumento de las precipitaciones en el norte del Brasil, Colombia y otras zonas septentrionales de América del Sur, y se asocia a una reducción de las precipitaciones en el Uruguay y algunas zonas de la Argentina. En general, se observan condiciones más secas de lo normal a lo largo de la costa del Ecuador y en el noroeste del Perú^{18,19}. Las anomalías de precipitación en 2021 en América del Sur fueron comparables a esta distribución típica de la precipitación de La Niña (véase [Precipitación](#)).

El Atlántico norte tropical y las zonas oceánicas adyacentes fueron más frías de lo normal de febrero a agosto de 2021, y más cálidas de septiembre a diciembre, alcanzando 0,5 °C por encima de la media (1981-2010) en noviembre de 2021. La anomalía de la TSM en el mar Caribe fue de +0,69 °C por encima de la media, por lo que fue

Figura 6. Anomalías anuales de la temperatura superficial del mar en 2021. El período de referencia es 1981-2010. Fuente: CIIFEN.



inferior al valor de 2020 de +0,98 °C. En el golfo de México, las anomalías de la TSM alcanzaron los +0,43 °C, quedando también por debajo de los valores de 2020 de +0,78 °C (figura 6).

NIVEL DEL MAR

La abundancia de gases de efecto invernadero que retienen el calor en la atmósfera volvió a alcanzar un nuevo récord en 2020, con una tasa de aumento anual superior a la media de 2011-2020, tendencia que continuó en 2021²⁰. Los océanos absorben la mayor parte del exceso de energía que se acumula en el sistema Tierra debido al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero. La energía adicional calienta el océano, y la consiguiente expansión térmica del agua provoca el aumento de nivel del mar, a lo cual se añade el derretimiento del hielo terrestre.

Con respecto al nivel medio del mar a escala mundial, en las últimas tres décadas el nivel del mar relativo ha aumentado a un ritmo mayor que la media mundial en el Atlántico sur y el Atlántico norte subtropical, y a un ritmo menor en el Pacífico oriental²¹. El aumento de nivel del mar amenaza a la gran parte de la población de América Latina y el Caribe que vive en zonas costeras, ya que contamina los acuíferos de agua dulce, erosiona las costas, inunda las zonas bajas y aumenta el riesgo de mareas de tempestad²². La figura 7 muestra las tendencias del nivel del mar en dos subregiones de América Latina y el Caribe, a saber, América del Sur (panel a) y México, América Central y el Caribe (panel b), cada una de las cuales se divide en tres áreas²³.

Según los datos de altimetría por satélite de alta precisión correspondientes al período comprendido entre 1993 y 2022, las tasas de cambio del nivel del mar en la vertiente atlántica de América del Sur son mayores que en la vertiente del Pacífico (figura 7a). En la región del Pacífico de América del Sur, la tasa de cambio es de $2,45 \pm 0,1$ mm al año, por lo que es inferior a la media mundial de $3,33 \pm 0,4$ mm al año. A lo largo de la costa atlántica de América del Sur, al sur del ecuador, la tasa de cambio es de $3,52 \pm 0,0$ mm al año, y a lo largo de la costa del Atlántico norte tropical de América del Sur, de $3,28 \pm 0,1$ mm al año. También se registran tasas comparables en el Atlántico norte subtropical, alrededor del Caribe y el golfo de México, con $3,48 \pm 0,1$ mm al año, y en el Atlántico norte tropical, alrededor de América

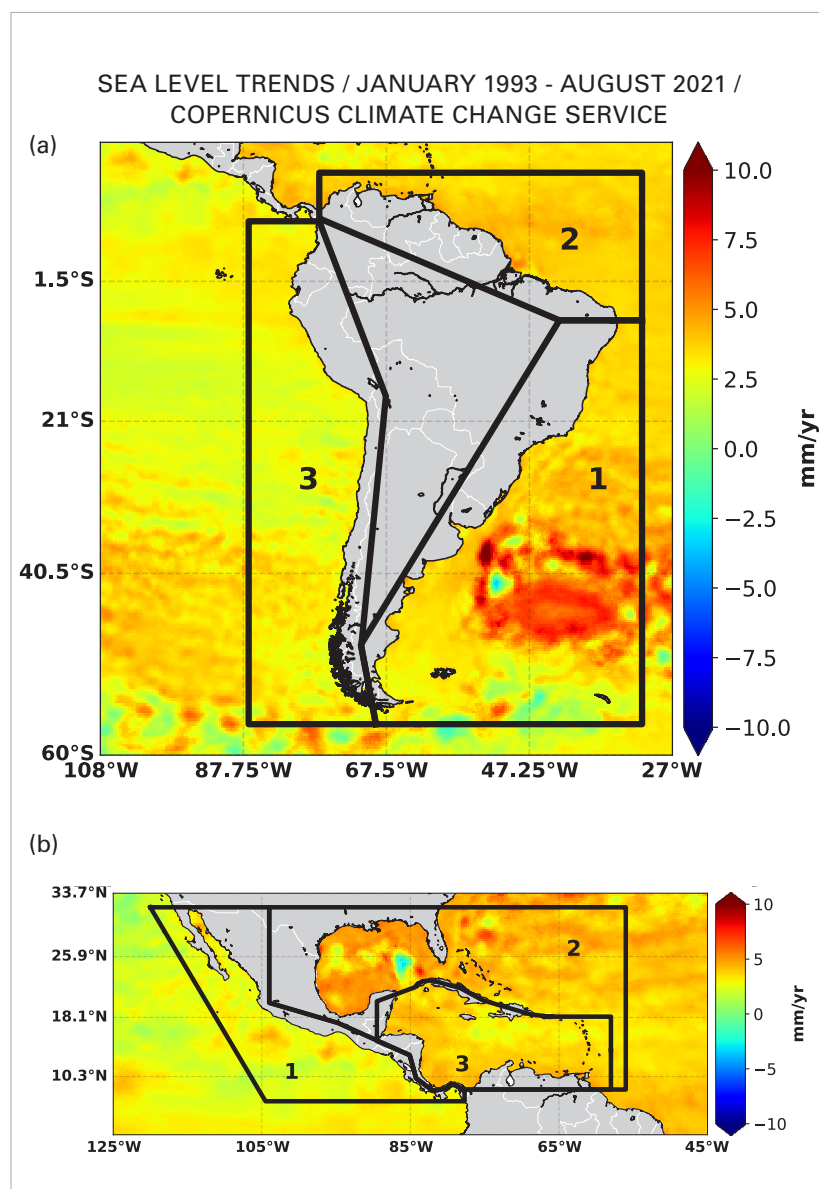


Figura 7. Tendencias regionales del nivel del mar en tres áreas de América del Sur (a) y México, América Central y el Caribe (b), donde se calcularon las tendencias del nivel del mar en la costa de enero de 1993 a diciembre de 2021 (basándose en la altimetría por satélite). Designaciones de área: a1 – Atlántico meridional, a2 – Atlántico norte tropical, a3 – costa pacífica de América del Sur; b1 – costa pacífica de América Central, b2 – Atlántico norte subtropical y golfo de México, b3 – Atlántico norte tropical. Fuente: servicio de Copernicus relativo al cambio climático (C3S), <https://climate.copernicus.eu/sea-level>.

Central y el sur del Caribe, con $3,23 \pm 0,1$ mm al año (figura 7b). El nivel del mar en la vertiente del Pacífico está subiendo a un ritmo menor que en la vertiente del Atlántico, con un aumento de $2,23 \pm 0,2$ mm al año. El nivel del mar en la vertiente del Pacífico está muy influenciado por el ENOS, produciéndose aumentos más considerables del nivel del mar durante episodios intensos de El Niño y de menor grado durante episodios de La Niña.

Fenómenos extremos

Aunque es importante comprender los cambios a gran escala en el clima, las repercusiones graves del tiempo y el clima se perciben con mayor frecuencia durante los fenómenos meteorológicos extremos, como las lluvias y nevadas fuertes, las sequías, las olas de calor, las olas de frío y las tormentas, incluidos los ciclones y las tormentas tropicales. Estos pueden provocar o agravar otros fenómenos de gran impacto, como inundaciones, deslizamientos de tierra, incendios forestales y aludes. La presente sección ofrece una visión general de las características e impactos destacados de estos fenómenos, basándose en gran medida en la información aportada por los Miembros de la OMM. En la sección relativa a las repercusiones socioeconómicas se ofrece información adicional sobre los [impactos socioeconómicos](#) y los riesgos asociados a estos fenómenos.

La contribución del Grupo de Trabajo I al Sexto Informe de Evaluación del IPCC²⁴ indicó que el calentamiento global estaba alterando la intensidad y frecuencia de los fenómenos extremos relacionados con el tiempo, el agua y el clima. El informe muestra que, para América Central y América del Sur, las tendencias observadas indican un *probable* aumento de la intensidad y frecuencia de los episodios de calor extremo y una disminución de la intensidad y frecuencia de los fenómenos de frío extremo, así como una notable intensificación de la precipitación total e intensa en el sureste de América del Sur. En cuanto a las sequías y los períodos secos, el informe señaló tendencias dispares en diferentes subregiones del Caribe y América Central, mientras que en México, el centro de Chile y la cuenca del Paraná-Plata había cierto grado de evidencia respecto a una mayor frecuencia y gravedad de las sequías meteorológicas.

Las siguientes secciones destacan los fenómenos extremos con mayor impacto del año. En un mapa interactivo en línea que se proporciona por separado figuran otros fenómenos de los que se tiene constancia²⁵. Se utiliza como referencia la normal climatológica estándar de 1981-2010; las excepciones se señalan de forma explícita.

CICLONES TROPICALES

La temporada de huracanes en el Atlántico de 2021 fue muy activa, con 21 tormentas con nombre –muy por encima de la media de 1981–2010 de 14–, incluidos siete huracanes, de los cuales cuatro fueron huracanes de gran intensidad. Con daños valorados en unos 80

000 millones de dólares de los Estados Unidos (gran parte de los cuales se produjeron en los Estados Unidos de América, asociados al huracán Ida), fue también una de las temporadas más costosas. Fue la sexta temporada consecutiva de huracanes en el Atlántico por encima de lo normal y el séptimo año consecutivo en el que se formó una tormenta con nombre antes del inicio oficial de la temporada el 1 de junio (la tormenta tropical Ana se formó el 22 de mayo). El 30 de junio, la tormenta tropical Elsa (que después se transformó en el huracán homónimo), se convirtió en la quinta tormenta con nombre más temprana jamás registrada. El huracán Elsa se convirtió en el primer huracán de la temporada el 2 de julio y afectó a varios territorios del Caribe, entre ellos, Barbados, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Martinica, la República Dominicana, Haití, Jamaica, las Islas Caimán y Cuba, antes de adentrarse en Florida (Estados Unidos de América)²⁶.

El 16 de agosto hubo tres ciclones tropicales activos a la vez en el Atlántico norte, a saber, la tormenta tropical Fred, la tormenta tropical Grace (convertida posteriormente en el huracán Grace) y la tormenta tropical Henri (convertida posteriormente en el huracán Henri) (figura 8). La tormenta tropical Fred afectó algunas zonas de las Antillas Mayores (del 11 al 15 de agosto), con vientos fuertes, algunas inundaciones causadas por mareas de tempestad y lluvia fuerte. El huracán Grace tocó tierra en la península de Yucatán (México) el 18 de agosto y, tras una trayectoria sobre el suroeste del golfo de México, tocó tierra por segunda vez en la costa continental de México como huracán de categoría 3 (en la escala de Saffir-Simpson) el 20 de agosto, convirtiéndose en el huracán más fuerte jamás registrado que toca tierra en el estado de Veracruz²⁷. Cuando todavía era una tormenta tropical, afectó a las Islas de Barlovento septentrionales, Puerto Rico, la República Dominicana, Haití (pocos días después de un terremoto de 7,2 grados de magnitud), Jamaica y las Islas Caimán. Las fuertes lluvias y vientos provocaron crecidas repentinas, deslizamientos de tierra y daños en cultivos e infraestructura.

El huracán Ida tocó tierra en el oeste de Cuba el 27 de agosto con fuerza de categoría 1 antes de intensificarse rápidamente y convertirse en un huracán de categoría 4 en su camino hacia Luisiana (Estados Unidos de América). Antes de transformarse en un ciclón tropical, las precipitaciones asociadas a Ida provocaron importantes inundaciones en la República Bolivariana de Venezuela²⁸.

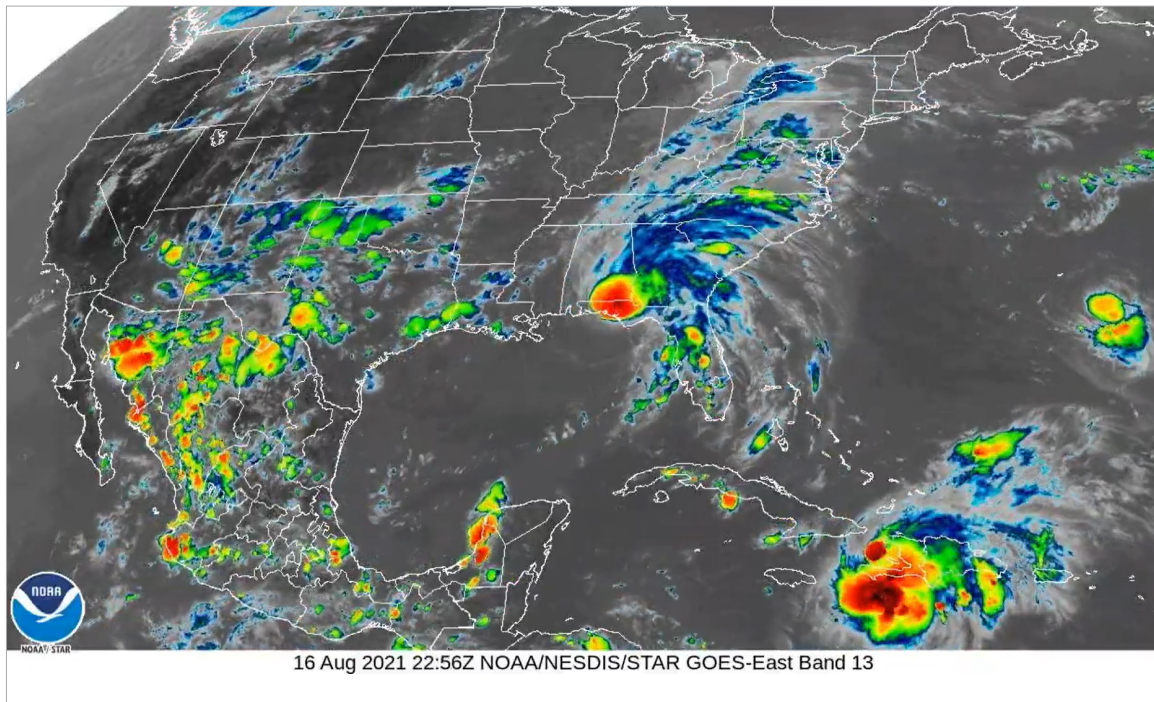


Figura 8. Imagen de la banda 13 del satélite GOES-East de NOAA/NESDIS/STAR correspondiente a ciclones tropicales activos a la vez en el Atlántico norte el 16 de agosto, a las 22.56 UTC: tormenta tropical Fred (centro), aproximándose a tierra en el noroeste de Florida; tormenta tropical Grace (posteriormente, huracán Grace) (abajo a la derecha), al sur de La Española; y tormenta tropical Henri (posteriormente, huracán Henri) (a la derecha del centro), al sureste de las Bermudas. Fuente: Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA).

PRECIPITACIONES INTENSAS E INUNDACIONES

América Central y el Caribe experimentaron abundantes precipitaciones e inundaciones posteriores asociadas a los ciclones tropicales. En La Española, se produjeron crecidas el 1 de julio debido a la tormenta tropical Elsa y, posteriormente, del 12 al 19 de agosto, las tormentas tropicales Fred y Grace provocaron nuevas crecidas. La tormenta tropical Grace (posteriormente, huracán Grace) pasó por Haití los días 16 y 17 de agosto, llevando fuertes lluvias y vientos al país durante las labores de rescate tras el terremoto de 7,2 grados de magnitud del 14 de agosto. La tormenta causó crecidas repentinas y deslizamientos de tierra a medida que avanzaba hacia el oeste, más allá de Haití²⁹, y se adentraba en el resto del Caribe³⁰. Las fuertes lluvias de finales de noviembre provocaron inundaciones en la provincia oriental de Holguín (Cuba). El municipio de Moa, en Holguín, recibió 137 mm en 24 horas³¹. En América Central, se notificaron crecidas en muchos lugares y en múltiples ocasiones durante el año, en algunos casos asociadas a precipitaciones a corto plazo sin precedentes. Entre los países afectados figuran Honduras, Guatemala, El Salvador, Costa Rica y Panamá. En Turrialba (Costa Rica), los días 22 y 23 de julio cayeron 545 mm en 36 horas, lo que supuso un nuevo récord para dicho período y casi el doble de la precipitación mensual media para julio (285 mm)³². En México, del 20 al 24 de agosto, la tormenta tropical Grace afectó a la península de Yucatán y al estado de Veracruz³³, dejando

sin electricidad al 95 % de los habitantes de Poza Rica. Diversas crecidas en Panamá afectaron a 27 500 personas.

En América del Sur, los episodios de lluvias extremas provocaron inundaciones y deslizamientos de tierra que afectaron a miles de personas, en particular en el estado de Santa Catarina (sur del Brasil), el estado de Pernambuco (noreste del Brasil), la parte norte del estado de Minas Gerais y la parte sur del estado de Bahía. La precipitación fue entre 200 mm y 250 mm superior a lo normal (1981-2010) en la Amazonia central entre diciembre de 2020 y febrero de 2021³⁴. En la Amazonia brasileña, en Manicoré, en marzo, cayeron 583,8 mm (lo normal son 300 mm), y en Tucuruí, 604 mm (lo normal son 436,7 mm)³⁵. A raíz de estos excesos de precipitación, el río Negro en Manaus (Amazonia brasileña central) alcanzó los niveles de agua más altos en 102 años de registros en junio de 2021 (figura 9). Desde finales de la década de 1990 se han producido nueve crecidas extremas, mientras que solo se notificaron ocho episodios entre 1903 y 1998. El nivel de agua del río Negro en Manaus superó los 29 m (el umbral de emergencia) durante 91 días. Alcanzó los 30,02 m el 16 de junio, superando el anterior récord de 29,97 m registrado en junio de 2012 (figura 9). En Pedra Azul, en el estado de Mato Grosso, la precipitación acumulada en diciembre fue de 707,5 mm, lo que supone un nuevo récord para esta estación (el anterior

valor mensual máximo, registrado en 1961, era de 488,3 mm, y el valor medio para diciembre es de 187,2 mm)³⁶. En la Guayana Francesa, la precipitación en 2021 fue entre un 100 % y un 150 % superior a lo normal. En Cayena, el 13 de marzo, cayeron 70,4 mm en 1 hora, fenómeno que se produce una vez cada cien años³⁷, y el 14 de marzo cayeron 134 mm en 3 horas en Matoury. Hacia finales de mayo, todas las regiones de Guyana experimentaron fuertes lluvias y crecidas generalizadas, que afectaron a más de 25 000 familias y dañaron al menos 7 900 casas³⁸.

En la República Bolivariana de Venezuela, el 23 de agosto, el paso de ondas tropicales generó fuertes lluvias que provocaron crecidas y deslizamientos de tierra en los estados de Mérida, Táchira, Bolívar, Apure, Zulia, Delta Amacuro, Carabobo, Yaracuy, Portuguesa y Sucre (figura 10). Según la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (IFRC)⁴⁰, las repercusiones a nivel nacional incluyeron cerca de 55 000 personas afectadas en 10 estados y 85 municipios, además de 116 carreteras y 10 puentes dañados, en relación con 79 casos de desbordamientos de ríos y 40 deslizamientos de tierra a gran escala. En el estado de Mérida, las fuertes lluvias provocaron deslizamientos de tierra y desbordamientos de ríos y arroyos, afectando a 11 de los 23 municipios.

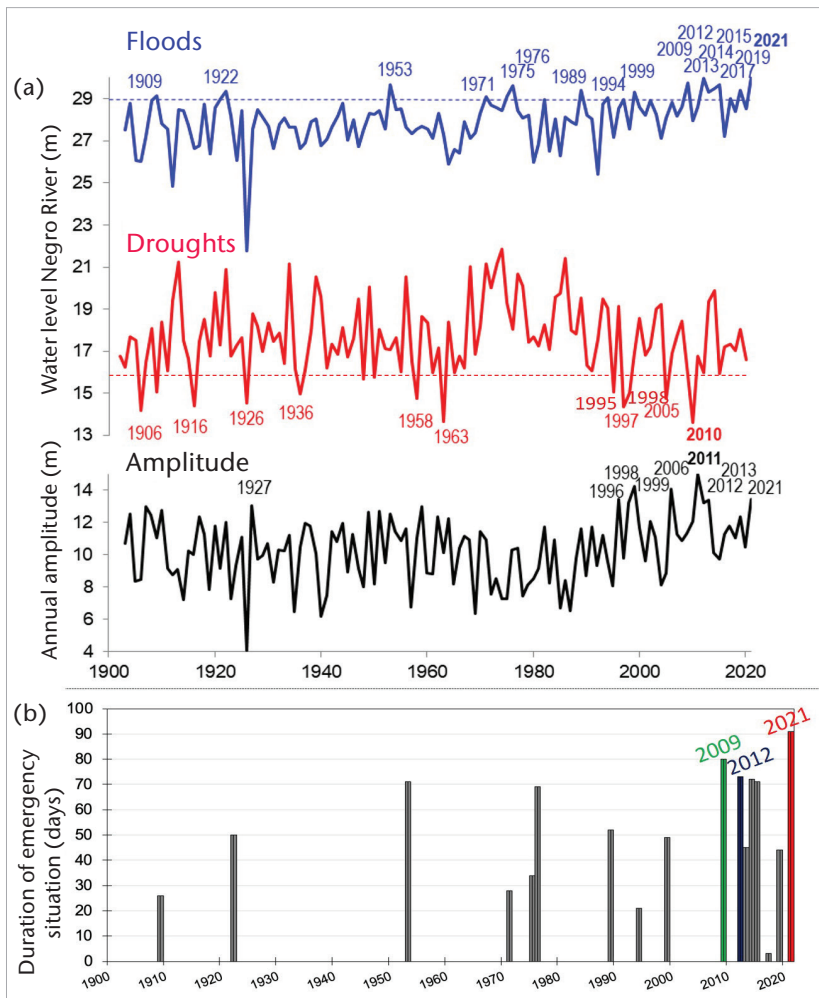


Figura 9. a) Nivel anual máximo (línea azul) y mínimo (línea roja) del río Negro en Manaus (1903-2021). Los años correspondientes a crecidas extremas con un nivel de agua superior a 29 m se indican en azul; los años en rojo corresponden a sequías hidrológicas graves con un nivel de agua mínimo inferior a 15,8 m. La amplitud anual del nivel de agua (máximo menos mínimo) se indica mediante una línea negra (los años indican valores extremos con amplitudes anuales >13 m) (adaptado de Schöngart y Junk (2020))³⁹; b) duración de la emergencia en Manaus (nivel de agua ≥ 29,0 m). Todos los datos proceden de la plataforma HydroWeb, disponible en el Sistema Nacional de Información sobre Recursos Hídricos (SNIRH) dirigido por el Ente Nacional del Agua y el Saneamiento Básico (ANA) del Brasil y el Servicio Geológico del Brasil (CPRM).
Fuente: Adaptado de Espinoza y otros (2022).

También se produjeron precipitaciones y crecidas extremas en otros lugares de la región meridional de América del Sur, como en Dolores, provincia de Buenos Aires (Argentina), donde el 5 de enero cayeron 276 mm de lluvia en 24 horas, un hecho sin precedentes que provocó graves crecidas⁴¹. En el archipiélago Juan Fernández (región administrativa de Valparaíso, Chile), el 19 de abril cayeron 124 mm de lluvia, siendo el segundo valor más alto registrado en 24 horas para esta estación⁴².

En Colombia, se registraron crecidas del 9 al 30 de junio y del 19 al 24 de septiembre a lo largo del río Magdalena; del 13 al 18 de junio a lo largo del río Putumayo, y del 12 al 15 de abril en Cartagena, que afectaron a cerca de 40 000 personas⁴³. En Llalli, en el departamento de Puno, en el sur de los Andes peruanos, a 3 980 metros sobre el nivel del mar, se registró una precipitación diaria sin precedentes de 58,8 mm el 9 de febrero, superando el récord anterior de 45,7 mm registrado el 26 de febrero de 2010 (el valor normal medio para febrero es de 152,5 mm).

En la Amazonia peruana se registraron crecidas del 13 al 20 de febrero, y el caudal del río Ñapari alcanzó 29 601,6 m³/s el 20 de febrero, superando el récord anterior de 18 357,2 m³/s registrado el 3 de marzo de 2017. Se registraron inundaciones el 13 de febrero a lo largo de los ríos Pukiri y Colorado, y a lo largo del río Tahuamanu el 15 de febrero. En Naranjitos, en el departamento de Amazonas, el caudal del río Utcubamba alcanzó 673,8 m³/s el 12 de febrero, superando el valor límite de crecida de 394,3 m³/s.



Figura 10. Vista aérea de cultivos y casas inundados en La Fortuna, en el estado de Zulia (República Bolivariana de Venezuela), el 10 de septiembre de 2021, dos semanas después de que el país se viera afectado por lluvias torrenciales. *Fuente:* Fotografía de Federico Parra/AFP obtenida a través de Getty Images.

SEQUIÁS

La sequía afectó a varios países de la región de América Latina y el Caribe durante 2021. Se han utilizado categorías de sequía basadas en el índice integrado de sequía (IDI)⁴⁴ para describir la intensidad de la sequía en los tres principales países/regiones afectados: México, Chile y la cuenca del Paraná/Plata. Las categorías del IDI son D0: anormalmente seco, D1: sequía moderada, D2: sequía grave, D3: sequía extrema, y D4: sequía excepcional^{45,46}.

Según el Monitor de Sequía de México⁴⁷, más del 50 % del país se vio afectado por una sequía de magnitud grave a excepcional en 2021, lo que representa el segundo mayor porcentaje después de 2011/2012 (figuras 11 y 12). La superficie afectada por la sequía desde julio de 2020 alcanzó el 87,5 % a finales de abril de 2021, lo que provocó una crisis del agua y repercusiones en la agricultura⁴⁸. En 2020 y la primera mitad de 2021, La Niña y un Atlántico norte tropical más cálido favorecieron el aumento de la precipitación en el sur de México y condiciones más secas en

la región septentrional del país. La situación de sequía en el norte de México en 2021 se debió principalmente a una débil estación del monzón que comenzó en julio de 2020. Las anomalías negativas de precipitación en esta región de México que se muestran en el mapa de precipitación anual de la figura 4 son el resultado de las condiciones cálidas y secas que persistieron hasta mayo de 2021. Después de mayo de 2021, las condiciones de sequía disminuyeron de forma gradual (figura 12).

A mediados de año, algunas zonas de América Central se vieron afectadas por una sequía entre débil y moderada. En el Caribe, varios países experimentaron cierto nivel de sequía moderada, especialmente Haití, la República Dominicana, Puerto Rico y algunas partes de Cuba. Saint Croix, en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos, tuvo su cuarto año más seco de la historia, con las precipitaciones anuales más bajas registradas desde 1965, y los niveles de agua subterránea se situaron en mínimos históricos, similares a los de 2016.

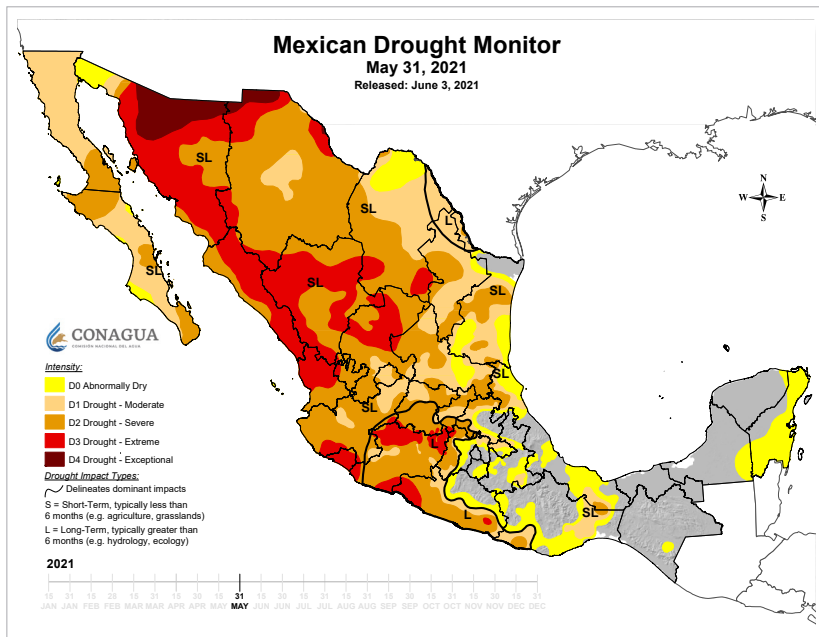


Figura 11. Condiciones de sequía en México, 31 de mayo de 2021. *Fuente:* Monitor de Sequía de México, Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

La sequía también afectó a la costa occidental de la región subtropical de América del Sur, con la continuación de una secuencia ininterrumpida y sin precedentes de años más secos que la media en Chile. La actual "megasequía en la zona central de Chile", que se desarrolla desde hace 13 años, es la más larga y grave de los últimos 1 000 años, situando a Chile a la cabeza de una crisis del agua a nivel regional (figura 13)⁴⁹. El IPCC afirma que existe un nivel de confianza medio en que la tendencia al aumento de la

sequedad en el centro de Chile y las graves sequías en el suroeste de América del Sur puedan atribuirse a la influencia humana⁵⁰.

En la cuenca del Paraná-Plata, la sequía plurianual que afecta al centro-sur del Brasil, partes del Paraguay y el Estado Plurinacional de Bolivia continuó en 2021 (figura 13). La ausencia de precipitaciones, principalmente en la parte alta de la cuenca, ha provocado una disminución considerable del caudal de los ríos Paraguay y Paraná (figura 14). Estas condiciones de sequía en la cuenca del Paraná-Plata en el Brasil y la Argentina han sido las peores desde 1944⁵¹. En 2021, las regiones del sur y el sureste del Brasil se enfrentaron a las peores sequías de las últimas nueve décadas, lo que hizo temer un posible racionamiento de la energía, dada la dependencia de la red respecto de las centrales hidroeléctricas⁵². La situación de sequía en los países de la cuenca del Paraná-Plata afectó a muchos sectores, entre ellos, la agricultura, la navegación fluvial, la generación de energía y el abastecimiento de agua, así como a los ecosistemas. La Argentina, el Brasil y el Paraguay decretaron emergencias oficiales por sequía durante 2021. El 24 de julio de 2021, el Gobierno de la Argentina declaró un estado de emergencia hídrica durante 180 días que abarcaba siete provincias bañadas por los ríos Paraná, Paraguay e Iguazú. El 8 de julio de 2021, el Gobierno del Paraguay declaró un estado de emergencia para la navegación en los ríos Paraná, Paraguay y Apa⁵³.

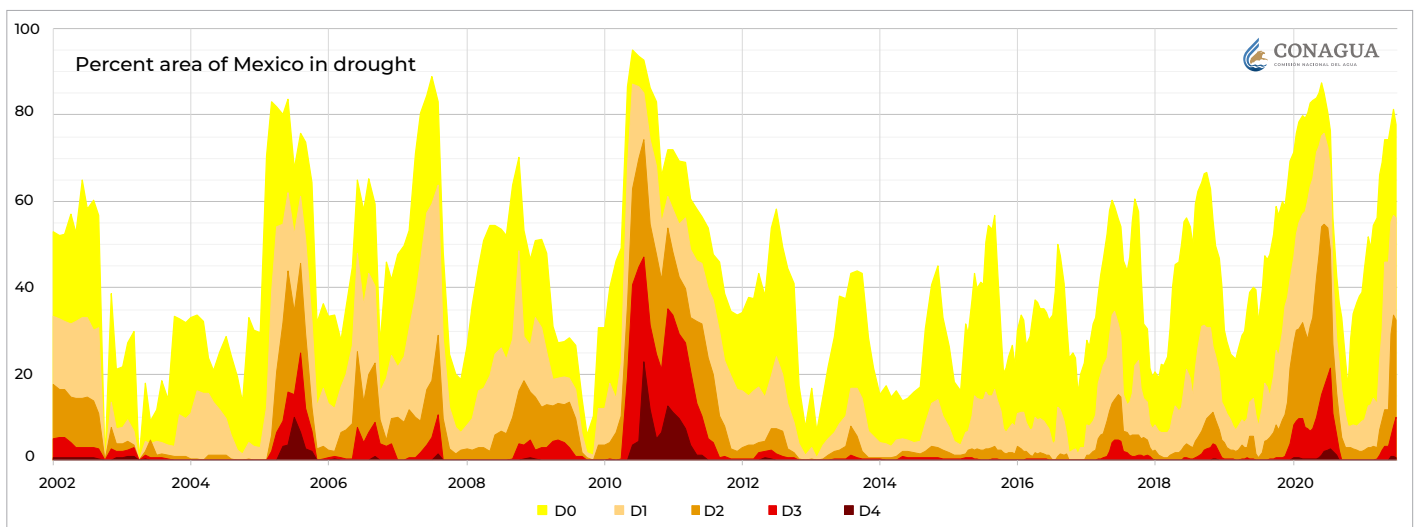


Figura 12. Porcentaje de territorio afectado por la sequía (D0 – anormalmente seco, D1 – sequía moderada, D2 – sequía grave, D3 – sequía extrema, D4 – sequía excepcional), en México de 2003 a 2021. *Fuente:* Monitor de Sequía de México, CONAGUA.

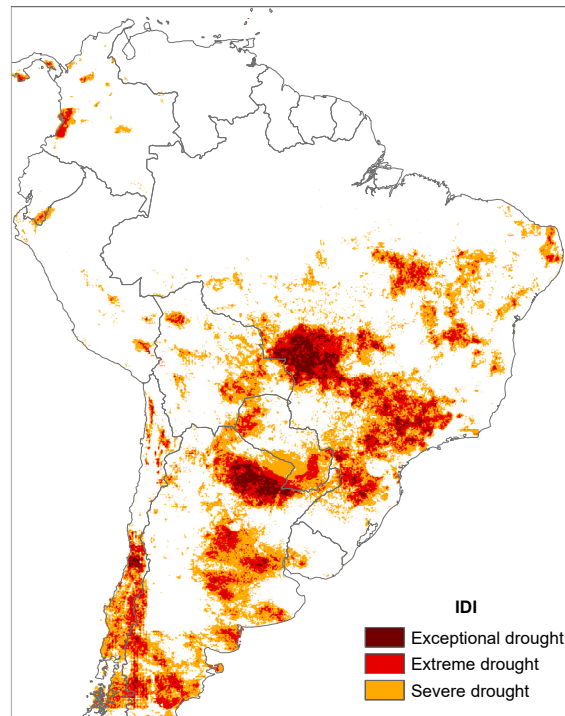


Figura 13. Índice integrado de sequía (IDI) para el período comprendido entre septiembre de 2020 y agosto de 2021 en América del Sur. Fuente: Índice normalizado de precipitación (SPI) calculado a partir de la base de datos Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS) y del índice de salud de la vegetación del Centro de Investigaciones y Aplicaciones Satelitales (STAR) de la NOAA. Cálculo basado en Cunha y otros (2019).

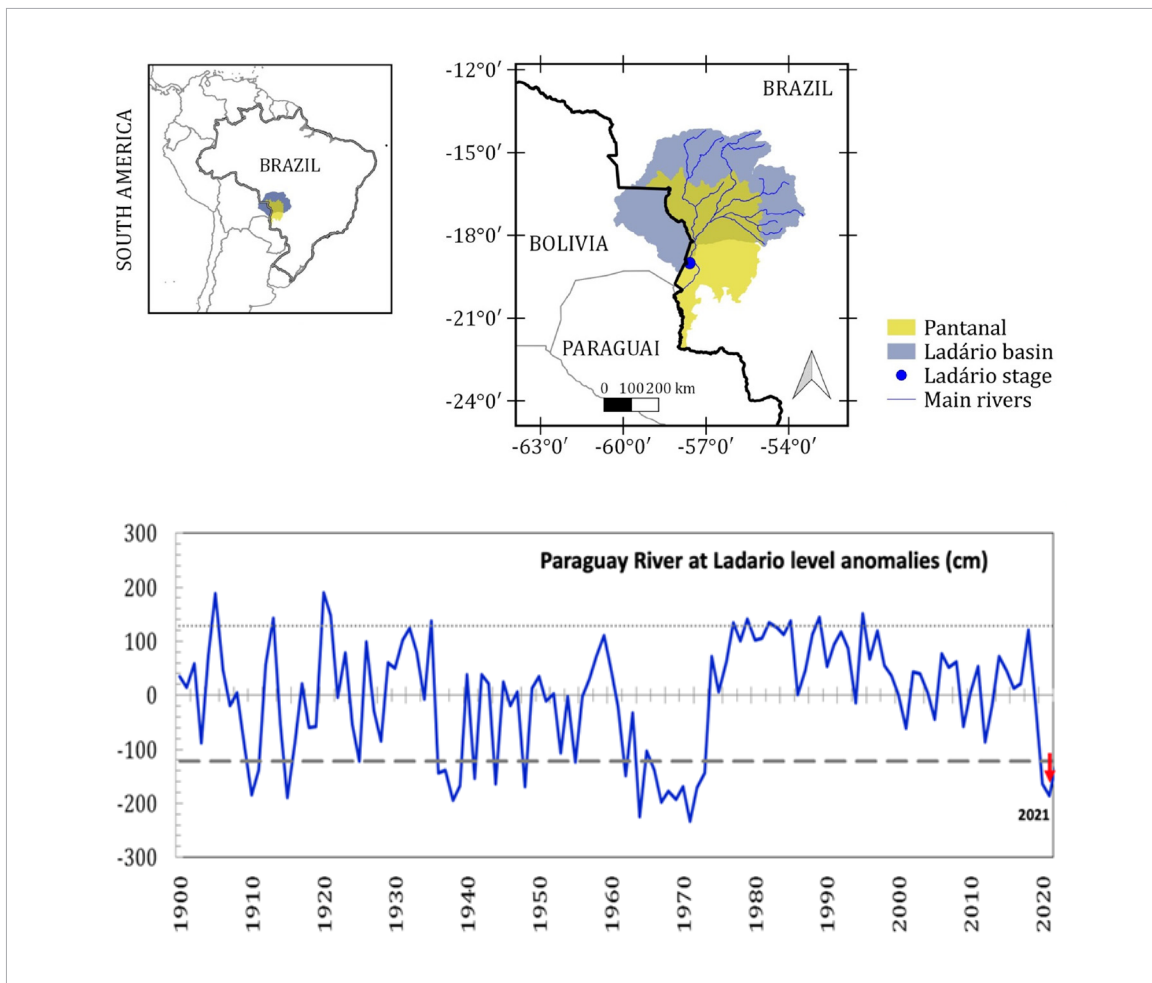


Figura 14. Anomalías del nivel del río Paraguay en Ladario (cm). Las ubicaciones de la estación de Ladario y de la cuenca de Ladario se muestran en el margen derecho del panel. Fuente: Marengo y otros (2021)⁵⁴.

TORMENTAS DE ARENA

El 1 de octubre, varias tormentas de arena, poco frecuentes en el Brasil, azotaron ciudades de diversos estados del centro y sureste del país, que ya estaban afectados por la sequía. En Três Lagoas (región central del Brasil), los vientos alcanzaron casi 70 km/h y estuvieron acompañados de una bajada de la temperatura, que pasó de 41 °C a 24 °C, y una baja visibilidad causada por arena transportada por el viento. El 26 de octubre, otra gran tormenta de arena, además de humo, azotaron el interior de São Paulo y zonas de Mato Grosso. En una semana, esta segunda tormenta de polvo dejó a varias ciudades de São Paulo sin electricidad y en un estado de emergencia.

OLAS DE CALOR E INCENDIOS FORESTALES

Se registraron olas de calor en muchas partes de la región de América Latina y el Caribe. En la Argentina, varios lugares registraron condiciones de ola de calor de 6 a 8 días seguidos. El 22 de enero, se alcanzaron máximos históricos de temperatura en Cipolletti (43,8 °C) y Maquinchao (38,9 °C)⁵⁵. En el centro-oeste del Brasil, en agosto de 2021, se registraron temperaturas excepcionalmente altas⁵⁶ durante varios días. Por ejemplo, en Cuiabá, en el estado

de Mato Grosso, las temperaturas máximas alcanzaron los 41 °C los días 24 y 25 de agosto (unos 7 °C por encima de lo normal), que estuvieron acompañadas de una reducción crítica de los niveles de humedad, principalmente en las regiones centrales (humedad relativa de entre el 8 % y el 11 %). El 21 de septiembre, Aragarças (Goiás) alcanzó los 43,0 °C, el valor más alto para septiembre en esta estación (el valor máximo anterior fue de 41,5 °C el 14 de septiembre de 2019). En Chile, se registraron hasta 18 episodios de olas de calor a lo largo del año, que afectaron a diferentes regiones del país⁵⁷. Algunos de ellos fueron muy intensos, como los que afectaron a la región de Santiago del 11 al 13 de abril (con una temperatura máxima de 31,4 °C), y a Valdivia del 2 al 5 de febrero (37,3 °C) y, posteriormente, del 7 al 10 de febrero (35,1 °C). El 27 de febrero, Puerto Williams (Chile), considerada la ciudad más austral del mundo, alcanzó su temperatura máxima según los registros históricos, desde 1961, de 26,1 °C (el récord anterior fue de 26,0 °C el 22 de diciembre de 1984)⁵⁸. En el Paraguay, se produjo una ola de calor del 18 al 20 de septiembre, con temperaturas que alcanzaron los 38,2 °C en Pedro Juan Caballero. En el Perú, el 13 de abril, Jepelacio (norte de la Amazonia) alcanzó los 34,2 °C (la temperatura máxima anterior fue de 33,6 °C el 23 de noviembre de 2016).

En 2021 se produjeron incendios forestales en toda América del Sur (figura 15)⁵⁹. En el Perú,

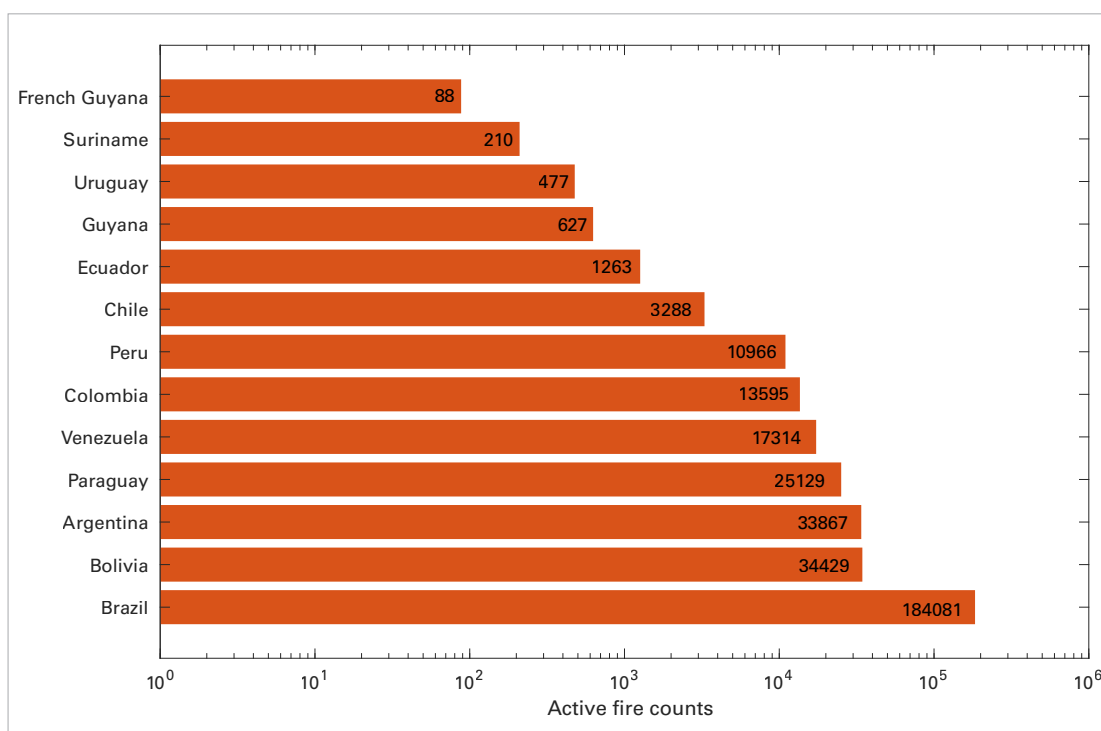
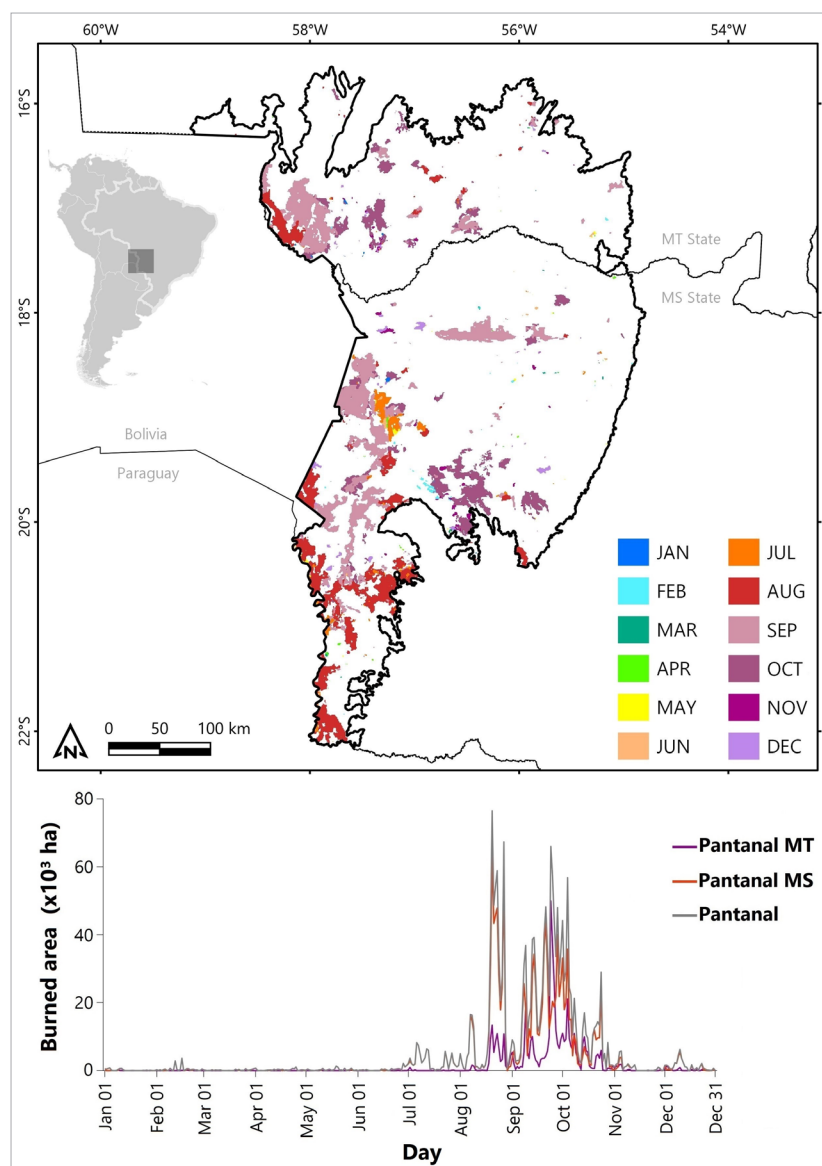


Figura 15. Número de incendios activos detectados por el satélite MODIS-AQUA en América del Sur en 2021, por país o territorio, mostrado en una escala logarítmica.

el 5 de agosto, un incendio forestal impulsado por la baja humedad persistente y el aumento de la temperatura diurna provocó la destrucción de 2 200 hectáreas de cubierta vegetal natural en la provincia de Quispicanchi, destruyendo 1 400 hectáreas y 800 hectáreas en los distritos de Lucre y Andahuaylillas, respectivamente⁶⁰. El Brasil notificó unos 184 000 incendios (75 000 de los cuales tuvieron lugar en la Amazonia brasileña). Solo en agosto, se quemaron más de un millón de hectáreas en la parte brasileña del Pantanal⁶¹. La mayoría de los incendios se produjeron en la región del Pantanal del estado de Mato Grosso del Sur durante episodios combinados de sequía y olas de calor, que aumentaron la inflamabilidad de la vegetación (figura 16). Se estima que los incendios forestales quemaron más de 1 950 000 hectáreas en toda la región del Pantanal durante 2021 (figura 16). Si bien estos valores reflejan una reducción de aproximadamente el 50 % con respecto a 2020, el año 2021 sigue siendo el segundo año desde 2012 con una mayor superficie quemada⁶². Los incendios naturales son poco frecuentes en el Brasil, y la mayoría de los incendios que se producen están asociados a la actividad humana, como la deforestación y el mantenimiento de los pastos⁶³.

OLAS DE FRÍO

De junio a agosto, se produjeron episodios intensos de olas de frío y períodos fríos en muchos lugares de la región meridional de América del Sur. Una de las olas de frío más intensas empezó la última semana de junio y prosiguió en julio, extendiéndose desde el oeste de la Amazonia e intensificándose hacia el sureste del Brasil, y con una mayor intensidad en el sur del Brasil⁶⁴, el Paraguay, el Estado Plurinacional de Bolivia, el norte de la Argentina y el centro y sur de Chile. En la Argentina, el 28 de junio, Catamarca registró su temperatura mínima más baja, $-6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (el récord anterior de $-5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ era del 15 de junio de 1961)⁶⁵. El 29 de julio, se detectaron temperaturas mínimas de $-7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Presidente Roque Sáenz Peña y Formosa, respectivamente. Ello supuso nuevos récords históricos mensuales; los anteriores eran $-7,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ el 18 de julio de 2017 y $-2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ el 1 de julio de 1976, respectivamente. En el Estado Plurinacional de Bolivia, se registraron temperaturas mínimas sin precedentes en algunas estaciones de las regiones de la Chiquitania y el Pantanal, y se establecieron



nuevos mínimos históricos de temperatura el 30 de junio. En el Brasil, el 28 de junio, la temperatura en Vilhena, en el estado de Rondônia, alcanzó los $8,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (frente a una media mensual de $19,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ para 1981-2010). En el parque nacional de Itatiaia, en las tierras altas de Río de Janeiro, se alcanzó una temperatura mínima de $-9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ el 1 de julio, unos $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ por debajo de lo normal ($14,4\text{ }^{\circ}\text{C}$), lo que constituye probablemente una de las temperaturas mínimas más bajas registradas en el Brasil en 2021. En el Paraguay, entre el 28 y el 30 de junio, se registraron temperaturas mínimas sin precedentes en Mariscal Estigarribia, donde se alcanzaron los $-2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, y en Pedro Juan Caballero, donde se alcanzó $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (los promedios normales para junio son $13,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $13,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente).

Figura 16. Zonas quemadas en el bioma del Pantanal, en el Brasil, en 2021 (MT: estado de Mato Grosso; MS: estado de Mato Grosso del Sur). Fuente: LASA-UFRJ.

Impactos y riesgos relacionados con el clima

La pandemia de COVID-19 afectó negativamente a las economías de los países de la región, especialmente a las economías más vulnerables de los pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID) del Caribe. El estado de las finanzas públicas, ya debilitadas por la pandemia de COVID-19⁶⁶, aumentó el riesgo de otros desastres para los países. El efecto combinado de la COVID-19 y de los peligros hidrometeorológicos contribuyó a ralentizar el progreso hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente los Objetivos 1 y 2, fin de la pobreza y hambre cero.

AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)⁶⁷, se notificaron impactos negativos en las cosechas o cambios en la temporada de siembra (por ejemplo, comenzando más tarde de lo normal), como consecuencia de las precipitaciones por debajo de la media durante el último trimestre de 2021 en Chile, el Brasil, el Uruguay y el Paraguay. Se estima que la cosecha de cereales de 2021 en América del Sur disminuyó un 2,6 % respecto al año anterior. En el Caribe, las cosechas de arroz en algunas zonas de Cuba se vieron afectadas por el déficit de precipitaciones a partir de abril. En Haití, la distribución irregular de la lluvia en las zonas centrales afectó a las condiciones de crecimiento de los cultivos. Las precipitaciones por debajo de la media entre abril y mayo de 2021 en casi todo Haití dieron lugar a una baja producción agrícola. Desde finales de 2018, el número de haitianos que experimentan altos niveles de inseguridad alimentaria aguda (es decir, fase 3 o superior de la Clasificación Integrada de la Seguridad Alimentaria en Fases, CIF) casi se ha duplicado, situándose alrededor de

4,3 millones entre septiembre de 2021 y febrero de 2022. La inseguridad, la escasa producción, los desastres naturales y la inflación contribuyen de manera fundamental a los actuales niveles de inseguridad alimentaria aguda⁶⁸.

En América Central, en 2021, el efecto combinado de la pandemia de COVID-19 y los peligros hidrometeorológicos, en particular, la sequía y las inundaciones, tuvo un impacto considerable en la seguridad alimentaria (véase la figura 17). Un total de 7,7 millones de personas experimentaron inseguridad alimentaria aguda en El Salvador, Guatemala y Nicaragua.

La agricultura del Brasil, Chile, el Paraguay y el Uruguay también se vio afectada por el retraso de la temporada de siembra como consecuencia de unas precipitaciones inferiores a la media durante el último trimestre de 2021⁶⁹. Este cambio en la distribución de la precipitación se debió, en parte, a La Niña (véanse [Precipitación](#) y [Temperatura superficial del mar](#)).

En el Brasil, los cultivos de verano, con una mayor producción, se vieron afectados gravemente por la falta de lluvia durante las etapas críticas de crecimiento y las heladas (figura 18) (véanse también [Precipitación](#) y [Olas de frío](#)).

El Paraguay es el cuarto exportador mundial de soja, y este cultivo contribuye en gran medida al producto interno bruto (PIB) del país. Las previsiones de producción de soja en el Paraguay para 2020/2021 se redujeron de 10 millones de toneladas a unos 8 millones de toneladas. Esto se debió a la falta de precipitaciones asociada a La Niña. Las precipitaciones en los departamentos de Canindeyú e Itapúa durante septiembre y octubre de 2020 representaron alrededor de un 30 % de lo normal⁷⁰. La falta de lluvias afectó a las cosechas de soja de ciclo corto, sembrada a principios de 2021. En el departamento de Alto Paraná, se preveía que

Figura 17. Campo de maíz afectado por la sequía (izquierda) y daños en la mazorca (derecha) en Jocotán (Chiquimula, Guatemala), el 12 de julio de 2015. Las sequías recurrentes que provocan la pérdida de cosechas en el corredor seco de América Central, formado por El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua, afectan gravemente a los medios de subsistencia rurales y aumentan la inseguridad alimentaria en la región. Fotografía: Rubí López. Fuente: FAO Américas, <https://www.flickr.com/photos/faoalc/27117133485/in/album-72157668276602532/>.



la cosecha de soja de ciclo corto se perdiera casi por completo. Durante el anterior ciclo de cultivo de 2019/2020 también se produjo una disminución similar en la superficie sembrada y en el rendimiento de la soja de ciclo corto⁷¹.

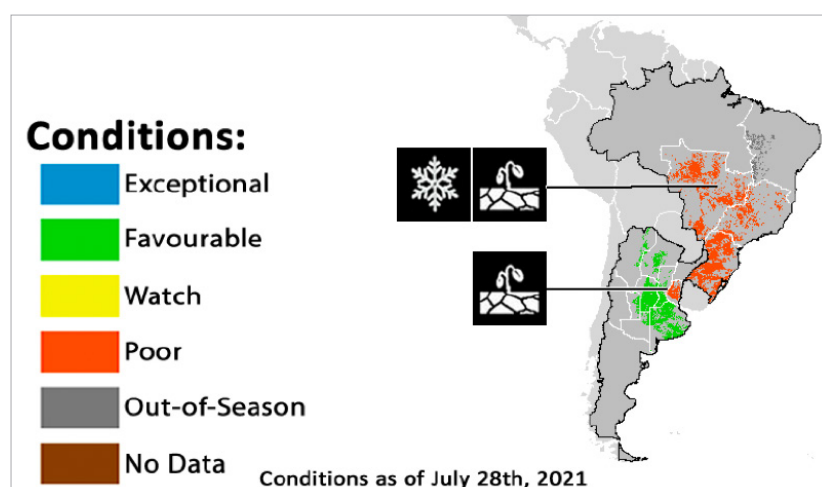
En la Argentina, la ausencia de lluvias en febrero, así como las altas temperaturas afectaron al cultivo de siembra tardía (normalmente, la temporada menor) durante las etapas críticas de crecimiento. Muchos cultivos se habían trasladado a la temporada de siembra tardía, lo que hizo que ambas temporadas tuvieran aproximadamente el mismo tamaño en 2021. La Bolsa de Cereales de Buenos Aires (Argentina) afirmó que la producción de soja en la campaña 2020/2021 era de unos 43,5 millones de toneladas, situándose unos 3 millones de toneladas por debajo de las previsiones. La disminución de la producción (un 11 % inferior a la de 2019/20) estuvo ligada a las escasas precipitaciones de febrero y marzo de 2021, períodos críticos para la definición del rendimiento de este cultivo. El rendimiento medio nacional de la soja para la Argentina fue alrededor de un 10 % inferior al de la campaña 2019/2020⁷². Las menores perspectivas de producción de soja en América del Sur contribuyen al fuerte aumento del índice de precios de la FAO para hortalizas⁷³.

La reducción de las precipitaciones y la alteración de las estaciones de lluvias también están afectando a la agricultura de subsistencia de secano, especialmente en el corredor seco de América Central y en los Andes tropicales, comprometiendo la seguridad alimentaria en esta región⁷⁵.

RECURSOS HÍDRICOS

El retroceso de los glaciares, el aumento de la temperatura y la variabilidad de las precipitaciones, junto con los cambios en el uso de la tierra, han afectado a los ecosistemas, los recursos hídricos y los medios de subsistencia en toda la región de América Latina y el Caribe, por ejemplo, en forma de deslizamientos de tierra y desastres relacionados con crecidas⁷⁶. México sigue afectado por sequías recurrentes en amplias zonas de su territorio. Varios países del Caribe se han enfrentado a una grave escasez de agua (véase [Sequías](#)).

El río Paraná, del que depende la Argentina para exportar el 80 % de sus productos agrícolas, se vio afectado por el bajo caudal de agua debido a la sequía en la cuenca del Paraná-Plata⁷⁷. La producción de electricidad también se vio afectada por



el bajo nivel de agua de las presas de Yacyretá e Itaipú, en el Paraguay, debido a la sequía. La peor situación de sequía sufrida en décadas en las regiones del sur y sureste del Brasil también repercutió negativamente en la generación de energía hidroeléctrica (véase [Sequías](#)).

En Chile, la continua sequía y la pérdida de recursos hídricos superficiales y subterráneos afectaron gravemente a decenas de comunidades rurales, que tuvieron que abastecerse de agua con camiones.

Según el IPCC, existe un alto nivel de confianza en que aumente la gravedad e intensidad de la sequía, y en que disminuya la humedad del suelo en el suroeste de América del Sur, el suroeste de América del Norte, el suroeste de Australia, América Central y la cuenca del Amazonas. Se prevé que estas regiones se vuelvan más secas debido tanto a la reducción de las precipitaciones como al aumento de la demanda de evaporación⁷⁸.

SERVICIOS FORESTALES Y ECOSISTÉMICOS

Los ecosistemas de América Central y América del Sur están muy expuestos y son muy vulnerables al cambio climático. El efecto combinado del cambio climático y los cambios en el uso de la tierra antropógenos ha aumentado la vulnerabilidad de los ecosistemas terrestres. La sequía y el calor extremos, que provocan incendios forestales, dañan el bosque y los ecosistemas conexos.

La selva amazónica estuvo expuesta a temperaturas más altas y sequías sin precedentes en 1998, 2005, 2010 y 2015/2016, atribuidas

Figura 18. Las condiciones de los cultivos de maíz en las principales zonas de cultivo se basan en una combinación de análisis de cultivos nacionales y regionales junto con datos de observación de la Tierra. La información sobre las condiciones se basa en los datos disponibles al 28 de julio. En los casos en que los cultivos se encuentran en condiciones que no son favorables, se muestran los factores climáticos responsables de esas condiciones⁷⁴.

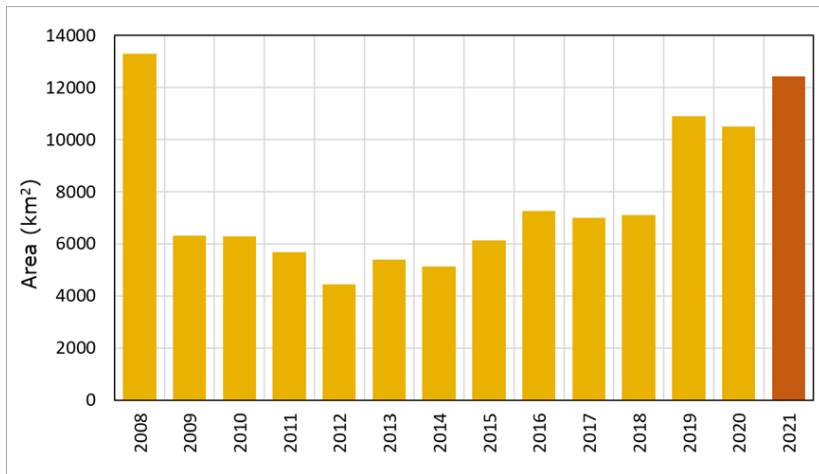


Figura 19. Tasa de deforestación anual en la Amazonia brasileña de 2008 a 2021. Fuente: PRODES-INPE (Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales)⁷⁹.

principalmente a El Niño. Los impactos acumulados de la sequía repercuten negativamente en la salud de los bosques. La deforestación en la zona de la pluviselva amazónica brasileña fue de 12 000 km² en 2021 y alcanzó su valor más alto desde 2009 (figura 19). La superficie deforestada aumentó un 22 % de 2020 a 2021 y se duplicó con respecto a la media anual de superficie deforestada durante el decenio de 2009-2018.

De modo similar, los ecosistemas oceánicos y de litoral, como los arrecifes de coral, los estuarios, las marismas, los manglares y las playas de arena, se ven afectados negativamente por el cambio climático y los peligros conexos en la región⁸⁰.

Gran parte del litoral que rodea el arrecife mesoamericano y las islas aledañas es de baja altitud y está expuesto al aumento del nivel del mar. Ya se ha documentado la erosión de las costas, que puede afectar a la anidación y al éxito reproductivo de las tortugas marinas. Además, el calentamiento de las aguas marinas es responsable del aumento observado de los episodios de decoloración coralina, que tiene efectos devastadores para los arrecifes y las especies que dependen de ellos.

Se están preparando proyectos de recuperación de arrecifes de coral en países de habla hispana del Caribe y del Pacífico Tropical Oriental. Su objetivo es ofrecer oportunidades de subsistencia alternativas y sostenibles a las poblaciones locales, y promover la conservación de los arrecifes de coral para restablecer un ecosistema de arrecifes autosuficiente y en buen estado de funcionamiento⁸¹. Esto puede repercutir muy positivamente en el turismo, las economías locales, la pesca y la seguridad alimentaria de las poblaciones locales.

MIGRACIONES Y DESPLAZAMIENTOS DE POBLACIÓN

Las migraciones y los desplazamientos tienen múltiples causas. El cambio climático y los fenómenos extremos amplifican y exacerban los factores sociales, económicos y medioambientales. Según la contribución del Grupo de Trabajo II al Sexto Informe de Evaluación del IPCC⁸², los cambios en el clima y los fenómenos extremos han afectado gravemente a la región de América Latina y el Caribe. Los Andes, el noreste del Brasil y los países septentrionales de América Central se encuentran entre las regiones más sensibles a las migraciones y desplazamientos relacionados con el clima, fenómeno que ha aumentado en los últimos ocho años, con respecto a la situación descrita en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014)⁸³. En las islas pequeñas, la vulnerabilidad de las comunidades, especialmente las que dependen de los sistemas de arrecifes de coral para su subsistencia, tal vez sobrepase los límites a la adaptación mucho antes de 2100. Los impactos del cambio climático en las zonas vulnerables de baja altitud y costeras plantean graves amenazas para la capacidad de la tierra de sustentar la vida humana y los medios de subsistencia. Aunque los factores y las consecuencias dependen mucho del contexto, se prevé que la migración relacionada con el clima aumente en las islas pequeñas, especialmente en la región del Caribe.

Las zonas meridionales y costeras de Suriname fueron las más afectadas por las fuertes precipitaciones registradas en 2021, ya que las inundaciones desplazaron a unos 1 000 hogares y crearon necesidades prioritarias de seguridad alimentaria⁸⁴ (véanse [Precipitación](#) y [Precipitaciones intensas e inundaciones](#)). La temporada de huracanes del Atlántico de 2021 provocó menos desplazamientos que la de 2020. No obstante, miles de personas en Cuba fueron evacuadas en julio y agosto de 2021 cuando los huracanes Elsa e Ida afectaron a la isla⁸⁵. Los desplazamientos prolongados relacionados con el tiempo y el clima siguen siendo una gran preocupación en la región. Se ha informado de migraciones transfronterizas en América Central tras los impactos de los huracanes Eta e Iota a finales de 2020.

Según el Centro Nacional de Huracanes de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA)⁸⁶, la tormenta tropical Fred provocó inundaciones en la República Dominicana. Las crecidas dejaron incomunicadas a 47 comunidades de todo el país y dañaron o destruyeron más de 800 viviendas, además de desplazar a más de 4 000 personas. En Haití,

los fuertes vientos y lluvias y las inundaciones asociadas al huracán Grace empeoraron la crisis humanitaria existente tras el terremoto de 7,2 grados de magnitud del 14 de agosto, al destruir los refugios improvisados e interrumpir las labores de rescate y recuperación⁸⁷.

Según el último análisis de la Organización Internacional para las Migraciones (OIM), los fenómenos climáticos extremos y los cambios climáticos graduales influyeron en los patrones de movilidad humana a lo largo de 2021⁸⁸. En diciembre de 2021, más de 90 000 personas fueron evacuadas y se vieron desplazadas en los estados de Bahía y Minas Gerais, en el Brasil, como consecuencia de inundaciones extremas que provocaron el derrumbe de dos presas⁸⁹ (véase [Precipitaciones intensas e inundaciones](#)).

Varios países de la región de América Latina y el Caribe adoptaron contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) en virtud del Acuerdo de París, o las actualizaron, para incorporar cuestiones relativas a la movilidad humana⁹⁰. Por ejemplo, la CDN actualizada de 2021 de Antigua y Barbuda pide la posible adopción de acuerdos, marcos y políticas regionales de la Organización de Estados del Caribe Oriental (OECS) sobre el desplazamiento forzado y la movilidad humana provocados por el cambio climático en la región de la OECS. La CDN actualizada de Belice de 2021 propone mejorar la protección de los "refugiados climáticos". La CDN de 2021 del Paraguay pide una mayor implicación con la OIM para hacer frente a los peligros que provocan "migraciones y desplazamientos forzados".

IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

Según el último análisis⁹¹ de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), los fenómenos extremos, en particular la sequía persistente, han agravado los efectos perjudiciales de la pandemia de COVID-19 en las perspectivas sociales y económicas de los países de la región, especialmente los pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID) del Caribe. El sector del turismo, motor fundamental del crecimiento económico en esos países, se paralizó por completo en toda la economía. Se prevé que las pérdidas acumuladas de este sector en el Caribe se sitúen entre los 53 000 millones y los 75 000 millones de dólares de los Estados Unidos durante el período comprendido entre 2020 y 2023. Esta subregión será, en cierto

modo, la más afectada de la región de América Latina y el Caribe, dada su menor población y el peso del turismo en sus economías, y las pérdidas tendrán consecuencias negativas en el nivel de empleo del sector, con un sesgo de género.

El Brasil se vio gravemente afectado por condiciones meteorológicas y climáticas extremas a lo largo del año, lo que provocó pérdidas por valor de varios miles de millones de dólares y afectaciones en carreteras y escuelas. Según el Instituto de Desenvolvimento Agropecuario e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM)⁹², las crecidas en la Amazonia brasileña supusieron una pérdida económica estimada de 40 millones de dólares para el sector rural y afectaron a más de 450 000 personas en el estado de Amazonas.

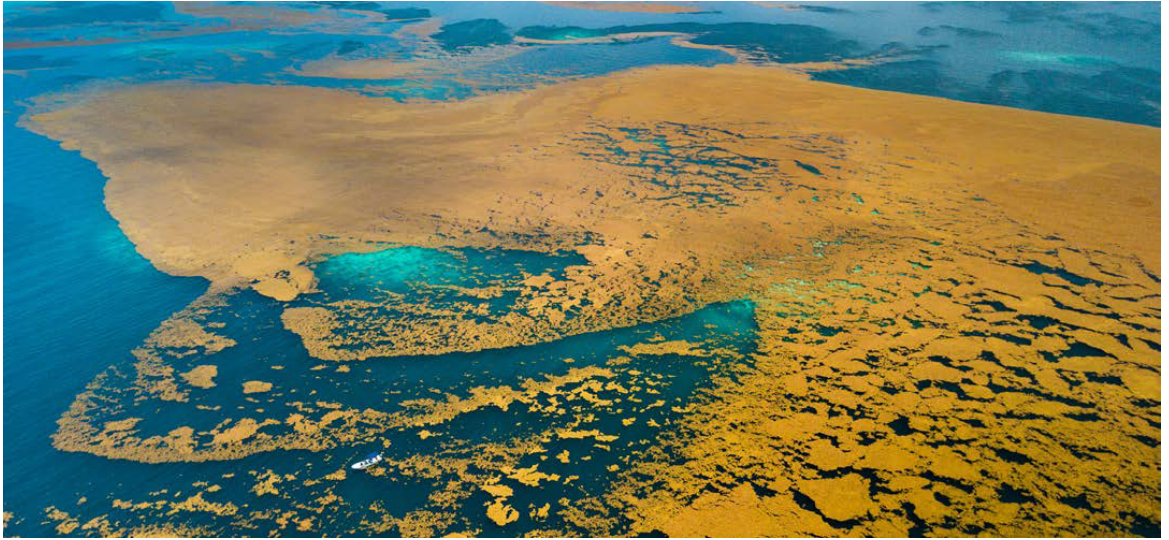
El desastre causado por las crecidas en los estados de Bahía y Minas Gerais en el Brasil provocó unas pérdidas estimadas de 3 100 millones de dólares. Se estima que la población total afectada es de más de 800 000 personas^{93,94,95}.

Según las estimaciones preliminares de la agencia gubernamental de suministro de alimentos del Brasil (CONAB)⁹⁶, las condiciones de frío extremo y las heladas (véase [Fenómenos extremos](#)) afectaron entre 150 000 y 200 000 hectáreas, lo que supone aproximadamente el 11 % de la superficie total de cultivo de arábica del país. Las pérdidas relacionadas con las heladas, junto con las pérdidas acumuladas a raíz de la sequía de 2021, representan uno de los mayores desastres para los agricultores brasileños de los últimos años. La CONAB estima que la producción de café en el Brasil en 2022 será 120 000 toneladas menor de lo previsto en mayo de 2021, debido a tres olas de frío y a la sequía de 2021. El sector azucarero-energético también acumulaba pérdidas desde 2020 debido a la sequía. La CONAB estima la cosecha de caña de azúcar de 2022 en 574,8 millones de toneladas, es decir, un 4,6 % menos que la cosecha anterior.

El sargazo, el cambio climático y su impacto en el turismo en el Caribe

El sargazo es un alga parda que tiene su origen en el mar de los Sargazos del océano Atlántico occidental. Crece hasta alcanzar varios metros de altura y puede flotar en alta mar. El calentamiento del agua del mar debido al cambio climático es uno de los factores responsables de su propagación en el Caribe⁹⁷.

Figura 20. Fotografía de un vasto manto de sargazo cerca de Silk Cayes (Belice), tomada desde un dron el 4 de septiembre de 2018. Fotografía: Tony Rath. Fuente: Programa Ambiental del Caribe-PNUMA, 2021.



El sargazo flotante es beneficioso en el mar, principalmente como hábitat pelágico singular. Sin embargo, su deriva hacia las costas, y su acumulación en ellas, tiene un efecto negativo considerable en el turismo y otros sectores sensibles biofísicos y socioeconómicos. Por consiguiente, esta cuestión representa un peligro emergente para los países del Caribe, que ya están sometidos a otros muchos. De hecho, diversos países del Caribe han declarado el estado de emergencia nacional con respecto a los flujos de sargazo (figura 20)⁹⁸.

El año 2021 fue testigo de otra llegada masiva de sargazo a las costas de la región del Caribe. El calentamiento de los océanos debido al cambio climático y otras condiciones medioambientales, incluidos posibles factores indeterminados, provocan el transporte masivo de sargazo a las costas del Caribe (África Occidental también se ve afectada)⁹⁹. Esto, a su vez, reduce las actividades económicas en sectores sensibles al clima como el turismo, el transporte marítimo y la pesca, y afecta negativamente a la biodiversidad de los océanos y al bienestar humano¹⁰⁰.

Mejora de las políticas de adaptación y resiliencia al clima

MOTIVOS DE PREOCUPACIÓN Y LAGUNAS DE CONOCIMIENTO

Los informes del Grupo de Trabajo I¹⁰¹ y del Grupo de Trabajo II¹⁰² del Sexto Informe de Evaluación del IPCC concluyen que el clima de América Latina y el Caribe está cambiando. La configuración de las precipitaciones está cambiando, las temperaturas van en aumento y algunas zonas están experimentando cambios en la frecuencia y gravedad de los extremos meteorológicos, como las lluvias fuertes. Los efectos van desde el derretimiento de los glaciares andinos a crecidas y sequías devastadoras. Los dos grandes océanos que flanquean el continente, a saber, el Pacífico y el Atlántico, se están calentando y volviendo más ácidos, mientras que también sube el nivel del mar. Lamentablemente, es probable que, en el futuro, el impacto sea mayor en la región, ya que tanto la atmósfera como los océanos siguen cambiando rápidamente. El suministro de alimentos y agua se verá interrumpido. Los pueblos y ciudades y la infraestructura necesaria para mantenerlos estarán cada vez más en peligro. La salud y el bienestar humanos se verán afectados negativamente, junto con los ecosistemas naturales. La Amazonia, el noreste del Brasil, América Central, el Caribe y algunas partes de México verán incrementadas las condiciones de sequía, mientras que el impacto de los huracanes podría aumentar en América Central y el Caribe. El cambio climático amenaza sistemas fundamentales de la región, como los glaciares de los Andes, los arrecifes de coral de América Central y la selva amazónica, que ya se acercan a condiciones críticas y corren el riesgo de sufrir daños irreversibles.

Además de las repercusiones de la pandemia de COVID-19, la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR) registró un total de 175 desastres en la región de América Latina y el Caribe durante el período 2020-2022¹⁰³. De ellos, el 88 % tienen un origen meteorológico, climatológico o hidrológico. Estos peligros representaron el 40 % de las muertes relacionadas con desastres y el 71 % de las pérdidas económicas registradas. El *Informe especial sobre la sequía 2021 de la UNDRR presentado en el marco del Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres*¹⁰⁴ documenta la gravedad de las repercusiones de las sequías recurrentes en el Caribe, en los años 2009-2010, 2014-2016 y 2019-2020. Esas sequías han tenido graves repercusiones sanitarias, económicas, sociales y medioambientales a largo plazo y en cascada, y también han generado peligros secundarios, como los incendios forestales.

El sector turístico es muy vulnerable al cambio climático y, al mismo tiempo, contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero, causantes del calentamiento global. Por lo tanto, acelerar la acción climática en el turismo es de suma importancia para la resiliencia del sector. Se entiende por acción climática la adopción de medidas encaminadas a medir y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a fortalecer la capacidad de adaptación.

El IPCC indica (2022)¹⁰⁵ que el obstáculo más citado para la adaptación en los ecosistemas terrestres, de agua dulce, oceánicos y de litoral de la región es la financiación, aunque existen otras dificultades. Por ejemplo, los obstáculos a la adaptación en el sector del agua incluyen la inestabilidad institucional, la fragmentación de los servicios y su gestión deficiente, estructuras de gobernanza inadecuadas y la insuficiencia de datos y análisis de la experiencia de adaptación.

MEJORA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN SOBRE PELIGROS MÚLTIPLES, LA POLÍTICA CLIMÁTICA Y LOS SERVICIOS CLIMÁTICOS

Se monitorearon debidamente las intensas lluvias y crecidas que tuvieron lugar en los estados de Bahía y Minas Gerais, en el Brasil, durante la última semana de diciembre de 2021, y las alertas contribuyeron a minimizar los daños conexos y a proteger vidas humanas y bienes. La pérdida de vidas en este desastre fue menor que en anteriores desastres, a pesar de la mayor precipitación acumulada¹⁰⁶. Este ejemplo pone de manifiesto la importancia de contar con servicios de alerta temprana adecuados.

En la región se reconoce cada vez más la importancia de fortalecer los servicios climáticos, incluidos, entre otros, los de alerta temprana. Las CDN presentadas por los países en cumplimiento de lo dispuesto en el Acuerdo de París describen las medidas adoptadas por cada país para reducir las emisiones nacionales y adaptarse al clima cambiante. Hasta marzo de 2022, en la región de América Latina y el Caribe, 30 Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) habían presentado una CDN. De ellas, 24 han presentado una CDN nueva o actualizada o una segunda CDN.

La mayoría de las Partes han destacado la agricultura y la seguridad alimentaria, el agua, la salud, y el ecosistema y la biodiversidad como sus esferas prioritarias para la adaptación

(figura 21a). Más del 80 % de las Partes de la región han dado prioridad a los servicios climáticos en sus CDN. El desarrollo de la capacidad de los servicios climáticos (40 %), la modelización y la predicción (36 %), los datos y la gestión de datos (32 %), la red de observación (32 %), el monitoreo y la evaluación (31 %) y la investigación (20 %) fueron los temas más mencionados entre esas CDN (figura 21a). Más del 60 % de las Partes de la región han incluido cuestiones relacionadas con el género en sus CDN.

Más del 60 % de las CDN de la región mencionan la alerta temprana en sus CDN, con respecto a sequías, crecidas, tormentas y olas de calor y frío. Por ejemplo, Belice¹⁰⁷ destacó la necesidad de mejorar los sistemas de alerta temprana para sequías y fenómenos meteorológicos extremos con el fin de ayudar a los agricultores en la planificación y respuesta frente a los impactos del cambio climático para 2025. Las crecidas, los ciclones tropicales, las sequías, el aumento de nivel del mar, el aumento de la temperatura y los cambios en la configuración de las precipitaciones han sido mencionados por la mayoría de las Partes como los peligros que más preocupan (figura 21b).

CAPACIDAD DE LOS MIEMBROS: SERVICIOS CLIMÁTICOS Y ALERTA TEMPRANA

Los desastres ponen de manifiesto las desigualdades en los sistemas naturales y gestionados y en los sistemas humanos, ya que afectan de forma desproporcionada a las comunidades pobres y marginadas, incluidas las minorías étnicas y raciales, los pueblos indígenas, las mujeres y los niños. Por lo tanto, la reducción del riesgo de desastres es fundamental para la justicia climática y el desarrollo resistente al clima. En América Central y América del Sur, el cambio climático aumentará los riesgos relativos al agua y a la seguridad alimentaria debido a las sequías frecuentes/extremas, y los daños en términos de vidas e infraestructura debido a las crecidas, los deslizamientos de tierra, el aumento de nivel del mar, las mareas de tempestad y la erosión costera. Las crecidas y los deslizamientos de tierra suponen un riesgo para la vida y la infraestructura; con un aumento de la temperatura de 1,5 °C, la población afectada por las crecidas aumentaría entre un 100 % y un 200 % en Colombia, el Brasil y la Argentina, en un 300 % en el Ecuador, y en un 400 % en el Perú. El IPCC prevé, con un alto nivel de confianza, una mayor escasez de agua y una mayor competencia por esta¹⁰⁸.

En el contexto de los peligros meteorológicos y climáticos que se aprecian en los escenarios de

cambio climático, la frecuencia o gravedad de algunos fenómenos meteorológicos extremos aumenta como consecuencia del cambio climático¹⁰⁹. Los desastres asociados a estos peligros demuestran las repercusiones sociales y políticas inmediatas del aumento de los riesgos, y ofrecen la oportunidad de concienciar sobre el cambio climático y de aplicar políticas y estrategias de reducción de desastres. Para cumplir las metas del Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 (ciudades y comunidades sostenibles) relativas a reducir la pérdida de vidas y las pérdidas económicas, será necesario reducir los impactos de los desastres relacionados con el clima.

Para reducir los efectos adversos de los desastres relacionados con el clima y apoyar las decisiones relativas a la gestión de los recursos y la mejora de los resultados, se necesitan servicios climáticos, sistemas de alerta temprana de extremo a extremo e inversiones sostenibles, que aún no son adecuados.

Aunque los servicios climáticos se mencionan de forma explícita en las CDN de la mayoría de las Partes como requisito para la gestión de los riesgos climáticos en los sectores sensibles al clima, los datos de la OMM indican que un Miembro de la OMM en la región de América Latina y el Caribe se encuentra en un nivel de capacidad inferior al básico con respecto a la prestación de servicios climáticos, otros seis se encuentran en un nivel básico, y once Miembros solo tienen un nivel de capacidad esencial. Solo cinco Miembros de la OMM pertenecen a las categorías de capacidad plena o avanzada (figura 21c)¹¹⁰.

Según la definición de la UNDRR, los sistemas de alerta temprana de peligros múltiples (MHEWS) son:

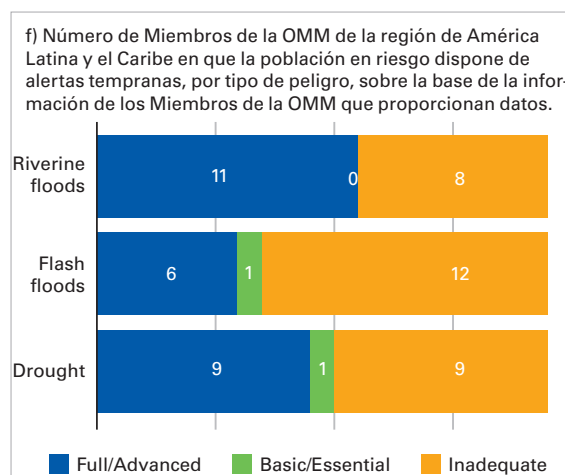
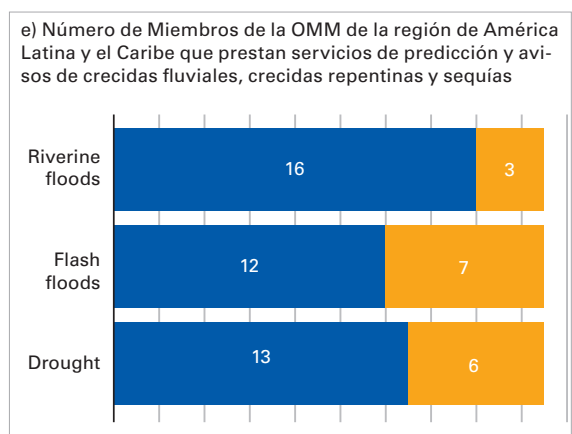
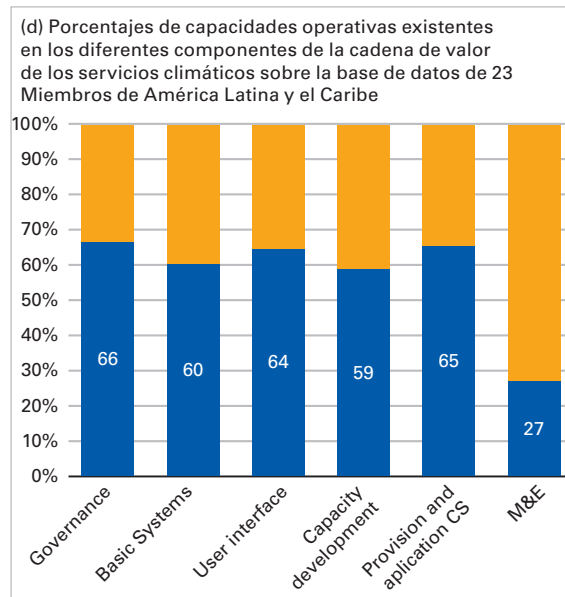
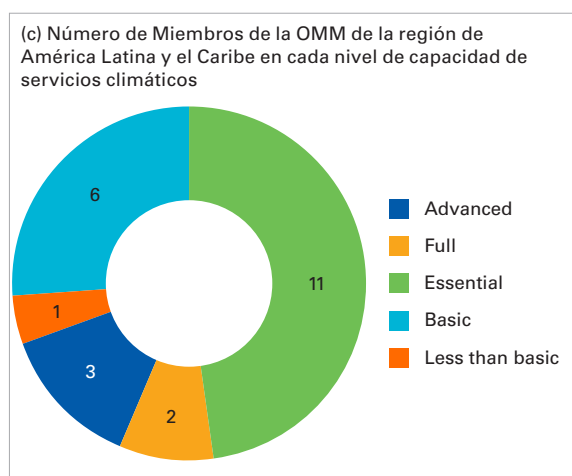
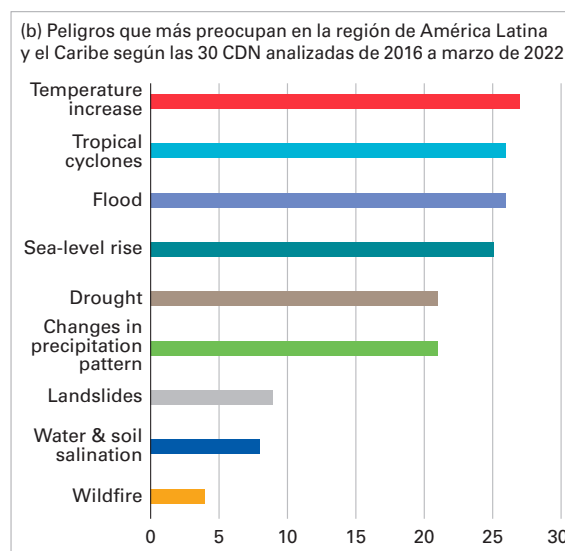
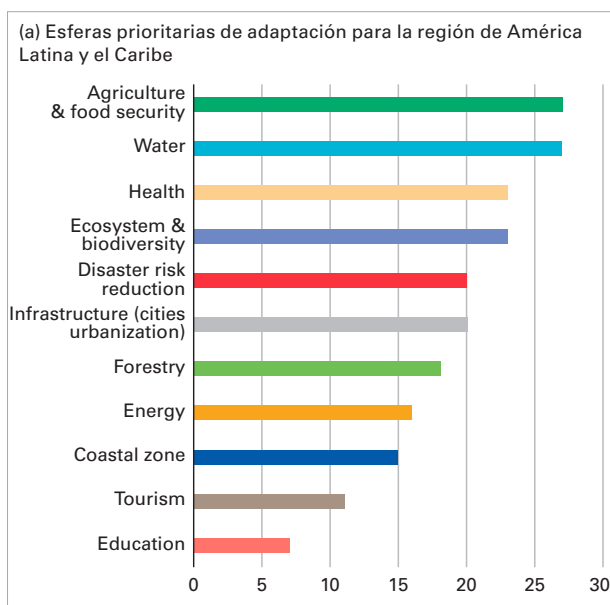
un sistema integrado de vigilancia, previsión y predicción de amenazas, evaluación de los riesgos de desastres, y actividades, sistemas y procesos de comunicación y preparación que permite a las personas, las comunidades, los gobiernos, las empresas y otras partes interesadas adoptar las medidas oportunas para reducir los riesgos de desastres con antelación a sucesos peligrosos¹¹¹.

Los datos de los MHEWS procedentes de los Miembros de la OMM indican que la región de América Latina y el Caribe se enfrenta a varias deficiencias de capacidad en materia de alerta temprana¹¹². Según datos de los 19 Miembros de la OMM de la región de América Latina y el Caribe que respondieron a la encuesta de la OMM sobre hidrología de 2020, 16 proporcionan servicios de predicción y aviso para crecidas fluviales, 12 para crecidas repentinas, y 13 para sequías. Sin embargo, 12 de los 19 Miembros de la OMM

de América Latina y el Caribe que proporcionaron datos informaron de que sus servicios de predicción y avisos de crecidas repentinas de extremo a extremo eran inadecuados, y otros 8 Miembros informaron de que sus servicios de predicción y avisos de crecidas fluviales eran inadecuados, a pesar de que las crecidas son frecuentes en la región (figura 21f). Además, 9 Miembros de la región prestan servicios de predicción y aviso

de sequía de extremo a extremo con un nivel de capacidad inadecuado. Es necesario realizar más inversiones, e inversiones más focalizadas, en servicios climáticos para fortalecer los MHEWS y el apoyo a la toma de decisiones para la adaptación en los sectores sensibles al clima que figuran de manera prioritaria en las CDN de las Partes en la Convención Marco sobre el Cambio Climático.

Figura 21. Visión general de las prioridades de la política climática y de la capacidad relativa a los servicios climáticos y a los sistemas de alerta temprana en América Latina y el Caribe. Nota a la figura 21d): los resultados son representativos de diez pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID) que proporcionaron datos. M&E: monitoreo y evaluación de los beneficios socioeconómicos. Nota a la figura 21e): los resultados son representativos de siete PEID que proporcionaron datos. El color gris representa a los Miembros de la OMM que indican que no cuentan con un sistema de alerta temprana¹¹³. Nota a la figura 21f): la capacidad de los Miembros se califica de inadecuada (entre el 0 % y el 33 %), básica/esencial (entre el 34 % y el 66 %) y plena/avanzada (entre el 67 % y el 100 %), según el porcentaje estimado de la población en situación de riesgo que recibe alertas tempranas. Para cada peligro, la categoría “inadecuada” incluye a los Miembros (que proporcionan datos) que comunican que no cuentan con un sistema de alerta temprana de extremo a extremo para el peligro pertinente, así como aquellos en los cuales estos sistemas no llegan a más del 33 % de la población en situación de riesgo. Los resultados son representativos de siete PEID que proporcionaron datos¹¹⁴.



Observaciones que constituyen la base del monitoreo del clima

El monitoreo del clima se lleva a cabo mediante una red de sistemas de observación que abarcan la atmósfera, el océano, la hidrología, la criosfera y la biosfera. Cada uno de estos ámbitos se monitorea de diferentes maneras por diversas organizaciones. De manera transversal, las observaciones por satélite contribuyen de manera importante al monitoreo del clima a nivel mundial.

En 1992, la OMM, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Consejo Internacional de Ciencias (ISC) crearon conjuntamente el Sistema Mundial de Observación del Clima (GCOS) para coordinar y facilitar el desarrollo y la mejora de las observaciones climáticas a nivel mundial. El GCOS ha determinado un conjunto de variables climáticas esenciales¹¹⁵ que, en conjunto, proporcionan la información necesaria para comprender,

modelizar y predecir la trayectoria del clima, así como para planificar estrategias de mitigación y adaptación.

Las variables climáticas esenciales son variables físicas, químicas o biológicas o un grupo de variables vinculadas que contribuyen de manera fundamental a la descripción del sistema climático de la Tierra, e incluyen componentes atmosféricos, oceánicos y terrestres. Actualmente, el GCOS especifica 54 variables climáticas esenciales (véase la figura 22).

Los conjuntos de datos de las variables climáticas esenciales proporcionan la evidencia empírica necesaria para comprender y predecir la evolución del clima, orientar las medidas de mitigación y adaptación, evaluar los riesgos y atribuir las causas subyacentes de los fenómenos climáticos, así como para respaldar los servicios climáticos. Dichas variables son necesarias para apoyar la labor de la Convención Marco sobre el Cambio Climático y del IPCC.

Figura 22. Variables climáticas esenciales determinadas por el GCOS.

2016 Essential Climate Variables (ECVs)					
Atmospheric	Surface	Oceanic	Physical	Terrestrial	Hydrology
	Upper air		Biogeochemical		Cryosphere
	Composition		Biological/ecosystems		Biosphere
					Human use of natural resources

Conjuntos de datos y metodología

TEMPERATURA

En el cálculo de la temperatura regional se utilizaron seis conjuntos de datos (citados a continuación). Las anomalías de la temperatura media regional se calcularon con respecto a las referencias de 1961-1990 y 1981-2010 utilizando los siguientes pasos:

1. leer el conjunto de datos reticulares;
2. reajustar los datos a una resolución de 1° de latitud x 1° de longitud. Si los datos reticulares son de mayor resolución, calcúlese la media de las cuadrículas en cada cuadrícula de 1°x1°. Si los datos reticulares son de menor resolución, cópiese el valor de la cuadrícula de baja resolución en cada cuadrícula de 1°x1° que corresponda a cuadrículas de baja resolución;
3. para cada mes, calcular el promedio de zona regional utilizando solo las cuadrículas de 1°x1° cuyos centros se sitúen sobre tierra en la región;
4. para cada año, calcular la media de los promedios de zona mensuales para obtener un promedio de zona anual;
5. calcular la media de los promedios de zona anuales durante los períodos 1961-1990 y 1981-2010;
6. restar el promedio del período de 30 años de cada año para obtener las anomalías relativas a ese periodo base

Obsérvese que el rango y la media de las anomalías relativas a las dos referencias distintas se basan en conjuntos de datos distintos, ya que no pueden calcularse anomalías relativas a 1961-1990 para ERA5, que comienza en 1979.

Se utilizaron los seis conjuntos de datos siguientes:

Berkeley Earth – Rohde, R. A. y Hausfather, Z. "The Berkeley Earth Land/Ocean Temperature Record". *Earth System Science Data* **2020**, 12, 3469-3479. <https://doi.org/10.5194/essd-12-3469-2020>.

ERA5 – Hersbach, H.; Bell, B.; Berrisford, P. y otros. "The ERA5 Global Reanalysis". *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* **2020**, 146 (730), 1999–2049. <https://doi.org/10.1002/qj.3803>.

GISTEMP v4 – Equipo GISTEMP, 2022: *GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP), version 4*. Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA, <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>. Lenssen, N.; Schmidt, G.; Hansen, J. y otros. "Improvements in the GISTEMP Uncertainty Model". *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* **2019**, 124(12), 6307–6326. <https://doi.org/10.1029/2018JD029522>.

HadCRUT.5.0.1.0 – Morice, C. P.; Kennedy, J. J.; Rayner, N. A. y otros. "An Updated Assessment of Near-Surface Temperature Change From 1850: The HadCRUT5 Data Set". *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* **2021**, 126 (3), e2019JD032361. <https://doi.org/10.1029/2019JD032361>.

JRA55 – Kobayashi, S.; Ota, Y.; Harada, Y. y otros. "The JRA55 Reanalysis: General Specifications and Basic Characteristics". *Journal of the Meteorological Society of Japan*. Ser. II **2015**, 93(1), 5–48. <https://doi.org/10.2151/jmsj.2015-001>, https://www.jstage.jst.go.jp/article/jmsj/93/1/93_2015-001/_article.

NOAAGlobalTemp v5 – Zhang, H.-M.; Huang, B.; Lawrimore, J. y otros. NOAA Global Surface Temperature Dataset (NOAAGlobalTemp), versión 5.0. Centros Nacionales de Información Ambiental de la NOAA. doi: 10.25921/9qth-2p70. Huang, B.; Menne, M. J.; Boyer, T. y otros. "Uncertainty Estimates for Sea Surface Temperature and Land Surface Air Temperature in NOAAGlobalTemp Version 5". *Journal of Climate* **2020**, 33(4), 1351-1379. <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/33/4/jcli-d-19-0395.1.xml>.

Datos *in situ* de temperatura procedentes de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales.

PRECIPITACIÓN

Datos *in situ* de precipitación procedentes de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales.

GLACIARES

Datos del balance de masas de los glaciares para 22 glaciares monitorizados en los Andes, procedentes del Servicio Mundial de Vigilancia de los Glaciares (WGMS), <https://www.wgms.ch>.

TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR

Anomalías de la temperatura superficial del mar procesadas por el CIIFEN a partir de datos del Sistema Mundial de Asimilación de Datos Oceánicos (GODAS) de los Centros Nacionales de Predicción del Medioambiente (NCEP) de la NOAA.

NIVEL DEL MAR

Tendencias del nivel del mar regionales basadas en datos altimétricos del servicio de Copernicus relativo al cambio climático (C3S) promediados desde 50 km mar adentro hasta la costa por el Laboratorio de Estudios de Geofísica y Oceanografía Espaciales (LEGOS).

SEQUÍA

El índice integrado de sequía (IDI) utiliza datos del índice normalizado de precipitación (SPI) calculados a partir de la base de datos Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS) y del índice de salud de la vegetación del Centro de Investigaciones y Aplicaciones Satelitales (STAR) de la NOAA.

Datos *in situ* del SPI procedentes de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales.

INCENDIOS FORESTALES

Zonas quemadas en el Pantanal: imágenes satelitales de la NASA (NPP-VIIRS) procesadas por el sistema de aviso ALARMES del Laboratorio de Aplicaciones Satelitales Ambientales (LASA-UFRJ).

Datos de incendios activos en América del Sur (figura 15): imágenes satelitales de la NASA (MODIS-AQUA) procesadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) del Brasil.

SERVICIOS CLIMÁTICOS

Análisis de la OMM de las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN)

Lista de verificación para la prestación de servicios climáticos (la capacidad de servicios climáticos de los Miembros, basada en las respuestas a esta lista, puede consultarse [aquí](#))

[Estudio hidrológico de la OMM \(2020\)](#)

[2020 State of Climate Services: Risk Information and Early Warning Systems](#) (WMO-No. 1252) (Estado de los servicios climáticos en 2020: información sobre riesgos y sistemas de alerta temprana)

[2021 State of Climate Services: Water](#) (WMO-No. 1278) (Estado de los servicios climáticos en 2021: el agua)

Lista de colaboradores

SERVICIOS METEOROLÓGICOS E HIDROLÓGICOS NACIONALES (SMHN)

Servicios Meteorológicos de Antigua y Barbuda; Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Argentina; Departamento de Meteorología de las Bahamas; Servicios Meteorológicos de Barbados; Servicio Meteorológico Nacional, Belice; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Bolivia (Estado Plurinacional de); Instituto Nacional de Meteorología (INMET) del Brasil; Dirección Meteorológica de Chile (DMC); Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Colombia; Instituto Meteorológico Nacional (IMN), Costa Rica; Instituto de Meteorología, Cuba; Departamento Meteorológico de Curacao; Servicio Meteorológico de Dominica; Oficina Nacional de Meteorología, República Dominicana; Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Ecuador; Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), El Salvador; Francia (Météo-France); Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), Guatemala; Servicio Hidrometeorológico, Guyana; Centro de Estudios Atmosféricos, Oceanográficos y Sísmicos (CENAOS), Honduras; Servicio Meteorológico, Jamaica; Servicio Meteorológico Nacional (SMN), México; Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), México; Dirección General de Meteorología, Nicaragua; Gerencia de Hidrometeorología (ETESA), Panamá; Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH), Paraguay; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Perú; Servicio Meteorológico de Suriname; Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA), Estados Unidos de América; Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET), Uruguay; e Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), Venezuela (República Bolivariana de).

ORGANIZACIONES

Instituto de Meteorología e Hidrología del Caribe (IMHC); Centro Nacional de Monitoreo y Alertas de Desastres Naturales (CEMADEN), Brasil; Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE), Brasil; Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH), Costa Rica; servicio de Copernicus relativo al cambio climático (C3S); Equipo de Expertos sobre Monitoreo y Evaluación del Clima (ET-CMA) de la Comisión de Aplicaciones y Servicios Meteorológicos, Climáticos, Hidrológicos y Medioambientales Conexos (SERCOM) de la OMM; Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Perú; Instituto Internacional de Investigación sobre el Clima y la Sociedad (IRI), Estados Unidos de América; Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED); Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN); Centro Regional del Clima para el Oeste de Sudamérica (CRC-OSA); Red de Centros Regionales sobre el Clima para el sur de América del Sur (CRC-SAS); ReliefWeb; Servicio Meteorológico del Reino Unido; Centro Mundial de Climatología de las Precipitaciones (GPCC); Laboratorio de Estudios de Geofísica y Oceanografía Espaciales (LEGOS), Francia; Universidad Federal de Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil; Universidad Regional Amazónica (IKIAM), Ecuador; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, antes denominada UNISDR); Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCHA); Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA); Organización Internacional para las Migraciones (OIM); Programa Hidrológico Intergubernamental (PHI) de la UNESCO; Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR); Organización Meteorológica Mundial (OMM); Servicio Mundial de Vigilancia de los Glaciares (WGMS).

COLABORADORES PARTICULARES

Jose A. Marengo (autor principal coordinador, CEMADEN), Rodney Martinez (autor principal, OMM), Barbara Tapia (autora principal, OMM), Teddy Allen (IMHC), Luiz Alvarado (IMN), Nahuel Arenas (UNDRR), Grinia Avalos Roldan (SENAMHI-Perú), Pablo Ayala (MARN), Omar Baddour (OMM), Julian Baez (OMM), Ruben Basante-Serrano, Omar Bello (CEPAL), Jessica Blunden (ET-CMA), Anabel Castro Narciso (SENAMHI-Perú), Anny Cazenave (LEGOS), Ladislaus Changa (ET-CMA), Kris Correa Marrou (SENAMHI-Perú), Felipe Costa (CIIFEN), Ana Paula Cunha (CEMADEN), Cristina Davila Arriaga (SENAMHI-Perú), Maxx Dilley (OMM), Sarah Diouf (OMM), Danielle B. Ferreira (INMET), Francesco Gaetani (PNUMA), Federico Gomez (OMM), Atsushi Goto (OMM), Yvan Gouzenes (LEGOS), Veronica Grasso (OMM), Karina Hernandez (IMN), John Kennedy (Servicio Meteorológico del Reino Unido), Renata Libonati (UFRJ-IGEO), Filipe Lucio (OMM), Juerg Lutherbacher (OMM), Pier Maquilon (CIIFEN), Ana Elena Martínez (CONAGUA), Jorge Molina (SENAMHI-Bolivia, Estado Plurinacional de), Johnny Mora (CIIFEN), Nakiete Msemu (OMM), Juan Jose Nieto (CIIFEN), Reynaldo Pascual (CONAGUA), Max Pastén (DMH), Juliet Perdigón (SMN-México), Andrea M. Ramos (INMET), Claire Ransom (OMM), Nirina Ravalitera (OMM), Roberto Salinas (DMH), Mozar Salvador (INMET), Nury Sanabria (IMN), José Álvaro Silva (OMM), Maria de los Milagros Skansi (SMN-Argentina), José Luis Stella (ET-CMA), Werner Stolz España (IMN), Adrian Trotman (IMHC), Cedric Van Meerbeeck (IMHC) y Markus Ziese (Centro Mundial de Climatología de las Precipitaciones, GPCC).

Notas

- 1 Los datos proceden de seis conjuntos de datos distintos: HadCRUT5, NOAA GlobalTemp, GISTEMP, Berkeley Earth, ERA5 y JRA55. Para más información sobre los conjuntos de datos y su procesamiento, véase [Conjuntos de datos y metodología](#).
- 2 Organización Meteorológica Mundial (OMM). *Boletín de la OMM sobre los Gases de Efecto Invernadero, N° 17*: "Estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera según las observaciones mundiales realizadas en 2020"; OMM: Ginebra, 2021.
- 3 Organización Meteorológica Mundial (OMM). *State of the Global Climate 2021* (WMO-No. 1290) (Estado del clima mundial en 2021). Ginebra, 2022.
- 4 Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 5 Los conjuntos de datos de temperatura se describen al final del informe (véase [Conjuntos de datos y metodología](#)).
- 6 Los valores de anomalía entre corchetes corresponden a los conjuntos de datos con el valor de temperatura media regional mínimo y máximo.
- 7 Masiokas, M. H.; Rabatel, A.; Rivera, A. y otros. "A Review of the Current State and Recent Changes of the Andean Cryosphere". *Frontiers in Earth Science* **2020**, *8*, 99. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00099>.
- 8 Rabatel, A.; Francou, B.; Soruco, A. y otros. "Current State of Glaciers in the Tropical Andes: a Multi-century Perspective on Glacier Evolution and Climate Change". *The Cryosphere* **2013**, *7*, 81–102. <https://doi.org/10.5194/tc-7-81-2013>.
- 9 Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 10 Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 11 Taylor, L. S.; Quincey, D. J.; Smith, M. W. y otros. "Multi-decadal Glacier Area and Mass Balance Change in the Southern Peruvian Andes". *Frontiers in Earth Science* **2022**, *10*. <https://doi.org/10.3389/feart.2022.863933>.
- 12 Caro, A.; Condom, T. y Rabatel, A. "Climatic and Morphometric Explanatory Variables of Glacier Changes in the Andes (8-55°S): New Insights from Machine Learning Approaches". *Frontiers in Earth Science* **2021**, *9*. <https://doi.org/10.3389/feart.2021.713011>.
- 13 Matthews, J. B. R.; Babiker, M.; De Coninck, H. y otros. Glosario. En: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.); Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2021.
- 14 <https://gcos.wmo.int/en/essential-climate-variables/sst>
- 15 Bertrand, A.; Lengaigne, M.; Takahashi, K. y otros. *El Niño Southern Oscillation (ENSO) Effects on Fisheries and Aquaculture*. Documento técnico de pesca y acuicultura de la FAO N° 660; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Roma, 2020. <https://doi.org/10.4060/ca8348en>.
- 16 Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 17 Organización Meteorológica Mundial (OMM). *State of the Global Climate 2021* (WMO-No. 1290) (Estado del clima mundial 2021). Ginebra, 2022.
- 18 <https://public.wmo.int/en/about-us/frequently-asked-questions/el-ni%C3%B1o-la-ni%C3%B1a>
- 19 https://iri.columbia.edu/wp-content/uploads/2016/05/LaNina_Rainfall.pdf
- 20 Organización Meteorológica Mundial (WMO). *Boletín de la OMM sobre los Gases de Efecto Invernadero, N° 17*: "Estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera según las observaciones mundiales realizadas en 2020"; OMM: Ginebra, 2021.
- 21 Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 22 Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.

- 23 Tendencias regionales del nivel del mar sobre la base de datos altimétricos del servicio de Copernicus relativo al cambio climático (C3S) promediados desde 50 km mar adentro hasta la costa por el Laboratorio de Estudios de Geofísica y Oceanografía Espaciales (LEGOS).
- 24 Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 25 <https://wmo.maps.arcgis.com/apps/instant/interactivelegend/index.html?appid=43b371aeb7af4c8b9e9c77a4370a13ed>
- 26 <https://www.noaa.gov/news-release/active-2021-atlantic-hurricane-season-officially-ends> y <https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/index.php?season=2021&basin=atl>
- 27 https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL072021_Grace.pdf
- 28 Organización Meteorológica Mundial (OMM). *State of the Global Climate 2021* (WMO-No. 1290) (Estado del clima mundial 2021). Ginebra, 2022.
- 29 Gobierno de Haití; Naciones Unidas; Unión Europea y otros. Resumen ejecutivo. En: *Post-Disaster Needs Assessment in Haiti: Earthquake of 14 of August 2021 in the Southern Peninsula*; Gobierno de Haití, 2021. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/--ed_emp/documents/publication/wcms_831127.pdf.
- 30 [https://disasterscharter.org/web/guest/activations/-/article/flood-large-in-haiti-activation-730-](https://disasterscharter.org/web/guest/activations/-/article/flood-large-in-haiti-activation-730)
- 31 <http://www.acn.cu/cuba/87641-afectan-intensas-lluvias-al-municipio-de-moa-en-el-este-de-holguin>
- 32 Contribución nacional de Costa Rica.
- 33 Contribución nacional de México.
- 34 Espinoza, J.-C.; Marengo, J. A.; Schongart, J. y otros. "The New Historical Flood of 2021 in the Amazon River Compared to Major Floods of the 21st Century: Atmospheric Features in the Context of the Intensification of Floods". *Weather and Climate Extremes* **2022**, 35. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100406>.
- 35 Contribución nacional del Brasil.
- 36 Espinoza, J.-C.; Marengo, J. A.; Schongart, J. y otros. "The New Historical Flood of 2021 in the Amazon River Compared to Major Floods of the 21st Century: Atmospheric Features in the Context of the Intensification of Floods". *Weather and Climate Extremes* **2022**, 35. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100406>.
- 37 Contribución nacional de Francia.
- 38 <https://caring4others.org/flooding-crisis-in-guyana-june-2021/>
- 39 Schöngart, J. y Junk, W. J. "Clima e hidrologia nas várzeas da Amazônia Central". En: *Várzeas Amazônicas: Desafios para um Manejo Sustentável*; Junk, W. J.; Piedade, M. T. F.; Wittmann, F. y otros (eds.); Editora INPA: Manaus, pp. 44–65.
- 40 <https://adore.ifrc.org/Download.aspx?FileId=443722>
- 41 Contribución nacional de la Argentina.
- 42 Contribución nacional de Chile.
- 43 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- 44 El IDI combina un índice de sequía basado en la meteorología y un índice basado en la teledetección para evaluar los episodios de sequía. Cunha, A. P. M.; Zeri, M.; Deusdará, L. K. y otros. "Extreme Drought Events over Brazil from 2011 to 2019". *Atmosphere* **2019**, 10, 642–649. <https://doi.org/10.3390/atmos10110642>.
- 45 <https://www.drought.gov/explaining-drought-category-maps>
- 46 En América Central y el Caribe, la sequía se calificó mediante el índice normalizado de precipitación (SPI) calculado a partir de datos de estaciones (no se muestra). Los datos del SPI pueden consultarse a través de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales de los Miembros. Para más información sobre este índice, véase: Organización Meteorológica Mundial (OMM). *Índice normalizado de precipitación: guía del usuario* (OMM-N° 1090). Ginebra, 2012.
- 47 <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- 48 <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-57163233>
- 49 Garreaud, R. D.; Clem, K. y Veloso, J. V. "The South Pacific Pressure Trend Dipole and the Southern Blob". *Journal of Climate*. **2021**, 34, 7661–7676. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0886.1>.

- 50 Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 51 Naumann, G.; Podestá, G.; Marengo, J. y otros. *El Episodio de Sequía Extrema de 2019–2021 en la Cuenca del Plata*, EUR 30833 ES, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea: Luxemburgo, 2022, doi:10.2760/346183.
- 52 Getirana, A.; Libonati, R. y Cataldi, M. "Brazil Is in Water Crisis — It Needs a Drought Plan". *Nature* **2021**, 600 (7888), 218–220. <https://www.nature.com/articles/d41586-021-03625-w>.
- 53 Naumann, G.; Podestá, G.; Marengo, J. y otros. *El Episodio de Sequía Extrema de 2019–2021 en la Cuenca del Plata*, EUR 30833 ES, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea: Luxemburgo, 2022, doi:10.2760/346183.
- 54 Marengo, J.A.; Cunha, A. P.; Cuartas, L. A. y otros. "Extreme Drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: Characterization, Causes, and Impacts". *Frontiers in Water* **2021**, 3. 639204. doi: 10.3389/frwa.2021.639204.
- 55 Contribución nacional de la Argentina.
- 56 Contribución nacional del Brasil.
- 57 Contribución nacional de Chile.
- 58 Contribución nacional de Chile.
- 59 Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) del Brasil: https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_paises/
- 60 Contribución nacional del Perú.
- 61 Sistema de aviso ALARMES del Laboratorio de Aplicaciones Satelitales Ambientales de la Universidad Federal de Río de Janeiro (LASA-UFRJ), <https://lasa.ufrj.br/alarmes>
- 62 Libonati, R.; Rodrigues, J. A.; Sena, C. A. P. y otros. *Sistema ALARMES – Alerta de área Queimada Pantanal, Situação Final de 2021*, Nota Técnica 01/2022; Laboratorio de Aplicaciones Satelitales Ambientales – UFRJ: Río de Janeiro, 2022. https://www.researchgate.net/publication/360023971_Nota_Tecnica_012022_LASA-UFRJ_Queimadas_Pantanal_2021
- 63 Menezes, L. S.; de Oliveira, A. M.; Santos, F. L. M. y otros. "Lightning Patterns in the Pantanal: Untangling Natural and Anthropogenic-induced Wildfires". *Science of the Total Environment* **2022**, 820 (19), 153021. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969722001103>
- 64 https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/LEVANTAMENTO_MASSA-DE-AR-FRIO-FINAL-DE-JULHO_vCGMADP.pdf#page=1&zoom=auto,-100,842
- 65 Contribución nacional de la Argentina.
- 66 Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *Informe Especial COVID-19, N° 13*; CEPAL: 2022. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47720-como-financiar-desarrollo-sostenible-recuperacion-efectos-covid-19-america>
- 67 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). *Perspectivas de cosechas y situación alimentaria. Informe trimestral mundial N° 1*; FAO: Roma, marzo de 2022. <https://www.fao.org/3/cb8893es/cb8893es.pdf>
- 68 https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/ipcinfo/docs/IPC_Haiti_Acute_Food_Insecurity_2021Sept2022June_Snapshot_English_wholecountry.pdf
- 69 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). *Perspectivas de cosechas y situación alimentaria. Informe trimestral mundial N° 1*; FAO: Roma, marzo de 2022. <https://www.fao.org/3/cb8893es/cb8893es.pdf>
- 70 Contribución nacional del Paraguay. Véase <https://www.meteorologia.gov.py/publicaciones/> y, más concretamente, https://www.meteorologia.gov.py/wp-content/uploads/2021/10/boletin_climatico_2021.pdf.
- 71 Monitoreo de la Agricultura Mundial del Grupo de Observaciones de la Tierra (GEOGLAM). *Crop Monitor for AMIS No. 86*; GEOGLAM: agosto de 2021. <https://cropmonitor.org/index.php/cmreports/reports-archive/>.
- 72 Bolsa de Cereales de Buenos Aires. *Cierre de Campaña – Soja 2020/21*; Instituto de Estudios Económicos: 2021. <https://www.bolsadecereales.com/download/informes/documento1/165>.
- 73 <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-food-price-index-rises-to-record-high-in-february/en>
- 74 Monitoreo de la Agricultura Mundial del Grupo de Observaciones de la Tierra (GEOGLAM). *Crop Monitor for AMIS No. 86*; GEOGLAM: agosto de 2021. <https://cropmonitor.org/index.php/cmreports/reports-archive/>.

- 75 Pörtner, H-O.; Roberts, D. C.; Adams, H. y otros. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC): 2022. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.
- 76 Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 77 Naumann, G.; Podestá, G. P.; Marengo, J. A. y otros. *El Episodio de Sequía Extrema de 2019–2021 en la Cuenca del Plata*; EUR 30833 ES; Oficina de Publicaciones de la Unión Europea: Luxemburgo, 2022. doi:10.2760/346183. https://www.researchgate.net/publication/358734930_El_episodio_de_sequia_extrema_de_2019-2021_en_la_Cuenca_del_Plata_Un_informe_conjunto_del_JRC_de_la_Comision_Europea_el_CEMADEN_el_SISSA_y_la_OMM.
- 78 Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 79 http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/increments
- 80 Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 81 Bayraktarov, E.; Banaszak, A. T.; Montoya Maya, P. y otros. "Coral Reef Restoration Efforts in Latin American Countries and Territories". *PLOS ONE*, **2020**, 15 (8), e0228477. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0228477>.
- 82 Pörtner, H-O.; Roberts, D. C.; Adams, H. y otros. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC): 2022. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.
- 83 Pachauri, R. K.; Allen, M. R.; Barros, V. R. y otros. *Climate Change 2014: Synthesis Report*; equipo principal de redacción; Pachauri, R. K. y Meyer, L. A. (eds.). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC): Ginebra, 2014. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>.
- 84 Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCHA). "Latin America & the Caribbean – Monthly Situation Snapshot – As of 6 July 2021"; OCHA: 2021. <https://reliefweb.int/report/antigua-and-barbuda/latin-america-caribbean-monthly-situation-snapshot-6-july-2021>.
- 85 <https://es.euronews.com/2021/08/28/huracan-ida-impacta-en-cuba-dejando-intensas-lluvias-a-su-paso-y-miles-de-evacuados>
- 86 https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL062021_Fred.pdf
- 87 https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL072021_Grace.pdf
- 88 <https://environmentalmigration.iom.int/events/migration-and-climate-change-central-american-region>
- 89 <https://reliefweb.int/report/brazil/latin-america-caribbean-weekly-situation-update-27-december-2021-2-january-2022-3>.
- 90 <https://unfccc.int/NDCREG>
- 91 <https://www.cepal.org/en/topics/covid-19>
- 92 www.idam.am.gov.br. Véase también <https://www.ft.com/content/b799ebe8-5eec-4185-ac92-ce9593d4ad12>
- 93 <https://reliefweb.int/disaster/fl-2021-000204-bra>
- 94 Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). *Brazil Country Office – Bahia Humanitarian Flash Note No. 1, 07 January 2022*; UNICEF: 2022. <https://www.unicef.org/media/114251/file/Brazil%20Flash%20Situation%20Report,%2008%20January%202022.pdf>.
- 95 Carta Internacional sobre el Espacio y los Grandes Desastres. *Flooding in Brazil*; 30 de diciembre de 2021, <https://disasterscharter.org/web/guest/activations/-/article/flood-large-in-brazil-activation-742-;>
- 96 Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), www.conab.gov.br
- 97 <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/37016/SargPM.pdf?sequence=E2%80%A6>
- 98 Programa Ambiental del Caribe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). *Sargassum White Paper – Turning the Crisis into an Opportunity. Ninth Meeting of the Scientific and Technical Advisory Committee (STAC) to the Protocol Concerning Specially Protected Areas and Wildlife (SPA) in the Wider Caribbean Region*; Programa Ambiental del Caribe-PNUMA: Jamaica, 2021. <https://www.unep.org/cep/resources/publication/sargassum-white-paper-turning-crisis-opportunity>.

- 99 Programa Ambiental del Caribe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). *Sargassum White Paper – Turning the Crisis into an Opportunity. Ninth Meeting of the Scientific and Technical Advisory Committee (STAC) to the Protocol Concerning Specially Protected Areas and Wildlife (SPAW) in the Wider Caribbean Region*; Programa Ambiental del Caribe-PNUMA: Jamaica, 2021. <https://www.unep.org/cep/resources/publication/sargassum-white-paper-turning-crisis-opportunity>.
- 100 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). *Sargassum: Brown Tide or Golden Jewel?*; PNUMA: 2021. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36315/FB024.pdf>.
- 101 Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 102 Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Adams, H. y otros. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC): 2022. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.
- 103 Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR). *Regional Assessment Report of Disaster Risk in Latin America and the Caribbean: Challenges in Disaster Risk Reduction and Progress Towards the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (2015–2030) Targets*; UNDRR, 2021. <https://www.undrr.org/publication/undrr-roamc-regional-assessment-report-disaster-risk-latin-america-and-caribbean-rar>. Véase también la Base de datos internacional de desastres, <https://public.emdat.be/>.
- 104 Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR). *GAR Special Report on Drought 2021*; UNDRR: Ginebra, 2021. <https://www.undrr.org/media/49386/download>.
- 105 Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Adams, H. y otros. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC): 2022. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.
- 106 Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). *Brazil Country Office – Bahia Humanitarian Flash Note No. 1, 07 January 2022*; UNICEF: 2022. <https://www.unicef.org/media/114251/file/Brazil%20Flash%20Situation%20Report,%2008%20January%202022.pdf>.
- 107 CDN actualizada de Belice, <https://unfccc.int/NDCREG>
- 108 Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Adams, H. y otros. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC): 2022. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.
- 109 Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 110 Sobre la base de 23 Miembros de la región de América Latina y el Caribe que proporcionaron datos relativos a servicios climáticos en 2021.
- 111 De San Pablo, M. *CREWS Commits Additional Funding to Strengthen Early Warning Systems in the Caribbean*; UNDRR: 24 de febrero de 2022. <https://www.undrr.org/news/crews-commits-additional-funding-strengthen-early-warning-systems-caribbean>.
- 112 Organización Meteorológica Mundial (OMM). *2020 State of Climate Services: Risk Information and Early Warning Systems* (WMO-No. 1252) (Estado de los servicios climáticos en 2020: información sobre riesgos y sistemas de alerta temprana). Ginebra, 2020.
- 113 Organización Meteorológica Mundial (OMM). *2021 State of Climate Services: Water* (WMO-No. 1278) (Estado de los servicios climáticos en 2021: el agua). Ginebra, 2021.
- 114 Organización Meteorológica Mundial (OMM). *2021 State of Climate Services: Water* (WMO-No. 1278) (Estado de los servicios climáticos en 2021: el agua). Ginebra, 2021.
- 115 <https://gcos.wmo.int/en/essential-climate-variables/>



Climate Change Service

climate.copernicus.eu



Cemaden
Centro Nacional de Monitoreo y Alertas de Desastres Naturales



CIIFEN



Food and Agriculture Organization of the United Nations



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Met Office



CIMH
CENTRO INTERAMERICANO DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA



OCHA
United Nations
Office for the Coordination of Humanitarian Affairs



NOAA
NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION
U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE



unesco
Intergovernmental Hydrological Programme



UNDRR
UN Office for Disaster Risk Reduction

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



IOM
THE UNITED NATIONS
MIGRATION AGENCY



LEGOS

UN environment programme



JNFP



UNHCR
The UN Refugee Agency

Para más información, diríjase a:

Organización Meteorológica Mundial

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

Oficina de Comunicaciones Estratégicas Gabinete del Secretario General

Tel.: +41 (0) 22 730 83 14 – Fax: +41 (0) 22 730 80 27

Correo electrónico: cpa@wmo.int

public.wmo.int