

Científicos mundiales advierten de una emergencia climática

<https://academic.oup.com/bioscience/advance-article/doi/10.1093/biosci/biz088/5610806>

OXFORD ACADEMIC

BioScience American Institute of Biological Sciences

Científicos mundiales advierten de una emergencia climática

William J Ripple, Christopher Wolf, Thomas M Newsome, Phoebe Barnard, William R Moomaw

Author Notes

BioScience, biz088, <https://doi.org/10.1093/biosci/biz088>

Publicado: 5 de noviembre de 2019

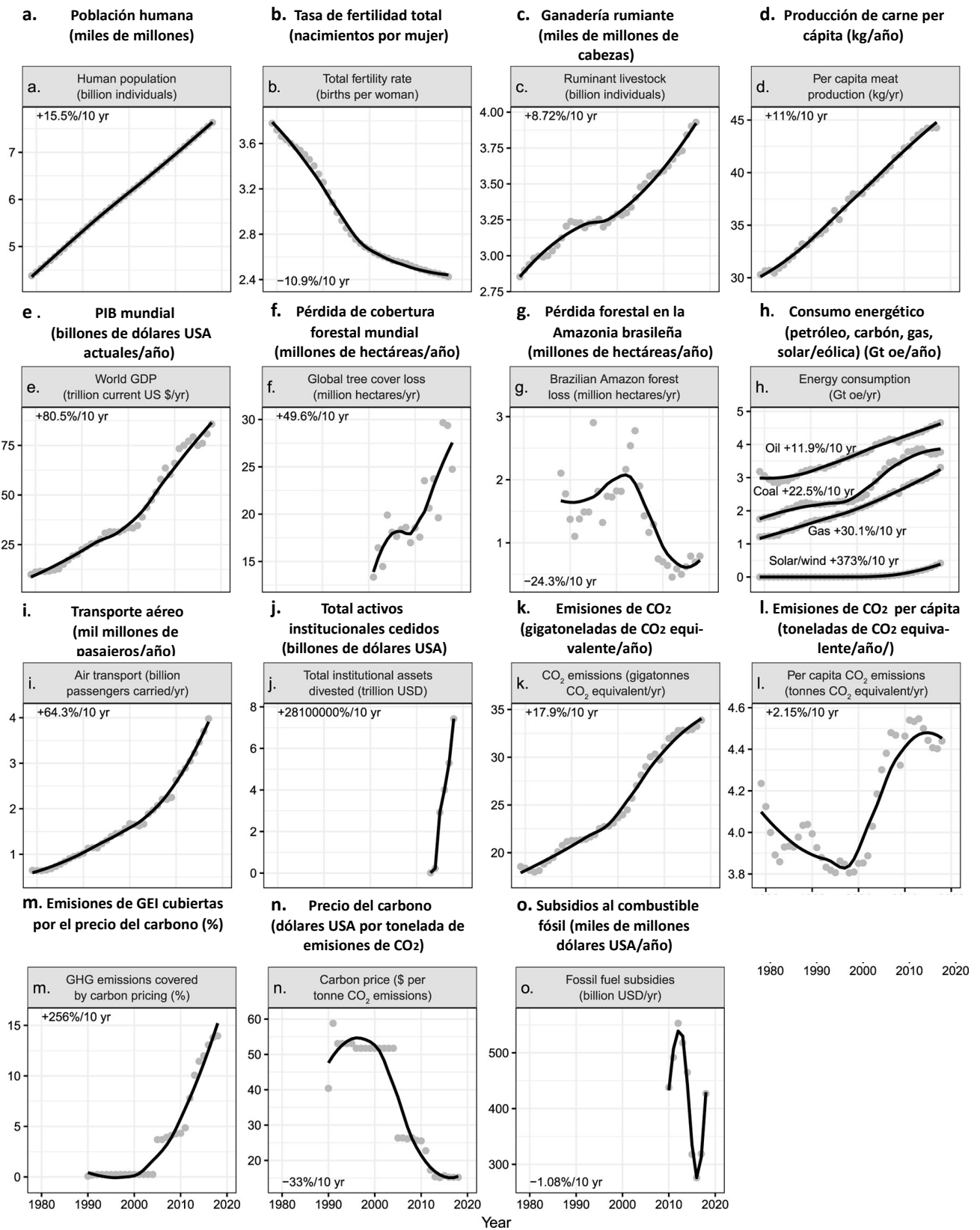
[Traducción, Notas y Apéndice: Luis Lluna Reig]

Los científicos tienen la obligación moral de advertir claramente a la humanidad de cualquier amenaza catastrófica y de "decirle cómo es". Motivados por esta obligación y por los indicadores gráficos que se presentan a continuación, declaramos, junto con más de 11.000 firmantes científicos de todo el mundo, de manera clara e inequívoca que el planeta Tierra se enfrenta a una emergencia climática.

Hace exactamente 40 años, científicos de 50 naciones se reunieron en la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima (en Ginebra 1979) y acordaron que las tendencias alarmantes del cambio climático exigían actuar con urgencia. Desde entonces, se han dado alarmas similares a través de la Cumbre de Río de 1992, el Protocolo de Kioto de 1997 y el Acuerdo de París de 2015, así como por decenas de otras asambleas mundiales y advertencias explícitas de científicos sobre un progreso insuficiente (Ripple et al. 2017). Sin embargo, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) siguen aumentando rápidamente, con efectos cada vez más perjudiciales para el clima de la Tierra. Hay que incrementar enormemente la escala de los esfuerzos si queremos conservar nuestra biosfera y evitar sufrimientos incalculables debido a la crisis climática (IPCC 2018).

La mayoría de los debates públicos sobre el cambio climático se basan únicamente en la temperatura superficial mundial, una medida inadecuada para registrar la amplitud de las actividades humanas y los peligros reales derivados de un planeta que está en proceso de calentamiento (Briggs et al. 2015). Los responsables de la formulación de políticas y el público en general necesitan urgentemente tener acceso a un conjunto de indicadores que reflejen los efectos de las actividades humanas en las emisiones de GEI [Gases de Efecto Invernadero] y los consiguientes impactos sobre el clima, nuestro medio ambiente y la sociedad. Basándonos en trabajos previos (véase el archivo suplementario S2) [supplemental file S2], presentamos un conjunto de gráficas relativas a signos del cambio climático durante los últimos 40 años debido a actividades humanas que pueden afectar a las emisiones de GEI y cambiar el clima (figura 1), así como los impactos climáticos que han tenido lugar (figura 2). Utilizamos únicamente conjuntos de datos relevantes, claros, comprensibles, recopilados sistemáticamente durante al menos los últimos 5 años y actualizados al menos anualmente.

Figura 1. Cambio en las actividades humanas globales desde 1979 hasta el presente. Estos indicadores están vinculados al menos en parte a...



NOTA del traductor.- Gt oe = Gigatonelada (mil millones de toneladas) equivalentes de petróleo

La tonelada equivalente de petróleo (tep, en inglés toe) es una unidad de energía. Su valor equivale a la energía que rinde una tonelada de petróleo, a la que, como varía según la composición química de éste, se le ha asignado un valor convencional de:

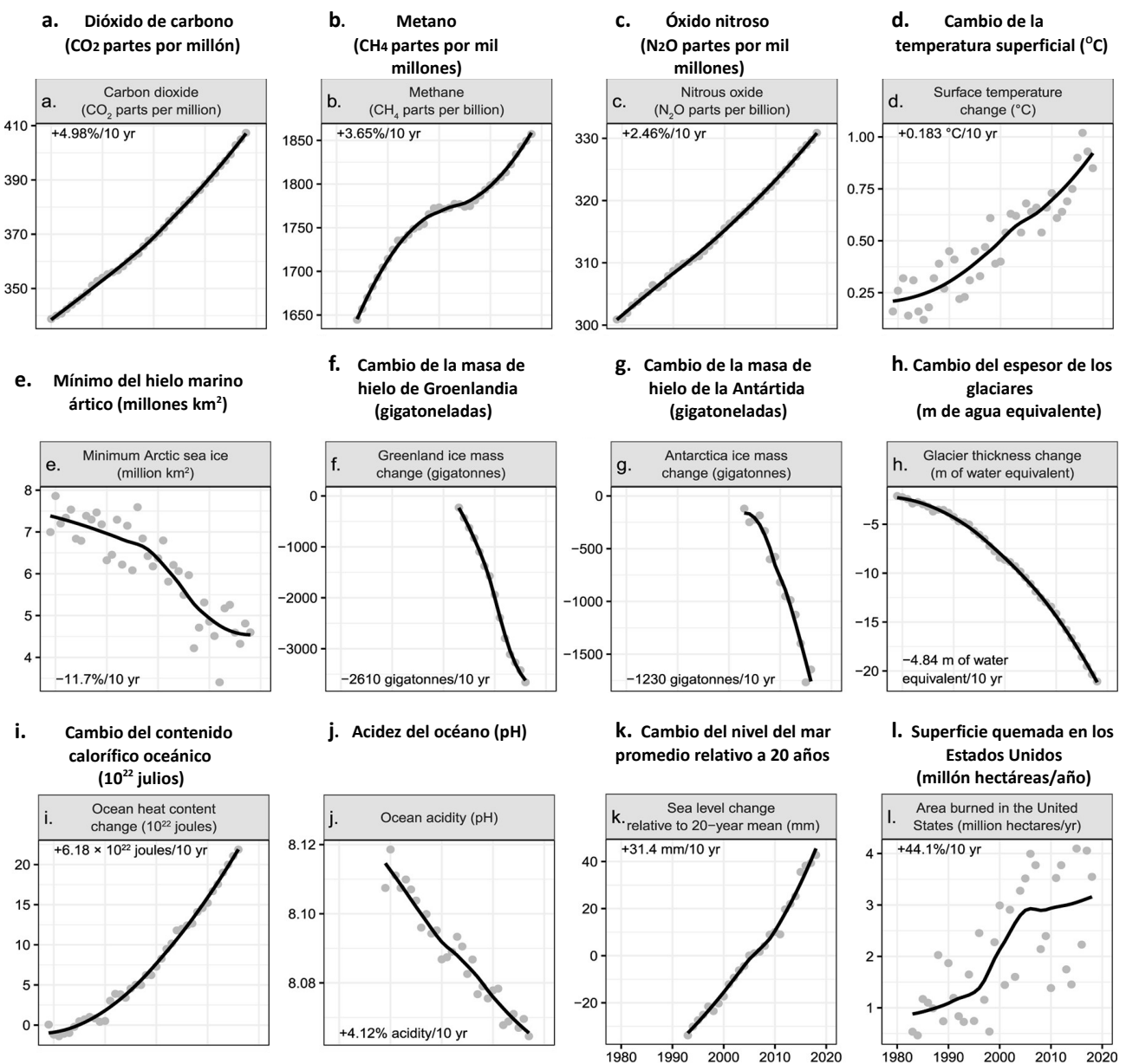
41 868 000 000 J (julios) = 11 630 kWh (kilovatios-hora)

Fuente: Wikipedia https://es.wikipedia.org/wiki/Tonelada_equivalente_de_petróleo

Cambio en las actividades humanas mundiales desde 1979 hasta la actualidad

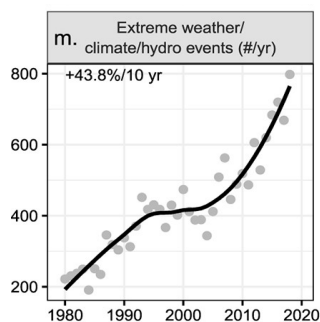
Estos indicadores están vinculados, al menos en parte, al cambio climático. En el panel (f), la pérdida anual de cobertura forestal puede atribuirse a cualquier causa (por ejemplo, incendios forestales, cosechas dentro de plantaciones de árboles o conversión de bosques en tierras agrícolas). En el cálculo de la pérdida de cobertura de árboles no se tiene en cuenta la ganancia forestal. En el panel (h), la hidroelectricidad y la energía nuclear se muestran en la [figura S2](#) [aparece en el Apéndice]. Las tasas mostradas en los paneles son los cambios porcentuales por década en todo el rango de la serie temporal. Los datos anuales se muestran con puntos en gris. Las líneas en negro son líneas de tendencia suave de regresión local. Abreviatura: Gt oe por año, gigatoneladas [mil millones de toneladas] de equivalente de petróleo por año. Las fuentes y los detalles adicionales relativos a cada variable se proporcionan en el archivo suplementario S2 [[supplemental file S2](#)], incluida la [tabla S2](#) [aparece en el Apéndice].

Figure 2. Series temporales de la respuesta climática desde 1979 hasta el presente. Las tasas indicadas en los paneles representan los cambios decadales...

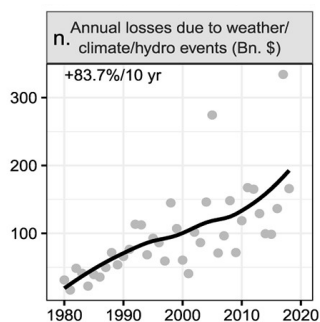


Leyenda explicativa más abajo

m. Fenómenos meteorológicos extremos/climáticos/hídricos (#/año)



n. Pérdidas anuales debidas a los fenómenos meteorológicos (miles de millones de dólares USA)



Serie temporal de respuesta climática desde 1979 hasta la actualidad. Las tasas mostradas en los paneles son las tasas de cambio decadales para todo el rango de las series temporales. Estas tasas se dan en términos porcentuales, excepto para las variables de intervalo (d, f, g, h, i, k), en las que en su lugar se indican los cambios aditivos. Para la acidez oceánica (pH), la tasa porcentual se basa en el cambio en la actividad de iones de hidrógeno, aH⁺ (donde valores de pH más bajos representan una mayor acidez). Los datos anuales se muestran utilizando puntos en gris. Las líneas en negro son líneas de tendencia suave de regresión local. Las fuentes y los detalles adicionales sobre cada variable se proporcionan en el archivo suplementario S2 [supplemental file S2], incluida la tabla S3.

NOTA del traductor.- Las gráficas de arriba manifiestan inequívocamente la extraordinaria gravedad de la actual alteración climática --una auténtica y sumamente dramática emergencia climática--, y la amenaza existencial que representa para la humanidad. Dejan perfectamente clara la necesidad de realizar urgentes y radicales cambios en el funcionamiento de la sociedad (incluyendo, muy especialmente, la economía).

Por otra parte, hay que considerar que la humanidad y el medio ambiente forman un sistema integrado dotado de una gran sinergia, por ello, la extremadamente grave alteración climática no debe considerarse como algo aislado, sino que también hay que tener en cuenta su interacción con los demás factores medioambientales: ecosistemas, hábitats, biodiversidad, etc., lo que, además, por sus efectos perturbadores interactivos entre todos ellos, potencia la amenaza contra los humanos. El sistema climático es únicamente una parte del sistema Tierra, y en sinergia con todo él.

La crisis climática está estrechamente relacionada con el consumo excesivo del estilo de vida rico. Los países más ricos son los principales responsables de las emisiones históricas de GEI y, por lo general, tienen las mayores emisiones per cápita (tabla S1). En el presente artículo, mostramos [solo] patrones generales, en su mayoría a escala mundial, porque son muchos los esfuerzos en relación con el clima realizados en regiones y países concretos. Nuestros signos vitales están diseñados para que sean de utilidad al público, a los encargados de formular políticas, a la comunidad empresarial y a quienes trabajan para aplicar el Acuerdo Climático de París, los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas y las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica.

Los signos por las actividades humanas profundamente preocupantes incluyen continuos aumentos de las poblaciones humana y del ganado rumiante, de la producción de carne per cápita, del producto interior bruto mundial, de la pérdida mundial de cobertura de árboles, del consumo de combustibles fósiles, del número de pasajeros aerotransportados, de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y de las emisiones per cápita de CO₂ desde el año 2000 (figura 1, supplemental

file S2) [archivo_suplementario S2]. Los signos alentadores incluyen disminuciones en las tasas mundiales de fertilidad (nacimientos) (figura 1b), pérdida forestal desacelerada en la Amazonía brasileña (figura 1g), aumentos en el consumo de energía solar y eólica (figura 1h), desinversión institucional de combustibles fósiles en más de 7 billones de dólares USA (figura 1j), y la proporción de emisiones de GEI cubiertas por los precios del carbono (figura 1m). Sin embargo, la disminución de las tasas de fertilidad humana se ha desacelerado sustancialmente durante los últimos 20 años (figura 1b), y el ritmo de pérdida de bosques en la Amazonía de Brasil ha comenzado a aumentar de nuevo (figura 1g). El consumo de energía solar y eólica se ha incrementado en un 373% por década, pero en 2018 todavía era 28 veces menor que el consumo de combustibles fósiles (gas combinado, carbón, petróleo; figura 1h). En 2018, aproximadamente el 14,0% de las emisiones mundiales de GEI estaban cubiertas por los precios del carbono (figura 1m), pero el precio medio ponderado por tonelada de emisiones globales era de solo alrededor de 15,25 dólares USA (figura 1n). Se necesita un precio del carbono mucho más alto (IPCC 2018, sección 2.5.2.1). Los subsidios anuales a los combustibles fósiles para las empresas energéticas han estado fluctuando y, debido a un reciente aumento, superaron los 400 mil millones dólares USA en 2018 (figura 1o).

Especialmente preocupantes son las tendencias que concurren en los signos vitales de los impactos climáticos (figura 2, supplemental file S2) [archivo suplementario S2]. Tres abundantes GEI [Gases de Efecto Invernadero] atmosféricos (CO₂, metano y óxido nitroso) siguen aumentando (ver en la figura S1 el pico funesto del CO₂ en 2019), al igual que la temperatura superficial global (figura 2a–2d). A nivel mundial, el hielo está desapareciendo rápidamente, lo que se pone en evidencia por la disminución de las tendencias en el mínimo estival del hielo marino ártico, de las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida, y del espesor de los glaciares en todo el mundo (figura 2e–2h). El contenido calorífico oceánico, la acidez de los océanos, el nivel del mar, el área quemada en los Estados Unidos, los fenómenos meteorológicos extremos y los costos de los daños asociados han seguido una tendencia al alza (figura 2i–2n). Se prevé que el cambio climático afectará en gran medida a la vida marina, del agua dulce y terrestre, desde el plancton y los corales hasta los peces y bosques (IPCC 2018, 2019). Todo lo expuesto pone de relieve la urgente necesidad de actuar.

A pesar de los 40 años de negociaciones mundiales sobre el clima, en general, salvo pocas excepciones, las cosas han seguido como siempre (business as usual) y en gran medida hemos fracasado en afrontar esta difícil situación (figura 1). Ya nos encontramos inmersos en plena crisis climática, y se está acelerando más rápido de lo que la mayoría de los científicos esperaban (figura 2, IPCC 2018). Es más grave de lo previsto, amenazando los ecosistemas naturales y el futuro de la humanidad (IPCC 2019). Especialmente alarmantes son los posibles puntos de inflexión irreversibles del clima y las retroalimentaciones positivas naturales (atmosférica, marina y terrestre) que podrían conducir a una catastrófica "Tierra invernadero", fuera del control de los humanos (Steffen et al. 2018). Estas reacciones climáticas en cadena podrían causar perturbaciones significativas en los ecosistemas, la sociedad y las economías, lo que podría convertir en inhabitables extensas áreas de la Tierra.

Para asegurar un futuro sostenible, debemos cambiar nuestros estilos de vida, de manera que mejoren los signos vitales resumidos por nuestras gráficas. El crecimiento económico y poblacional se encuentran entre los impulsores más importantes de los aumentos de las emisiones de CO₂ por la combustión de combustibles fósiles (Pachauri et al. 2014, Bongaarts y O'Neill 2018); por lo tanto, necesitamos transformaciones audaces y drásticas con respecto a las políticas económicas y de población. Sugerimos seis medidas críticas e interrelacionadas (sin ningún orden en especial) que los gobiernos, las empresas y el resto de la humanidad puedan tomar para mitigar los peores efectos del cambio climático. Se trata de acciones importantes, pero no son las únicas necesarias o posibles (Pachauri et al. 2014, IPCC 2018, 2019).

Energía

El mundo debe implementar rápidamente prácticas masivas de eficiencia energética y conservación, y sustituir los combustibles fósiles por energías renovables bajas en carbono ([figura 1h](#)) y otras fuentes más limpias de energía que sean seguras para las personas y el medio ambiente ([figura S2](#)). Debemos dejar en el terreno las existencias todavía restantes de combustibles fósiles (véanse los plazos en el [IPCC 2018](#)), y también aplicar diligentemente la tecnología de emisiones negativas efectivas, como la extracción de carbono de la fuente y la captura del aire, y especialmente mejorando los sistemas naturales (ver sección "Naturaleza"). Los países más ricos necesitan apoyar a las naciones más pobres en la transición hacia la eliminación del uso de los combustibles fósiles. Debemos suprimir rápidamente los subsidios a los combustibles fósiles ([figura 1o](#)) y aplicar políticas eficaces y justas orientadas al continuo incremento de los precios del carbono con el fin de restringir su uso.

Contaminantes de corta duración

Tenemos que reducir rápidamente las emisiones de contaminantes climáticos de corta duración, incluidos el metano ([figura 2b](#)), el carbono negro (hollín) y los hidrofluorocarburos (HFC). Con esto se ralentizarían los bucles de retroalimentación climática y posiblemente disminuiría durante las próximas décadas la tendencia de calentamiento a corto plazo en más de un 50%, y además, podrían salvarse millones de vidas y aumentarían los rendimientos de los cultivos por la reducción de la contaminación del aire ([Shindell et al. 2017](#)). Ha causado satisfacción la enmienda Kigali de 2016 para disminuir gradualmente los HFC.

Naturaleza

Debemos proteger y restaurar los ecosistemas de la Tierra. El fitoplancton, los arrecifes de coral, los bosques, las sabanas, los pastizales, los humedales, las turberas, los suelos, los manglares y las praderas marinas contribuyen en gran medida al secuestro del CO₂ atmosférico. Las plantas marinas y terrestres, los animales y los microorganismos desempeñan un papel importante en el ciclo y almacenamiento del carbono y nutrientes. Necesitamos reducir rápidamente la pérdida de hábitats y biodiversidad ([figura 1f-1g](#)), protegiendo los bosques primarios e intactos que aún quedan, especialmente aquellos con reservas de alto contenido de carbono y otros con la capacidad de secuestrar rápidamente el carbono (proforestación), aumentando al mismo tiempo a enormes escalas y donde sea apropiado la reforestación y la forestación. Aunque la tierra disponible puede verse limitada en ciertos lugares, podrían obtenerse con estas soluciones climáticas naturales ([Griscom et al. 2017](#)) hasta un tercio de las reducciones de emisiones necesarias para 2030 según el acuerdo de París (menos de 2°C).

NOTA del traductor.-

Forestación: es el establecimiento de plantaciones forestales en terrenos donde no hay evidencia de que existiera con anterioridad vegetación forestal.

Reforestación: es el establecimiento de plantaciones forestales en sitios donde anteriormente existió cubierta vegetal.

Proforestación: es la conservación de bosques maduros y mixtos. la forma más eficaz de secuestrar carbono de forma natural lo más rápido posible.

Alimentación

Debemos comer principalmente alimentos de origen vegetal y reducir el consumo mundial de productos animales ([figura 1c–d](#)), especialmente del ganado rumiante ([Ripple et al. 2014](#)), puede mejorar la salud humana y disminuir significativamente las emisiones de GEI (incluido el metano, ver sección "Contaminantes de corta duración"). Además, esto liberará tierras de cultivo para la producción de los muy necesarios alimentos vegetales dedicados al consumo humano, en vez de pienso para el ganado, y también permitirá que algunas tierras de pastoreo puedan utilizarse en apoyo de las soluciones climáticas naturales (ver sección "Naturaleza"). Las prácticas de cultivo, como la labranza mínima que aumentan el carbono del suelo, son de vital importancia. Tenemos que reducir drásticamente la enorme cantidad de desperdicio de alimentos en todo el mundo.

Economía

La extracción excesiva de materiales y la sobreexplotación de los ecosistemas, impulsadas por el crecimiento económico, deben reducirse rápidamente a fin de mantener la sostenibilidad a largo plazo de la biosfera. Necesitamos una economía libre de carbono que asuma explícitamente la dependencia humana de la biosfera, y políticas que orienten consecuentemente las decisiones económicas. Debemos cambiar nuestros objetivos: de la persecución del crecimiento del PIB y el enriquecimiento tenemos que pasar a la búsqueda del mantenimiento de los ecosistemas y la mejora del bienestar humano, priorizando las necesidades básicas y reduciendo la desigualdad.

Población

Sigue aumentando en aproximadamente 80 millones de personas al año, o más de 200.000 por día ([figura 1a–b](#)), la población mundial debe estabilizarse --e, idealmente, reducirse gradualmente-- dentro de un marco que garantice la integridad social. Existen políticas probadas y eficaces que fortalecen los derechos humanos al tiempo que reducen las tasas de fertilidad y disminuyen los impactos del crecimiento de la población en las emisiones de GEI y pérdida de biodiversidad. Estas políticas hacen que los servicios de planificación familiar estén disponibles a todo el público, eliminen los obstáculos a su acceso y alcancen la plena equidad de género, incluida la educación primaria y secundaria como norma mundial para todos, con especial mención de las niñas y las mujeres jóvenes ([Bongaarts y O'Neill 2018](#)).

NOTA del traductor.- Estoy de acuerdo en que debe haber una tendencia a estabilizar la población mundial, pero deben tomarse en consideración las peculiares circunstancias en que se encuentran los diferentes grupos poblacionales, pues las diferencias pueden ser enormes. No debe aplicarse una regla general para toda la humanidad. Según las regiones, hay grandes desigualdades en densidad de población; esperanza de vida; PIB per cápita; estilos de vida y hábitos de consumo, que pueden llegar a producir un poderoso efecto sobre el medio ambiente tanto local como global; responsabilidad histórica por los daños medioambientales ocasionados, etc. Los propios autores lo mencionan: «The climate crisis is closely linked to excessive consumption of the wealthy lifestyle. The most affluent countries are mainly responsible for the historical GHG emissions and generally have the greatest per capita emissions (table S1)» [«La crisis climática está estrechamente

relacionada con el consumo excesivo del estilo de vida rico. Los países más ricos son los principales responsables de las emisiones históricas de GEI y, por lo general, tienen las mayores emisiones per cápita (tabla S1)». “The most affluent countries” [los países más ricos] no son históricamente responsables solo por las emisiones de GHG (greenhouse gases, gases de efecto invernadero), sino también por otros innumerables daños medioambientales y sociales causados en todo el mundo, en especial en las que fueron antiguas colonias; Podría decirse que, en cierta medida, gracias a la depredación humana y medioambiental practicada han llegado a ser “the most affluent countries”. Las desigualdades pueden ser no solo portentosas, sino asimismo escandalosas, una brutal y desgarradora agresión contra toda idea de justicia social y humanismo.

Conclusiones

La mitigación y adaptación al cambio climático, a la vez que respeta la diversidad de los seres humanos, implica grandes transformaciones en la forma en que nuestra sociedad global funciona e interactúa con los ecosistemas naturales. Nos incita una reciente oleada de preocupación. Los organismos gubernamentales están haciendo declaraciones de emergencia climática. Los escolares están en huelga. Las demandas ecocidas están en proceso en los tribunales. Los movimientos ciudadanos de base están exigiendo cambios, y muchos países, estados y provincias, ciudades y empresas están respondiendo.

Como Alianza de Científicos Mundiales [Alliance of World Scientists], nos sentimos dispuestos a ayudar a los responsables de la toma de decisiones en una transición justa hacia un futuro sostenible y equitativo. Instamos a que se utilicen de manera generalizada los signos vitales, lo que permitirá a los responsables de la formulación de políticas, al sector privado y al público en general comprender mejor la magnitud de esta crisis, hacer un seguimiento de los progresos y reajustar las prioridades para aliviar el cambio climático. La buena noticia es que ese cambio transformador, con justicia social y económica para todos, promete un bienestar humano mucho mayor que el de las cosas como siempre [business as usual]. Creemos que las perspectivas serán mayores si los responsables de la toma de decisiones y toda la humanidad responden rápidamente a esta advertencia y declaración de una emergencia climática y actúan para sostener la vida en el planeta Tierra, nuestro único hogar.

NOTA del traductor.- No pueden pasarse por alto en estas conclusiones las restantes y muy importantes perturbaciones medioambientales, que pueden estar en mayor o menor grado vinculadas con el calentamiento global y el cambio climático, como la pavorosa pérdida de biodiversidad –destacando el estado de riesgo proyectado para 2050, en todo el mundo, de los arrecifes coralinos, que albergan el 25% de la totalidad de la flora y fauna oceánica--, migración forzada de especies animales marinas y terrestres, graves daños en ecosistemas y hábitats, agotamiento y eutrofización de tierras agrícolas y del agua tanto marina como terrestre, desertificación, gran escasez de agua dulce e incluso auténtico estrés hídrico en ciertas regiones, progresiva reducción de la protectora capa de ozono estratosférico e incremento del nocivo troposférico –nocivo tanto para los humanos como para los cultivos--, emergencia y reemergencia de enfermedades, aparición de nuevas plagas agrícolas, agotamiento de recursos minerales para la industria, etc.

Revisores colaboradores

Franz Baumann, Ferdinando Boero, Doug Boucher, Stephen Briggs, Peter Carter, Rick Cavicchioli, Milton Cole, Eileen Crist, Dominick A. DellaSala, Paul Ehrlich, Iñaki Garcia-De-Cortazar, Daniel Gilfillan, Alison Green, Tom Green, Jillian Gregg, Paul Grogan, John Guillebaud, John Harte, Nick Houtman, Charles Kennel, Christopher Martius, Federico Mestre, Jennie Miller, David Pengelley, Chris Rapley, Klaus Rohde, Phil Sollins, Sabrina Speich, David Victor, Henrik Wahren, and Roger Worthington.

Financiación

El Worthy Garden Club proporcionó parte de los fondos para este proyecto.

Sitio web del proyecto

Para ver el sitio web de la Alianza de Científicos Mundiales [Alliance of World Scientists] o para firmar este artículo, vaya a

<https://scientistswarning.forestry.oregonstate.edu>.

Material suplementario

Aparece una lista de los signatarios en el archivo suplementario S1 ([supplemental file S1](#)).

Autor Biográfico

Autor Biográfico

William J. Ripple (bill.ripple@oregonstate.edu) y Christopher Wolf (christopher.wolf@oregonstate.edu) están afiliados al Departamento de Ecosistemas Forestales y Sociedad Forestal de la Universidad Estatal de Oregón, en Corvallis y contribuyeron por igual al trabajo. Thomas M. Newsome está afiliado a la Escuela de Ciencias de la Vida y Ambientales de la Universidad de Sídney, en Sídney, Nueva Gales del Sur, Australia. Phoebe Barnard está afiliada al Conservation Biology Institute [Instituto de Biología para la Conservación], en Corvallis, Oregón, y con la Iniciativa Africana de Clima y Desarrollo, en la Universidad de Ciudad del Cabo, en Ciudad del Cabo, Sudáfrica. William R. Moomaw está afiliado a la The Fletcher School y al Global Development and Environment Institute [Instituto para el Desarrollo Global y el Medio Ambiente], en Tufts University, en Medford, Massachusetts

11.258 científicos signatarios de 153 países (lista en el archivo suplementario S1 [[supplemental file S1](#)])

Referencias citadas

Briggs S, Kennel CF, Victor DG. 2015. Planetary vital signs. *Nature Climate Change* 5: 969.

[Google Scholar](#) [Crossref](#)

Bongaarts J, O'Neill BC 2018. Global warming policy: Is population left out in the cold? *Science* 361: 650–652.

[Google Scholar](#) [Crossref](#) [PubMed](#)

Griscom BW et al. . 2017. Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114: 11645–11650.

[Google Scholar](#) [Crossref](#)

[IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2018. *Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report* . IPCC.

[IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2019. *Climate Change and Land* . IPCC.

Pachauri RK et al. . 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. *Intergovernmental Panel on Climate Change*.

Ripple WJ, Smith P, Haberl H, Montzka SA, McAlpine C, Boucher DH. 2014. Ruminants, climate change, and climate policy. *Nature Climate Change* 4: 2–5.

[Google Scholar](#) [Crossref](#)

Ripple WJ, Smith P, Haberl H, Montzka SA, McAlpine C, Boucher DH. 2014. Ruminants, climate change, and climate policy. *Nature Climate Change* 4: 2–5.

[Google Scholar](#) [Crossref](#)

Shindell D, Borgford-Parnell N, Brauer M, Haines A, Kuylenstierna J, Leonard S, Ramanathan V, Ravishankara A, Amann M, Srivastava L. 2017. A climate policy pathway for near- and long-term benefits. *Science* 356: 493–494.

[Google Scholar](#) [Crossref](#) [PubMed](#)

Steffen W et al. . 2018. Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115: 8252–8259.

[Google Scholar](#) [Crossref](#)

Notas del autor

William J. Ripple y Christopher Wolf contribuyeron por igual a la obra.

© El autor(es) 2019. Publicado por Oxford University Press en nombre del Instituto Americano de Ciencias Biológicas.

Este artículo se publica y distribuye bajo los términos de Oxford University Press, Standard Journals Publication Model

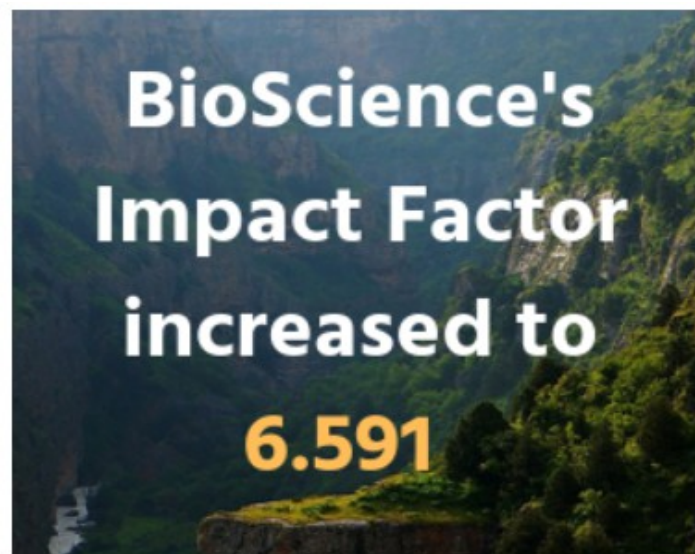
(https://academic.oup.com/journals/pages/open_access/funder_policies/chorus/standard_publication_model)

[Download all figures](#)

Datos suplementarios

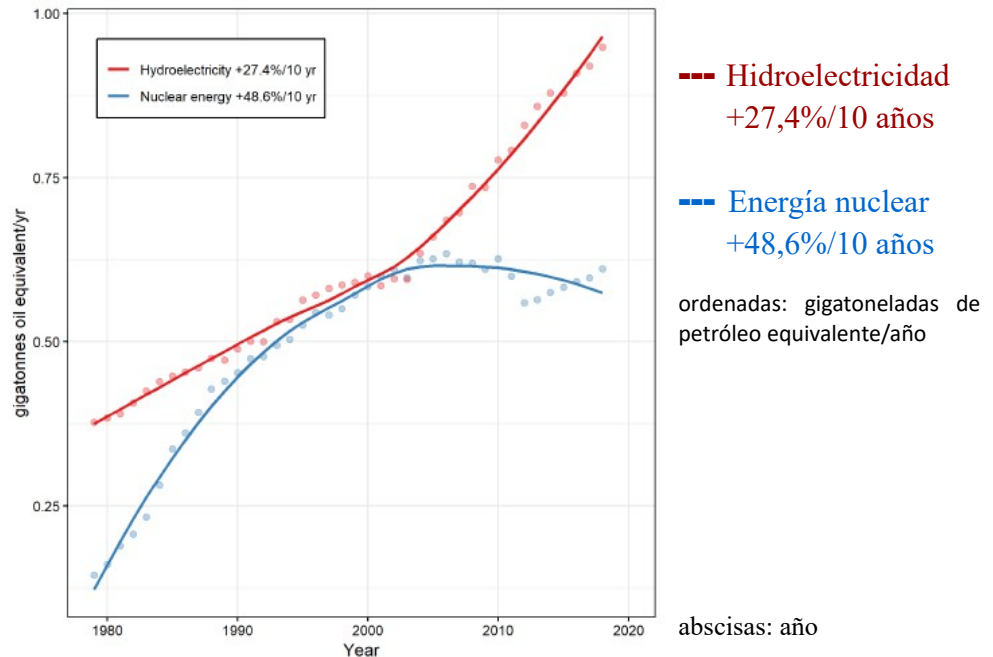
[biz088_Supplemental_file_S1](#) - pdf file

[biz088_Supplemental_file_S2](#) - pdf file



Apéndice del traductor

Tasas de consumo anual de energía nuclear e hidroeléctrica



Gt oe = Gigatonelada (mil millones de toneladas) equivalentes de petróleo

La **tonelada equivalente de petróleo (tep, en inglés toe)** es una unidad de energía. Su valor equivale a la energía que rinde una tonelada de petróleo, a la que, como varía según la composición química de éste, se le ha asignado un valor convencional de:

41 868 000 000 J (julios) = 11 630 kWh (kilovatios-hora)

Fuente: Wikipedia https://es.wikipedia.org/wiki/Tonelada_equivalente_de_petróleo

Figura S2. Tasas de consumo anual de energía nuclear e hidroeléctrica (British Petroleum Company, 2019). Las tasas que se muestran en la leyenda son del cambio decadal en el rango total de las series temporales (en términos de porcentaje). Para otras fuentes de energía menores que no se muestran en la figura véase British Petroleum Company (2019). El consumo de combustibles fósiles y de energías solar y eólica aparecen en la figura 1h del texto principal.

Figura S2 tomada del [Supplemental File S2: World Scientists' Warning of a Climate Emergency](#) by William J. Ripple, Christopher Wolf, Thomas M. Newsome, Phoebe Barnard, William R. Moomaw, 11,258 scientist signatories from 153 countries (list in supplemental file S1)

Algunos ejemplos tomados de los datos del Banco Mundial de las emisiones *per cápita* en 2013, en toneladas métricas de CO₂.
<http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC>

Emisiones de CO₂ (toneladas métricas per cápita), 2013

Centro de Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (Tennessee, Estados Unidos)

Media mundial 4,996 tm *per cápita*

Algunos países por encima de la media Algunos países por debajo de la media

Alemania	9,4	Afganistán	0,7
Australia	16,3	Bangladesh	0,4
Austria	7,4	Brasil	2,5
Bélgica	8,4	Chile	4,7
Canadá	13,5	Congo, Rep. Dem.	0,6
China	7,6	Ecuador	2,8
Corea, República de	11,8	Etiopía	0,1
Dinamarca	6,8	Filipinas	1,0
Eslovenia	7,0	Guatemala	0,9
Estados Unidos	16,4	India	1,6
Estonia	15,0	Indonesia	1,9
Federación de Rusia	12,5	Irak	4,9
Finlandia	8,5	Mali	0,1
Irlanda	7,6	Marruecos	1,8
Israel	8,8	Mauritania	0,7
Italia	5,7	México	3,9
Japón	9,8	Nepal	0,2
Luxemburgo	18,7	Nigeria	0,6
Noruega	11,7	Pakistán	0,8
Países Bajos	10,1	Panamá	2,7
Reino Unido	7,1	Paraguay	0,8
Unión Europea	6,7	Amér. Latina y Caribe	3,0
América del Norte	16,1	Asia Meridional	1,4
Europa Central y países bálticos	6,3	África subsahariana	0,8
		Mundo Árabe	4,7

Tabla elaborada por el traductor (Datos: Banco Mundial, 2013)

NOTA.- Las cifras del Banco Mundial no toman en consideración el intercambio comercial de bienes. Si se tomara esto en cuenta, las emisiones de muchos países de elevados ingresos resultarían incrementadas, algunas muy significativamente.

Tabla suplementaria

Tabla S1. Resúmenes regionales para 24 países y la Unión Europea.

Las variables mostradas son:

- CO₂ (emisiones totales de CO₂ asociadas con el consumo de combustibles fósiles en mega toneladas de CO₂)
- Población (población en millones)
- CO₂/capita (emisiones de CO₂ per cápita en toneladas por persona)
- Porcentaje (porcentaje de todas las emisiones de CO₂ asociadas con el consumo de combustibles fósiles en comparación con el total mundial)
- PIB/cápita (producto interno bruto per cápita en dólares estadounidenses por persona)

Todos los datos son del año 2018, excepto el PIB para Irán, que es de 2017 (estimación de 2018 aún no estaba disponible).

	CO ₂	Population	CO ₂ /capita	Share	GDP/capita
China	9429	1447	6.5	28.4%	\$9,400
United States	5145	327	15.7	15.5%	\$62,736
The European Union	3470	510	6.8	10.4%	\$36,806
India	2479	1354	1.8	7.5%	\$2,016
Russia	1551	144	10.8	4.7%	\$11,531
Japan	1148	127	9.0	3.5%	\$39,077
South Korea	698	51	13.6	2.1%	\$31,663
Iran	656	82	8.0	2.0%	\$5,536
Saudi Arabia	571	34	17.0	1.7%	\$23,305
Canada	550	37	14.9	1.7%	\$46,274
Indonesia	543	267	2.0	1.6%	\$3,898
Mexico	463	131	3.5	1.4%	\$9,330
Brazil	442	211	2.1	1.3%	\$8,868
South Africa	421	57	7.3	1.3%	\$6,376
Australia	417	25	16.8	1.3%	\$57,726
Turkey	390	82	4.8	1.2%	\$9,363
Thailand	302	69	4.4	0.9%	\$7,299
United Arab Emirates	277	10	29.0	0.8%	\$43,389
Malaysia	250	32	7.8	0.8%	\$11,048
Kazakhstan	248	18	13.5	0.7%	\$9,292
Singapore	230	6	39.7	0.7%	\$62,846
Vietnam	225	96	2.3	0.7%	\$2,539
Egypt	224	99	2.3	0.7%	\$2,526
Pakistan	196	201	1.0	0.6%	\$1,559
Ukraine	187	44	4.2	0.6%	\$2,977
Top 25	30511	5460	5.6	91.8%	\$13,960
World	33243	7550	4.4	100.0%	\$11,363

Tabla agregada, tomada del [Supplemental File S2](#): World Scientists' Warning of a Climate Emergency by William J. Ripple, Christopher Wolf, Thomas M. Newsome, Phoebe Barnard, William R. Moomaw, 11,258 scientist signatories from 153 countries (list in supplemental file S1)

Evolución de las concentraciones atmosféricas medias mensuales de dióxido de carbono (CO₂) en el observatorio de Mauna Loa (Hawái)

October 2019: 408.53 ppm
October 2018: 406.00 ppm

Last updated: November 5, 2019

ppm = partes por millón

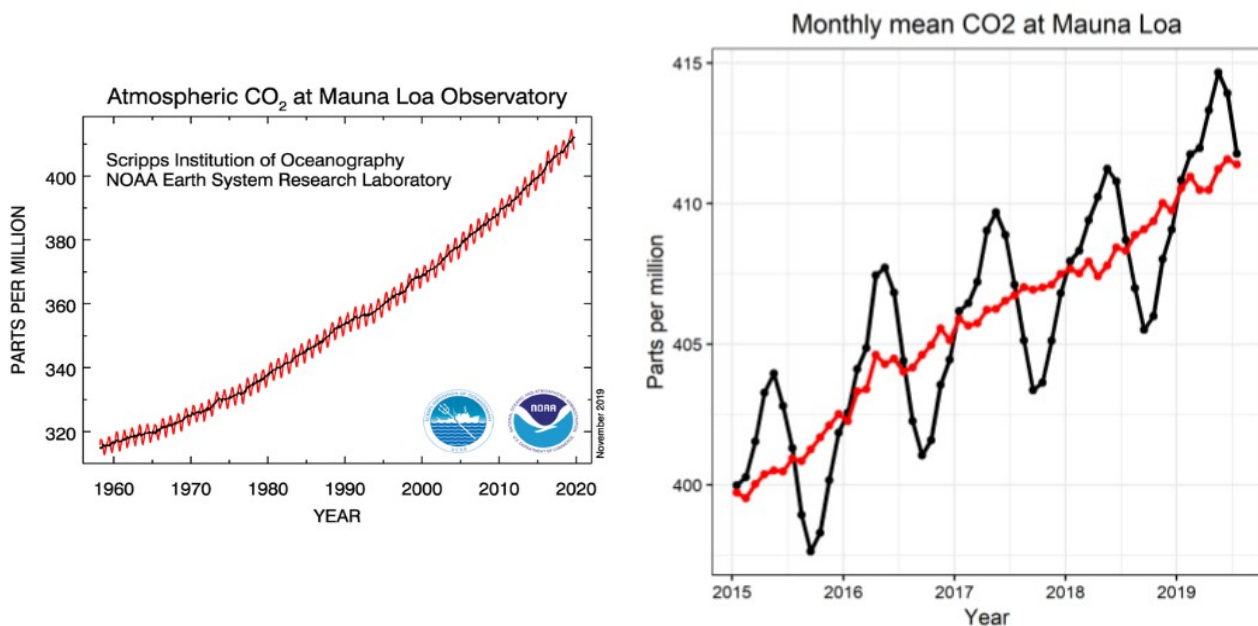


Figura S1 (derecha).- Promedio mensual de la concentración del dióxido de carbono medida en el Observatorio Mauna Loa, Hawái. Los datos de dióxido de carbono (curva en negro), medidos como la fracción de molar en aire seco, en Mauna Loa, constituyen el registro más largo de mediciones directas de CO₂ en la atmósfera. [...] La línea en negro representa los valores medios mensuales, centrados en la mitad de cada mes. La línea en rojo representa lo mismo, después de la corrección para el ciclo estacional promedio. Este último se determina como una media móvil de SIETE ciclos estacionales adyacentes centrados en el mes a corregir, a excepción de los TRES y medio primeros y últimos años del registro, en los que el ciclo estacional se ha promediado durante los SIETE primeros y últimos años. Fuente: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>

Imagen de la derecha agregada, tomada del Supplemental File S2: World Scientists' Warning of a Climate Emergency by William J. Ripple, Christopher Wolf, Thomas M. Newsome, Phoebe Barnard, William R. Moomaw, 11,258 scientist signatories from 153 countries (list in supplemental file S1)

Our World in Data [Nuestro Mundo en Datos]

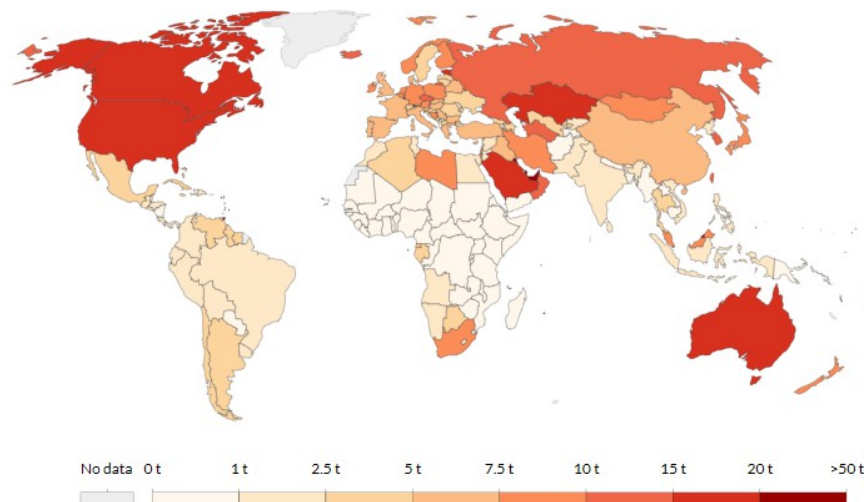
CO₂ and Greenhouse Gas Emissions [Emisiones de CO₂ y [otros] Gases de Efecto Invernadero (GEI)]

by Hannah Ritchie and Max Roser

Emisiones per cápita de CO₂, año 2017

CO₂ emissions per capita, 2017

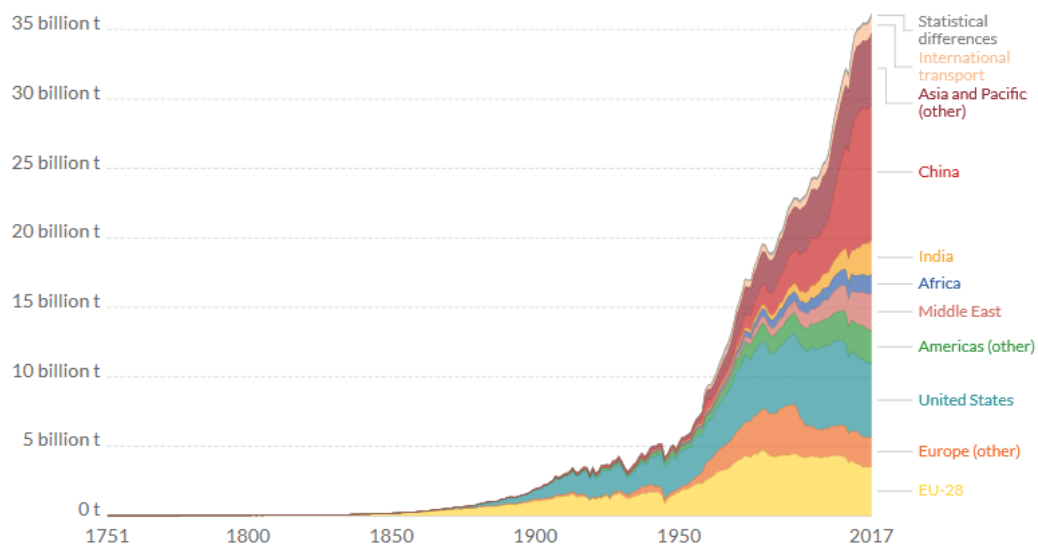
Average carbon dioxide (CO₂) emissions per capita measured in tonnes per year.



billion = mil millones

Emisiones totales anuales de CO₂, por región mundial de 1751 a 2017

Annual total CO₂ emissions, by world region

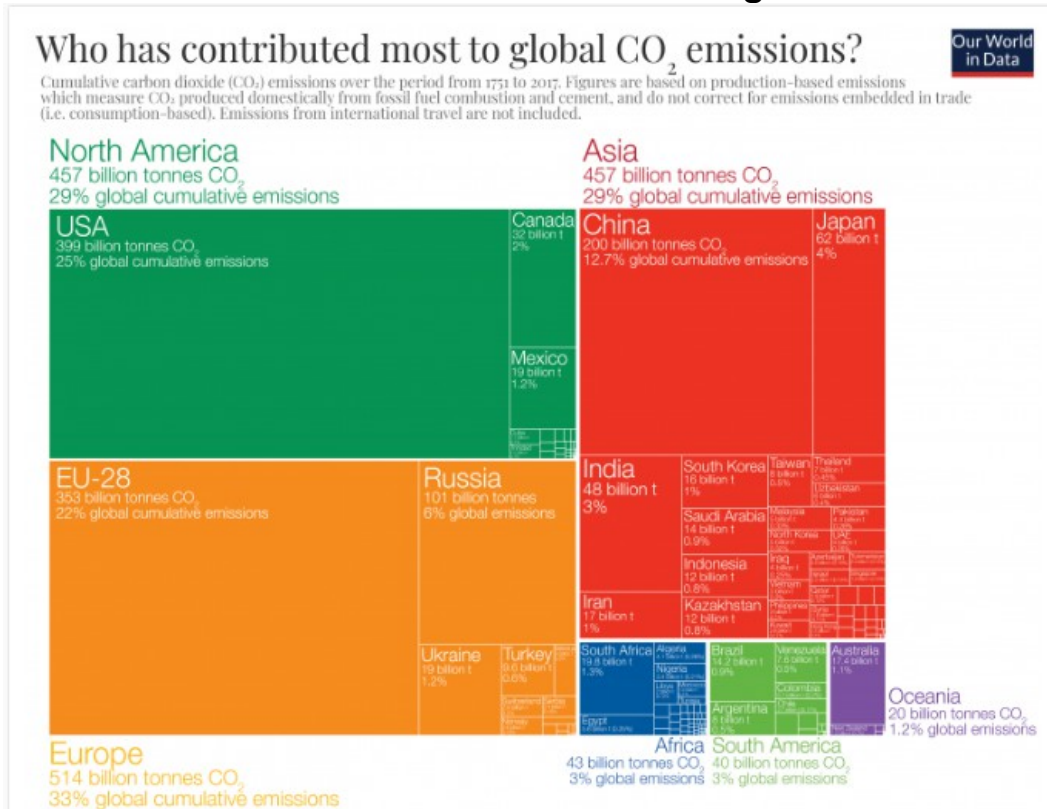


Source: Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC); Global Carbon Project (GCP)
Note: "Statistical differences" notes the discrepancy between estimated global emissions and the sum of all national and international transport emissions.

CC BY

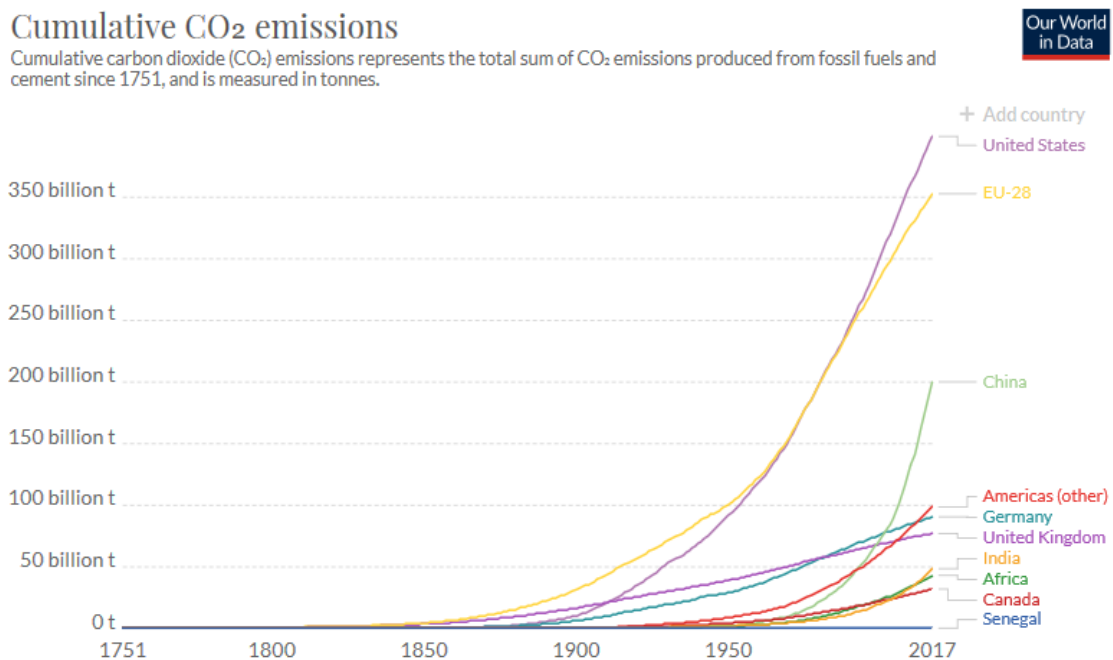
Emisiones acumuladas de dióxido de carbono (CO₂) desde 1751 a 2017

¿Quién ha contribuido más a las emisiones globales de CO₂?



billion = mil millones

Emisiones acumuladas de CO₂ de 1751 a 2017



Source: Global Carbon Project (GCP); Carbon Dioxide Information Analysis Centre (CDIAC)

CC BY

NOTAS del traductor.- El CO₂ puede permanecer siglos en la atmósfera, por lo que las emisiones históricas acumuladas tienen gran importancia en la responsabilidad sobre los sumamente graves problemas medioambientales.

En la gráfica, solo se evalúan las emisiones de CO₂ por el consumo de combustibles fósiles y la producción de cemento desde 1751. Se expresan en miles de millones (billion) de toneladas. No se tienen en cuenta los intercambios comerciales internacionales de bienes y servicios.

Hay algunos puntos clave que podemos aprender desde esta perspectiva:

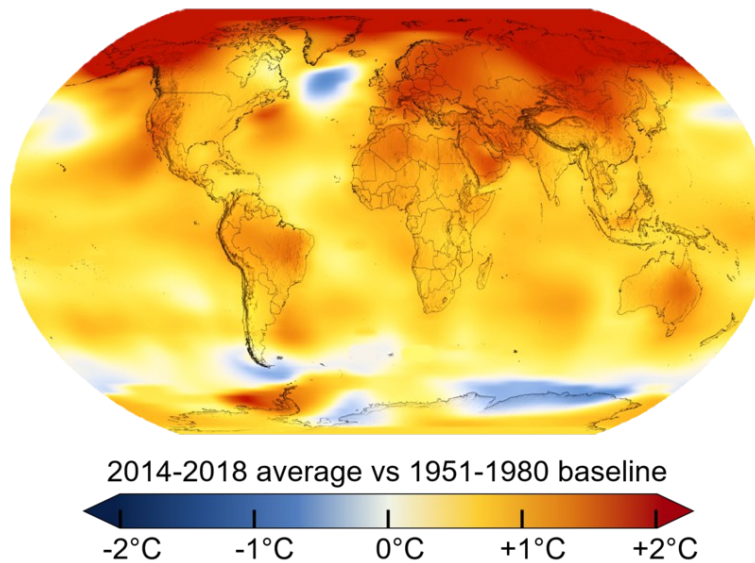
- Los Estados Unidos han emitido hasta la fecha más CO₂ que cualquier otro país: alrededor de 400 mil millones de toneladas desde 1751, es responsable del 25% de las emisiones históricas
- Esto representa el doble que China -- el segundo mayor contribuyente nacional del mundo
- Los 28 países de la Unión Europea (UE-28) están agrupados, pues suelen **negociar y fijar objetivos** de forma colaborativa. También la UE(28) es un gran contribuyente histórico con el 22 %;
- Muchos de los grandes emisores anuales actuales --como la India y el Brasil-- no son grandes contribuyentes en un contexto histórico;
- La contribución regional de África --en relación con el **tamaño de su población**-- ha sido muy pequeña. Se debe a emisiones per cápita muy bajas, tanto las históricas como las actuales.

Desde 1751, el mundo ha emitido más de 1.500 millones de toneladas de CO₂. Para alcanzar nuestro objetivo climático de limitar el aumento de la temperatura media a 2°C, **el mundo necesita reducir urgentemente las emisiones. Un argumento común es que aquellos países que más han contribuido al CO₂ en nuestra atmósfera --contribuyendo, por tanto, más al problema actual--, deben asumir mayor responsabilidad para abordarlo.** [Subrayado del traductor]

Nota del traductor.- El objetivo climático actual es limitar el aumento de temperatura media global con respecto a la era preindustrial a 1,5°C.

Cambios en la temperatura media global en los últimos 50 años

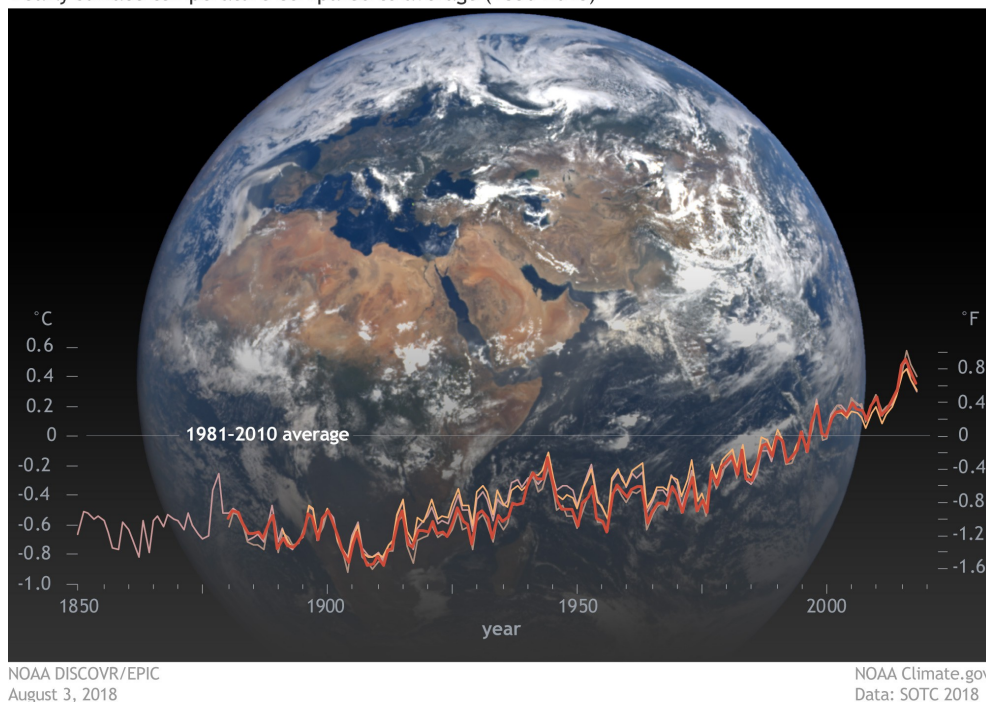
Temperature Change in the Last 50 Years



Cambio térmico en los últimos 50 años. Temperatura global media en 2014-2018 comparada con el promedio basal entre 1951 y 1980, de acuerdo al [Goddard Institute for Space Studies](#) de la [NASA](#). Fuente: Wikipedia https://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global

Temperatura superficial anual comparada con el promedio del período 1850-2018

Yearly surface temperature compared to average (1850-2018)



Historia de la temperatura global desde mediados del siglo XIX hasta 2018 en comparación con el promedio de 1981-2010 de cuatro equipos de análisis: NOAA (rojo), NASA (color cuero), Universidad de East Anglia (rosa) y la Agencia Meteorológica de Japón (naranja). En el fondo hay una imagen de la Tierra tomada el 3 de agosto de 2018 desde el satélite DISCOVER de la NOAA.

Fuente: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de EE.UU. Climate.gov <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>