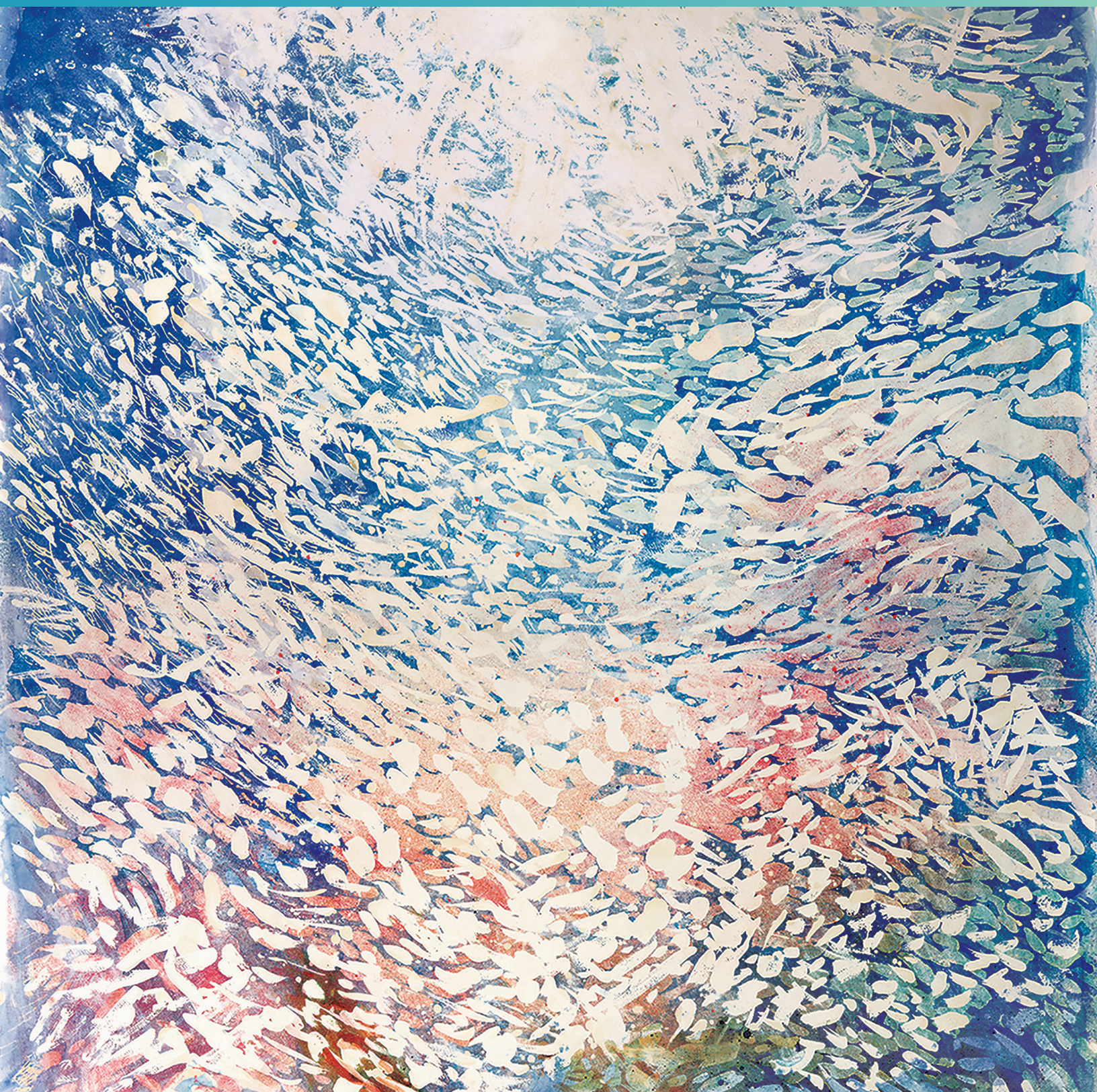


La Quinta Evaluación Nacional del Clima

Enfoque en el COVID-19 y el cambio climático



Enfoque en el COVID-19 y el cambio climático

Autores y colaboradores

Autor principal de coordinación federal

Allison R. Crimmins, US Global Change Research Program

Autor principal del capítulo

Kacey C. Ernst, University of Arizona

Contribuyentes técnicos

Susan Anenberg, George Washington University

Mary H. Hayden, University of Colorado, Lyda Hill Institute for Human Resilience

Brendalynn O. Hoppe, University of Minnesota Climate Adaptation Partnership

Loretta J. Mickley, Harvard University

Dannele E. Peck, USDA Agricultural Research Service, Northern Plains Climate Hub

Heather J. Tanana, University of Utah, S.J. Quinney College of Law

J. Jason West, University of North Carolina at Chapel Hill

Editor revisor

Mark M. Shimamoto, American Geophysical Union

Arte de apertura de capítulo

Ellen Blum

Cita recomendada

Ernst, K.C., A.R. Crimmins, S. Anenberg, M.H. Hayden, B.O. Hoppe, L.J. Mickley, D.E. Peck, H.J. Tanana, and J.J. West, 2023: Enfoque en el COVID-19 y el cambio climático. En: *La Quinta Evaluación Nacional del Clima*. Crimmins, A.R., C.W. Avery, D.R. Easterling, K.E. Kunkel, B.C. Stewart, and T.K. Maycock, Eds. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA. <https://doi.org/10.7930/NCA5.2023.F3.ES>

Enfoque en el COVID-19 y el cambio climático

El cambio climático puede aumentar la probabilidad de pandemias como el COVID-19 y empeorar sus impactos. Los cambios en los ecosistemas provocados por el clima aumentan el riesgo de enfermedades infecciosas emergentes al alterar las interacciones entre humanos, patógenos y animales y modificar la susceptibilidad social y biológica a la infección. El cambio climático también amplifica el riesgo de infección entre las personas que se encuentran en primera línea de exposición, especialmente las que disponen de menos recursos. Afrontar los retos del cambio climático y las pandemias exige una acción colectiva temprana y un cambio sistémico.

El impacto del clima en las enfermedades infecciosas

Más de la mitad de las enfermedades patógenas humanas conocidas se ven exacerbadas por el cambio climático¹, especialmente las zoonóticas (originadas en animales) y las transmitidas por vectores (KM 15.1; Tabla 8.1). Las enfermedades zoonóticas representan tres de cada cuatro nuevos patógenos emergentes, incluido el COVID-19². Los cambios climáticos alteran la distribución, la diversidad y la abundancia de vectores y huéspedes no humanos, así como la susceptibilidad de los huéspedes a los patógenos y su reproducción. Los cambios climáticos también pueden acelerar la transmisión de patógenos y favorecer el establecimiento de nuevas enfermedades (KM 8.2, 15.1). Junto con las redes mundiales de viajes y la densa urbanización, los nuevos patógenos pueden propagarse rápidamente a zonas alejadas de sus orígenes. Nuestra comprensión del COVID-19 está evolucionando, pero la pandemia demuestra la amenaza global de las enfermedades infecciosas emergentes y ha aumentado la concientización sobre los vínculos entre el cambio climático y las enfermedades zoonóticas^{3,4}.

Las interacciones entre el COVID-19 y el cambio climático agravan las desigualdades existentes

Los desastres relacionados con el clima han interactuado con el COVID-19 a lo largo de la pandemia de múltiples maneras (Tabla F3.1). Ciertas comunidades —como trabajadores esenciales, adultos mayores, comunidades de escasos recursos y comunidades de color— se ven desproporcionadamente afectadas por estas exposiciones agravadas (KM 15.2)⁵.

Tabla F3.1. Las interacciones entre el COVID-19 y el cambio climático agravan las desigualdades existentes

La tabla muestra ejemplos de impactos desproporcionados relacionados con el COVID-19 y el cambio climático.

Exposiciones relacionadas con el clima	Impacto en la salud	Interacciones del COVID-19 con el cambio climático
Huracanes	Transmisión del COVID-19	Después del paso del huracán Laura por la costa del Golfo en 2020, el número promedio de hospitalizaciones por COVID-19 aumentó en comparación con antes de la tormenta, y fue significativamente mayor en los condados más afectados por esta ⁶ .
Sequía	Transmisión del COVID-19	Muchas zonas, incluida la cuenca del río Colorado, sufrieron sequías extremas —un peligro relacionado con el clima— y reducciones históricas del suministro de agua durante la pandemia. Esto resaltó la falta de acceso al agua potable para la salud y la higiene de más de 2 millones de personas que viven en los EE. UU., la mayoría de las cuales son personas de color (KM 4.2). Las tierras tribales sin acceso confiable al agua presentaron una mayor incidencia de COVID-19 ⁷ .
Incendios forestales, huracanes	Transmisión del COVID-19	El hacinamiento y la falta de higiene aumentaron la propagación de enfermedades durante las evacuaciones relacionadas con desastres ^{5,8} . El COVID-19 también redujo la disposición a evacuar a los refugios ⁹ .
Incendios forestales	Severidad de la enfermedad del COVID-19	Los incendios forestales agravan el riesgo de enfermedades al empeorar la calidad del aire (KM 7.2, 14.2). La inhalación de partículas diminutas en el aire aumenta la vulnerabilidad de una persona al COVID-19 ^{10,11} . El humo de los incendios masivos de 2020 en el oeste se relacionó con un aumento de los casos de COVID-19 y las muertes asociadas ¹² .
Calor extremo, sequía, incendios forestales	Medios de subsistencia	Los trabajadores agrícolas —de los cuales aproximadamente el 70 % han nacido fuera de los EE. UU.— son desproporcionadamente vulnerables a los impactos del cambio climático que exacerban el riesgo de COVID-19 ^{13,14} . El calor extremo, la sequía y los incendios forestales, combinados con la pandemia, afectaron negativamente la salud de los trabajadores agrícolas, los ingresos agrícolas y la economía agrícola en general (Figura 11.1) ^{13,15,16} .
Contaminación del aire	Disparidades de transmisión y severidad del COVID-19	La exposición a la contaminación por partículas puede intensificar la morbilidad y la mortalidad por COVID-19 (KM 15.2). Las disparidades en la exposición a la contaminación por partículas pueden explicar en parte por qué los estadounidenses indígenas, nativos de Alaska, isleños del Pacífico, negros y latinos han experimentado tasas más altas de casos, hospitalización y muerte por COVID-19 en comparación con los estadounidenses blancos ^{11,17} .
Desastres climáticos y amenaza a largo plazo	Impactos en la salud mental	El cambio climático y la pandemia pueden aumentar significativamente la carga de la salud mental en los EE. UU. ¹⁸ , ya que las desigualdades actuales en el acceso conducen a un aumento de las brechas en las consecuencias sobre la salud mental ^{19,20,21} . La incertidumbre, la frustración, la desesperanza y la impotencia, unidas a la pérdida de los medios de subsistencia, los cambios drásticos en el estilo de vida y la alteración de las rutinas, están relacionadas con las afecciones del COVID-19 y post-COVID, así como con los impactos agudos y crónicos del cambio climático en la salud mental (KM 15.1) ^{22,23} .

Lecciones de COVID-19 para la gestión del cambio climático

En 2020, los cierres por COVID-19 redujeron el transporte y la generación de electricidad, disminuyendo en un 11 % las emisiones anuales de gases de efecto invernadero (greenhouse gas, GHG) en los EE. UU.²⁴. En el punto álgido de las restricciones por COVID-19 (abril de 2020), las emisiones disminuyeron aproximadamente un 32 %^{25,26}. Aunque las reducciones de emisiones no fueron sostenidas y tuvieron poca influencia en el clima global²⁷, revelaron el impacto que las acciones climáticas podrían tener sobre la calidad del aire y el ciclo del carbono^{25,28,29,30}. La efímera disminución de las emisiones de GHG, a pesar de los drásticos cambios en el estilo de vida, así como la resistencia pública a las restricciones, vacunas y mascarillas, sugieren que los cambios voluntarios en el estilo de vida no serán suficientes para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones de GHG. Alcanzar las emisiones netas cero es factible y requeriría implementar cambios sistémicos conocidos (KM 32.2).

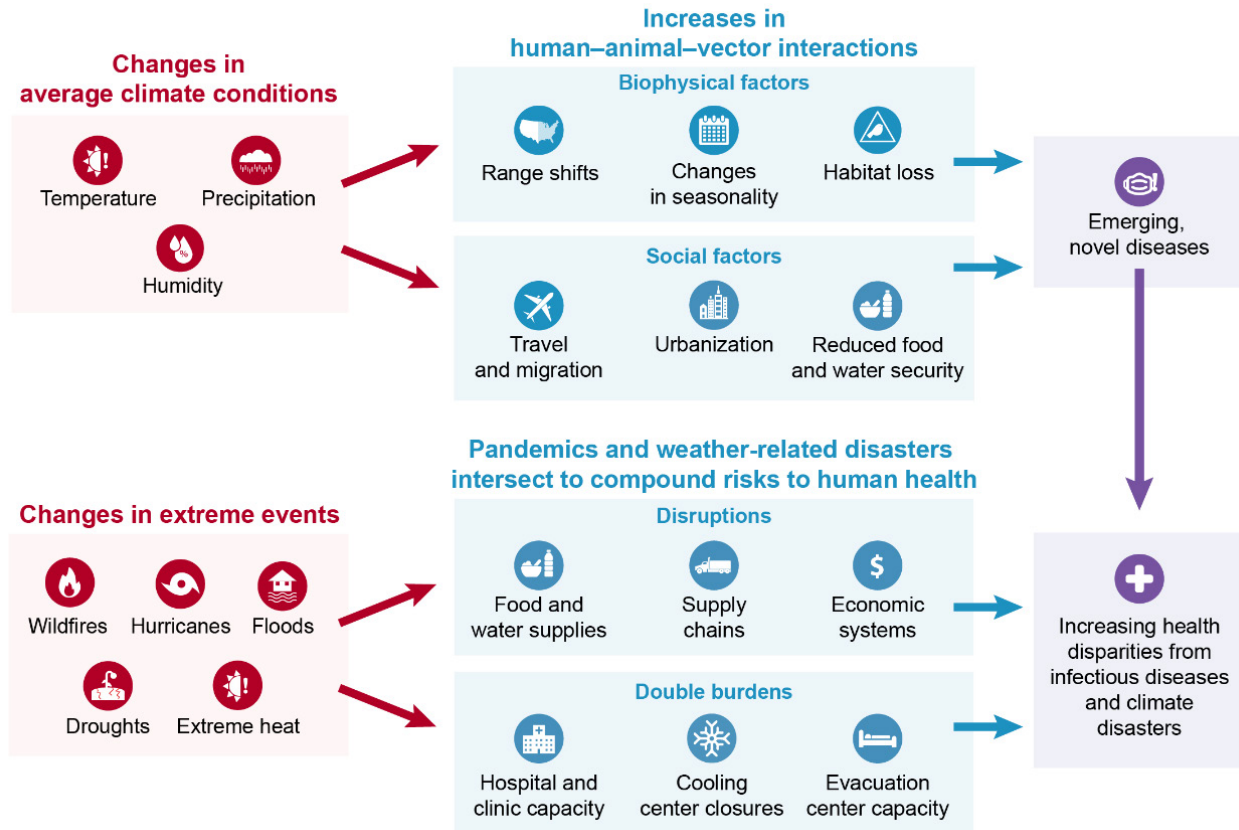
Las primeras proyecciones de los costos del COVID-19 para los EE. UU. por pérdida de producción económica (es decir, ingresos) y reducción de la salud (es decir, muerte prematura e incapacidad a largo plazo) se calcularon en \$17.9 billones (en dólares de 2022)³¹; una subestimación dada la transmisión continua y la alta prevalencia de afecciones post-COVID³². El cambio climático también abarca costos directos e indirectos significativos e inequitativos, que aumentan con el retraso en la respuesta (KM 19.1). El desarrollo de soluciones ayudaría a evitar los importantes costos económicos de futuras pandemias y del cambio climático.

El COVID-19 y el cambio climático tienen retos y soluciones subyacentes comunes^{33,34}. Entre las soluciones compartidas se encuentran las siguientes:

- Una mejor comunicación científica que genere confianza y minimice los impactos de la desinformación.
- Acción colectiva entre naciones para minimizar las amenazas.
- Diseño de programas ascendentes y descendentes para aumentar la resiliencia de las comunidades.
- Soluciones para abordar las marcadas disparidades socioeconómicas, raciales y de género que aumentan la vulnerabilidad de quienes sufren discriminación o tienen menos recursos.
- Inversiones en salud pública e infraestructura médica que puedan responder a aumentos agudos de la carga médica.
- Avance continuo de la tecnología para prevenir y responder a las crisis.
- Sistemas ágiles y con capacidad de reacción que detecten y respondan a las señales de alerta antes de que se produzcan los peores impactos.

Actuar con rapidez tiene grandes ventajas. En el caso del COVID-19, las muertes se han mantenido por debajo de las hospitalizaciones, las hospitalizaciones se han mantenido por debajo de las infecciones y las infecciones por debajo de las exposiciones, lo que da tiempo a prepararse si se dispone de sistemas adecuados de vigilancia y salud pública. Del mismo modo, las emisiones actuales de GHG afectarán el clima durante las próximas décadas y retrasar la adopción de medidas tiene consecuencias importantes (KM 19.1)³¹. Las acciones preventivas tempranas retrasarán o evitarán los impactos tanto de las pandemias como del cambio climático, sobre todo los que sufran las generaciones futuras. En cuanto al cambio climático, las acciones preventivas incluyen lograr emisiones netas cero (KM 32.1) y aumentar la capacidad de adaptación (KM 31.3). Para las pandemias, las acciones incluyen abordar las desigualdades de salud actuales, modernizar los sistemas de vigilancia, mejorar la comunicación dirigida, movilizar programas de prevención basados en la comunidad y desarrollar rápidamente soluciones técnicas como las vacunas. Podemos utilizar las lecciones aprendidas de la pandemia de COVID-19 para aumentar la resiliencia y mitigar, responder y recuperarnos mejor tanto del próximo nuevo patógeno como del cambio climático.

Cambio climático y riesgos de pandemia



El cambio climático exacerba el riesgo de enfermedades infecciosas y aumenta las disparidades sanitarias.

Figura F3.1. (arriba) se proyecta que el cambio climático altere el área de distribución geográfica y la estacionalidad de los vectores de enfermedades y los animales huéspedes debido a la pérdida de hábitat y a los cambios en su idoneidad. Los cambios climáticos concomitantes en los sistemas sociales humanos —como la migración y los viajes, el crecimiento de los centros urbanos y la inseguridad alimentaria e hídrica— aumentan el potencial de propagación rápida de nuevos patógenos. (abajo) Los eventos meteorológicos extremos más frecuentes o severos pueden interrumpir simultáneamente las cadenas de suministro y causar más alteraciones económicas. Los eventos meteorológicos extremos durante una pandemia pueden reducir la capacidad de atención médica, aumentar el hacinamiento en los centros de evacuación y aumentar la exposición a condiciones extremas, como la exposición al calor extremo si se cierran los centros de refrescamiento, todo lo cual actúa conjuntamente para aumentar las disparidades de salud. Créditos de la figura: University of Arizona y USGCRP. Consulte los metadatos de la figura para conocer otros colaboradores.

Cuentas trazables

Descripción de la base de evidencia y brechas en la investigación

El equipo de autores revisó la ciencia actual relacionada con el COVID-19 y el cambio climático, centrándose especialmente en los impactos más medibles de los desastres relacionados con el cambio climático y sus impactos agravados durante la pandemia de COVID-19. Cada vez son más las publicaciones que examinan los efectos combinados sobre la salud de los desastres y los desastres extremos provocados por el COVID-19 y el cambio climático⁵. Los artículos de investigación primaria examinan los vínculos entre la contaminación del aire, los incendios forestales y la susceptibilidad al COVID-19 y varios estudios de casos examinan la capacidad hospitalaria en zonas que experimentan tanto el COVID-19 como desastres naturales. Entre ellos se incluyen artículos que demuestran cómo el calor extremo durante la pandemia se traslapó con el COVID-19 para afectar las poblaciones vulnerables³⁵; la influencia de la pandemia de COVID-19 en la disposición a evacuar durante los huracanes⁹; el impacto potencial de la evacuación por huracanes en la transmisión de COVID-19³⁶ y el papel de los incendios forestales en la susceptibilidad a la enfermedad grave por el COVID-19. En la literatura académica se han establecido numerosos paralelismos entre el cambio climático y la pandemia de COVID-19⁵. La mayoría de estos artículos son revisiones de la ciencia de estos dos retos que tratan de identificar cómo se interrelacionan. Muchos de los artículos plantean temas similares, lo que indica cierto grado de consenso entre los expertos que han examinado estos dos asuntos.

Siguen existiendo importantes brechas en la comprensión del papel que el cambio climático ha desempeñado y desempeñará en relación con la transmisión del COVID-19. Por ejemplo, no está claro si el cambio climático fue un factor impulsor de la aparición del nuevo virus SARS-CoV-2, ni en qué medida lo fue³⁷. No hay consenso científico y la certeza de esta relación es baja. Sigue habiendo dudas sobre el citado aumento de especies de murciélagos en la región, así como sobre los métodos para calcular el cambio de vegetación. Esto ilustra los retos de vincular directamente la aparición de un nuevo patógeno con el cambio climático, ya que la aparición de patógenos es una consecuencia posterior de los impactos de primer orden (es decir, cambios geofísicos en el clima) y de segundo orden (cambios en bosques, praderas y océanos) del aumento de los GHG. Existe evidencia que respalda una mayor transmisión de COVID-19 en los meses más secos y fríos, pero es necesario establecer tendencias a más largo plazo antes de poder realizar proyecciones confiables sobre cómo afectará el cambio climático los patrones de transmisión.

En el caso de los sistemas de enfermedades con una historia más larga, el papel del cambio climático en el aumento del área de distribución geográfica y la incidencia de la enfermedad es mucho más claro. Los sistemas de enfermedades zoonóticas y transmitidas por vectores están especialmente sujetos a los impactos del cambio climático. Ya se está produciendo una expansión del área de distribución de los vectores de enfermedades^{38,39}. Los cambios en las áreas de distribución también alterarán las interacciones entre especies, lo que provocará un aumento proyectado de la transmisión entre especies⁴⁰. También se anticipa que los desplazamientos humanos provocados por desastres relacionados con el cambio climático y la pérdida de medios de subsistencia desplacen patógenos por todo el planeta⁴¹ y expondrán a un mayor número de personas cuando estos patógenos se introduzcan en poblaciones urbanas cada vez más grandes⁴².

Referencias

1. Mora, C., T. McKenzie, I.M. Gaw, J.M. Dean, H. von Hammerstein, T.A. Knudson, R.O. Setter, C.Z. Smith, K.M. Webster, J.A. Patz, and E.C. Franklin, 2022: Over half of known human pathogenic diseases can be aggravated by climate change. *Nature Climate Change*, **12** (9), 869–875. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01426-1>
2. NCEZID, 2021: Zoonotic Diseases. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases. <https://www.cdc.gov/onehealth/basics/zoonotic-diseases.html>
3. Gibb, R., L.H.V. Franklino, D.W. Redding, and K.E. Jones, 2020: Ecosystem perspectives are needed to manage zoonotic risks in a changing climate. *BMJ*, **371**, m3389. <https://doi.org/10.1136/bmj.m3389>
4. Rodó, X., A. San-José, K. Kirchgatter, and L. López, 2021: Changing climate and the COVID-19 pandemic: More than just heads or tails. *Nature Medicine*, **27** (4), 576–579. <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01303-y>
5. Phillips, C.A., A. Caldas, R. Cleetus, K.A. Dahl, J. Declat-Barreto, R. Licker, L.D. Merner, J.P. Ortiz-Partida, A.L. Phelan, E. Spanger-Siegfried, S. Talati, C.H. Trisos, and C.J. Carlson, 2020: Compound climate risks in the COVID-19 pandemic. *Nature Climate Change*, **10** (7), 586–588. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0804-2>
6. Tracey, M., A. Plemmons, and A. Belasen, 2022: Throwing caution to the wind: How hurricanes affect COVID-19 spread. *Health Economics*, **31** (6), 1258–1265. <https://doi.org/10.1002/hec.4499>
7. Rodriguez-Lonebear, D., N.E. Barceló, R. Akee, and S.R. Carroll, 2020: American Indian reservations and COVID-19: Correlates of early infection rates in the pandemic. *Journal of Public Health Management and Practice*, **26** (4), 371–377. <https://doi.org/10.1097/phh.0000000000001206>
8. Shultz, J.M., C. Fugate, and S. Galea, 2020: Cascading risks of COVID-19 resurgence during an active 2020 Atlantic hurricane season. *JAMA*, **324** (10), 935–936. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.15398>
9. Collins, J., A. Polen, K. McSweeney, D. Colón-Burgos, and I. Jernigan, 2021: Hurricane risk perceptions and evacuation decision-making in the age of COVID-19. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **102** (4), E836–E848. <https://doi.org/10.1175/bams-d-20-0229.1>
10. Pozzer, A., F. Dominici, A. Haines, C. Witt, T. Münzel, and J. Lelieveld, 2020: Regional and global contributions of air pollution to risk of death from COVID-19. *Cardiovascular Research*, **116** (14), 2247–2253. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvaa288>
11. Wu, X., R.C. Nethery, M.B. Sabath, D. Braun, and F. Dominici, 2020: Air pollution and COVID-19 mortality in the United States: Strengths and limitations of an ecological regression analysis. *Science Advances*, **6** (45), 4049. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abd4049>
12. Zhou, X., K. Josey, L. Kamareddine, M.C. Caine, T. Liu, L.J. Mickley, M. Cooper, and F. Dominici, 2021: Excess of COVID-19 cases and deaths due to fine particulate matter exposure during the 2020 wildfires in the United States. *Science Advances*, **7** (33), 8789. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abi8789>
13. Castillo, F., A.M. Mora, G.L. Kayser, J. Vanos, C. Hyland, A.R. Yang, and B. Eskenazi, 2021: Environmental health threats to Latino migrant farmworkers. *Annual Review of Public Health*, **42** (1), 257–276. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-012420-105014>
14. DOL, 2022: Findings from the National Agricultural Workers Survey (NAWS) 2019–2020: A Demographic and Employment Profile of United States Farmworkers. Research Report No. 16. U.S. Department of Labor. <https://www.dol.gov/sites/dolgov/files/eta/naws/pdfs/naws%20research%20report%202016.pdf>
15. Croptracker, 2022: Adaptation salvaged a scorching hot cherry harvest. Where does recurring, dangerous heat leave farm labor – and the apples that are up next? *Croptracker*. <https://www.croptracker.com/blog/cherry-harvest-retrospective.html>
16. Lassalle, L., 2020: Local ranchers face backlog of cattle due to coronavirus. Now comes the drought. *The Aspen Times*, September 7, 2020. <https://www.aspentimes.com/news/local-ranchers-face-backlog-of-cattle-due-to-coronavirus-now-comes-the-drought/>
17. NCIRD, 2022: Risk for COVID-19 Infection, Hospitalization, and Death By Race/Ethnicity. Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Immunization and Respiratory Diseases. <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/105453>

18. Fisher, A., A. Roberts, A.R. McKinlay, D. Fancourt, and A. Burton, 2021: The impact of the COVID-19 pandemic on mental health and well-being of people living with a long-term physical health condition: A qualitative study. *BMC Public Health*, **21** (1), 1801. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11751-3>
19. Chen, A.K., X. Wang, L.P. McCluskey, J.C. Morgan, J.A. Switzer, R. Mehta, M. Tingen, S. Su, R.A. Harris, D.C. Hess, and E.K. Rutkowski, 2022: Neuropsychiatric sequelae of long COVID-19: Pilot results from the COVID-19 neurological and molecular prospective cohort study in Georgia, USA. *Brain, Behavior, & Immunity - Health*, **24**, 100491. <https://doi.org/10.1016/j.bbih.2022.100491>
20. Pfefferbaum, B. and C.S. North, 2020: Mental health and the COVID-19 pandemic. *New England Journal of Medicine*, **383** (6), 510–512. <https://doi.org/10.1056/nejmp2008017>
21. Titze-de-Almeida, R., T.R. da Cunha, L.D. Dos Santos Silva, C.S. Ferreira, C.P. Silva, A.P. Ribeiro, A. de Castro Moreira Santos Júnior, P.R. de Paula Brandão, A.P.B. Silva, M.C.O. da Rocha, M.-A.E. Xavier, S.S. Titze-de-Almeida, H.E. Shimizu, and R.N. Delgado-Rodrigues, 2022: Persistent, new-onset symptoms and mental health complaints in Long COVID in a Brazilian cohort of non-hospitalized patients. *BMC Infectious Diseases*, **22** (1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12879-022-07065-3>
22. Hoppe, B.O., L. Prussia, C. Manning, K.K. Raab, and K.V. Jones-Casey, 2023: “It’s hard to give hope sometimes”: Climate change, mental health, and the challenges for mental health professionals. *Ecopsychology*, **15** (1), 13–25. <https://doi.org/10.1089/eco.2022.0032>
23. Marazziti, D., P. Cianconi, F. Mucci, L. Foresi, I. Chiarantini, and A. Della Vecchia, 2021: Climate change, environment pollution, COVID-19 pandemic and mental health. *Science of The Total Environment*, **773**, 145182. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145182>
24. EPA, 2022: Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990–2020. EPA 430-R-22-003. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks-1990-2020>
25. Friedlingstein, P., M.W. Jones, M. O’Sullivan, R.M. Andrew, D.C.E. Bakker, J. Hauck, C. Le Quéré, G.P. Peters, W. Peters, J. Pongratz, S. Sitch, J.G. Canadell, P. Ciais, R.B. Jackson, S.R. Alin, P. Anthoni, N.R. Bates, M. Becker, N. Bellouin, L. Bopp, T.T.T. Chau, F. Chevallier, L.P. Chini, M. Cronin, K.I. Currie, B. Decharme, L.M. Djeutchouang, X. Dou, W. Evans, R.A. Feely, L. Feng, T. Gasser, D. Gilfillan, T. Gkritzalis, G. Grassi, L. Gregor, N. Gruber, Ö. Gürses, I. Harris, R.A. Houghton, G.C. Hurtt, Y. Iida, T. Ilyina, I.T. Lujikx, A. Jain, S.D. Jones, E. Kato, D. Kennedy, K. Klein Goldewijk, J. Knauer, J.I. Korsbakken, A. Körtzinger, P. Landschützer, S.K. Lauvset, N. Lefèvre, S. Lienert, J. Liu, G. Marland, P.C. McGuire, J.R. Melton, D.R. Munro, J.E.M.S. Nabel, S.I. Nakaoka, Y. Niwa, T. Ono, D. Pierrot, B. Poulter, G. Rehder, L. Resplandy, E. Robertson, C. Rödenbeck, T.M. Rosan, J. Schwinger, C. Schwingshackl, R. Séférian, A.J. Sutton, C. Sweeney, T. Tanhua, P.P. Tans, H. Tian, B. Tilbrook, F. Tubiello, G.R. van der Werf, N. Vuichard, C. Wada, R. Wanninkhof, A.J. Watson, D. Willis, A.J. Wiltshire, W. Yuan, C. Yue, X. Yue, S. Zaehle, and J. Zeng, 2022: Global carbon budget 2021. *Earth System Science Data*, **14** (4), 1917–2005. <https://doi.org/10.5194/essd-14-1917-2022>
26. Le Quéré, C., R.B. Jackson, M.W. Jones, A.J.P. Smith, S. Abernethy, R.M. Andrew, A.J. De-Gol, D.R. Willis, Y. Shan, J.G. Canadell, P. Friedlingstein, F. Creutzig, and G.P. Peters, 2020: Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the COVID-19 forced confinement. *Nature Climate Change*, **10** (7), 647–653. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0797-x>
27. Jackson, R.B., P. Friedlingstein, C. Le Quéré, S. Abernethy, R.M. Andrew, J.G. Canadell, P. Ciais, S.J. Davis, Z. Deng, Z. Liu, J.I. Korsbakken, and G.P. Peters, 2022: Global fossil carbon emissions rebound near pre-COVID-19 levels. *Environmental Research Letters*, **17** (3), 031001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac55b6>
28. Gettelman, A., R. Lamboll, C.G. Bardeen, P.M. Forster, and D. Watson-Parris, 2021: Climate impacts of COVID-19 induced emission changes. *Geophysical Research Letters*, **48** (3), e2020GL091805. <https://doi.org/10.1029/2020gl091805>
29. Laughner, J.L., J.L. Neu, D. Schimel, P.O. Wennberg, K. Barsanti, K.W. Bowman, A. Chatterjee, B.E. Croes, H.L. Fitzmaurice, D.K. Henze, J. Kim, E.A. Kort, Z. Liu, K. Miyazaki, A.J. Turner, S. Anenberg, J. Avise, H. Cao, D. Crisp, J.d. Gouw, A. Eldering, J.C. Fyfe, D.L. Goldberg, K.R. Gurney, S. Hasheminassab, F. Hopkins, C.E. Ivey, D.B.A. Jones, J. Liu, N.S. Lovenduski, R.V. Martin, G.A. McKinley, L. Ott, B. Poulter, M. Ru, S.P. Sander, N. Swart, Y.L. Yung, and Z.-C. Zeng, 2021: Societal shifts due to COVID-19 reveal large-scale complexities and feedbacks between atmospheric chemistry and climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **118** (46), e2109481118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2109481118>

30. Lovenduski, N.S., A. Chatterjee, N.C. Swart, J.C. Fyfe, R.F. Keeling, and D. Schimel, 2021: On the detection of COVID-driven changes in atmospheric carbon dioxide. *Geophysical Research Letters*, **48** (22), e2021GL095396. <https://doi.org/10.1029/2021gl095396>
31. Cutler, D.M. and L.H. Summers, 2020: The COVID-19 pandemic and the \$16 trillion virus. *JAMA*, **324** (15), 1495–1496. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.19759>
32. Cutler, D.M., 2022: The costs of long Covid. *JAMA Health Forum*, **3** (5), e221809. <https://doi.org/10.1001/jamahealthforum.2022.1809>
33. Klenert, D., F. Funke, L. Mattauch, and B. O’Callaghan, 2020: Five lessons from COVID-19 for advancing climate change mitigation. *Environmental and Resource Economics*, **76** (4), 751–778. <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00453-w>
34. Manzanedo, R.D. and P. Manning, 2020: COVID-19: Lessons for the climate change emergency. *Science of The Total Environment*, **742**, 140563. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140563>
35. Wilhelmi, O.V., P.D. Howe, M.H. Hayden, and C.R. O’Lenick, 2021: Compounding hazards and intersecting vulnerabilities: Experiences and responses to extreme heat during COVID-19. *Environmental Research Letters*, **16** (8), 084060. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac1760>
36. Pei, S., K.A. Dahl, T.K. Yamana, R. Licker, and J. Shaman, 2020: Compound risks of hurricane evacuation amid the COVID-19 pandemic in the United States. *GeoHealth*, **4** (12), e2020GH000319. <https://doi.org/10.1029/2020gh000319>
37. Beyer, R.M., A. Manica, and C. Mora, 2021: Shifts in global bat diversity suggest a possible role of climate change in the emergence of SARS-CoV-1 and SARS-CoV-2. *Science of The Total Environment*, **767**, 145413. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145413>
38. Gilbert, L., 2021: The impacts of climate change on ticks and tick-borne disease risk. *Annual Review of Entomology*, **66** (1), 373–388. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-052720-094533>
39. Rocklöv, J. and R. Dubrow, 2020: Climate change: An enduring challenge for vector-borne disease prevention and control. *Nature Immunology*, **21** (5), 479–483. <https://doi.org/10.1038/s41590-020-0648-y>
40. Carlson, C.J., G.F. Albery, C. Merow, C.H. Trisos, C.M. Zipfel, E.A. Eskew, K.J. Olival, N. Ross, and S. Bansal, 2022: Climate change increases cross-species viral transmission risk. *Nature*, **607** (7919), 555–562. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04788-w>
41. Semenza, J.C. and K.L. Ebi, 2019: Climate change impact on migration, travel, travel destinations and the tourism industry. *Journal of Travel Medicine*, **26** (5), taz026. <https://doi.org/10.1093/jtm/taz026>
42. Combs, M.A., P.A. Kache, M.C. VanAcker, N. Gregory, L.D. Plimpton, D.M. Tufts, M.P. Fernandez, and M.A. Diuk-Wasser, 2022: Socio-ecological drivers of multiple zoonotic hazards in highly urbanized cities. *Global Change Biology*, **28** (5), 1705–1724. <https://doi.org/10.1111/gcb.16033>