

Este documento ha sido traducido por la Biblioteca del Congreso de la República con fines meramente informativos para los usuarios de la institución. «Esta versión en español no es una traducción oficial del Banco Mundial y, por tanto, esta institución no es responsable del contenido ni de los errores que pudiera contener la traducción».

Título del documento:

Inglés: *Does Hotter Temperature Increase Poverty and Inequality? Global Evidence from Subnational Data Analysis*

Nº de páginas: 86

Enlace: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099448406012312484/pdf/IDU038ed060ac047cf096bd0b9dff98cdd84.pdf>

Fecha de documento: Junio del 2023; actualizado octubre del 2023

Español: *¿El aumento de las temperaturas incrementa la pobreza y la desigualdad? Evidencia global a partir del análisis de datos subnacionales*

Nº de páginas: 88

Fecha de documento: Octubre del 2023*

Institución: El Grupo Banco Mundial es una de las fuentes más importantes de financiamiento y conocimiento para los países en desarrollo. Está integrado por cinco instituciones (El Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, la Asociación Internacional de Fomento, la Financiera Internacional, el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones y el Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones) que tienen el compromiso de reducir la pobreza, aumentar la prosperidad compartida y promover el desarrollo sostenible. Para mayor información sobre el emisor, consúltese el siguiente enlace: <https://www.bancomundial.org/es/who-we-are>

Derechos de autor: Se puede traducir esta publicación pues se considera de acceso abierto (licencia Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). El usuario es libre de copiar, distribuir, transmitir y adaptar este trabajo, incluso con fines comerciales, en las siguientes condiciones: se debe mencionar que el documento no es una traducción oficial del Banco Mundial y, por tanto, esta institución no es responsable del contenido ni de los errores que pudiera contener la traducción [*This translation was not created by The World Bank and should not be considered an official World Bank translation. The World Bank shall not be liable for any content or error in this translation.*]. Podrían aplicarse protecciones de derechos de autor a imágenes con derechos de autor al material de un tercero que esté contenido en la publicación. Se requiere permiso por escrito de los propietarios de los derechos de autor u otros titulares de derechos (como los de publicidad o privacidad) para la distribución, reproducción u otro uso de elementos protegidos más allá de lo permitido por el uso justo u otras exenciones legales.

* N.T.: Esta traducción ha sido realizada por la Biblioteca del Congreso (traductora: MPZ).

DOCUMENTO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN POLÍTICA
10466

¿El aumento de las temperaturas
incrementa la pobreza y la desigualdad?

Evidencia global a partir del análisis de datos subnacionales

Hai-Anh H. Dang
Minh Cong Nguyen
Trong-Anh Trinh

GRUPO BANCO MUNDIAL

Grupo de Gestión de Datos sobre Desarrollo, Economía
del Desarrollo, y Práctica Global de Pobreza y Equidad
Junio, 2023

Resumen

A pesar de la vasta literatura que documenta los efectos nocivos del cambio climático sobre diversos resultados socioeconómicos, existen pocas evidencias respecto a los impactos globales de las temperaturas más cálidas sobre la pobreza y la desigualdad. El análisis de un nuevo conjunto de datos del panel mundial sobre la pobreza subnacional en 134 países revela que un aumento de un grado centígrado en la temperatura provoca un aumento del 9.1% en la pobreza, utilizando el umbral de pobreza diario de 1.90 dólares estadounidenses. Un aumento similar de la temperatura provoca un incremento del 1.4% en

el índice de desigualdad de Gini. El documento también constata efectos negativos de las temperaturas más frías sobre la pobreza y la desigualdad. Sin embargo, aunque los países más pobres —especialmente los del Asia meridional y el África subsahariana— se ven más afectados por el cambio climático, la adaptación de los hogares podría haber mitigado algunos efectos adversos a largo plazo. Los hallazgos aportan datos pertinentes y oportunos para la lucha mundial contra el cambio climático, así como para el actual debate político sobre las responsabilidades de los países más ricos frente a los más pobres.

Este documento ha sido elaborado por el Grupo de Gestión de Datos sobre el Desarrollo, Economía del Desarrollo y la Práctica Global de Pobreza y Equidad. Forma parte de un esfuerzo más amplio del Banco Mundial por facilitar el acceso abierto a sus investigaciones y contribuir a los debates sobre políticas de desarrollo en todo el mundo. Los Documentos de Trabajo sobre Investigación Política también se publican en la Web en <http://www.worldbank.org/prwp>. Puede ponerse en contacto con los autores en hdang@worldbank.org.

La serie de Documentos de Trabajo sobre Investigación Política difunde los resultados de trabajos en curso para fomentar el intercambio de ideas sobre cuestiones de desarrollo. Uno de los objetivos de la serie es dar a conocer rápidamente los resultados, aunque las presentaciones no estén del todo pulidas. Los artículos llevan el nombre de los autores y deben citarse en consecuencia. Los resultados, interpretaciones y conclusiones expresados en este documento son exclusivamente de los autores. No representan necesariamente las opiniones del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento del Banco Mundial y sus organizaciones afiliadas, ni las de los directores ejecutivos del Banco Mundial o de los Gobiernos a los que representan.

¿El aumento de las temperaturas incrementa la pobreza y la desigualdad?

Evidencia global a partir del análisis de datos subnacionales

Hai-Anh H. Dang, Minh Cong Nguyen y Trong-Anh Trinh*

Este trabajo fue publicado en la serie de Documentos de trabajo sobre investigación política en junio del 2023. El texto actual es una versión actualizada en octubre del 2023.

Para obtener la versión publicada originalmente, envíe un correo electrónico a prwp@worldbank.org.

Clasificación JEL: Q54; I32; O1

Palabras clave: Cambio climático; temperatura; pobreza; desigualdad; data subnacional

* Dang (hdang@worldbank.org; autor correspondiente): economista sénior de la Unidad de Producción de Datos y Métodos, Grupo de Gestión de Datos sobre Desarrollo, Banco Mundial, y también está afiliado a GLO, IZA, Universidad de Indiana, y Escuela Internacional, Universidad Nacional de Vietnam, Hanoi. Nguyen (mnguyen3@worldbank.org): economista sénior de Práctica Global de la Pobreza, Banco Mundial. Trinh (trong-anh.trinh@monash.edu): consultor de la Unidad de Producción de Datos y Métodos, Grupo de Gestión de Datos sobre Desarrollo, Banco Mundial, y becario de investigación en el Centro de Economía de la Salud, Universidad de Monash, Australia. Nos gustaría agradecer a Carlo Azzarri, Edward Barbier, Romina Catavassi, Andrew Dabalen, Benjamin Davis, Stephane Hallegatte, David Johnston, Wojciech Kopczuk, Anke Leroux, Paulina Oliva, Paul Raschky, Russell Smyth, Jevgenijs Steinbuks y a los participantes en la Conferencia «Frontiers in Development Policy (KDI)» y en los seminarios de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, y la Universidad de Monash por sus útiles comentarios sobre versiones anteriores. Queremos dar las gracias a Matthias Kalkuhl por sus útiles consejos sobre los datos y a Brenan Andre por su ayuda con los mapas mundiales. También nos gustaría agradecer a la Oficina de Asuntos Exteriores, de la Commonwealth y de Desarrollo del Reino Unido (FCDO) por su ayuda financiera a través de una subvención Knowledge for Change (KCP) para el Informe sobre el Desarrollo Mundial 2021 "Data for Better Lives" y el Programa de Investigación Data and Evidence for Tackling Extreme Poverty (DEEP).

1. Introducción

Las amenazas cada vez más prominentes del cambio climático han inspirado un importante conjunto de investigaciones económicas de diversos resultados, como los relacionados con la agricultura (Deschênes y Greenstone, 2007; Schlenker y Roberts, 2009), la productividad laboral (Somanathan *et al.*, 2021), la salud humana (Deschênes y Greenstone, 2011) y la delincuencia y los conflictos (Burke *et al.*, 2015a; Heilmann *et al.*, 2021). En particular, dado que el cambio climático podría reducir el crecimiento económico (Dell *et al.*, 2012; Newell *et al.*, 2021), esto podría traducirse, a su vez, en un progreso más lento en la reducción de la pobreza. Además, el cambio climático podría afectar de forma desigual a los distintos países y grupos de población, con consecuencias más perjudiciales de la disminución de los ingresos que recaerían sobre los grupos menos favorecidos; esto se traduciría en un aumento de la desigualdad tanto entre los países como dentro de ellos (Diffenbaugh y Burke, 2019; Hsiang *et al.*, 2019).

Una posible explicación de la falta de evidencias empíricas sobre los efectos del calentamiento global es la dificultad de obtener mediciones adecuadas de la pobreza y la desigualdad. Aunque cada vez se dispone de más encuestas de hogares —la principal fuente de estadísticas oficiales sobre la pobreza—, estas encuestas siguen sin estar disponibles o se recogen con poca frecuencia en muchos países, sobre todo en las regiones más pobres¹. Otra explicación es que la pobreza y la desigualdad pueden variar mucho dentro de los países (y entre ellos). En consecuencia, ignorar las variaciones subnacionales podría ocultar fácilmente la relación dinámica de estos resultados con las condiciones climáticas, que desde hace tiempo se sabe que son específicas de cada lugar. De hecho, estudios recientes sugieren que los análisis que utilizan la agregación espacial de datos a nivel país pueden no revelar los verdaderos

¹ Un estudio reciente de Beegle *et al.* (2016) indica que solo algo más de la mitad (es decir, 27) de los 48 países del África subsahariana disponían de dos o más encuestas de hogares comparables para el periodo comprendido entre 1990 y 2012. Dang *et al.* (2019) constatan que un aumento del 10% en el nivel de consumo de los hogares de un país se asocia con casi un tercio (es decir, 0.3) más de encuestas.

efectos del cambio climático sobre el crecimiento económico, que pueden mejorarse con análisis que utilicen datos más desagregados a nivel subnacional (Damania *et al.*, 2020; Kalkuhl y Wenz, 2020).

Para ilustrarlo mejor, en la figura 1 se representan la pobreza y la desigualdad en función de la temperatura a nivel subnacional en India, un país muy poblado con una gran proporción de pobres a nivel mundial. Esta figura muestra grandes variaciones subnacionales tanto en la pobreza como en la desigualdad. La pobreza, medida por la tasa de recuento de pobreza de USD 1.90 al día, oscila entre un nivel relativamente bajo en las regiones norteñas (la tasa más baja es del 0.5%) y un nivel bastante considerable en las regiones central y oriental (la tasa más alta es del 52.8%) (Panel C). Un patrón similar se observa con la desigualdad, medida por el índice de Gini, que oscila entre el 18.9% y el 47% (Panel D). Dentro del país, la temperatura media también varía ampliamente entre 4.3°C y 28.7°C (Panel E). Estas variaciones subnacionales tan amplias no se revelan simplemente observando los promedios de pobreza, desigualdad y temperatura de la India a nivel país (16%, 31% y 22°C, respectivamente), lo que sugiere que una evaluación precisa de los efectos del calentamiento global sobre la pobreza y la desigualdad requeriría un análisis de datos a nivel subnacional.

En este estudio encontramos efectos globales fuertes y estadísticamente significativos tanto de temperaturas más altas como más bajas sobre la pobreza y la desigualdad, para lo cual se emplearon diferentes estrategias de identificación en una novedosa base de datos global de pobreza y desigualdad subnacional. Nuestro modelo (preferido) de efectos fijos subnacionales muestra que un aumento anual de la temperatura de un grado Celsius (es decir, 1°C) provoca aumentos del recuento de la pobreza en términos de 0.9, 1.8 y 2.3 puntos porcentuales, respectivamente, utilizando las líneas de pobreza diarias de USD 1.90, 3.20 y 5.50 (que corresponden a aumentos del 9.1, 9.0 y 6.8 por ciento). Los efectos estimados correspondientes si se utiliza el modelo de diferencias a largo plazo son menos pronunciados, con aumentos de

la pobreza de 0.5, 1.2 y 2.0 puntos porcentuales (que corresponden a aumentos del 5.3, 6.1 y 5.9 por ciento), lo que sugiere una adaptación de los hogares a una temperatura más cálida gradual a lo largo del tiempo. El análisis de los datos subnacionales sobre desigualdad sugiere que un aumento de 1°C de la temperatura provoca incrementos del 0.8 y 1.4% en los índices de Gini y Theil, respectivamente.

Tanto para la pobreza como para la desigualdad, encontramos evidencias que apuntan a mayores efectos del cambio climático a nivel subnacional que los estimados, si utilizamos datos más agregados a nivel país, en particular, en regiones donde el cambio de temperatura tiene mayores efectos. Nuestro análisis de heterogeneidad muestra además que los países del Asia meridional y del África subsahariana son más vulnerables a las temperaturas más cálidas, pero los efectos del clima más frío también se observan en los países de Europa y Asia central.

Nuestro estudio aporta varias contribuciones nuevas a la literatura. En primer lugar, y lo que es más importante, ofrecemos la primera evaluación mundial de los efectos del aumento de las temperaturas sobre la pobreza y desigualdad, utilizando una novedosa base de datos de panel subnacional que hemos construido a partir del Atlas Mundial Subnacional de la Pobreza (GSAP) (Banco Mundial, 2021). Se han hecho varios intentos de comprender los efectos directos del calentamiento global sobre la pobreza y la desigualdad, pero ninguno examina estos resultados conjuntamente². Por ejemplo, al analizar los datos transversales de encuestas de hogares de 24 países del África subsahariana, Azzarri y Signorelli (2020) muestran que un aumento de un grado en la temperatura a largo plazo se asocia con un aumento de 2.8 puntos porcentuales en la pobreza. Paglialunga *et al.* (2022) utilizan datos de 150 países y constatan que un aumento de la temperatura del 1% se asocia a un incremento del índice de Gini de 0.5 puntos porcentuales³.

² También hay varios estudios que investigan los efectos de los desastres naturales en la pobreza temporal (transitoria) (por ejemplo, Sawada y Takasaki, 2017). Nuestro estudio, en cambio, se centra en la pobreza crónica como consecuencia del cambio climático.

³ Otros estudios se centran principalmente en el contexto específico de un país. Véanse también Karim y Noy (2016) y Hallegatte *et al.* (2020) para revisiones recientes de la bibliografía sobre cambio climático, desastres naturales y

Esta falta de evidencias plantea un reto importante, y quizá bastante urgente, dado el reciente debate público sobre si los países más ricos deben asumir más responsabilidades por los costos del cambio climático que correspondan a sus cuotas de contaminantes (Birnbaum *et al.*, 2022; Popovich y Plumer, 2021). A modo de ejemplo, actualmente el 80% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero son producidas por las economías del G20 —las mayores economías del mundo—, pero estas economías solo pueden poner precio al 49% de las emisiones de CO2 procedentes del uso de la energía (OCDE, 2021). Además, resulta fundamental examinar tanto la pobreza como la desigualdad, ya que proporciona una imagen más completa y clara de las diversas repercusiones de los cambios climáticos. Al abordar estos aspectos de manera simultánea, podemos obtener una visión más nítida de cómo interactúan y se refuerzan mutuamente, ofreciendo una mejor comprensión de los efectos económicos del cambio climático.

En segundo lugar, nuestro documento se suma a la literatura más amplia sobre los impactos del cambio climático al examinar cómo el aumento de la temperatura, impulsado por el calentamiento global, repercute en el crecimiento económico y otros resultados y, por consiguiente, en la pobreza y la desigualdad. Por lo general, las temperaturas más altas reducen el crecimiento económico, lo que provoca un descenso de los ingresos y el empleo (por ejemplo, Dell *et al.*, 2012; Kalkuhl y Wenz, 2020; Linsenmeier, 2023). Esta influencia no es uniforme, ya que se observan impactos entre los países más ricos y los más pobres, así como entre sectores de una misma economía; por ejemplo, el sector agrícola de las economías en desarrollo tiende a soportar una carga desproporcionada debido al cambio de las condiciones de crecimiento de los cultivos (Mendelsohn *et al.*, 1994; Schlenker y Lobell, 2010). Además, el aumento de las temperaturas afecta la productividad laboral y el capital humano,

pobreza. Además, dado que analizamos la pobreza y la desigualdad utilizando la misma fuente de datos de encuestas oficiales de hogares, nuestras estimaciones son más coherentes (y más comparables) que las estimaciones que se basan en diferentes fuentes de datos.

contribuyendo al incremento de la brecha entre ricos y pobres (Barreca, 2012; Graff Zivin *et al.*, 2018; Graff Zivin *et al.*, 2020). Nuestro documento pretende ofrecer una visión de la relación dinámica entre los cambios de temperatura, la pobreza y la desigualdad.

En concreto, añadimos nuevas evidencias a la literatura emergente sobre los efectos distributivos del cambio climático. Mientras que los estudios existentes sobre otros resultados de desarrollo se centran, sobre todo, en zonas con temperaturas más cálidas, son muchos menos los estudios que investigan los efectos de las temperaturas más frías. Sin embargo, actualmente no se dispone de ningún estudio sobre estos efectos distributivos para la pobreza y la desigualdad. Por ejemplo, Dell *et al.* (2012) muestran que tanto las desviaciones de la temperatura media de calor como de frío tienen efectos similares sobre el crecimiento económico; Deschênes y Greenstone (2011) concluyen que un mayor número de días fríos se asocia a una mayor mortalidad. Más recientemente, Cook y Heyes (2020) constatan que la temperatura fría exterior afecta negativamente al rendimiento cognitivo interior. Es importante disponer de más evidencias sobre los efectos potencialmente adversos de las temperaturas más frías ya que, a pesar del calentamiento global, el clima inusualmente frío se ha vuelto más común en muchos países en las últimas décadas. En general, nuestros resultados indican que los efectos distributivos a través de las franjas de temperatura (así como a través de las regiones subnacionales) deben ser considerados junto con los efectos a largo plazo del cambio de temperatura como insumos para el diseño de políticas más eficaces destinadas a luchar contra el cambio climático, la pobreza y la desigualdad.

Por último, ofrecemos datos nuevos y desglosados sobre estimaciones de recuento de la pobreza e índices de desigualdad para 1,594 zonas subnacionales de 134 economías entre el 2003 y 2019, basados en la base de datos GSAP que se genera a partir de las encuestas de ingresos y consumo de los hogares en las que se basan las estadísticas oficiales de pobreza de los países. Esto ayuda a distinguir nuestro estudio de los pocos estudios transnacionales existentes que se centraron predominantemente en conjuntos de datos a nivel país, los que,

aunque informativos, no eran capaces de captar adecuadamente la intrincada dinámica subnacional de la pobreza, la desigualdad y el cambio de temperatura. Como parte de nuestro análisis, hacemos público por primera vez este nuevo conjunto de datos. Nuestros resultados evidencian que el análisis basado en datos subnacionales arroja estimaciones más precisas de los efectos de la temperatura en la pobreza y la desigualdad. En consecuencia, este nuevo conjunto de datos subnacionales puede contribuir a mejorar la investigación sobre el cambio climático y la pobreza y la desigualdad a escala mundial.

Este documento consta de seis secciones. En la siguiente sección se analizan los datos y en la sección 3 el marco analítico. En la sección 4, se presentan los resultados de las estimaciones de la pobreza (sección 4.1), la desigualdad (sección 4.2), sus efectos no lineales (sección 4.3) y otras comprobaciones de robustez y análisis de heterogeneidad (sección 4.4). En la sección 5 se analizan los posibles mecanismos, las repercusiones previstas del cambio climático y algunos análisis de costos y beneficios, y por último, las conclusiones en la sección 6. En el apéndice A se ofrecen resultados adicionales; en el apéndice B se describen los datos con más detalle; en el apéndice C se ofrecen más comprobaciones de robustez y resultados de heterogeneidad, y en el apéndice D se ofrece un análisis adicional sobre los posibles mecanismos y los impactos previstos de la temperatura.

2. Datos

Los datos utilizados para nuestro análisis proceden de múltiples fuentes. Presentamos un novedoso conjunto de datos que ofrece una perspectiva granular de la pobreza y la desigualdad a nivel subnacional. En concreto, nos basamos en el Atlas Global Subnacional de la Pobreza (GSAP) (Banco Mundial, 2021), un esfuerzo de colaboración entre diferentes equipos del Banco Mundial a lo largo de un periodo de tiempo. El GSAP se basa en las encuestas oficiales de ingresos (consumo) de los hogares de los países y abarca más de 1,594 unidades subnacionales de 134 países, con más del 90% de los datos entre el 2010 y 2019. En la mayoría

de los casos, una unidad subnacional se refiere a una provincia o estado (es decir, límites administrativos de primer nivel - ADM1), pero también puede ser un grupo de regiones determinadas por la estrategia de muestreo específica de las encuestas de hogares.

Para los resultados principales, utilizamos la tasa de pobreza (por recuento) de USD 1.90 al día, estimada por el porcentaje de la población que vive con menos de USD 1.90 al día a valor de paridades de poder adquisitivo (PPA) del 2011⁴. Para un análisis más rico, también empleamos otras líneas de pobreza de USD 3.20 y 5.50 al día. Como fuentes alternativas de datos sobre la pobreza, también utilizamos otras dos fuentes: i) datos sobre la pobreza a nivel nacional de los Indicadores del Desarrollo Mundial (IDM) del Banco Mundial, que es una base de datos ampliamente utilizada para las mediciones de la pobreza mundial y ii) el PBI subnacional de Kalkuhl y Wenz (2020) y Kummu *et al.* (2020), que convertimos posteriormente en datos sobre la pobreza. El panel A de la figura 1 muestra que el África subsahariana tiene actualmente las tasas de pobreza más elevadas y entre los países más pobres se encuentran Tanzania (51.3%), Mozambique (54.7%) y la República Democrática del Congo (72.9%).

Para la desigualdad, empleamos principalmente el índice de Gini y el índice de Theil, que son las medidas de desigualdad de ingresos más utilizadas. Para realizar comprobaciones de robustez, también utilizamos la distribución de los porcentajes de renta (consumo) de cada decil y calculamos diferentes ratios percentiles, a saber, la ratio 90/10, la ratio 80/20 y la ratio 90/40 (es decir, la ratio Palma). Todas las mediciones de ingresos se convierten a términos reales utilizando la paridad el poder adquisitivo (PPA) en dólares del 2011. El panel B de la figura 1 ofrece un mapa global de la desigualdad de ingresos a nivel subnacional, que muestra una variación sustancial de la desigualdad entre regiones dentro de un mismo país.

Cotejamos nuestros datos sobre pobreza y desigualdad con los datos del reanálisis por

⁴ Los datos están disponibles en el depositario de Harvard Dataverse en <https://doi.org/10.7910/DVN/MLHFAE>.

satélite ERA5 del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo (ECMWF). El ERA5 proporciona estimaciones horarias de diversas variables relacionadas con el clima en una cuadrícula de aproximadamente 0.25 grados de longitud por 0.25 grados de latitud de resolución con datos disponibles desde 1979 (Dell *et al.*, 2014). Una ventaja de los datos del ERA5 es que combinan información de estaciones terrestres, satélites, globos meteorológicos y otras entradas con un modelo climático y, por tanto, son menos propensos al sesgo meteorológico de la estación⁵. Para las pruebas de robustez, utilizamos los datos globales reticulados de la Unidad de Investigación Climática de la Universidad de Anglia del Este (CRU) disponibles a una resolución de 0.5°. En el apéndice B se ofrece una descripción más detallada de las fuentes de datos, incluida la lista de países de cada conjunto de datos y las estadísticas resumidas de las principales variables.

3. Especificaciones empíricas

Se han empleado diferentes estrategias de identificación para estimar los efectos del cambio climático en los resultados económicos (Burke y Emerick, 2016; Dell *et al.*, 2014; Kolstad y Moore, 2020). Los primeros estudios aplicaban principalmente un enfoque transversal que utilizaba la variación espacial en un punto del tiempo, comparando los resultados entre zonas cálidas y frías (Mendelsohn *et al.*, 1994; Schlenker *et al.*, 2005). Sin embargo, un supuesto clave a la hora de estimar los coeficientes de la variable relacionada con el clima a partir de modelos transversales es que el cambio climático no está correlacionado con otros factores no observables. La violación de este supuesto podría dar lugar a un problema de variables omitidas, provocando que el coeficiente de interés estimado esté sesgado. Por tanto, nuestro primer enfoque empírico identifica los efectos de una temperatura más cálida sobre la pobreza y la desigualdad mediante la estimación del siguiente modelo de datos de

⁵ Auffhammer *et al.* (2013) encuentran altas correlaciones entre los datos del reanálisis ERA5 y los datos de las estaciones meteorológicas para la temperatura, lo que respalda aún más el hecho de que nuestro estudio se centre en la temperatura. Sin embargo, no tendríamos la evidencia de apoyo similar para las precipitaciones, en particular, en países más pobres con datos limitados de estaciones terrestres.

panel con efectos fijos (FE):

$$Y_{i,t} = \beta_{FE}T_{i,t} + \gamma_{FE}P_{i,t} + \alpha_i + \pi_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

donde $Y_{i,t}$ representa la tasa de pobreza y desigualdad en el lugar i en el año t . Dependiendo de la especificación, el lugar i es el país en el análisis a nivel país o la unidad subnacional en el análisis subnacional. $T_{i,t}$, es la variable de temperatura y el coeficiente de interés β_{FE} se espera que sea positivo (es decir, es probable que el calentamiento global aumente la pobreza y la desigualdad).

Siguiendo la sugerencia de estudios anteriores de que las precipitaciones y la temperatura están históricamente correlacionadas y deben incluirse en la misma regresión para obtener coeficientes no sesgados (Auffhammer *et al.*, 2013; Dell *et al.*, 2012), controlamos las precipitaciones ($P_{i,t}$), medida en milímetros, en todas las regresiones. α_i son los efectos fijos de ubicación (país o subnacional) que controlan los factores no observados e invariables en el tiempo que pueden estar correlacionados con patrones climáticos o económicos específicos de la ubicación; π_t son los efectos fijos del año que controlan los cambios temporales no observados que afectan la pobreza y la desigualdad cada año. Agrupamos los errores $\varepsilon_{i,t}$ en el nivel de ubicación especificado para tener en cuenta la posible correlación serial a lo largo del tiempo dentro de una región (o un país). En aras de la robustez, también presentamos los errores estándar de Conley que tienen en cuenta la correlación espacial y la correlación serial arbitraria en el término de error (Conley, 1999). Todas las regresiones se ponderan con pesos de población a nivel subnacional (país).

Aunque podemos interpretar causalmente β_{FE} en la ecuación (1), es probable que se derive de respuestas a corto plazo al cambio de temperatura, dada la naturaleza de los datos de panel anuales analizados en esta ecuación. En consecuencia, β_{FE} no es necesariamente representativa de las respuestas de los hogares a los cambios de temperatura a largo plazo. En otras palabras, las respuestas a largo plazo al cambio de temperatura pueden diferir fundamentalmente de las

respuestas a corto plazo a las fluctuaciones meteorológicas, porque el primer tipo de respuestas da mejor cuenta de la posible adaptación de los hogares a lo largo del tiempo. Por lo tanto, abordamos la deficiencia de la ecuación (1) utilizando el enfoque de diferencias a largo plazo para estimar los efectos acumulados del cambio de temperatura durante períodos de tiempo más largos (véase, por ejemplo, Burke y Emerick ([2016]):

$$\Delta Y_i = \beta_{LD} \Delta T_i + \gamma_{LD} \Delta P_i + \omega_i \quad (2)$$

En la ecuación (2), ΔY_i representa los cambios en la pobreza (o desigualdad) en el mismo lugar entre dos períodos, y ΔT_i y ΔP_i son los cambios correspondientes en la temperatura y las precipitaciones. Para proporcionar estimaciones más estables que sean robustas a las fluctuaciones de los datos en un solo año, utilizamos medias diferenciales de 3 años. Es decir, para todas las variables de la ecuación (2) en nuestro periodo de estudio de 2003-2019, analizamos $\Delta Y_{i,2003-2019} = \frac{\sum_{2017}^{2019} Y_{i,t}}{3} - \frac{\sum_{2003}^{2005} Y_{i,t}}{3}$ las diferencias entre sus medias del periodo de 3 años más temprano de 2003-2005 y sus medias del periodo de 3 años más reciente de 2017-2019 (por ejemplo: . En el enfoque de diferencias a largo plazo, los factores específicos de la ubicación se diferencian. Al igual que en la ecuación (1), los coeficientes de interés, β_{LD} , se espera que sean positivos.

Tanto en los modelos de EF de panel como en los de diferencias a largo plazo, suponemos que los efectos del cambio de temperatura son lineales. Para permitir una forma funcional más flexible de la temperatura, empleamos además un enfoque de franjas de temperatura (por ejemplo, Chen y Gong, 2021; Mullins y White, 2020) que ofrece estimaciones de efectos no lineales:

$$Y_{i,t} = \sum_{j=1}^{12} \beta_{TB,j} T_{i,j,t} + \gamma_{TB} P_{i,t} + \alpha_i + \pi_t + \vartheta_{i,t} \quad (3)$$

En concreto, clasificamos la temperatura diaria en 13 franjas de temperatura, en que cada franja recoge el cambio de temperatura en incrementos de 3°C (por ejemplo, la primera franja es [0°C, menos de 3°C), la segunda es [3°C, menos de 6°C) y así sucesivamente). Los dos

extremos de temperatura baja y alta se definen respectivamente como menos de 0°C y más de 33°C. La variable de choque de temperatura, $T_{i,j,t}$ refleja el número de días en los que la temperatura media diaria en una región se encuentra dentro de una franja específica en un año concreto. Utilizamos la franja de temperatura más confortable térmicamente, que es (de 18, menor de 21°C) como grupo de referencia. Los coeficientes de interés β_{TBj} , se interpretan como los efectos de intercambiar un día en la franja de referencia de 18-21°C por un día en las demás franjas.

Por último, también estimamos los efectos acumulativos de la temperatura sobre la pobreza y la desigualdad con un modelo de rezago distribuido. Específicamente, capturamos los efectos contemporáneos, así como los efectos de rezago en cada franja de temperatura para los últimos cuatro periodos. El modelo de retardo distribuido se especifica como:

$$Y_{i,t} = \sum_{j=1}^{12} \delta_{TB,j} T_{i,j,t} + \sum_{k=1}^4 \sum_{j=1}^{12} \delta_{TB,j,t-k} T_{i,j,t-k} + \theta_{TB} P_{i,t} + \alpha_i + \pi_t + \epsilon_{i,t} \quad (4)$$

4. Resultados

4.1. Efectos de la temperatura sobre la pobreza

Comenzamos examinando los efectos del cambio de temperatura sobre la pobreza utilizando el análisis a nivel país (panel A) y el análisis a nivel subnacional (panel B) en la tabla 1. Utilizamos la base de datos WDI para el análisis a nivel país y nuestra base de datos de nueva construcción para el análisis subnacional. Analizamos tres indicadores de pobreza utilizando las líneas de pobreza diarias de 1.90 \$, 3.20 \$ y 5.50 \$. Para cada resultado, presentamos los resultados del modelo de panel de efectos fijos en las columnas (1), (3), (5), seguidos de los resultados del modelo de diferencias a largo plazo en las columnas (2), (4), (6). En ambos paneles, los resultados son sumamente significativos desde el punto de vista estadístico y confirman los efectos negativos del aumento de la temperatura sobre la pobreza para los tres umbrales de pobreza diferentes.

Pero, las estimaciones en el análisis a nivel subnacional (panel B) tienen magnitudes más fuertes que las derivadas del análisis a nivel de país (panel A). Las diferencias entre estos dos conjuntos de estimaciones son estadísticamente significativas, lo que confirman las pruebas t para la igualdad de los coeficientes estimados que se muestran en la parte inferior de la tabla 1.

Esto sugiere que los estudios que utilizan la agregación espacial de datos a nivel país podrían enmascarar los impactos de una temperatura más cálida. Este hallazgo también es coherente con estudios anteriores que muestran efectos más pronunciados de la temperatura sobre el crecimiento económico a nivel subnacional (por ejemplo, Damania *et al.*, 2020; Kalkuhl y Wenz, 2020).

Posteriormente, nos centramos en el análisis subnacional para interpretar los resultados de la estimación. En particular, la columna (1) del panel B muestra que un aumento de 1°C en la temperatura provoca un aumento de 0.9 puntos porcentuales en la pobreza (en el umbral de pobreza diario de USD 1.90). Esto equivale a un aumento del 9.1% de la pobreza utilizando la tasa media de pobreza del 10.1%. Para umbrales de pobreza más altos, las magnitudes del impacto son mayores en términos absolutos (es decir, aumentos de 1.8 puntos porcentuales y 2.3 puntos porcentuales para los umbrales de pobreza diarios de USD 3.20 y 5.50, respectivamente); pero son algo más débiles en términos relativos (es decir, los correspondientes aumentos de la pobreza para estos dos umbrales de pobreza son, respectivamente, del 9 por ciento y del 6.8 por ciento).

Al utilizar el modelo de diferencias a largo plazo en los mismos datos, mostramos los efectos estimados a largo plazo de la temperatura sobre la pobreza en las columnas (2), (4) y (6). Los resultados son cualitativamente similares, indicando efectos positivos y estadísticamente significativos de una mayor temperatura sobre la pobreza. Sin embargo, las estimaciones de los coeficientes de diferencias a largo plazo son más pequeñas en valor absoluto que las estimaciones de los coeficientes de efectos fijos (FE) del panel

correspondiente. Específicamente, se estima que un aumento de 1°C en la temperatura resulta en un aumento de la pobreza de 0.5 puntos porcentuales (5.3 por ciento) (utilizando la línea de pobreza diaria de USD 1.90) (columna 2). Como muestran las pruebas t de la parte inferior del panel B, las diferencias entre las estimaciones de los efectos fijos (FE) del panel y las estimaciones de las diferencias a largo plazo son estadísticamente significativas, lo que implica que la adaptación de los hogares a largo plazo parece haber compensado los impactos negativos a corto plazo de la temperatura sobre la pobreza en 0.4 puntos porcentuales (o 3.8 por ciento). Estos resultados son coherentes con estudios anteriores que muestran el papel de la adaptación de los hogares en la mitigación de los efectos negativos de la temperatura sobre la producción económica, la agricultura y el capital humano (por ejemplo, Chen y Gong, 2021; Graff Zivin *et al.*, 2018; Kalkuhl y Wenz, 2020).

Aunque nos centramos en los efectos de la temperatura sobre la pobreza, la tabla 1 también revela efectos significativos, aunque mixtos, de las precipitaciones. Encontramos que una mayor precipitación está asociada con una menor tasa de pobreza en el modelo de diferencias a largo plazo (por ejemplo, columna 2, panel B), pero lo contrario se encuentra en el modelo efectos fijos (FE) del panel (por ejemplo, columna 1, panel B)⁶. Esta ambigüedad es, sin embargo, quizás consistente con hallazgos previos que muestran tanto impactos negativos (Damania *et al.*, 2020; Kotz *et al.*, 2022) como impactos positivos (Burke *et al.*, 2015b; Dell *et al.*, 2012) de las precipitaciones sobre el crecimiento económico.

4.2 Efectos de la temperatura sobre la desigualdad

En la tabla 2 se muestran las estimaciones de los efectos de una temperatura más cálida en la desigualdad de ingresos, tanto a nivel nacional como subnacional, que son muy significativas desde el punto de vista estadístico. En particular, se estima que un aumento de 1°C en la temperatura resulta en un aumento de 0.29 puntos porcentuales (0.8 por ciento) en el índice de

⁶ Además, empleamos funciones de precipitaciones alternativas, incluyendo el término cuadrático y la desviación de la precipitación de la media a largo plazo, pero seguimos encontrando resultados similares.

Gini (columna 1 del panel B) y un aumento de 0.35 puntos porcentuales (1.4 por ciento) en el índice de Theil (columna 3 del panel B). Al igual que en el caso de la pobreza (tabla 1), las estimaciones a nivel subnacional (panel B) son más sólidas que las obtenidas a nivel nacional (panel A). Estos resultados corroboran nuestra afirmación anterior de que el calentamiento global podría exacerbar la desigualdad de ingresos porque los países o individuos más pobres podrían ser más vulnerables al cambio climático.

De hecho, nuestros hallazgos coinciden con estudios anteriores, que encuentran efectos negativos de una temperatura más cálida en diversos resultados económicos. Por ejemplo, los estudios recientes de Hsiang (2010), Dell *et al.* (2014), y Deryugina y Hsiang (2014) han descubierto que un aumento de 1°C en la temperatura se asocia con pérdidas, respectivamente, en la producción industrial (2.5%), el PBI per cápita medio a nivel de país (1.0%) y la renta per cápita media por condado (1.7%). Nuestros resultados también son cualitativamente similares, aunque ofrecen estimaciones ligeramente inferiores a las de Paglialunga *et al.* (2022), que muestran que un aumento de la temperatura del 1% se asocia a un incremento del índice de Gini de 0.5 puntos porcentuales.

Para investigar los posibles efectos a largo plazo, estimamos la ecuación (2) y presentamos los resultados en las columnas (2) y (4) de la tabla 2. Documentamos efectos fuertes y estadísticamente significativos de una temperatura más cálida sobre la desigualdad de ingresos tanto para el análisis a nivel país como a nivel subnacional y para ambas medidas de desigualdad. Una vez más, también encontramos que los efectos a nivel subnacional son más fuertes que a nivel nacional. En concreto, se encuentra que una temperatura más alta en 1°C aumenta el índice de Gini y el índice de Theil en 0.35 (1 por ciento) y 0.59 (2.3 por ciento) puntos porcentuales (panel B, columnas 2 y 4). Si se comparan los modelos de efectos fijos (FE) del panel y de diferencias a largo plazo, las magnitudes de los efectos parecen mayores para estos últimos. Esto sugeriría que la desigualdad podría acumularse a más largo plazo (es decir, intensificación del efecto negativo). Pero también observamos que las pruebas t para las

diferencias con los dos modelos solo son estadísticamente significativas para el índice de Theil con el análisis subnacional, pero no para el índice de Gini (y el análisis a nivel país).

4.3 Efectos no lineales

Los efectos de una temperatura más cálida sobre la pobreza y la desigualdad de ingresos analizados anteriormente son lineales. Para permitir una forma funcional más flexible de la temperatura, evaluamos la posibilidad de efectos no lineales especificando la temperatura como una serie de variables indicadoras correspondientes a franjas de 3°C, donde los coeficientes pueden interpretarse como los efectos de caer en una franja determinada en relación con la franja «confortable» de referencia (es decir, 18-21°C). Definimos el tiempo más cálido como la temperatura que se encuentra en el decil superior del rango de temperaturas (es decir, superior a 27°C) y el tiempo más frío como la temperatura que se encuentra en el decil inferior del rango de temperaturas (es decir, inferior a 6°C). La figura 2 muestra las estimaciones puntuales y los intervalos de confianza del 95% de estas franjas de temperatura, utilizando la ecuación (3). Una vez más, los resultados proporcionan evidencias sólidas de los efectos de la temperatura, lo que sugiere que un día adicional de temperatura más alta dará lugar a una mayor pobreza y desigualdad, y las estimaciones son estadísticamente significativas al nivel del 5%. Las magnitudes de los efectos son, en general, coherentes en todas las franjas de temperaturas más altas. Estos resultados son coherentes con nuestros hallazgos anteriores sobre los efectos negativos de una temperatura más cálida.

Además, los resultados de la figura 2 también muestran que un clima más frío empeora la pobreza y la desigualdad. Nuestros hallazgos coinciden con los de varios estudios que constatan los efectos negativos del frío en la productividad, la salud y el crecimiento económico (Cook y Heyes, 2020; Dell *et al.*, 2012; Deschênes y Moretti, 2009) y aportan nuevas pruebas de los efectos del frío en la pobreza y la desigualdad. Dado que la adaptación a un clima más frío difiere de la adaptación a un clima más cálido, nuestros resultados implican que el efecto

distributivo de la temperatura debería tenerse en cuenta a la hora de diseñar políticas de mitigación.

Por último, consideramos la especificación del modelo que controla una serie de desfases de los intervalos de temperatura (ecuación 4). Este enfoque permite comprender mejor los efectos acumulativos de las temperaturas extremas sobre la desigualdad de ingresos. Los efectos acumulativos estimados de la temperatura siguen siendo negativos y aumentan ligeramente de magnitud en comparación con los efectos contemporáneos, como se muestra en la figura 2. En resumen, nuestros resultados sugieren que cuando se tiene en cuenta la no linealidad de los efectos de la temperatura, encontramos pruebas sólidas de los efectos adversos tanto de las temperaturas más frías como de las temperaturas más cálidas sobre la pobreza y la desigualdad, y tales efectos se documentan a corto y a largo plazo.

4.4 Pruebas de robustez y análisis de heterogeneidad

Para investigar la robustez del hallazgo de los efectos negativos de la temperatura sobre la pobreza y la desigualdad, llevamos a cabo una serie de análisis adicionales. Aquí resumimos brevemente los principales resultados y ofrecemos una discusión más detallada en el apéndice C.

En primer lugar, utilizamos diversas variantes de los modelos de efectos fijos (FE) del panel y de diferencias a largo plazo, que incluyen la adición de tendencias temporales lineales específicas de cada país, el control del cambio de temperatura, la adición de un término cuadrático o cúbico de la temperatura, la adición de un término de interacción entre la temperatura y el cambio de temperatura, y el uso de elecciones de ventana diferentes. También utilizamos umbrales alternativos para definir los días más cálidos y más fríos en el enfoque de las franjas de temperatura. A continuación, explotamos diferentes submuestras y fuentes de datos y medidas de temperatura alternativas⁷. Por último, realizamos una prueba placebo

⁷ Estos incluyen el uso de (i) el logaritmo de la temperatura; (ii) la temperatura medida en grados Fahrenheit; (iii) los datos de temperatura de la CRU (Unidad de Investigación Climática de la Universidad de Anglia del Este); (iv) el número

utilizando la aleatorización de la temperatura dentro de la muestra. En general, los resultados de estos ejercicios siguen siendo similares a nuestros principales hallazgos.

También ofrecemos un análisis adicional de la heterogeneidad entre regiones. Empleamos el enfoque de las franjas de temperatura para considerar la no linealidad de los efectos de la temperatura y representamos los resultados en la figura 3. Ahí se muestra que el aumento de la temperatura provoca un aumento de la pobreza (panel A) y la desigualdad (panel B) en las regiones más pobres, como África subsahariana, Oriente Medio y Norte de África, y Asia Meridional; pero los efectos se atenúan en las demás regiones más ricas. Además, también documentamos efectos negativos de las temperaturas más frías en ambos resultados, sobre todo en Europa y Asia Central. Igualmente, se estiman los efectos de la temperatura en cada país. Trazando los resultados donde el marcador de cada país es proporcional a su PBI real por capital, la figura A5 (apéndice A) muestra que los países que soportan el mayor efecto del calentamiento global (por ejemplo, Uganda, Ghana y Mozambique) también tienden a ser más pobres o a estar situados en regiones más pobres.

Asimismo, exploramos distintas características de los países que podrían contribuir a mitigar los efectos de la temperatura. Utilizando un índice de democracia que clasifica a los países en democracias, regímenes autoritarios y regímenes híbridos, observamos que los países con regímenes democráticos parecen ser menos vulnerables a los efectos del calentamiento global. Además, observamos que los efectos de la temperatura son más fuertes en los países con una mayor proporción de agricultura y más débiles en los países con una mayor proporción de industria manufacturera. Estos resultados sugieren que las instituciones podrían desempeñar un papel importante a la hora de mitigar los efectos del calentamiento global en los distintos países y regiones⁸.

de días en que la temperatura es superior a 28°C; (v) la eliminación de las regiones con temperatura por encima de ese nivel, y (vi) el choque de temperatura, definido como la diferencia entre la temperatura real y la temperatura a largo plazo que es mayor (menor) de 2 (-2) desviaciones estándar (apéndice A, tabla A4).

⁸ También investigamos el papel de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la reducción de la

5. Análisis complementarios

5.1. Posibles mecanismos e impactos proyectados bajo un futuro cambio climático

Una vez demostrados los efectos de la temperatura sobre la pobreza y la desigualdad a nivel subnacional, exploramos la agricultura como mecanismo potencial. La agricultura desempeña un papel importante en la reducción de la pobreza por varias razones. La mayoría de los pobres del mundo viven en zonas rurales donde la agricultura es la forma predominante de actividad económica y el crecimiento agrícola es más eficaz para reducir la pobreza que el crecimiento no agrícola; además, los hogares más pobres son más vulnerables al alza de los precios de los alimentos (Hertel y Rosch, 2010; Hallegate *et al.*, 2016). Analizamos el conjunto de datos mundiales de rendimientos históricos de Iizumi y Sakai (2020), que proporciona rendimientos reales de los cultivos con una resolución de 0.5° para el período 1981-2016. Al utilizar los modelos de efectos fijos (FE) del panel y de diferencias a largo plazo como con las ecuaciones (1) y (2), encontramos efectos negativos de una temperatura más alta en los rendimientos de diferentes cultivos, incluidos el arroz, el maíz y la soja, como se muestra en la tabla A11 (apéndice A). Una vez más, encontramos que las estimaciones del modelo de diferencias a largo plazo son menores que las estimaciones del modelo de efectos fijos (FE) del panel, lo que está en línea con estudios previos que muestran una adaptación potencial a largo plazo (por ejemplo, Chen y Gong, 2021). También documentamos los efectos heterogéneos de una temperatura más cálida y analizamos los resultados en el apéndice D⁹.

A continuación presentamos proyecciones de los efectos de la temperatura futura sobre la

pobreza al proporcionar acceso a los mercados, disminuir los costos de transacción y aumentar los ingresos de una proporción significativa de personas que viven en países en desarrollo (Banco Mundial, 2016). Nuestros resultados muestran que las regiones con mejor acceso a las TIC son menos vulnerables a los efectos del aumento de la temperatura.

⁹ Como otro posible mecanismo, exploramos el flujo migratorio subnacional entre el período 2005 y 2010. Utilizando una simple regresión OLS (mínimos cuadrados ordinarios), encontramos algunas evidencias sugestivas de que una temperatura más cálida podría conducir a una mayor migración (apéndice A, figura A8). Sin embargo, dado que la migración podría ayudar a los hogares a obtener mejores oportunidades económicas y escapar de la pobreza, los resultados de nuestra estimación podrían considerarse como los impactos netos de una temperatura más cálida (después de tener en cuenta los efectos beneficiosos de la migración en la reducción de la pobreza).

pobreza para comprender mejor los efectos potenciales en diferentes escenarios. Nos centramos en diferentes escenarios de cambio climático tomados de la Fase 6 del Proyecto de intercomparación de modelos acoplados (CMIP6), publicado recientemente¹⁰. La tabla A13 (apéndice A) proporciona un resumen de los cambios proyectados para la temperatura para estos escenarios, donde la temperatura puede aumentar entre 1.4° C y 5.0° C en el 2099. Estos aumentos de temperatura pueden provocar incrementos de la pobreza de entre 0.7 y 2.7 puntos porcentuales (es decir, aumentos del 7.4 y el 26.6%) (panel A) utilizando el umbral de pobreza de 1.9 \$/día. Del mismo modo, los efectos simulados sobre la desigualdad se estiman entre 0.5 y 1.7 puntos porcentuales de aumento del índice de Gini (es decir, entre el 1.4 y el 4.9%) (panel B). En ambos casos, el mayor aumento de la pobreza y la desigualdad se produciría en el escenario sin estrategias compensatorias basadas en energías renovables para hacer frente al cambio climático entre el 2021 y 2099¹¹.

5.2. Análisis retrospectivo de los costos

A continuación, realizamos algunos cálculos aproximados para ayudar a comparar los costos de impedir el aumento de la temperatura con los de erradicar la pobreza. Entre las diversas medidas para mitigar los efectos del calentamiento global, se considera crucial reducir las emisiones de carbono, como el dióxido de carbono (CO₂), el metano y el óxido nitroso. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) informa que limitar el calentamiento global a 1.5°C para el 2030 requeriría reducir las emisiones de CO₂ en aproximadamente un 45% en comparación con los niveles del 2010 y lograr emisiones netas

¹⁰ Los modelos CMIP6 captan tendencias futuras del cambio climático en escenarios alternativos de actividad humana. Se ha corregido el sesgo y se ha reducido la escala a ERA-5 para subsanar las deficiencias detectadas en modelos anteriores como Global Meteorological Forcing Dataset (GMFD) y NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections (NEX-GDDP). Este conjunto de datos se ajusta a los escenarios de emisiones del informe del IPCC del 2021-2023, lo que lo hace más actual y pertinente que los modelos anteriores, que se basaban en los escenarios del informe del IPCC del 2013 (IPCC, 2021).

¹¹ También señalamos que nuestra proyección de los impactos futuros podría verse influida por otros factores. Por ejemplo, los cambios en los ecosistemas o en la producción mundial de alimentos, y la subida del nivel del mar pueden amplificar o atenuar estos efectos, lo que complica enormemente la tarea de proyectar las posibles consecuencias del cambio climático.

nulas para el 2050 (IPCC, 2018). Se estima que este ambicioso objetivo requeriría una inversión de 50 billones de dólares estadounidenses en tecnología de carbono cero (Morgan Stanley, 2019).

Al utilizar los efectos estimados de la temperatura sobre la pobreza que figuran en la columna (2) de la tabla 1 (es decir, 0.53 puntos porcentuales de aumento de la pobreza por cada grado de incremento de la temperatura), calculamos que el índice de recuento de la pobreza a US 1.90 al día aumentaría 0.8 puntos porcentuales (un aumento del 8%) en el 2030 si la temperatura aumenta 1.5 °C. Para contrarrestar este aumento de la pobreza, utilizando las estimaciones de Lakner *et al.* (2022), calculamos que el PBI mundial tendría que aumentar aproximadamente un 1.08%, o alrededor de 1,12 billones de dólares estadounidenses (basándonos en el PBI mundial estimado de 103,86 billones de dólares en el 2022). Aunque esta cifra estimada solo supone el 2% del costo de inversión de 50 billones de dólares, nuestro análisis no tiene en cuenta las externalidades positivas de la eliminación de la pobreza sobre otros resultados de bienestar, como la mejora de la salud y el bienestar subjetivo, ni los efectos beneficiosos de la reducción de la pobreza sobre el crecimiento a largo plazo (Thorbecke y Ouyang, 2022).

Para profundizar en nuestra investigación, estimamos la asignación de costos para cada país en función de su respectiva contribución a una temperatura más cálida. Para obtener una estimación aproximada de esta asignación, utilizamos el porcentaje de emisiones de CO₂ de los países entre 1975 y 2022 (Friedlingstein *et al.*, 2022). La tabla A15 (apéndice A) indica una amplia gama de porcentajes de contribución de los países: mientras que los países de renta baja deberían contribuir con menos del 1% de los costos totales, esta cifra aumenta hasta el 10%, el 29.7% y el 59.5% para los países de renta media-baja, media-alta y alta, respectivamente. En la figura A11 (apéndice A) se presentan estimaciones más detalladas para cada país.

6. Conclusiones

Aunque cada vez hay más pruebas de los efectos nocivos del cambio climático en los resultados macroeconómicos, existen pocas evidencias sobre las repercusiones del aumento de las temperaturas en la pobreza y la desigualdad a escala mundial. Un reto notable es la ausencia de datos a nivel desagregado que permitan un análisis más preciso de esta relación tanto dentro de los países como entre ellos. Al analizar un nuevo conjunto de datos de panel global representativo de áreas subnacionales en 134 países que hemos construido, encontramos que tanto las temperaturas más cálidas como las más frías dan lugar a una mayor tasa de pobreza y desigualdad. Encontramos efectos más fuertes a nivel subnacional, lo que implica que el análisis a nivel país no revela la verdadera estimación de las consecuencias del calentamiento global. También encontramos efectos significativos de la temperatura, aunque menores, a largo plazo, lo que sugiere que los hogares probablemente se adaptan a los cambios permanentes de las condiciones meteorológicas.

Nuestras conclusiones se suman al actual debate sobre las responsabilidades de los países más ricos en la mitigación de los efectos globales del cambio climático. En las últimas décadas, los países más pobres han reclamado compensaciones por los costos del cambio climático (también conocidas como «reparaciones climáticas») a las naciones más ricas, a las que generalmente se considera más responsables del cambio climático global. Nuestro estudio contribuye a este debate ofreciendo nuevas evidencias globales de que las regiones más pobres soportan la carga más pesada del calentamiento global y, por tanto, los países más ricos podrían proporcionar más ayuda para reducir los efectos del cambio climático.

La disponibilidad de datos subnacionales sobre la pobreza abre otras vías de investigación futura. Si bien nuestro estudio aporta evidencias de que la agricultura es un factor importante que influye en la pobreza y la desigualdad inducidas por el clima, otros canales alternativos, como los conflictos civiles y la productividad laboral, podrían ofrecer otra dirección. Nuevas investigaciones sobre estos temas ayudarían a proporcionar aportaciones políticas para que los

distintos países adopten medidas más eficaces para afrontar el reto del calentamiento global.

Referencias bibliográficas

- Aghion, P., & Bolton, P. (1997). A theory of trickle-down growth and development. *Review of Economic Studies*, 64(2), 151-172.
- Arouri, M., Nguyen, C., & Youssef, A. B. (2015). Natural disasters, household welfare, and resilience: evidence from rural Vietnam. *World Development*, 70, 59–77.
- Auffhammer, M., Hsiang, S. M., Schlenker, W., & Sobel, A. (2013). Using weather data and climate model output in economic analyses of climate change. *Review of Environmental Economics and Policy*, 7(2), 181–198.
- Azzarri, C., & Signorelli, S. (2020). Climate and poverty in Africa South of the Sahara. *World Development*, 125, 104691.
- Barbier, E. B., & Hochard, J. P. (2018). Land degradation and poverty. *Nature Sustainability*, 1(11), 623-631.
- Beegle, K., Christiaensen, L., Dabalen, A., & Gaddis, I. (2016). *Poverty in a rising Africa*. World Bank Publications.
- Birnbaum, M., Chiu, A., & Kaplan, S. (2022, November 7). “U.N. climate talks off to tense start as nations feud over damage.” *The Washington Post*. Retrieved from <https://www.washingtonpost.com/climate-environment/2022/11/07/un-climate-conference-damages/>
- Burke, M., Hsiang, S. M., & Miguel, E. (2015a). Climate and conflict. *Annual Review of Economics*, 7(1), 577–617.
- Burke, M., Hsiang, S. M., & Miguel, E. (2015b). Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature*, 527(7577), 235–239.
- Burke, M., & Emerick, K. (2016). Adaptation to climate change: Evidence from US agriculture. *American Economic Journal: Economic Policy*, 8(3), 106–40.
- Cappelli, F., Costantini, V., & Consoli, D. (2021). The trap of climate change-induced “natural” disasters and inequality. *Global Environmental Change*, 70, 102329.
- Chen, S., & Gong, B. (2021). Response and adaptation of agriculture to climate change: Evidence from China. *Journal of Development Economics*, 148, 102557.
- Conley, T. G. (1999). GMM estimation with cross sectional dependence. *Journal of Econometrics*, 92(1), 1–45.
- Cook, N., & Heyes, A. (2020). Brain freeze: outdoor cold and indoor cognitive performance. *Journal of Environmental Economics and Management*, 101, 102318.

- Damania, R., Desbureaux, S., & Zaveri, E. (2020). Does rainfall matter for economic growth? Evidence from global sub-national data (1990–2014). *Journal of Environmental Economics and Management*, *102*, 102335.
- Dang, H. A., Jolliffe, D., & Carletto, C. (2019). Data gaps, data incomparability, and data imputation: A review of poverty measurement methods for data-scarce environments. *Journal of Economic Surveys*, *33*(3), 757–797.
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2012). Temperature shocks and economic growth: Evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, *4*(3), 66–95.
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2014). What do we learn from the weather? The new climate-economy literature. *Journal of Economic Literature*, *52*(3), 740–98.
- Deryugina, T., & Hsiang, S. M. (2014). *Does the environment still matter? Daily temperature and income in the United States* (No. w20750). National Bureau of Economic Research.
- Deschênes, O., & Greenstone, M. (2007). The economic impacts of climate change: evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. *American Economic Review*, *97*(1), 354–385.
- Deschênes, O., & Moretti, E. (2009). Extreme weather events, mortality, and migration. *Review of Economics and Statistics*, *91*(4), 659–681.
- Deschênes, O., & Greenstone, M. (2011). Climate change, mortality, and adaptation: Evidence from annual fluctuations in weather in the US. *American Economic Journal: Applied Economics*, *3*(4), 152–85.
- Diffenbaugh, N. S., & Burke, M. (2019). Global warming has increased global economic inequality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *116*(20), 9808–9813.
- Dollar, D., & Kraay, A. (2002). Growth is Good for the Poor. *Journal of Economic Growth*, *7*(3), 195–225.
- Friedlingstein, P., O'sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Gregor, L., Hauck, J., ... & Zheng, B. (2022). Global carbon budget 2022. *Earth System Science Data*, *14*(11), 4811–4900.
- Gazzotti, P., Emmerling, J., Marangoni, G., Castelletti, A., Wijst, K. I. V. D., Hof, A., & Tavoni, M. (2021). Persistent inequality in economically optimal climate policies. *Nature Communications*, *12*(1), 1–10.
- Graff Zivin, J., Hsiang, S. M., & Neidell, M. (2018). Temperature and human capital in the short and long run. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, *5*(1), 77–105.
- Hallegatte, S., Bangalore, M., Bonzanigo, L., Fay, M., Kane, T., Narloch, U., Rozenberg, J., Treguer, D., Vogt-Schilb, A. (2016). *Shock waves: Managing the impacts of climate change on poverty*.

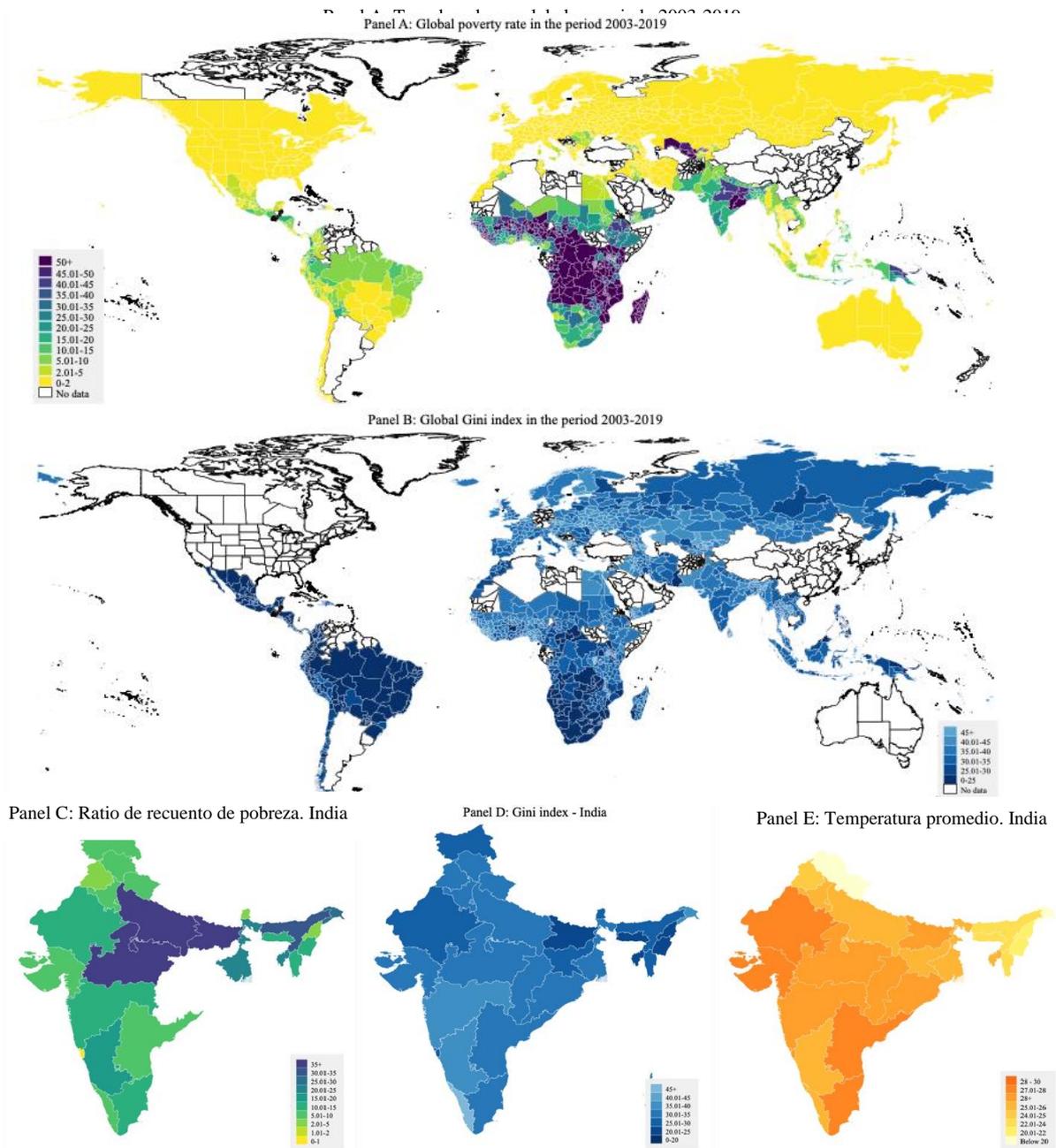
Washington, DC: World Bank.

- Hallegatte, S., Vogt-Schilb, A., Rozenberg, J., Bangalore, M., & Beaudet, C. (2020). From poverty to disaster and back: A review of the literature. *Economics of Disasters and Climate Change*, 4(1), 223–247.
- Heilmann, K., Kahn, M. E., & Tang, C. K. (2021). The urban crime and heat gradient in high and low poverty areas. *Journal of Public Economics*, 197, 104408.
- Hertel, T. W., & Rosch, S. D. (2010). Climate change, agriculture, and poverty. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 32(3), 355-385.
- Hsiang, S. M. (2010). Temperatures and cyclones strongly associated with economic production in the Caribbean and Central America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(35), 15367-15372.
- Hsiang, S., Oliva, P., & Walker, R. (2019). The distribution of environmental damages. *Review of Environmental Economics and Policy*, 13(1), 83-103.
- Iizumi, T., & Sakai, T. (2020). The global dataset of historical yields for major crops 1981– 2016. *Scientific Data*, 7(1), 1–7.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). *Global warming of 1.5° C: An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5° C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Intergovernmental Panel on Climate Change. In Masson-Delmotte *et al.* (eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3–24.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). “Technical Summary.” In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In Masson- Delmotte *et al.* (eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 33–144.
- Kalkuhl, M., & Wenz, L. (2020). The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions. *Journal of Environmental Economics and Management*, 103, 102360.
- Karim, A., & Noy, I. (2016). Poverty and natural disasters: a regression meta-analysis. *Review of Economics and Institutions*, 7(2), 26.
- Kolstad, C. D., & Moore, F. C. (2020). Estimating the economic impacts of climate change using weather observations. *Review of Environmental Economics and Policy*, 14(1), 1–24
- Kotz, M., Wenz, Stechemesser, Kalkuhl, & Levermann, A. (2021). Day-to-day temperature variability reduces economic growth. *Nature Climate Change*, 11(4), 319–325

- Kotz, M., Levermann, A., & Wenz, L. (2022). The effect of rainfall changes on economic production. *Nature*, 601(7892), 223–227.
- Kummu, M., Taka, M., & Guillaume, J. H. (2018). Gridded global datasets for gross domestic product and Human Development Index over 1990–2015. *Scientific Data*, 5(1), 1–15.
- Lakner, C., Mahler, D. G., Negre, M., & Prydz, E. B. (2022). How much does reducing inequality matter for global poverty? *Journal of Economic Inequality*, 20(3), 559–585.
- Mendelsohn, R., Nordhaus, W. D., & Shaw, D. (1994). The impact of global warming on agriculture: a Ricardian analysis. *American Economic Review*, 84(4), 753–771.
- Morgan Stanley. (2019). Decarbonization: The Race to Zero Emissions. Available at: <https://www.morganstanley.com/ideas/investingindecarbonization#:~:text=The%20Race%20to%20Net%20Zero&text=Simply%20put%2C%20net%20zero%20is,balance%20between%20emissions%20and%20decarbonization>
- Mullins, J. T., & White, C. (2020). Can access to health care mitigate the effects of temperature on mortality? *Journal of Public Economics*, 191, 104259.
- Newell, R. G., Prest, B. C., & Sexton, S. E. (2021). The GDP-temperature relationship: implications for climate change damages. *Journal of Environmental Economics and Management*, 108, 102445.
- OECD. (2021). *Carbon Pricing in Times of COVID-19: What Has Changed in G20 Economies?* OECD, Paris.
- Paglialunga, E., Coveri, A., & Zanfei, A. (2022). Climate change and within-country inequality: New evidence from a global perspective. *World Development*, 159, 106030.
- Popovich, N., & Plumer, B. (2021, November 12). “Who Has the Most Historical Responsibility for Climate Change?.” *The New York Times*. Retrieved from <https://www.nytimes.com/interactive/2021/11/12/climate/cop26-emissions-compensation.html>
- Rodriguez-Oreggia, E., De La Fuente, A., De La Torre, R., & Moreno, H. A. (2013). Natural disasters, human development, and poverty at the municipal level in Mexico. *Journal of Development Studies*, 49(3), 442–455.
- Sawada, Y., & Takasaki, Y. (2017). Natural disaster, poverty, and development: An introduction. *World Development*, 94, 2–15.
- Schlenker, W., Hanemann, W. M., & Fisher, A. C. (2005). Will US agriculture really benefit from global warming? Accounting for irrigation in the hedonic approach. *American Economic Review*, 95(1), 395–406.
- Schlenker, W., & Roberts, M. J. (2009). Nonlinear temperature effects indicate severe damage to US crop yields under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(37), 15594–15598.

- Somanathan, E., Somanathan, R., Sudarshan, A., & Tewari, M. (2021). The impact of temperature on productivity and labor supply: Evidence from Indian manufacturing. *Journal of Political Economy*, 129(6), 1797–1827.
- Thorbecke, E., & Ouyang, Y. (2022). Towards a virtuous spiral between poverty reduction and growth: Comparing sub Saharan Africa with the developing world. *World Development*, 152, 105776.
- World Bank. (2016). *World development report 2016: Digital dividends*. World Bank: Washington.
- World Bank. (2021). World Bank estimates based on data from the Global Subnational Atlas of Poverty, Global Monitoring Database. World Bank: Washington.

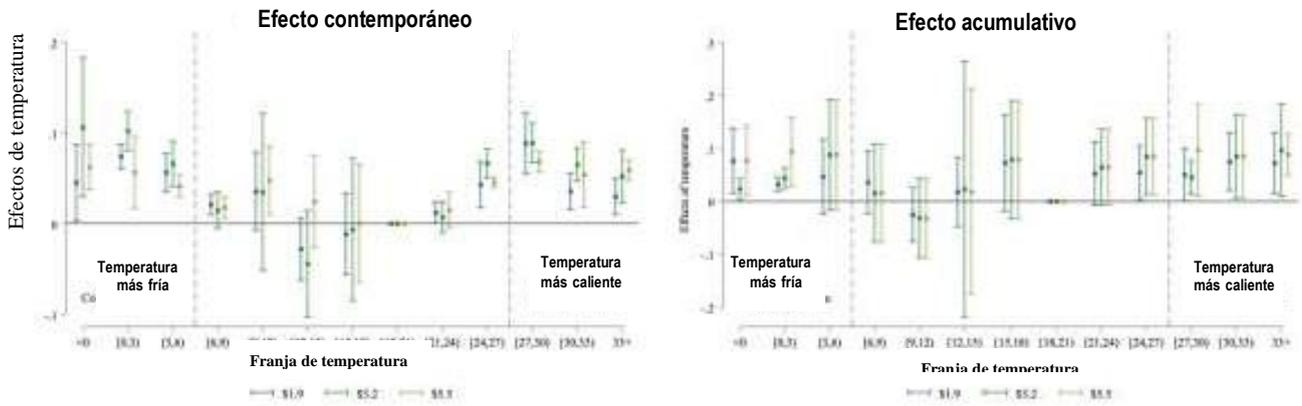
Figura 1: Pobreza y temperatura global and subnacional



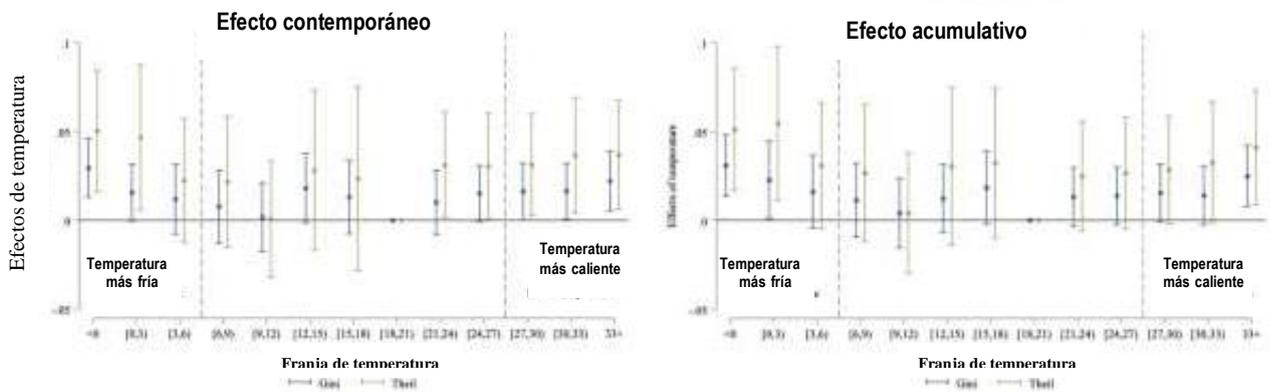
Nota: La pobreza se mide por el índice global de recuento de la pobreza subnacional utilizando el umbral diario de 1.90 USD. La desigualdad se mide por el índice de Gini. Los datos de temperatura proceden del Reanálisis 5 del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo (ERA-5). La tasa de pobreza, desigualdad y los datos de temperatura se miden en el periodo 2003 - 2019.

Figura 2: Efectos no lineales de la temperatura sobre la pobreza y la desigualdad

Panel A: Pobreza



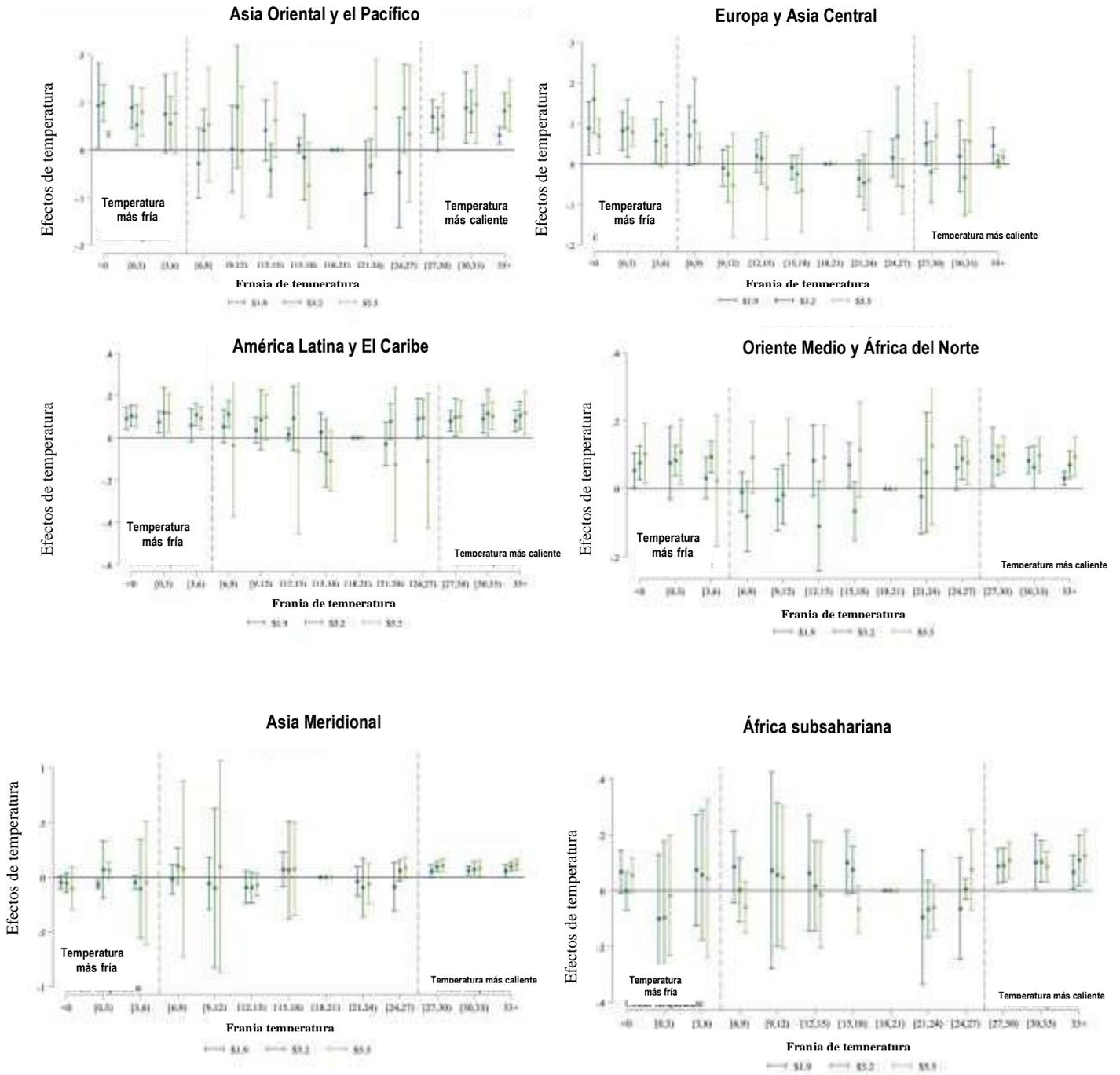
Panel B: Desigualdad



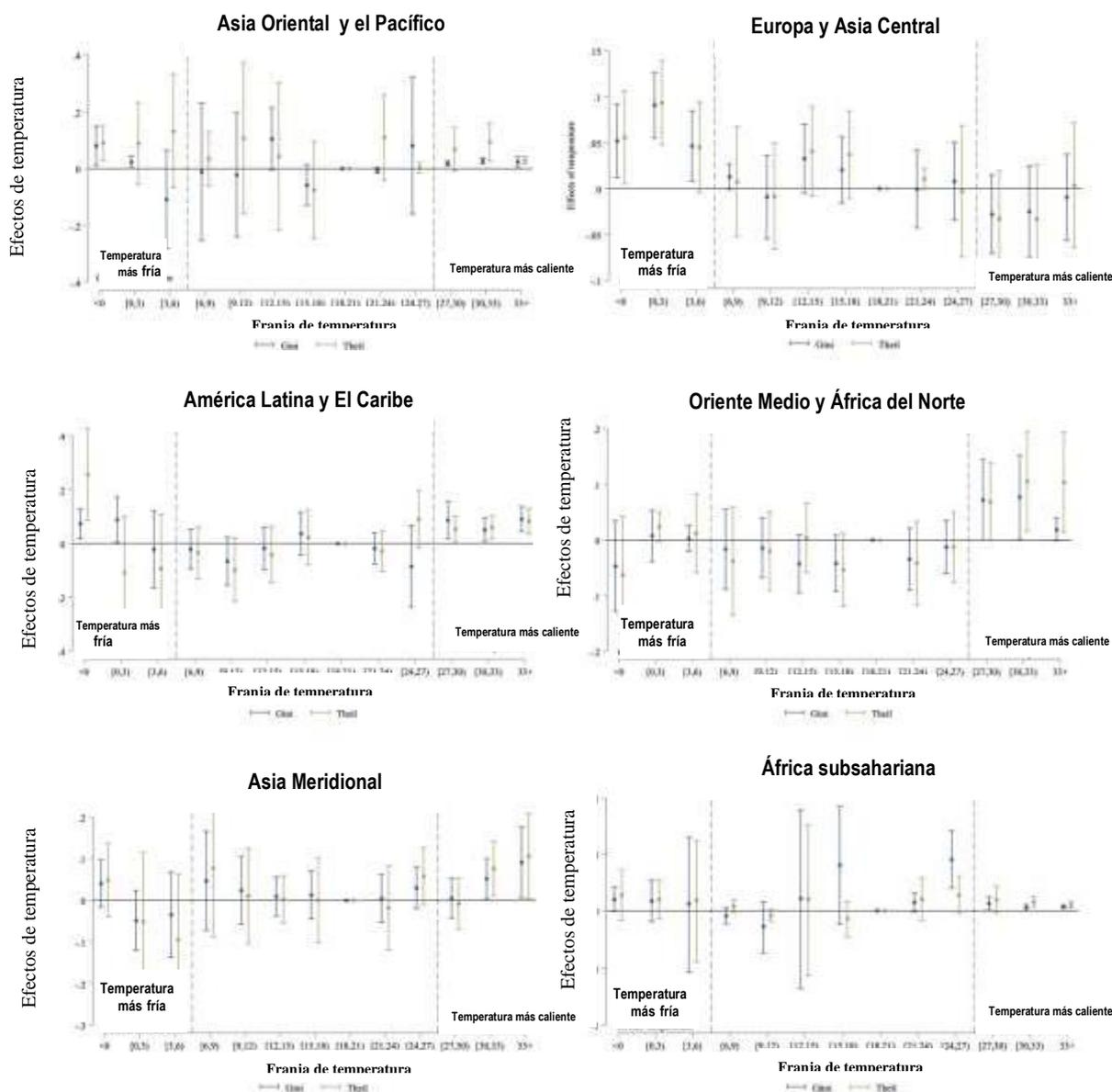
Nota: Las figuras muestran las estimaciones puntuales y sus lapsos de confianza del 95 por ciento de las franjas de temperatura utilizando una regresión con precipitaciones y efectos fijos subnacionales. Los errores estándar robustos se agrupan a nivel subnacional. Las regresiones están ponderadas por población de la región. La franja de temperatura de referencia es [18,21]. Los efectos acumulados se obtienen estimando el modelo con cuatro rezagos de las variables meteorológicas. La temperatura más caliente y la temperatura más fría se definen como la temperatura que se encuentra en el decil superior (es decir, superior a 27°C) e inferior (es decir, inferior a 6°C) del rango de temperaturas, respectivamente.

Figura 3: Análisis de heterogeneidad

Panel A: Efectos de la temperatura en la pobreza por regiones



Panel B: Efectos de la temperatura en la desigualdad por regiones



Nota: Las figuras muestran las estimaciones puntuales y sus intervalos de confianza del 95 por ciento de la franja de temperatura que utilizan la regresión con precipitaciones y efectos fijos subnacionales. Los errores estándar robustos se agrupan a nivel subnacional. Las regresiones están ponderadas por población de la región. Las franjas de temperatura se identifican dividiendo la temperatura media regional entre deciles, siendo la franja de temperatura situada en el sexto decil el grupo de referencia. La temperatura más caliente y la más fría se definen como la temperatura que se encuentra en el decil superior (es decir, superior a 27°C) y el decil inferior (es decir, inferior a 6°C) del rango de temperatura, respectivamente.

Tabla 1: Efectos de la temperatura sobre la pobreza subnacional

Pobreza:	\$1.90/día		\$3.20/día		\$5.50/día	
	Panel FE – Todos los países	Diferencias a largo plazo	Panel FE – Todos los países	Diferencias a largo plazo	Panel FE – Todos los países	Diferencias a largo plazo
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Panel A: Análisis nivel país						
Temperatura	0.366*** (0.058)	0.137*** (0.018)	0.714*** (0.098)	0.250*** (0.027)	1.024*** (0.139)	0.333*** (0.037)
Precipitaciones	-0.007 (0.015)	0.007 (0.023)	-0.000 (0.024)	-0.013 (0.035)	-0.018 (0.036)	-0.015 (0.042)
País FE	Sí	No	No	No	Sí	No
Año FE	Sí	No	No	No	Sí	No
Variable dependiente media	7.321	7.321	15.448	15.448	26.895	26.895
Observaciones	460	95	460	95	460	95
Prueba de igualdad (Panel vs. diferencias a largo plazo)	p = 0.000		p = 0.000		p = 0.000	
Panel B: Análisis nivel subnacional						
Temperatura	0.920*** (0.160)	0.535*** (0.039)	1.834*** (0.214)	1.240*** (0.070)	2.298*** (0.308)	2.008*** (0.108)
Precipitaciones	0.236*** (0.069)	-0.365*** (0.092)	0.373** (0.166)	-0.486*** (0.142)	-0.072 (0.160)	-0.177 (0.248)
Subnacional FE	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Año FE	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Variable dependiente media	10.061 4,972	10.061 1,109	20.327 4,972	20.327 1,109	34.009 4,972	34.009 1,109
Observaciones						
Prueba de igualdad (Panel vs. diferencias a largo plazo)	p = 0.000		p = 0.000		p = 0.016	
Prueba de igualdad (país vs. subnacional)	p = 0.000	p = 0.000	p = 0.000	p = 0.000	p = 0.000	p = 0.000
Número de países	134	95	134	95	134	95
Número de regiones	1,594	1,109	1,594	1,109	1,594	1,109

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel país en el panel A y a nivel subnacional en el panel B. Las regresiones están ponderadas por población de la región. Los datos sobre la pobreza proceden de los GSAP. La pobreza y las variables meteorológicas en el modelo de diferencias a largo plazo se miden por la diferencia entre los promedios del primer período de 3 años y los promedios del último período de 3 años. La estimación de las diferencias a largo plazo se basa en datos transversales con un tamaño de muestra menor en comparación con los datos del panel. Los datos para el análisis a nivel país y el análisis a nivel subnacional proceden de nuestra base de datos de nueva construcción. Los valores p de la prueba de igualdad muestran la prueba t entre los resultados de los efectos fijos (FE) del panel frente a los resultados de las diferencias a largo plazo, y los resultados del análisis por países frente a los resultados del análisis subnacional. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Tabla 2: Efectos de la temperatura en la desigualdad subnacional

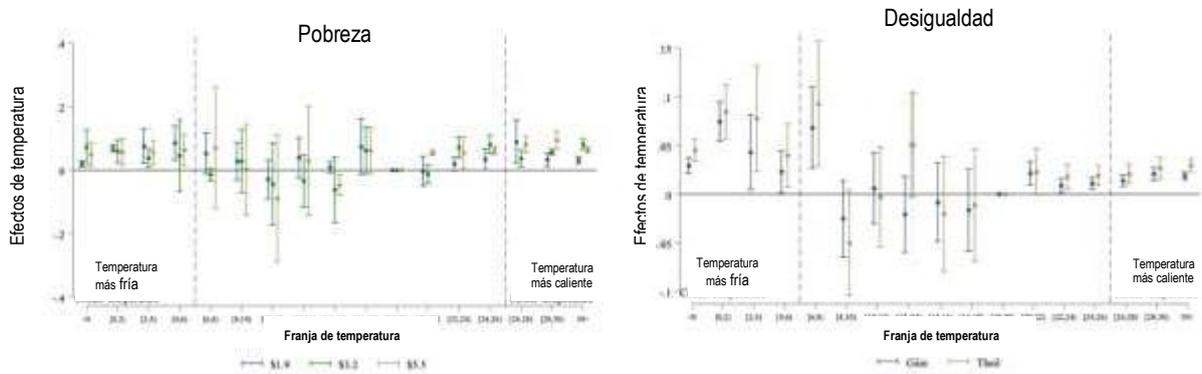
Desigualdad:	Gini		Theil	
	Panel FE Todos los países	Diferencias a largo plazo	Panel FE Todos los países	Diferencias a largo plazo
	(1)	(2)	(3)	(4)
Panel A: Análisis a nivel país				
Temperatura	0.154*** (0.029)	0.171*** (0.040)	0.253*** (0.049)	0.275*** (0.063)
Precipitaciones	0.002 (0.007)	0.025** (0.012)	-0.002 (0.012)	0.031 (0.021)
País FE	Sí	No	Sí	No
Año FE	Sí	No	Sí	No
Var. dependiente media	34.406	34.406	23.417	23.417
Observaciones	423	90	423	90
Prueba de igualdad (Panel vs.diferencias a largo plazo)	p = 0.726		p = 0.604	
Panel B: Análisis a nivel subnacional				
Temperatura	0.285*** (0.086)	0.349*** (0.049)	0.350*** (0.032)	0.592*** (0.082)
Precipitaciones	-0.156** (0.072)	0.474*** (0.100)	0.267** (0.110)	0.699*** (0.170)
Subnacional FE	Sí	No	Sí	No
Año FE	Sí	No	Sí	No
Var. dependiente media	35.605	35.605	25.383	25.383
Observaciones	4,129	1,019	4,129	1,019
Prueba de igualdad (Panel vs. diferencias a largo plazo)	p = 0.383		p = 0.029	
Prueba de igualdad (país vs. subnacional)	p = 0.000	p = 0.000	p = 0.000	p = 0.000
Número de países	128	90	128	90
Número de regiones	1,484	1,019	1,484	1,019

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel nacional en el panel A y a nivel subnacional en el panel B. Las regresiones están ponderadas por población de la región. Los datos sobre desigualdad proceden del GSAP. La desigualdad y las variables meteorológicas en el modelo de diferencias a largo plazo se miden por la diferencia entre los promedios del primer período de 3 años y los promedios del último período de 3 años. La estimación de diferencias a largo plazo se basa en datos transversales con un tamaño de muestra menor en comparación con los datos de panel. Los datos para el análisis a nivel país y el análisis a nivel subnacional proceden de nuestra base de datos de nueva construcción. Los valores p de la prueba de igualdad muestran la prueba t entre los resultados de la FE de panel frente a los resultados de las diferencias a largo plazo, y los resultados del análisis por países frente a los resultados del análisis subnacional. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

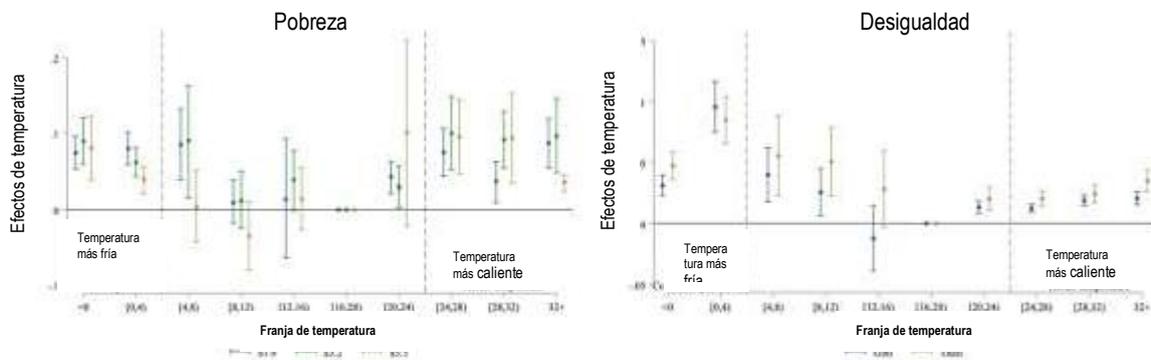
Apéndice A: Otras tablas y figuras

Figura A1: Serie de temperaturas alternativas

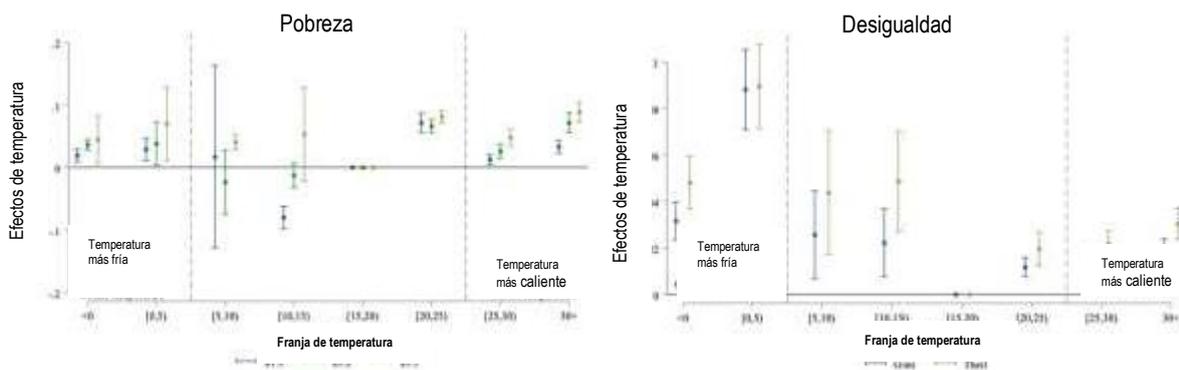
Panel A: franja de 2-grados



Panel B: franja de 4-grados



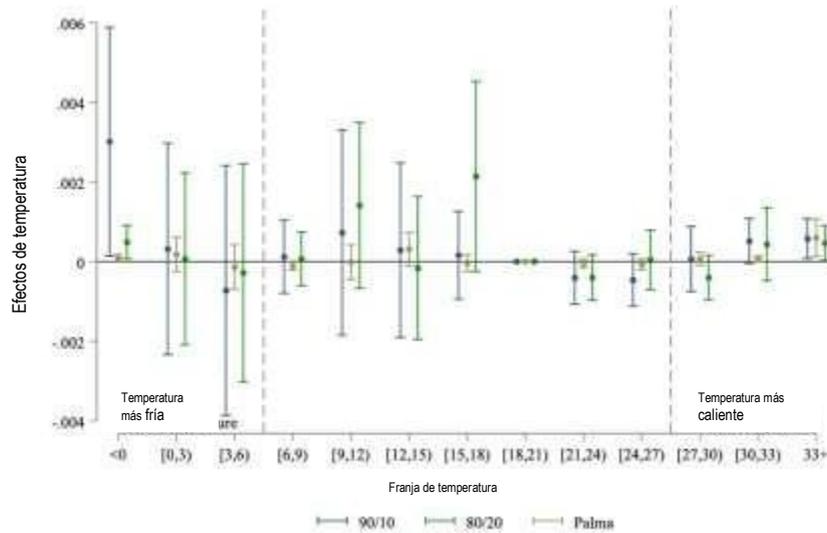
Panel C: franja de 5-grados



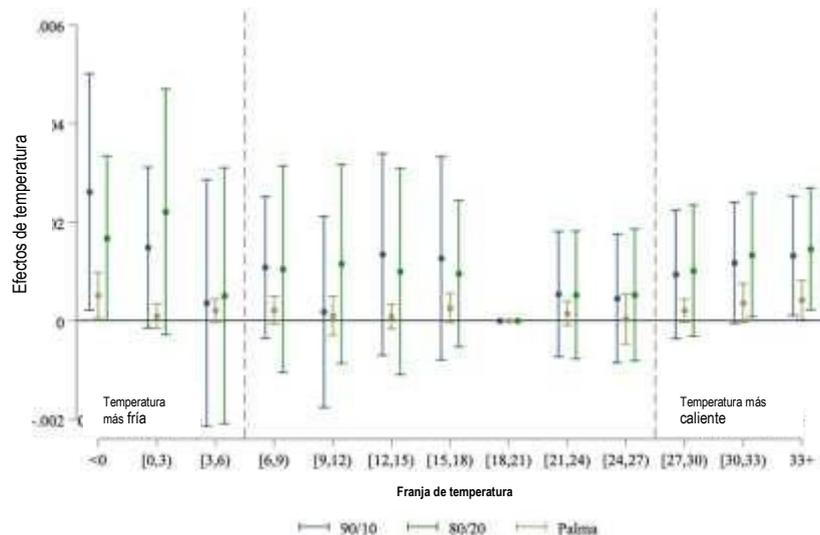
Nota: Las figuras muestran las estimaciones puntuales y sus intervalos de confianza del 95 por ciento de las franjas de temperatura utilizando la regresión con precipitaciones y efectos fijos subnacionales. Los errores estándar robustos se agrupan a nivel subnacional. Las regresiones están ponderadas por población de la región. La temperatura más caliente y la temperatura más fría se definen como la temperatura que se encuentra en el decil superior (es decir, más de 27°C) y el decil inferior (es decir, menos de 6°C) del rango de temperaturas, respectivamente.

Figura A2: Mediciones alternativas de la desigualdad

Panel A: Efecto contemporáneo



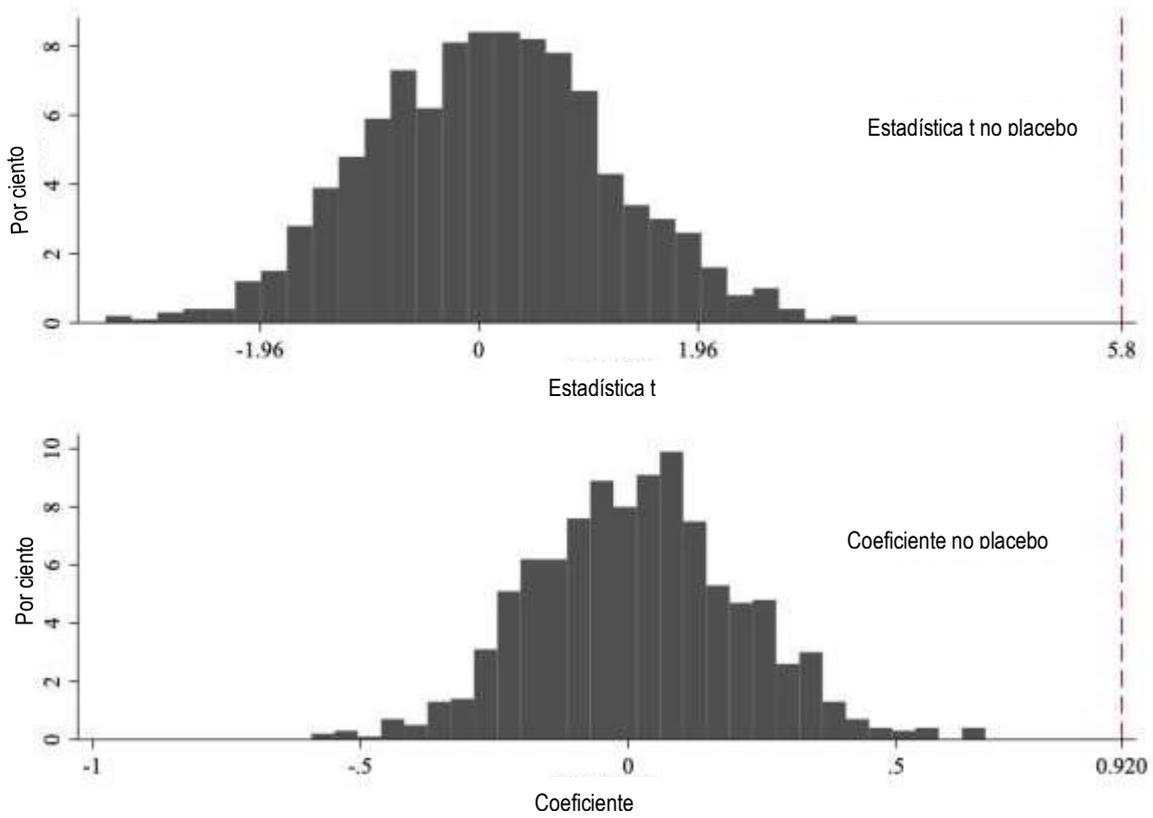
Panel B: Efecto acumulativo



Nota: La figura muestra las estimaciones puntuales y sus intervalos de confianza del 95 por ciento de las franjas de temperatura utilizando la regresión con precipitaciones y los efectos fijos subnacionales. Los errores estándar robustos están agrupados a nivel subnacional. Las regresiones están ponderadas por población de la región. La franja de temperatura de referencia es [18,21). Los efectos acumulativos del panel B se obtienen estimando el modelo con cuatro rezagos de las variables meteorológicas. La temperatura más caliente y la temperatura más fría se definen como la temperatura que se encuentra en el decil superior (es decir, superior a 27°C) y el decil inferior (es decir, inferior a 6°C) del rango de temperaturas, respectivamente.

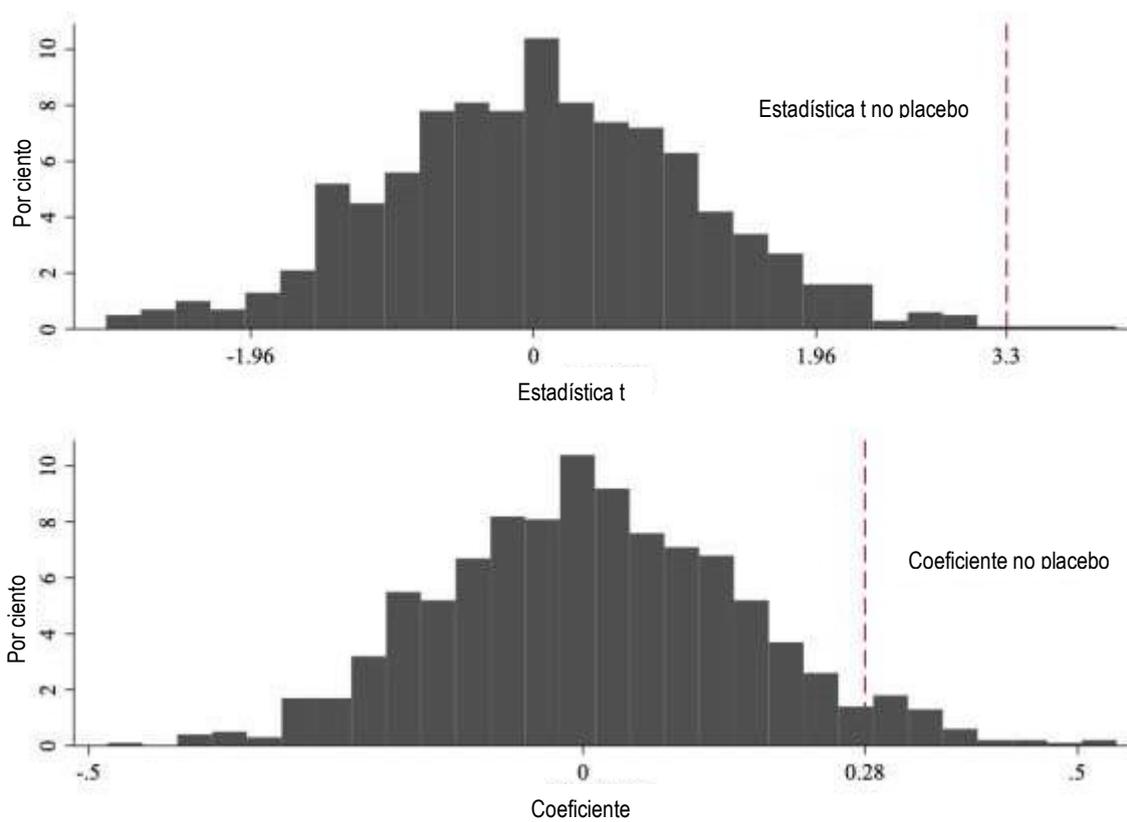
Figura A3: Prueba placebo

Panel A: Pobreza



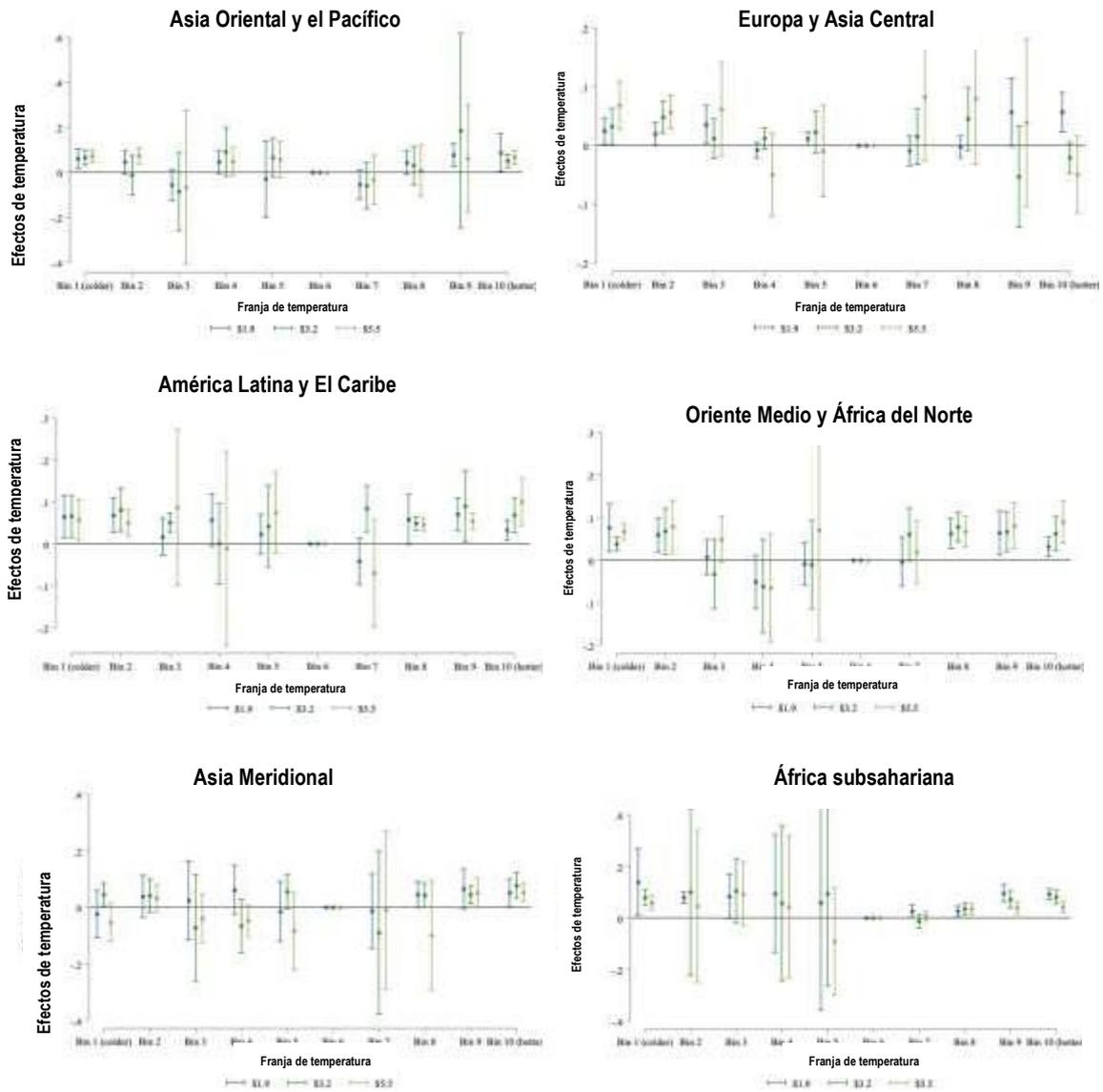
Nota: Resultados del ejercicio placebo utilizando 1,000 aleatorizaciones de regiones. El resultado es el índice de recuento de la pobreza a USD 1.90. Todas las regresiones incluyen precipitaciones y efectos fijos subnacionales. Las regresiones están ponderadas por población de la región.

Panel B: Desigualdad

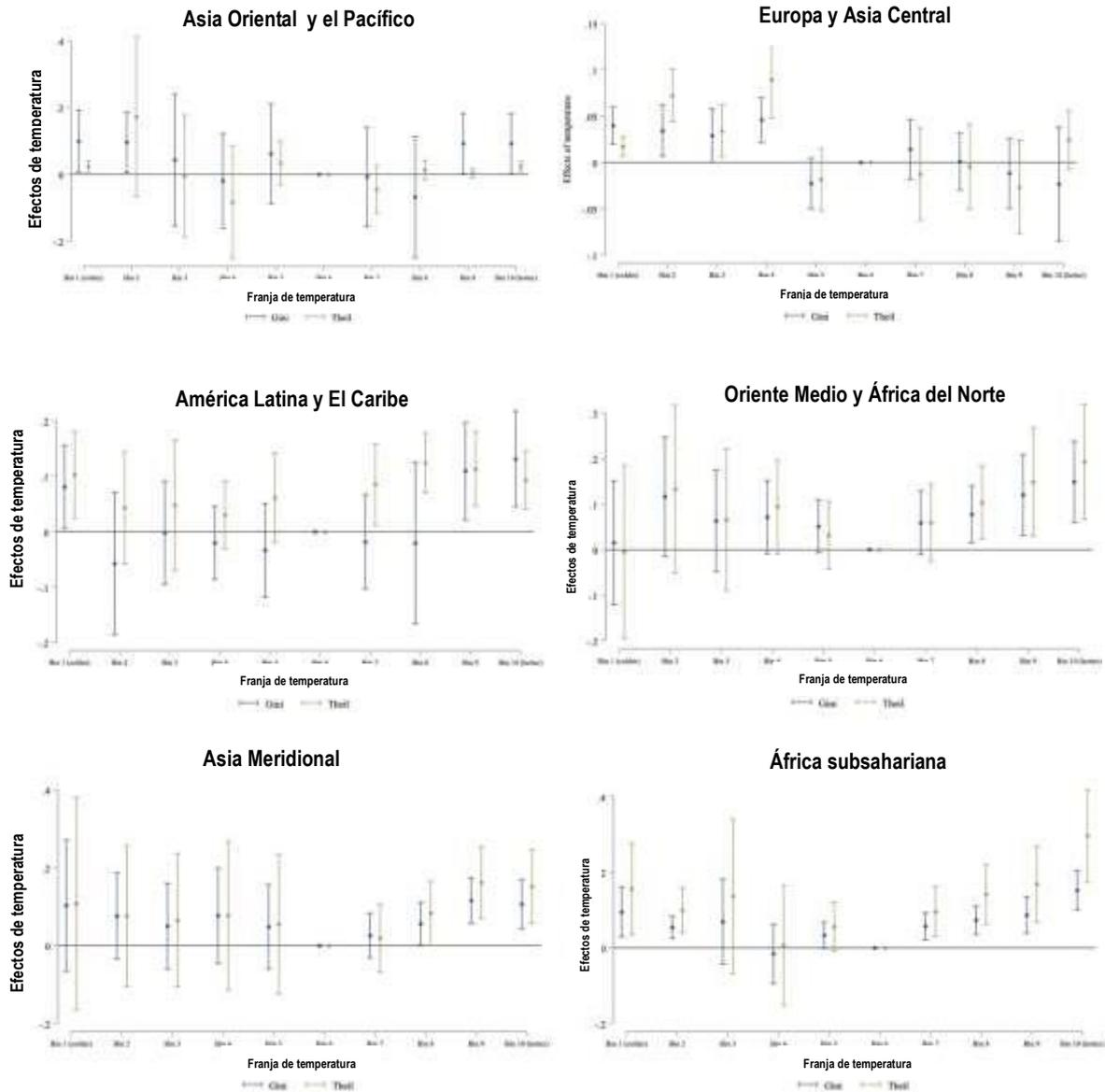


Nota: Resultados del ejercicio placebo utilizando 1,000 aleatorizaciones de regiones. El resultado es el índice de Gini. Todas las regresiones incluyen precipitaciones y efectos fijos subnacionales. Las regresiones están ponderadas por población de la región.

Figura A4: Análisis de heterogeneidad utilizando la temperatura regional
Panel A: Pobreza



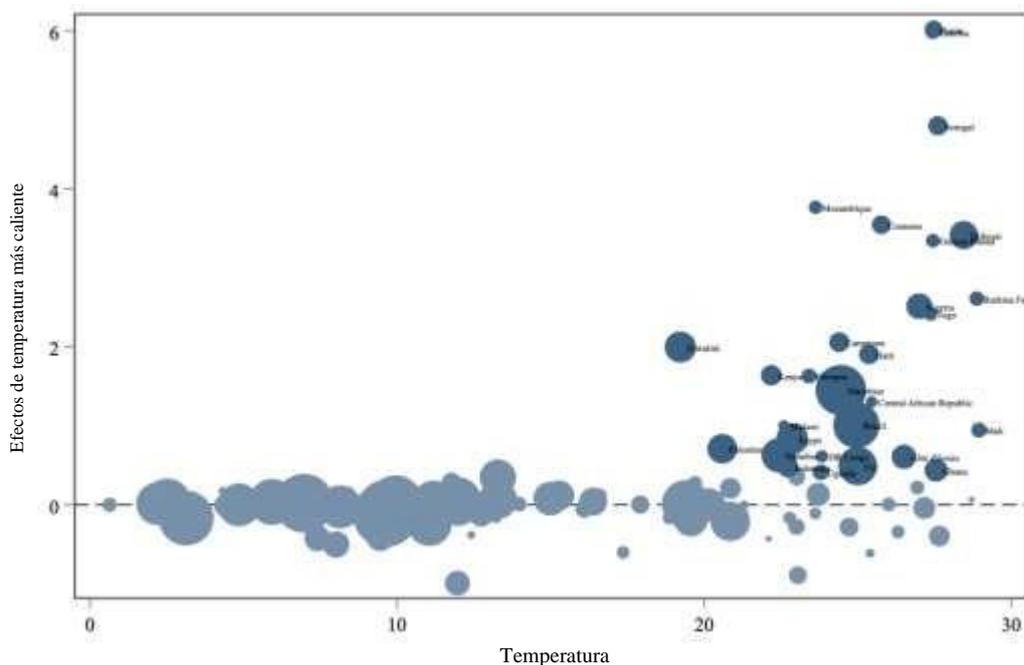
Panel B: Desigualdad



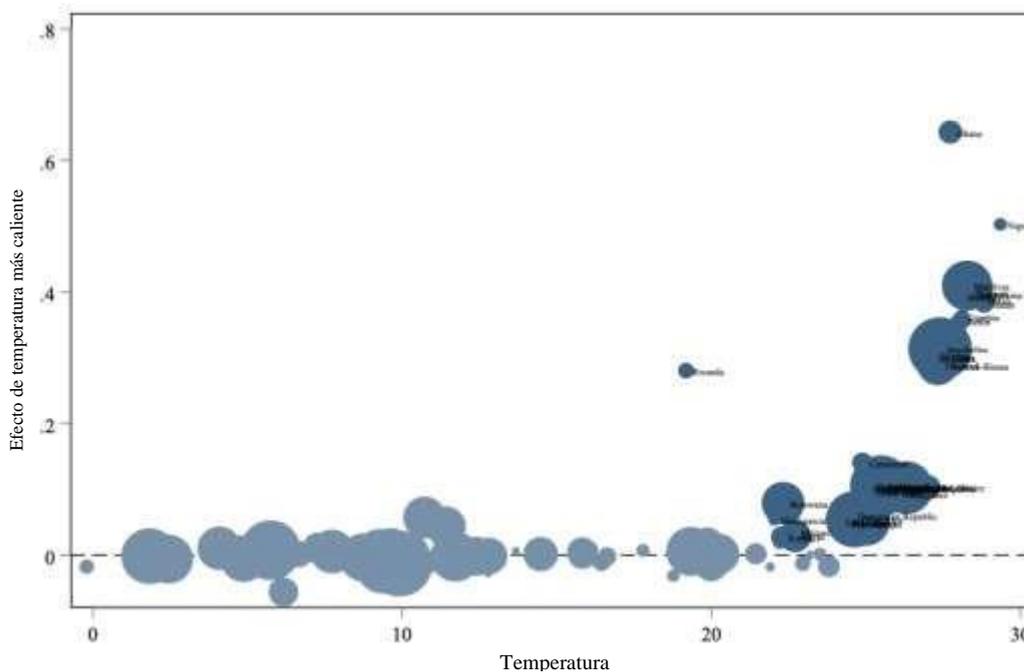
Nota: La figura muestra las estimaciones puntuales y sus intervalos de confianza del 95 por ciento de las franjas de temperatura utilizando la regresión con precipitaciones y efectos fijos subnacionales. Los errores estándar robustos están agrupados a nivel subnacional. Las regresiones se ponderan por población de la región. Las franjas de temperatura se identifican dividiendo la temperatura promedio regional entre deciles, siendo la franja de temperatura situada en el sexto decil el grupo de referencia. La temperatura más caliente y la temperatura más fría se definen como la temperatura que se encuentra en el decil superior (es decir, la franja 10) y el decil inferior (es decir, la franja 1) del rango de temperatura, respectivamente.

Figura A5: Los efectos de la temperatura sobre la pobreza y la desigualdad entre países ajustados por PBI real

Panel A: Pobreza



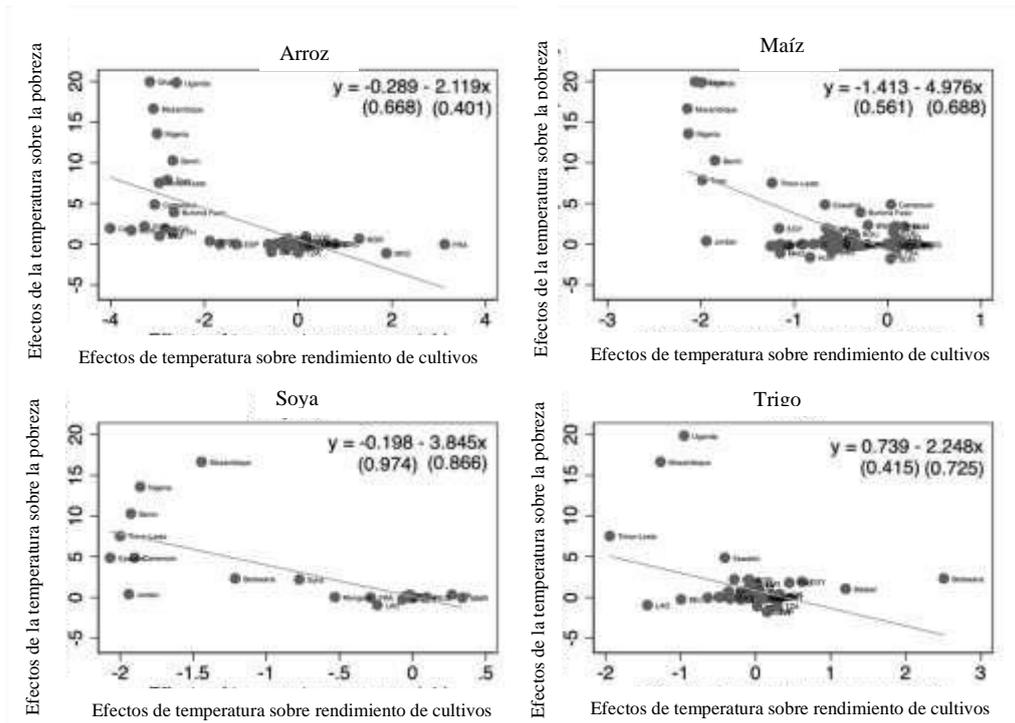
Panel B: Desigualdad



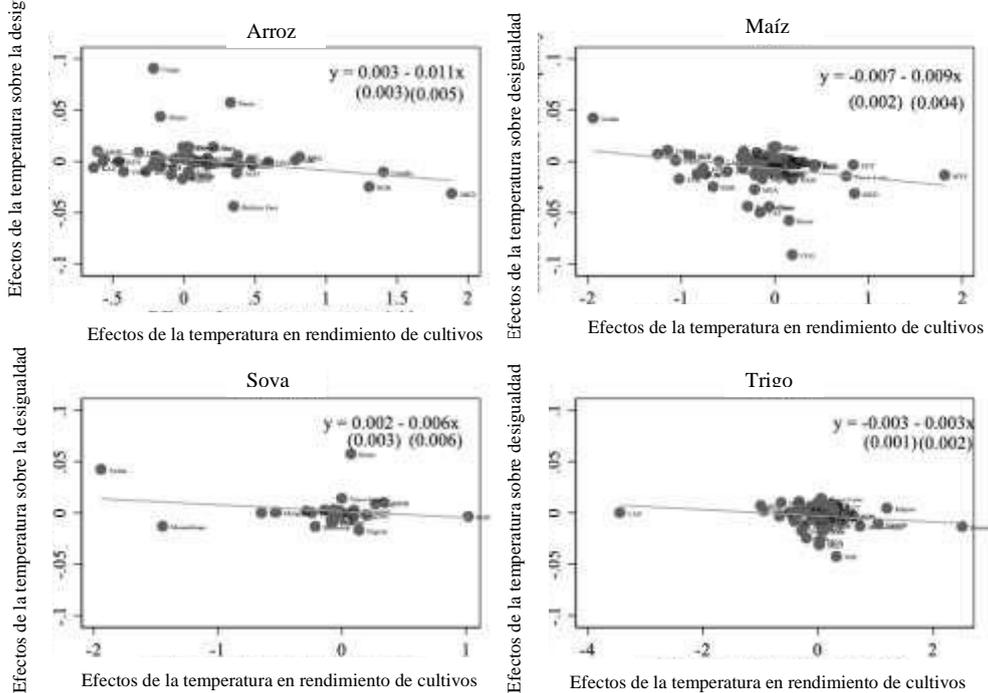
Nota: La tasa de pobreza se mide por la ratio de recuento de la pobreza subnacional a USD 1.90 al día. La desigualdad se mide por el índice de Gini. La figura muestra las estimaciones puntuales de la temperatura y las variables ficticias de país mediante regresión con variable de control y efectos fijos subnacionales. El marcador de cada país es proporcional a su PBI real per cápita utilizando la base de datos WDI — Indicadores del Desarrollo Mundial del Banco Mundial— (es decir, un tamaño mayor indica un nivel de PBI per cápita más alto).

Figura A6: Efectos de la temperatura sobre la pobreza, la desigualdad y la agricultura

Panel A: Pobreza

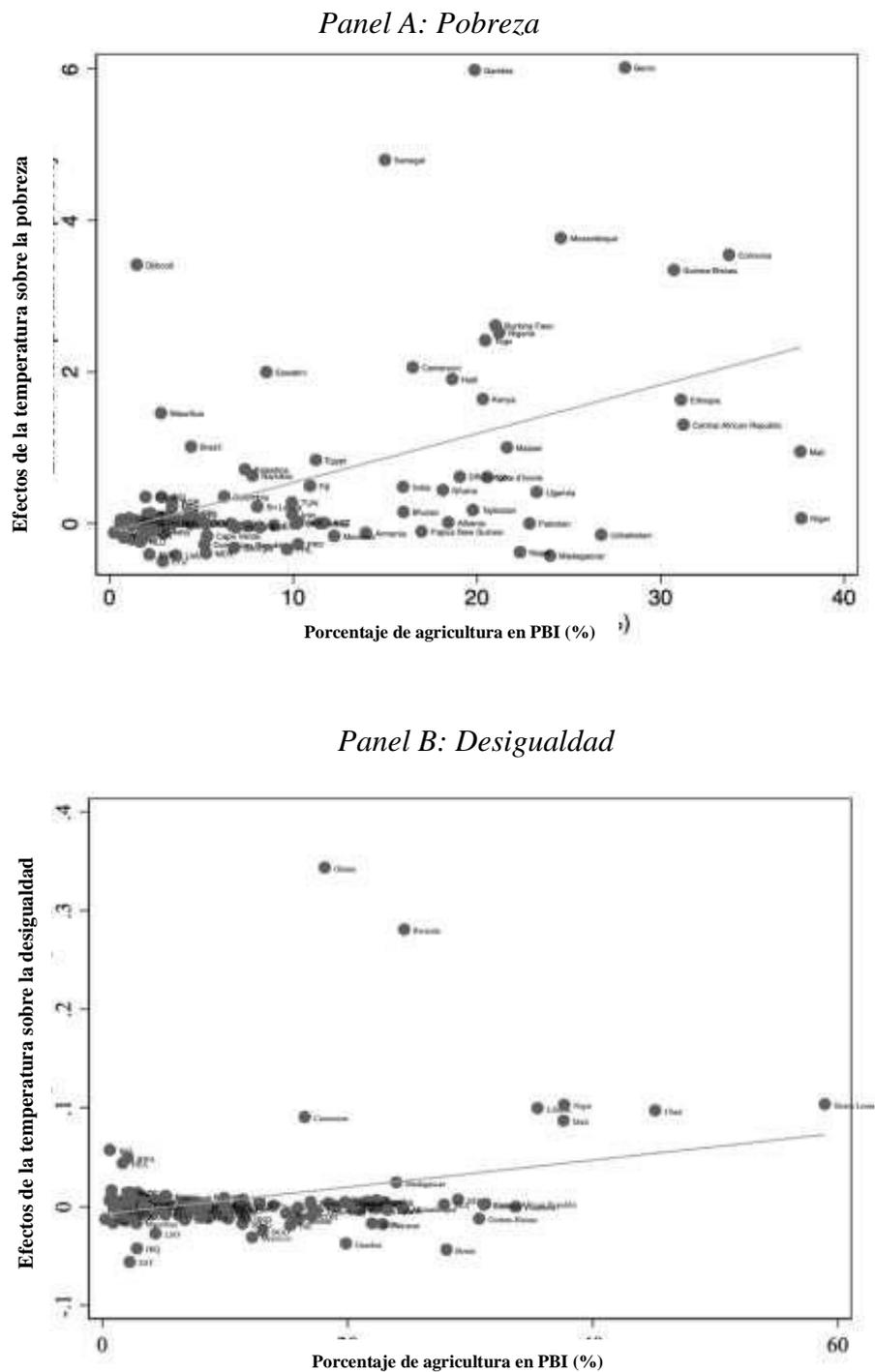


Panel B: Desigualdad



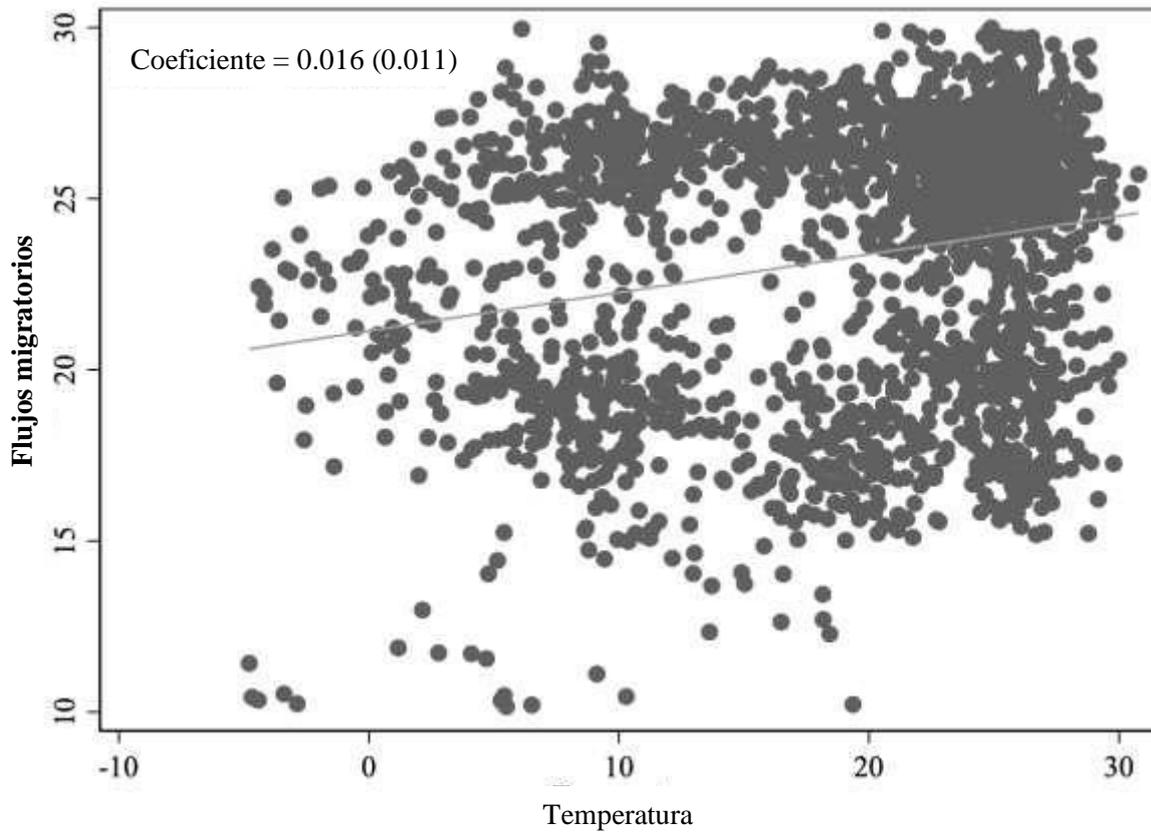
Nota: La figura muestra las estimaciones puntuales de los efectos de la temperatura sobre la pobreza y la desigualdad (eje y) y el rendimiento de los cultivos (eje x) utilizando regresiones con variables de control y efectos fijos subnacionales. A continuación, utilizamos una regresión de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) de los efectos de la pobreza (desigualdad) sobre los efectos del rendimiento de los cultivos. Los errores estándar figuran entre paréntesis. La pobreza se mide por el índice de recuento a USD 1.90 al día. La desigualdad se mide por el índice de Gini. Los datos sobre el rendimiento de los cultivos proceden de Iizumi y Sakai (2020).

Figura A7: Los efectos de la temperatura sobre la pobreza y la desigualdad según porcentaje de agricultura



Nota: La figura muestra las estimaciones puntuales de los efectos de la temperatura sobre la pobreza y la desigualdad (eje y) y la participación de la agricultura en el PBI (eje x) utilizando regresiones con variables de control y efectos fijos subnacionales. La tasa de pobreza se mide por la ratio de recuento de la pobreza subnacional a USD 1.90 al día. La desigualdad se mide por el índice de Gini. La proporción de la agricultura en el PBI procede de la base de datos de Indicadores del Desarrollo Mundial del Banco Mundial (WDI).

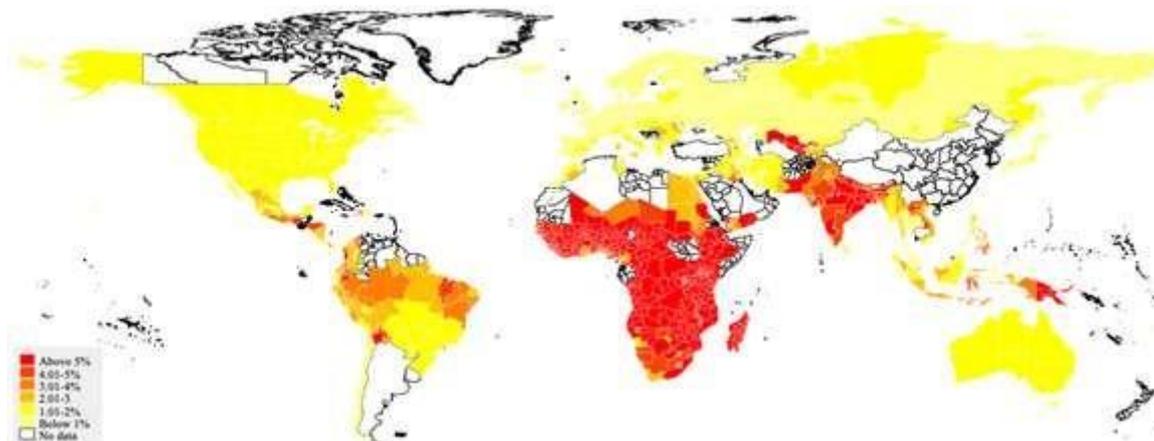
Figura A8: Los efectos de la temperatura sobre la migración



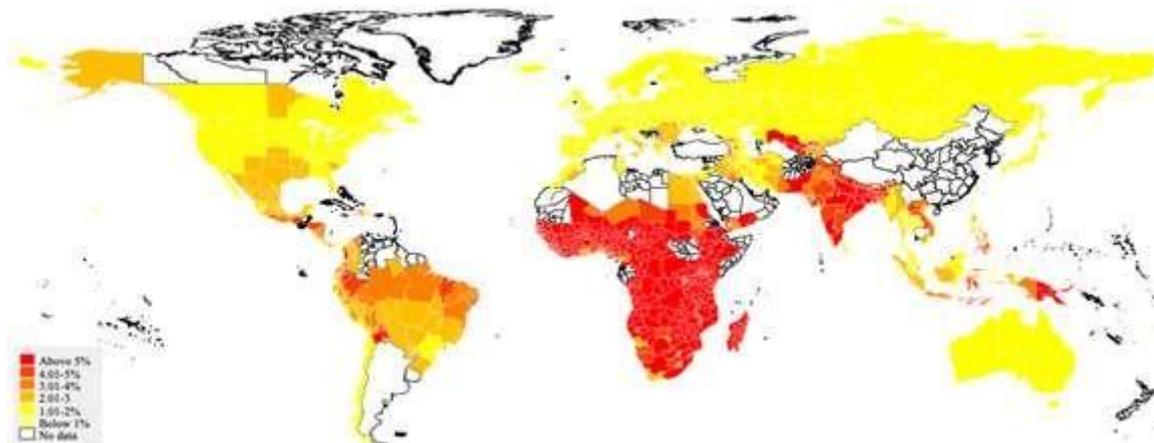
Nota: La figura muestra la relación entre la temperatura (eje de abscisas, X) y la migración (eje de ordenadas, y) utilizando regresiones de mínimos de cuadrados ordinarios (MCO) con precipitaciones como variable de control y efectos fijos de país. Los errores estándar figuran entre paréntesis. La migración se mide por los flujos de migración interna entre el 2005 y 2010 (en log). Los datos sobre migración están disponibles en <https://hub.worldpop.org/>.

Figura A9: Impacto previsto de la temperatura en la pobreza

Panel A: RCP 4.5



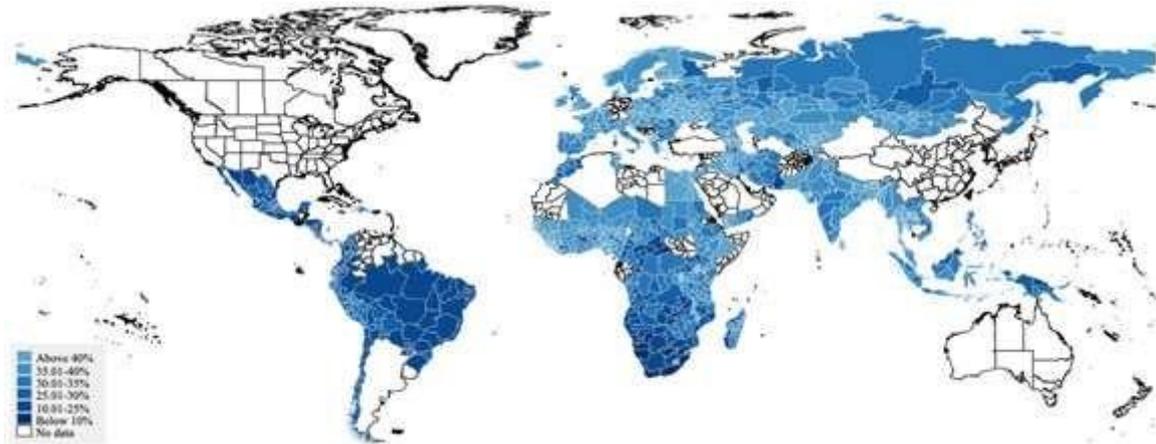
Panel B: RCP 8.5



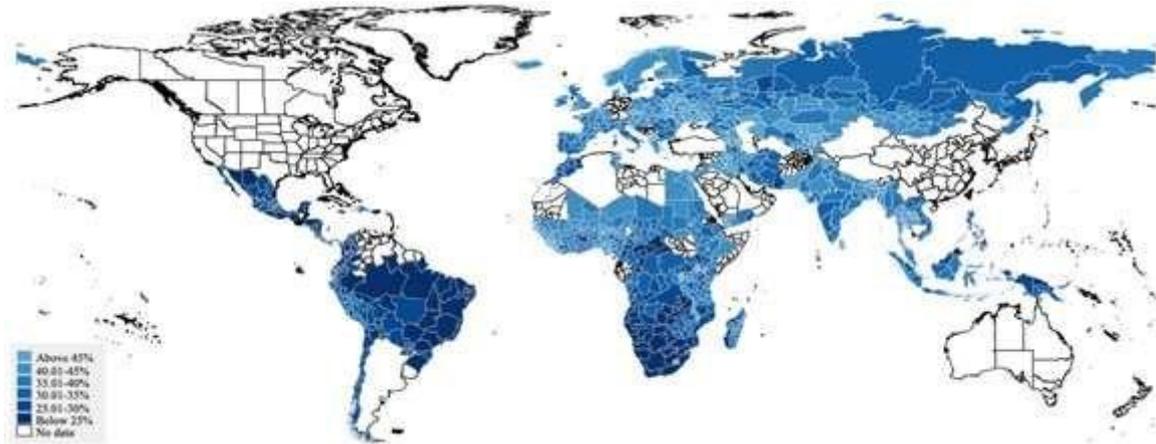
Nota: La pobreza se mide por la ratio global de recuento de la pobreza subnacional utilizando el umbral diario de USD 1.90. Los datos de temperatura proceden del Reanálisis 5 (ERA-5) del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo. Los datos sobre las condiciones meteorológicas simuladas a nivel subnacional proceden de la fase 6 del Proyecto de intercomparación de modelos acoplados (CMIP6). La proyección se estima utilizando el coeficiente sobre los efectos de la temperatura en la pobreza que figura en la columna (2) de la tabla 1 y la temperatura media durante el período de 1979 al 2019.

Figura A10: Impacto previsto de la temperatura en la desigualdad

Panel A: RCP 4.5



Panel B: RCP 8.5



Nota: La desigualdad se mide por el índice de Gini. Los datos de temperatura proceden del Reanálisis 5 (ERA-5) del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo. Los datos sobre las condiciones meteorológicas simuladas a nivel subnacional proceden de la fase 6 del Proyecto de intercomparación de modelos acoplados (CMIP6). La proyección se estima utilizando el coeficiente sobre los efectos de la temperatura en la desigualdad que figura en la columna (2) de la tabla 2 y la temperatura promedio durante el periodo 1979 - 2019.

Figura A11: Asignación de costes de emisión de carbono



Nota: La asignación de costes (millones de dólares estadounidenses) se calcula utilizando la cuota de emisiones de carbono de cada país de 1975 al 2022 y el coste estimado de lograr emisiones netas cero en el 2050, según datos de Morgan Stanley (2019).

Tabla A1: Especificaciones alternativas del modelo de panel

Panel A: Pobreza

Variable dependiente: Tasa de pobreza a \$1.90	Añadir tendencia temporal lineal específica de cada país	Añadir tendencia temporal lineal específica de cada región	Añadir cambio de temperatura	Añadir término de temperatura al cuadrado	Añadir término de temperatura al cubo	Añadir término de temperatura al cuadrado y cambio de temperatura	Añadir término de interacción de temperatura
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Temperatura	0.867*** (0.129)	0.316*** (0.107)	0.879*** (0.211)	0.873*** (0.321)	0.719* (0.370)	0.523*** (0.129)	0.524*** (0.129)
Δ Temperatura			-0.046 (0.030)			0.044* (0.024)	0.074 (0.047)
Temperatura al cuadrado				-0.007 (0.006)	-0.003 (0.012)	-0.002 (0.002)	-0.002 (0.002)
Temperatura al cubo					0.000 (0.001)		
Temperatura* Δ Tempeartura							-0.003 (0.005)
Control de precipitaciones	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Subnacional FE	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Año FE	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Número de países	134	134	134	134	134	134	134
Número de regiones	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594
Observaciones	4,972	4,972	4,972	4,972	4,972	4,972	4,972

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel subnacional. Las regresiones están ponderadas por la población de la región. La tasa de pobreza se mide por el índice subnacional de recuento de la pobreza a 1.90 dólares al día.*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Panel B: Desigualdad

Variable dependiente: Índice Gini	Añadir tendencia temporal lineal específica de cada país	Añadir tendencia temporal lineal específica de cada región	Añadir cambio de temperatura	Añadir término de temperatura al cuadrado	Añadir término de temperatura al cubo	Añadir término de temperatura al cuadrado y cambio de temperatura	Añadir término de interacción de temperatura
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Temperatura	0.290*** (0.103)	0.175*** (0.040)	0.537*** (0.099)	0.283*** (0.087)	0.282*** (0.086)	0.533*** (0.101)	0.512*** (0.104)
Δ Temperatura			0.209** (0.092)			0.249* (0.135)	0.099 (0.164)
Temperatura al cuadrado				-0.001 (0.004)	-0.003 (0.013)	-0.003 (0.007)	-0.005 (0.007)
Temperatura al cubo					0.000 (0.000)		
Temperatura* Δ Tempeartura							0.012 (0.013)
Control de precipitaciones	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Subnacional FE	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Año FE	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Número de países	128	128	128	128	128	128	128
Número de regiones	1,484	1,484	1,484	1,484	1,484	1,484	1,484
Observaciones	4,129	4,129	4,129	4,129	4,129	4,129	4,129

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel subnacional. Las regresiones están ponderadas por la población de la región. La desigualdad se mide por el índice de Gini. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Tabla A2: Especificaciones alternativas del modelo de diferencias a largo plazo

Panel A: Pobreza

Variable dependiente: Tasa de pobreza a \$1.90	Promedio	Promedio	Añadir	Añadir
	a 4 años	a 5 años	covariantes invariantes en el tiempo	término de interacción de temperatura
	(1)	(2)	(3)	(4)
Δ Temperatura	0.510*** (0.037)	0.601*** (0.040)	0.708*** (0.054)	0.266*** (0.077)
Temperatura				-0.045 (0.127)
Temperatura al cuadrado				0.011** (0.005)
Temperatura* Δ Temperatura				0.155 (0.115)
Control de precipitaciones	Sí	Sí	Sí	Sí
Subnacional FE	No	No	No	No
Año FE	No	No	No	No
Número de países	95	95	95	95
Observaciones	1,109	1,109	1,109	1,109

Notes: Robust standard errors in parentheses. Standard errors are clustered at the subnational level. Regressions are weighted by region population. Poverty rate is measured by the Subnational Poverty Headcount Ratio at \$1.90 a day. Control variables in Column (3) are taken from Kalkuhl and Wenz (2020) which include cumulative oil gas, distance to coast, distance to river, and altitude. The long differences estimation is based on cross-sectional data with a smaller sample size compared with panel data. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Panel B: Desigualdad

Variable dependiente: Índice de Gini	Promedio de 4 años	Promedio de 5 años	Añadir covariables invariantes <u>en el tiempo</u>	Añadir término de interacción de <u>temperatura</u>
	(1)	(2)	(3)	(4)
Δ Temperatura	0.309*** (0.045)	0.339*** (0.042)	0.421*** (0.052)	0.977** (0.455)
Temperatura				0.333 (0.388)
Temperatura al cuadrado				-0.027*** (0.007)
Temperatura* Δ Temperatura				-0.464*** (0.070)
Control de precipitaciones	Sí	Sí	Sí	Sí
Subnacional FE	No	No	No	No
Año FE	No	No	No	No
Número de países	90	90	90	90
Observaciones	1,019	1,019	1,019	1,019

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel subnacional. Las regresiones están ponderadas por la población de la región. La desigualdad se mide por el índice de Gini. Las variables de control de la columna (9) proceden de Kalkuhl y Wenz (2020) e incluyen el gas acumulado de petróleo, la distancia a la costa, la distancia al río y la altitud. La estimación de las diferencias de largo plazo se basa en datos transversales con un tamaño de muestra menor en comparación con los datos de panel. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Tabla A3: Medida alternativa de la pobreza – Pobreza multidimensional

	Porcentaje de población desfavorecida						
	Pobreza monetaria	Nivel de estudios	Matriculación escolar	Electricidad	Saneamiento	Agua potable	Ratio de recuento
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Temperatura	0.737*** (0.203)	0.726** (0.282)	0.119 (0.172)	1.137*** (0.355)	0.682* (0.373)	0.097 (0.199)	1.374*** (0.395)
Precipitaciones	-0.011 (0.097)	-0.192*** (0.064)	0.049 (0.044)	0.509** (0.210)	0.461** (0.200)	-0.133 (0.117)	-0.155 (0.120)
Subnacional FE	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Año FE	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Observaciones	2,478	2,464	2,260	2,437	2,315	2,321	2,478
R-cuadrado	0.419	0.089	0.232	0.259	0.146	0.047	0.412
Número de regiones	1,179	1,179	1,109	1,172	1,163	1,169	1,179
Tasa de pobreza de conteo media (porcentaje)	7.651	10.51	3.516	7.311	21.83	7.909	11.31

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel subnacional. Las regresiones están ponderadas por población de región. La columna (1) mide el porcentaje de la población que vive con menos de US\$2.15 al día a precios internacionales del 2017; la columna (2) mide el porcentaje de población sin educación primaria; la columna (3) mide el porcentaje de población sin matriculación escolar; la columna (4) mide el porcentaje de población sin electricidad; la columna (5) mide el porcentaje de población sin servicios de saneamiento; la columna (6) mide el porcentaje de población sin agua potable; la columna (7) es el porcentaje de personas consideradas in situación de pobreza multidimensional. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla A4: Prueba de robustez - Medidas alternativas de temperatura

Panel A: Pobreza

	Variable dependiente: Tasa de pobreza a \$1.90					
	Temperatura de registro	Temperatura (°F)	Temperatura CRU	Número de días de temperatura superior a 28	Subregiones con temperatura superior a 28	Choque térmico
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Temperatura	2.218*** (0.481)	0.434*** (0.064)	0.760*** (0.118)	0.070*** (0.025)	0.666*** (0.111)	0.337*** (0.114)
Control de precipitaciones	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Subnacional FE	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Número de países	134	134	134	134	134	134
Número de regiones	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594
Observaciones	5,090	5,090	5,059	4,209	4,856	5,090

Nota: Resultados del modelo de efectos fijos de panel. Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel subnacional. Las regresiones están ponderadas por población de la región. En la columna (5), el choque térmico se define como la diferencia entre la temperatura real y la temperatura a largo plazo superior (inferior) a 2 (-2) desviaciones típicas. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Panel B: Desigualdad

	Variable dependiente: índice Gini					
	Temperatura de registro	Temperatura (°F)	Temperatura CRU	Número de días de temperatura superior a 28	Subregiones con temperatura superior a 28	Choque térmico
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Temperatura	1.018*** (0.346)	0.158*** (0.048)	0.248*** (0.086)	0.064*** (0.013)	0.302*** (0.086)	2.594*** (0.472)
Control de Precipitaciones	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Subnacional FE	Sí	Sí	Sí	Sí	52 Sí	Sí
Número de países	134	134	134	134	134	134
Número de regiones	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594
Observaciones	5,090	5,090	5,059	4,209	4,856	5,090

Nota: Resultados del modelo de efectos fijos de panel. Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar se agrupan a nivel subnacional. Las regresiones están ponderadas por población de la región. En la columna (5), el choque térmico se define como la diferencia entre la temperatura real y la temperatura a largo plazo superior (inferior) a 2 (-2) desviaciones típicas. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla A5: Prueba de robustez – Muestras alternativas

Panel A: Pobreza

	Variable dependiente: Tasa de pobreza a \$1.90							
	Panel equilibrado	Excluidos países con pocas subregiones	No incluye EE.UU.	No incluye India	No incluye 10 por ciento de países fríos	No incluye 10 por ciento de países cálidos	Error estándar agrupado a nivel país	Error estándar de Conley corregido espacialmente
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Temperatura	0.920*** (0.160)	0.922*** (0.179)	0.785*** (0.116)	0.791*** (0.113)	1.036*** (0.158)	0.526*** (0.100)	0.648*** (0.090)	0.920*** (0.279)
Control de precipitaciones	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Subnacional FE	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Número de países	134	134	134	134	134	134	134	134
Número de regiones	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594
Observaciones	4,604	3,990	4,448	4,888	4,547	4,674	4,957	4,958

Nota: Resultados del modelo de efectos fijos de panel. Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel subnacional. Las regresiones ponderadas por población de la región. En la columna (8), utilizamos el error estándar de Conley (Conley, 1999) para ajustar la correlación espacial basándonos en un radio de 200 km siguiendo a Graff Zivin *et al.* (2020).*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Panel B: Desigualdad

	Variable dependiente: Índice de Gini							
	Panel equilibrado (1)	Excluidos países con pocas subregiones (2)	No incluye EE.UU. (3)	No incluye India (4)	No incluye 10 por ciento de países fríos (5)	No incluye 10 por ciento de países cálidos (6)	Error estándar agrupado a nivel país (7)	Error estándar de Conley corregido espacialmente (8)
Temperatura	0.285*** (0.086)	0.363** (0.142)	0.288*** (0.086)	0.386*** (0.086)	0.274** (0.111)	0.258*** (0.085)	0.213** (0.087)	0.285** (0.143)
Control de precipitaciones	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Subnacional FE	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Número de países	134	134	134	134	134	134	134	134
Número de regiones	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594	1,594
Observaciones	4,604	3,990	4,448	4,888	4,547	4,674	4,957	4,958

Nota: Resultados del modelo de efectos fijos de panel. Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel subnacional. Las regresiones están ponderadas por la población de la región. En la columna (8), utilizamos el error estándar de Conley (Conley, 1999) para ajustar la correlación espacial basada en un radio de 200 km siguiendo a Graff Zivin et al. (2020). *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

**Tabla A6: Los efectos de la temperatura sobre la pobreza –
Análisis del PBI subnacional**

	Tasa de pobreza \$1.90		Tasa de pobreza \$3.20		Tasa de pobreza \$5.50	
	Panel FE	Diferencias a largo plazo	Panel FE	Diferencias a largo plazo	Panel FE	Diferencias a largo plazo
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Temperatura	0.148** (0.064)	0.057*** (0.021)	0.206** (0.084)	0.120** (0.057)	0.224** (0.095)	0.105* (0.060)
Control de precipitaciones	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Subnacional FE	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Año FE	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Número de países	74	61	74	61	74	61
Número de regiones	3,394	1,306	3,394	1,306	3,394	1,306
Observaciones	138,060	1,306	138,060	1,306	138,060	1,306
R-cuadrado ajustado	0.334	0.204	0.350	0.369	0.385	0.254
Tasa de pobreza media de recuento (%)	16.847	16.847	30.152	30.152	45.559	45.559

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel subnacional. La tasa de pobreza se calcula utilizando el PBI subnacional de Kalkuhl y Wenz (2020) y los umbrales de pobreza de 1.90, 3.20 y 5.50 dólares. Las tasas de pobreza y las variables climáticas en el modelo de diferencias a largo plazo se miden por la diferencia entre los promedios del primer período de 10 años (1979-1988) y los promedios del último período de 10 años (2009-2018). La estimación de diferencias a largo plazo se basa en datos transversales con un tamaño de muestra menor en comparación con los datos de panel. *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

**Tabla A7: Los efectos de la temperatura sobre la pobreza –
Análisis a nivel de red**

Variable dependiente:	Modelo de panel		Modelo de diferencias a largo plazo	
	Línea de base (1)	Extensión (2)	Línea de base (3)	Extensión (4)
Tasa de pobreza a \$1.90				
Temperatura	0.102*** (0.022)	-2.046*** (0.060)		-0.0006*** (0.0001)
Δ Temperatura		0.870*** (0.033)	0.009*** (0.001)	0.005*** (0.001)
Temperatura al cuadrado		0.092*** (0.002)		0.0001*** (0.00004)
Control de precipitaciones	Sí	Sí	Sí	Sí
FE país	Sí	Sí	No	No
FE año	Sí	Sí	No	No
Número de países	82	82	82	82
Observaciones	1,115,478	1,072,575	42,903	42,903
R-cuadrado	0.929	0.555	0.001	0.007

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel país. La incidencia de la pobreza se calcula utilizando el PBI subnacional de Kummu *et al.* (2018) y el umbral de pobreza WDI. Las estimaciones de diferencias a largo plazo se basan en datos transversales con un tamaño de muestra menor en comparación con los datos del panel. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Tabla A8: Efectos de la temperatura sobre la pobreza y la desigualdad
Análisis a nivel país utilizando datos alternativos de WDI y SWIID

Panel A: Datos de pobreza de WDI

Pobreza:	\$1.90/día		\$3.20/día		\$5.50/día	
	Panel FE (1)	Diferencias a largo plazo (2)	Panel FE (3)	Diferencias a largo plazo (4)	Panel FE (5)	Diferencias a largo plazo (6)
Temperatura	0.629*** (0.098)	0.217*** (0.028)	1.020*** (0.153)	0.381*** (0.042)	1.344*** (0.220)	0.501*** (0.055)
Precipitaciones	-0.019 (0.016)	0.047 (0.233)	-0.017 (0.029)	0.008 (0.325)	-0.010 (0.036)	0.060 (0.339)
País FE	Yes	No	No	No	Yes	No
Año FE	Yes	No	No	No	Yes	No
Var. media dependiente	7.288	7.288	15.399	15.399	26.593	26.593
Número de países	134	95	134	95	134	95
Observaciones	1,717	95	1,717	95	1,716	95

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados por países. Las regresiones están ponderadas por la población de la región. Los datos sobre pobreza proceden de los WDI. La pobreza y las variables climáticas en el modelo de diferencias a largo plazo se miden por la diferencia entre los promedios del primer período de 3 años y los promedios del último período de 3 años. La estimación de las diferencias a largo plazo se basa en datos transversales con un tamaño de muestra menor que los datos de panel.
*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Panel B: Datos de desigualdad de WDI y SWIID

Desigualdad:	Gini – WDI		Gini – SWIID	
	Panel FE (1)	Diferencias a largo plazo (2)	Panel FE (3)	Diferencias a largo plazo (4)
Temperatura	0.171*** (0.023)	0.194*** (0.033)	0.165*** (0.037)	0.255*** (0.040)
Precipitaciones	0.013** (0.005)	0.022* (0.013)	0.006* (0.003)	0.018* (0.010)
País FE	Yes	No	Yes	No
Año FE	Yes	No	Yes	No
Var. media dependiente	38.295	38.295	38.445	38.445
Número de países	128	90	128	90
Observaciones	1,505	90	3,781	90

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados por países. Las regresiones están ponderadas por la población de la región. Los datos sobre desigualdad de las columnas (1)-(2) proceden de los Indicadores del Desarrollo Mundial (IDM). Los datos sobre desigualdad de las columnas (3)-(4) proceden de la base de datos sobre desigualdad estandarizada de la renta mundial (SWIID). La desigualdad y las variables climáticas en el modelo de diferencias a largo plazo se miden por la diferencia entre los promedios del primer período de 3 años y los promedios del último período de 3 años. La estimación de las diferencias a largo plazo se basa en datos transversales con un tamaño de muestra menor que el de los datos de panel.
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

Tabla A9: Efectos de la temperatura sobre la pobreza y la desigualdad: análisis de heterogeneidad

	Pobreza \$1.90	Índice Gini
	(1)	(2)
<i>Panel A: Tipo de régimen (Grupo de referencia: Democracia)</i>		
Temperatura*Régimen híbrido	0.735* (0.444)	-0.004 (0.003)
Temperatura* Régimen autoritario	1.395*** (0.431)	0.008** (0.003)
<i>Panel B: Ubicación (Grupo de referencia: países cercanos al ecuador)</i>		
Temperatura* Países cercanos al ecuador	0.943*** (0.293)	0.011*** (0.004)
<i>Panel C: Participación de agricultura en PBI (Grupo de referencia: Porcentaje bajo)</i>		
Temperatura*Participación alta de agricultura	0.155*** (0.051)	0.001*** (0.000)
<i>Panel D: Participación de ind. manufacturera en PBI (Grupo de referencia: Participación baja)</i>		
Temperatura*Participación alta de industria manufacturera	-0.076** (0.039)	-0.001*** (0.000)
<i>Panel E: Participación de comercio en PBI (Grupo de referencia: Participación baja)</i>		
Temperatura*Participación ata de comercio	-0.005 (0.003)	0.000 (0.000)
Control de las precipitaciones	Sí	Sí
EF subnacional	Sí	Sí

Nota: Resultados del modelo de efectos fijos de panel. Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel subnacional. Las regresiones están ponderadas por la población de la región.
*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Tabla A10: Papel de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como mediadoras

	<u>Pobreza \$1.90</u>	<u>Índice de Gini</u>
		(1)
		(2)
<i>Panel A: índice de desarrollo de TIC</i>		
Temperatura* índice de TIC	-0.178*** (0.031)	-0.003*** (0.001)
<i>Panel B: Internet 2G</i>		
Temperatura*Cobertura Internet	-2.980*** (0.997)	-0.034*** (0.013)
<i>Panel C: Internet 3G</i>		
Temperatura*Cobertura Internet	-1.594*** (0.428)	-0.012*** (0.004)
<i>Panel D: Internet 4G</i>		
Temperatura*Cobertura Internet	-0.762** (0.297)	-0.019*** (0.006)
Control de precipitaciones	Sí	Sí
EF subnacional	Sí	Sí

Nota: Resultados del modelo de efectos fijos de panel. Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel subnacional. Las regresiones están ponderadas por población de región. *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Tabla A11: Efectos de la temperatura sobre la agricultura

Rendimiento de cultivos	Arroz		Maíz		Soya		Trigo	
	Panel EF	Largas diferencias	Panel EF	Largas diferencias	Panel EF	Largas diferencias	Panel EF	Largas diferencias
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Temperatura	-0.197*** (0.021)	-0.111*** (0.014)	-0.183*** (0.013)	-0.115*** (0.008)	-0.042*** (0.011)	-0.041*** (0.011)	0.010 (0.014)	-0.000 (0.010)
Control de precipitaciones	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
EF subnacional	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
EF anual	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Media de rendimiento de cultivo (toneladas /hectárea)	3.215	3.215	2.412	2.412	1.719	1.719	3.350	3.350
Número de países	74	74	101	100	33	33	90	90
Número de regiones	660	660	955	955	189	189	670	670
Observaciones	8,566	660	12,392	955	2,452	189	8,663	670
Prueba de igualdad (panel vs. diferencias largas)	p = 0.000		p = 0.000		p = 0.000		p = 0.628	

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel subnacional. Las regresiones están ponderadas por población de región. Los datos sobre rendimiento de los cultivos proceden de Iizumi y Sakai (2020). *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Tabla A12: Efectos de la temperatura sobre la agricultura por participación de la agricultura en el PBI

Rendimiento de cultivos	Arroz	Maíz	Soya	Trigo
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Participación de agricultura en PBI (Grupo de referencia: Participación baja)</i>				
Temperatura*Participación alta	-0.127*** (0.015)	-0.005 (0.016)	-0.119*** (0.012)	-0.035*** (0.012)
Control de precipitaciones	Sí	Sí	Sí	Sí
EF país	Sí	Sí	Sí	Sí
EF año	Sí	Sí	Sí	Sí
Número de países	42	70	16	68
Número de regiones	641	915	178	634
Observaciones	9,967	14,259	2,778	9,635
R ² (coeficiente de determinación)	0.648	0.619	0.682	0.726

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. Los errores estándar están agrupados a nivel país. Los datos sobre rendimiento de los cultivos proceden de Izumi y Sakai (2020).
*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Tabla A13: Efecto simulado de la temperatura sobre la pobreza y la desigualdad

Panel A: Pobreza

		<u>SSP1-1.9</u>	<u>SSP1-2.6</u>	<u>SSP2-4.5</u>	<u>SSP3-7.0</u>	<u>SSP5-8.5</u>
Temperatura	Media	1.400	2.000	3.000	4.100	5.000
	Superior	2.200	2.900	4.300	6.200	7.400
	Inferior	0.900	1.300	2.100	3.000	3.800
Aumento en tasa de pobreza \$1.90	Media	0.749	1.070	1.605	2.194	2.675
	Superior	1.177	1.552	2.301	3.317	3.959
	Inferior	0.482	0.696	1.124	1.605	2.033
Aumento en tasa de pobreza \$3.20	Media	1.736	2.480	3.720	5.084	6.200
	Superior	2.728	3.596	5.332	7.688	9.176
	Inferior	1.116	1.612	2.604	3.720	4.712
Aumento en tasa de pobreza \$5.50	Media	2.811	4.016	6.024	8.233	10.040
	Superior	4.418	5.823	8.634	12.450	14.859
	Inferior	1.807	2.610	4.217	6.024	7.630

Nota: Los datos sobre la temperatura simulada proceden de las proyecciones climáticas del Proyecto de intercomparación de modelos acoplados (CMIP6). La proyección se calcula utilizando el coeficiente sobre los efectos de la temperatura en la desigualdad que figura en las columnas (2), (4) y (6) (panel B de la tabla 1).

Panel B: Desigualdad

		<u>SSP1-1.9</u>	<u>SSP1-2.6</u>	<u>SSP2-4.5</u>	<u>SSP3-7.0</u>	<u>SSP5-8.5</u>
Temperatura	Media	1.400	2.000	3.000	4.100	5.000
	Superior	2.200	2.900	4.300	6.200	7.400
	Inferior	0.900	1.300	2.100	3.000	3.800
Índice de Gini	Media	0.489	0.698	1.047	1.431	1.745
	Superior	0.768	1.012	1.501	2.164	2.583
	Inferior	0.314	0.454	0.733	1.047	1.326
Índice de Theil	Media	0.8288	1.184	1.776	2.4272	2.96
	Superior	1.3024	1.7168	2.5456	3.6704	4.3808
	Inferior	0.5328	0.7696	1.2432	1.776	2.2496

Nota: Los datos sobre la temperatura simulada proceden de las proyecciones climáticas del Proyecto de intercomparación de modelos acoplados (CMIP6). La proyección se estima utilizando el coeficiente sobre los efectos de la temperatura sobre la desigualdad que figuran en las columnas (2) y (4) (panel B) de la tabla 2.

Tabla A14: Asignación de costos por grupos de ingreso

Grupo de ingreso	Contribución (%)	Contribución (\$US miles de millones)
Renta alta	59.53%	29,762.56
Renta media alta	29.72%	14,862.37
Renta media baja	10.14%	5,070.30
Renta baja	0.61%	304.77
Total	100%	50,000

Nota: El grupo de renta se identifica utilizando las clasificaciones de países 2022-2023 del Banco Mundial, disponibles en:: <https://blogs.worldbank.org/opendata/new-world-bank-country-classifications-income-level-2022-2023>

Apéndice B: Descripción de los datos

B1. Datos sobre pobreza

Para llevar a cabo el análisis, reunimos los datos más completos sobre la pobreza extraídos del Atlas Subnacional Global de la Pobreza (GSAP), elaborado por Práctica Global de Pobreza y Equidad, coordinado por el equipo de Datos para los Objetivos (D4G) y con el apoyo de los seis equipos regionales de estadísticas de la Práctica Global de Pobreza y Equidad, y el Equipo Global de Datos sobre Pobreza y Desigualdad (GPID) del Grupo de Datos sobre Economía del Desarrollo (DECDG). Todos los equipos se encuentran en el Banco Mundial.

Para los datos de cada encuesta, la elección de la zona geográfica se basa en la representatividad del muestreo y del diseño de la muestra, y la documentación de la encuesta cuando está disponible. La mayoría de encuestas de la base de datos son representativas en el primer nivel administrativo (ADM1) o regiones estadísticas (áreas) a efectos de la encuesta. En promedio, hay 14 áreas subnacionales por país y un año de observación determinados. En el caso de 18 países pequeños (13%), no se dispone de datos subnacionales procedentes de las encuestas, por lo que se utilizan los datos a nivel nacional.

Las tasas de pobreza subnacionales se calculan a partir de las encuestas oficiales de hogares o de ingresos a efectos del seguimiento global de la pobreza. Las tasas de pobreza están a nivel subnacional que es representativo para la encuesta de hogares o de ingresos asociada que se utiliza. En general, se muestran estadísticas transversales de pobreza para unas 5,500 áreas subnacionales basadas en la representatividad de la encuesta y la disponibilidad de límites geográficos espaciales coincidentes.

Los límites geográficos deben coincidir con las regiones subnacionales de estas encuestas. En muchos casos, existe una asociación uno a uno entre las regiones de una encuesta de hogares y las zonas definidas a nivel administrativo en el país. En los casos en que no existe una asociación uno a uno, los límites geográficos se modifican para ajustarse a la representatividad de las encuestas. En algunos casos, la representación geográfica es a nivel «urbano» o «rural». En estos casos, las zonas subnacionales de la encuesta de hogares se agregan a niveles que puedan representarse adecuadamente mediante fronteras. Para elaborar el GSAP se han utilizado varias fuentes de archivos geoespaciales: GADM, GAUL, NUTS y archivos espaciales personalizados. La elección de los archivos espaciales se basa en una disponibilidad más desagregada y en la alineación geográfica con las encuestas de hogares. Por ejemplo, los archivos espaciales NUTS se utilizan preferentemente para los países europeos del GSAP, ya que estos archivos están desarrollados y regulados por la UE.

A partir de la base de datos transversal GSAP, construimos una nueva base de datos sobre estadísticas de pobreza basada en casi 500 datos de encuestas de ingresos o gastos de los hogares disponibles en la Base de Datos de Seguimiento Global (GMD)¹³ para 139 economías, con más del 90 por ciento de los datos de encuestas que van del 2010 al 2019.

¹³La Base de Datos de Seguimiento Mundial (GMD) es el repositorio del Banco Mundial de encuestas de hogares sobre ingresos y gastos multitemáticos que se utilizan para hacer un seguimiento de la pobreza mundial y la prosperidad compartida. Los datos de las encuestas de hogares suelen ser recopilados por los institutos nacionales de estadística de cada país, y luego compilados, procesados y armonizados. El proceso está coordinado por el equipo de Datos para los Objetivos (D4G) y cuenta con el apoyo de los seis equipos regionales de estadística de la Práctica Global de Pobreza y Equidad. El Equipo Global de Datos sobre Pobreza y Desigualdad (GPID) del Grupo de Datos sobre Economía del Desarrollo (DECDG) también aportó datos históricos anteriores a 1990, y datos de encuestas recientes de Luxembourg Income Study (LIS). Las variables seleccionadas se han armonizado en la medida de lo posible para que los niveles y tendencias de la pobreza, y otros atributos sociodemográficos clave puedan compararse razonablemente a lo largo del tiempo entre los países y dentro de ellos. Los microdatos armonizados del GMD se utilizan actualmente en la Plataforma sobre Pobreza y Desigualdad (PIP), las Medidas de Pobreza Multidimensional del Banco Mundial (WB MPM), la Base de Datos Global de Prosperidad Compartida (GDSP) y los Informes sobre Pobreza y Prosperidad Compartida.

N. de la T.: En el texto en inglés se pasa de la nota al pie 11 a la 13 (no está la 12).

Esta base de datos consiste en datos de panel que son representativos en 1,650 áreas subnacionales. El número de países a través de las regiones y a lo largo del tiempo se presenta en las figuras B1 y B2.

Dado que tanto la frontera del país como la representatividad de la encuesta pueden cambiar con el tiempo, la construcción de un panel de datos de pobreza a nivel de área no es una tarea sencilla. Cuando se produce un cambio en la frontera a lo largo del tiempo o la representatividad de la encuesta es diferente, se necesitan esfuerzos para mantener un panel largo de datos para tener estadísticas comparables espacialmente y a lo largo del tiempo. Dichos esfuerzos podrían consistir en (1) reagrupar las áreas en una nueva área que coincida con la definición anterior de áreas o (2) un mayor nivel de desagregación geográfica a lo largo del tiempo. En esta versión de los datos de panel, un país en promedio dispone de datos para 14 zonas geográficas a lo largo del periodo de 3 años.

También empleamos datos sobre la pobreza procedentes de distintas fuentes disponibles a nivel nacional y subnacional. Los primeros proceden del Indicador de Desarrollo Mundial (IDM), que proporciona diferentes medidas, como la ratio de recuento de la pobreza, la brecha de pobreza y el número de pobres en los umbrales de pobreza internacional y nacional. Las medidas que nos interesan son la ratio de recuento de la pobreza a 1.90 USD por día. Se calcula mediante el porcentaje de la población que vive con menos de 1.90 dólares por día a precios internacionales del 2011. Para un análisis más rico, también utilizamos otros umbrales de pobreza, incluido el índice de recuento de la pobreza a 3.20 y 5.50 dólares por día.

Como fuente alternativa de pobreza subnacional, explotamos los datos anuales de GRP proporcionados por Kalkuhl y Wenz (2020), que están disponibles de 1981 al 2016 para más de 1,500 regiones en 77 países de todo el mundo. Sin embargo, el conjunto de datos solo incluye unos pocos países de África. Calculamos la incidencia de la pobreza asumiendo el umbral de pobreza de \$1.90, \$3.20 \$ y \$5.50 para todos los países de nuestra muestra¹⁴. También explotamos conjuntos de datos anuales cuadrículados para el PBI per cápita (PPA) de Kummu *et al.* (2020), que cubre un periodo de 26 años de 1990 al 2015 para 82 países. En este conjunto de datos, cada celda de la cuadrícula se registra con una resolución de 5 minutos de arco. A continuación, aplicamos un ejercicio similar al del conjunto de datos de Kalkuhl y Wenz (2020) y medimos la incidencia de la pobreza en diferentes umbrales. Presentamos la lista de países en nuestros conjuntos de datos en la tabla B2.

B2. Datos sobre desigualdad

El conjunto de datos del GSAP es único en términos de cobertura país-tiempo y en la amplitud de las medidas de desigualdad cubiertas. Como en los principales resultados, utilizamos las medidas de distribución de la renta más ampliamente aceptadas, incluidos el índice de Gini y el índice de Theil. Estos índices se calculan sobre la renta disponible de los hogares después de impuestos y transferencias gubernamentales, excluidos los impuestos indirectos y sobre el valor añadido, los servicios públicos y las transferencias gubernamentales indirectas. El índice de Gini mide en qué medida la distribución de la renta (o, en algunos casos, del gasto de consumo) entre los individuos o los hogares de una economía se desvía de una distribución perfectamente equitativa. Una curva de Lorenz traza los porcentajes acumulativos de la renta total percibida frente al número acumulativo de perceptores, empezando por el individuo u hogar más pobre. El índice de Gini mide el área entre la curva de Lorenz y una hipotética línea de igualdad absoluta, expresada como porcentaje del área máxima bajo la línea. Así, un índice de Gini de cero representa una igualdad perfecta, mientras que un índice de 100 implica una desigualdad perfecta. Del mismo modo, el índice de Theil mide la «distancia» entrópica a la que se encuentra la

¹⁴ Para ilustrarlo, fijamos el umbral de pobreza para todas las regiones de nuestra muestra e identificamos una región como pobre si su renta bruta (por día) está por debajo del umbral de pobreza.

población del estado igualitario «ideal» en el que todos tienen los mismos ingresos. El índice de Theil oscila entre cero e infinito, representando el cero una distribución igualitaria y los valores más altos un mayor nivel de desigualdad. Como medidas alternativas de la desigualdad de la renta, utilizamos la distribución de la parte de la renta que corresponde a cada decil y calculamos diferentes ratios percentiles, a saber, la ratio 90/10, la ratio 80/20 y la ratio Palma (ratio 90/40). Todas las medidas de la renta se convierten a términos reales utilizando dólares de Paridad del Poder Adquisitivo (PPA) del 2011 para poder compararlas entre los años de la encuesta.

También utilizamos datos de Gini de diferentes fuentes disponibles a nivel nacional. El primero procede de la Plataforma sobre Pobreza y Desigualdad (PIP) del Banco Mundial. Los datos se basan en encuestas primarias de hogares obtenidas de organismos estadísticos gubernamentales y departamentos nacionales del Banco Mundial. En el caso de las economías de renta alta, proceden en su mayoría de la base de datos del Luxembourg Income Study. Como fuente alternativa de desigualdad a nivel de país, explotamos la Base de Datos Mundial Estandarizada de Desigualdad de Ingresos (SWIID). SWIID proporciona medidas estandarizadas de desigualdad de ingresos de Gini para resultados de mercado y netos basados en el mismo concepto, y permite así comparar la desigualdad de ingresos antes y después de la redistribución mediante impuestos y transferencias a lo largo del tiempo.

B3. Datos meteorológicos

Cotejamos nuestros datos de pobreza y desigualdad con los datos del reanálisis por satélite ERA5, que proceden del ECMWF. El ERA5 proporciona estimaciones horarias de varias variables relacionadas con el clima en una cuadrícula de aproximadamente 0.25 grados de longitud por 0.25 grados de latitud de resolución con datos disponibles desde 1979 (Dell *et al.*, 2014). Utilizamos la temperatura del aire y de las precipitaciones, ambas medidas como promedios anuales, y asignamos los espaciamentos de cuadrícula en ERA5 al país o región en nuestros conjuntos de datos de pobreza. Seguimos estudios anteriores y agregamos los datos cuadrículados a nivel regional calculando promedios ponderados por área (es decir, promediando todas las celdas cuadrículadas que caen dentro de una región) (por ejemplo, Heyes y Saberian, 2022; Kalkuhl y Wenz, 2020). La figura B3 muestra una distribución de la temperatura media en nuestra muestra. Esto evidencia que la mayoría de las regiones de nuestra muestra pertenecen al rango de temperaturas de entre 24°C y 28°C. Otro conjunto de datos que utilizamos en el documento son los datos globales reticulados del CRU, que proporcionan estimaciones mensuales con una resolución de 0.5°. Los datos del CRU, sin embargo, están sujetos a la ausencia de datos en regiones con menor cobertura de estaciones meteorológicas. Por tanto, nuestro análisis principal explota los datos del ERA5, que combina información de estaciones terrestres, satélites, globos meteorológicos y otras entradas con un modelo climático, y por lo tanto es menos propenso al sesgo meteorológico de las estaciones (Auffhammer *et al.*, 2013).

Para explorar los posibles efectos del cambio climático futuro sobre la pobreza y la desigualdad, utilizamos los datos climáticos de la Fase 6 del Proyecto de intercomparación de modelos acoplados (CMIP6). Este proyecto ofrece una variedad de escenarios, cada uno representa una trayectoria diferente para el desarrollo global, el uso de la energía, la aplicación de políticas y la acción climática, permitiendo así una evaluación exhaustiva de los futuros impactos del cambio climático bajo diversas condiciones. Los escenarios que consideramos son los siguientes: SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5. Cada uno de estos escenarios representa trayectorias distintas que reflejan diferentes niveles de emisiones de gases de efecto invernadero, factores socioeconómicos y desarrollos medioambientales. Por ejemplo, SSP1-1.9 representa un escenario en el que una fuerte mitigación y un desarrollo sostenible conducen a un aumento de la temperatura por debajo de 1.4°C para el 2100, ilustrando una situación en la que el calentamiento global se limita a bastante menos del 2°C. Por el contrario, el SSP5-8.5 representa un escenario de alto

crecimiento socioeconómico unido a elevadas emisiones de gases de efecto invernadero, que conduce a un aumento de la temperatura de 5.0°C, lo que representa una trayectoria con mínimos esfuerzos de mitigación climática. Mediante el examen de estos diversos escenarios, pretendemos obtener una visión matizada de cómo las diferentes condiciones futuras y las decisiones políticas pueden afectar la pobreza y la desigualdad, proporcionando así una amplia perspectiva sobre las implicaciones sociales de las trayectorias del cambio climático.

B4. Otros datos

Para examinar el papel de la agricultura como mecanismo, utilizamos la producción anual de cuatro cultivos principales (maíz, trigo, soja y arroz) disponible en Iizumi y Sakai (2020). El conjunto de datos registra datos reticulares globales de rendimientos anuales de cultivos, medidos en toneladas o hectárea, con una resolución de 0.5° y abarca el periodo 1982-2015. El conjunto de datos se creó combinando datos del censo agrícola, teledetección por satélite e información sobre el calendario de cultivos y la superficie cosechada. Aunque los datos incluyen solo cuatro cultivos principales, lo que limita en parte nuestro análisis, la compensación nos permite ensamblar datos de panel largos y coherentes. Por último, en algunas especificaciones, explotamos datos de distintas fuentes, como el tipo de régimen de The Economist Intelligence, la cobertura de Internet de banda ancha proporcionada por el Mobile Coverage Explorer de Collins Bartholomew y otras características a nivel país (es decir, densidad de población, elevación, distancia a la costa más cercana y concentración de partículas de 2.5 micrómetros o menos - PM2.5) del Centro de Datos y Aplicaciones Socioeconómicas (SEDAC) de la NASA. En la tabla B1 se ofrecen descripciones y estadísticas resumidas de todas las variables.

Referencias

- Auffhammer, M., Hsiang, S. M., Schlenker, W., & Sobel, A. (2013). Using weather data and climate model output in economic analyses of climate change. *Review of Environmental Economics and Policy*, 7(2), 181–198.
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2014). What do we learn from the weather? The new climate-economy literature. *Journal of Economic Literature*, 52(3), 740–98.
- Heyes, A., & Saberian, S. (2022). Hot Days, the ability to Work and climate resilience: Evidence from a representative sample of 42,152 Indian households. *Journal of Development Economics*, 155, 102786.
- Iizumi, T., & Sakai, T. (2020). The global dataset of historical yields for major crops 1981–2016. *Scientific Data*, 7(1), 1–7.
- Kalkuhl, M., & Wenz, L. (2020). The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions. *Journal of Environmental Economics and Management*, 103, 102360.
- Kummu, M., Taka, M., & Guillaume, J. H. (2018). Gridded global datasets for gross domestic product and Human Development Index over 1990–2015. *Scientific Data*, 5(1), 1–15.

Figura B1: Número de economías en las regiones del Banco Mundial

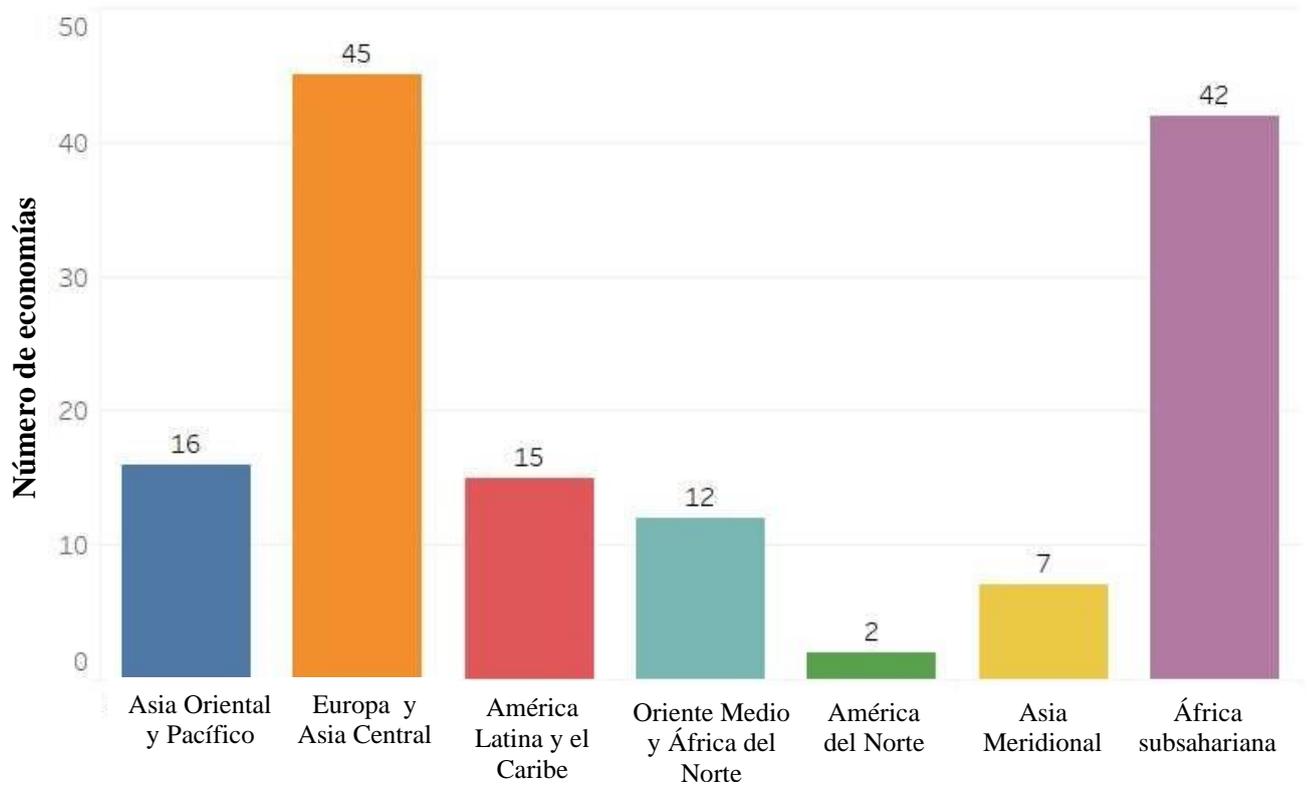


Figura B2: Número de áreas a lo largo del tiempo

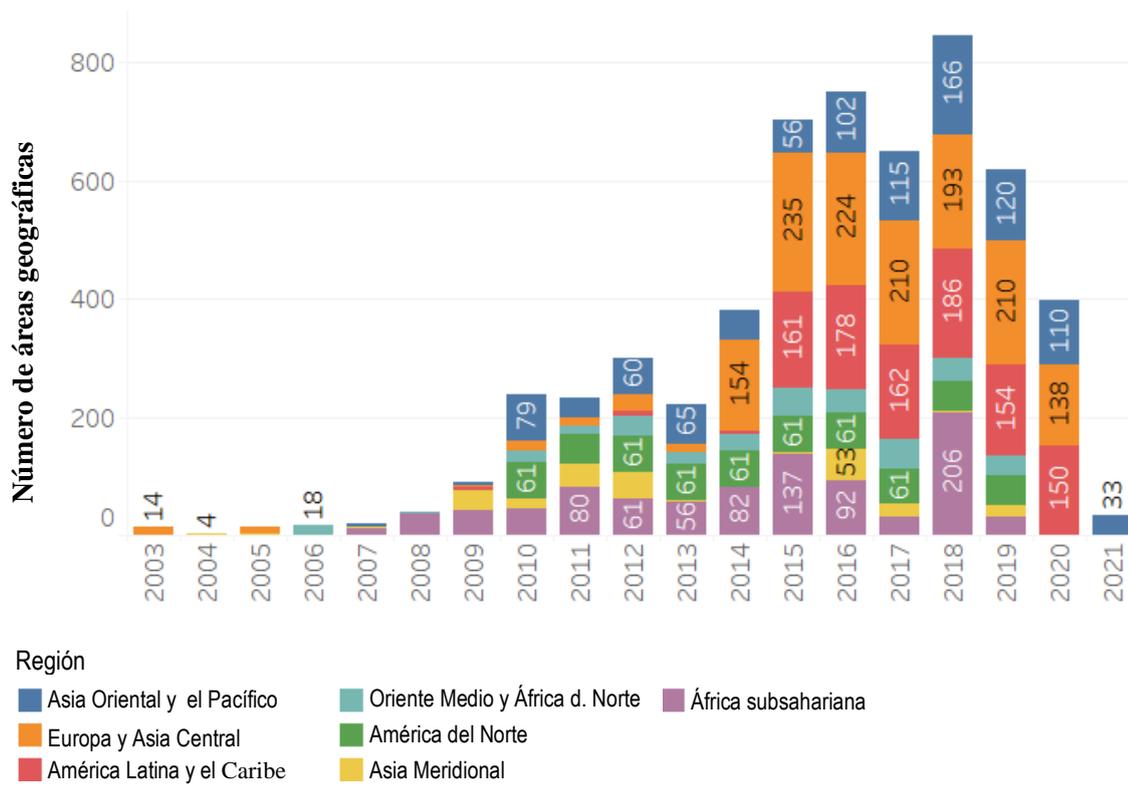
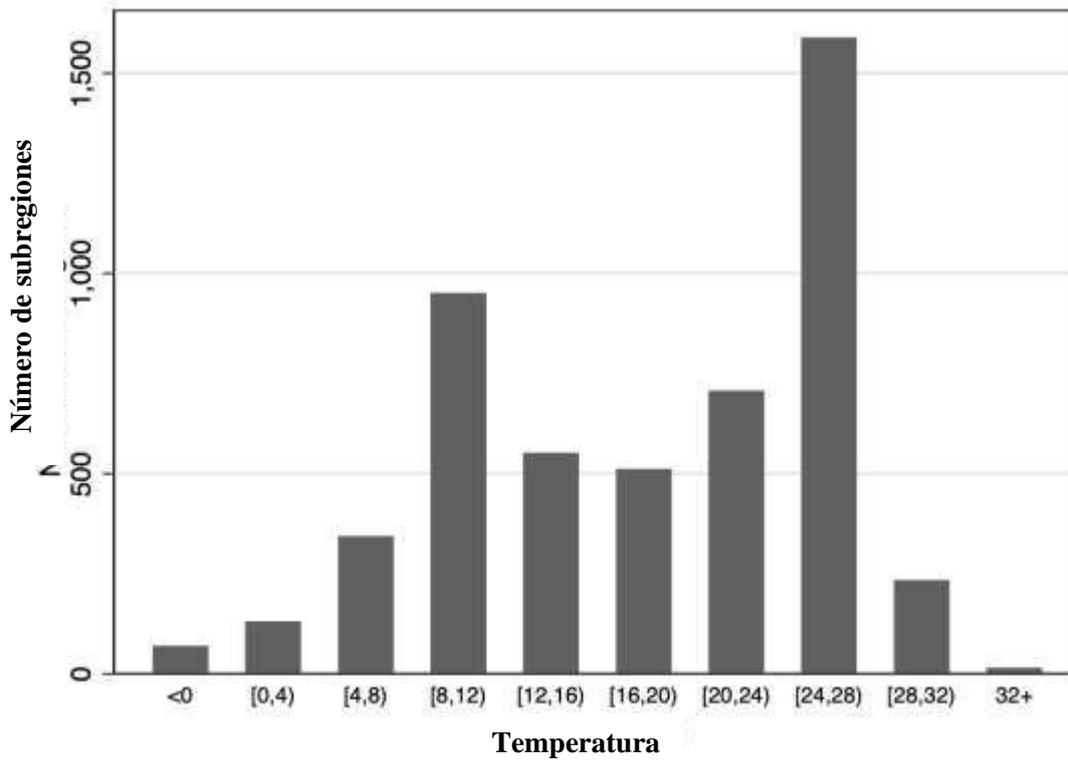
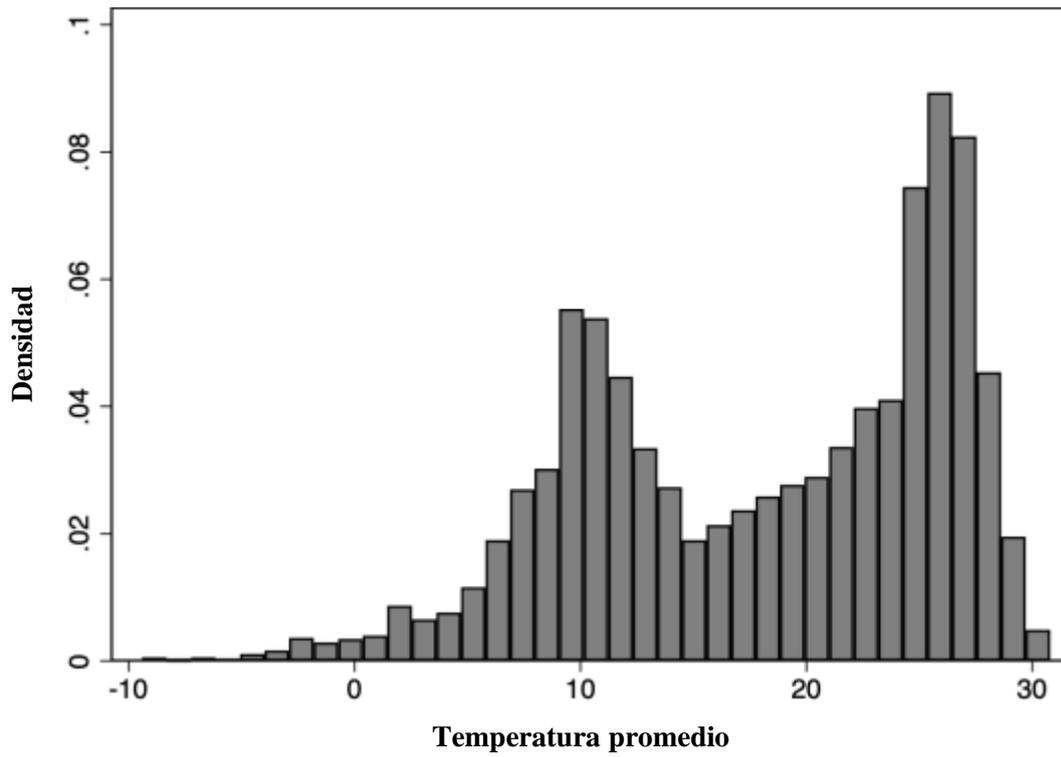


Figura B3: Efectos de la temperatura sobre la pobreza por región



Nota: Los datos de temperatura proceden del Reanálisis 5 (ERA-5) del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a medio plazo.

Tabla B1: Fuentes de datos y estadísticas resumidas

Variable	Descripciones	País No.	Obs. Nr.	Media	S.D.	Min	Max
Tasa de pobreza nacional (1979–2019) (porcentaje)							
<i>Fuente: Banco Mundial</i> (https://datacatalog.worldbank.org/home)							
Tasa de pobreza \$1.90	Ratio de recuento de pobreza a US\$ 1.90 por día	134	464	7.288	14.814	0.000	78.841
Tasa de pobreza \$3.20	Ratio de recuento de pobreza a US\$ 3.20 por día	134	464	15.399	23.975	0.000	91.518
Tasa de pobreza \$5.50	Ratio de recuento de pobreza a US\$ 5.50 por día	134	464	26.593	32.088	0.051	97.485
Tasa de pobreza subnacional (Atlas Subnacional Global de la Pobreza – GSAP)(porcentaje)							
<i>Fuente: Banco Mundial</i> (https://datacatalog.worldbank.org/home)							
Tasa de pobreza \$1.90	Ratio de recuento de pobreza a US\$ 1.90 por día	134	4,972	10.061	19.389	0.000	98.010
Tasa de pobreza \$3.20	Ratio de recuento de pobreza a US\$ 3.20 por día	134	4,972	20.327	28.482	0.000	99.724
Tasa de pobreza \$5.50	Ratio de recuento de pobreza a US\$ 5.50 por día	134	4,972	34.009	34.700	0.000	100.000
Tasa de pobreza subnacional (<i>Fuente: Kalkuhl and Wenz, 2020</i>)							
Pobreza a 1.90\$	Tasa de pobreza según ingreso bruto diario promedio inferior a 1.90 USD por día	77	3,394	20.443	37.990	0.000	100.000
Pobreza a \$3.20	Tasa de pobreza según ingreso bruto diario promedio inferior a 3.20 USD por día	77	3,394	34.075	44.185	0.000	100.000
Pobreza a \$5.50	Tasa de pobreza según ingreso bruto diario promedio inferior a 5.50 USD por día	77	3,394	57.450	46.434	0.000	100.000
Tasa de pobreza subnacional (<i>Fuente: Kummu et al., 2018</i>)							
Pobreza a \$1.90	Tasa de pobreza según ingreso bruto diario promedio inferior a 1.90 USD por día	82	1,811,394	24.245	42.857	0.000	100.000
Pobreza a \$3.20	Tasa de pobreza según ingreso bruto diario promedio inferior a 3.20 USD por día	82	1,811,394	32.000	46.648	0.000	100.000
Pobreza a \$5.50	Tasa de pobreza según ingreso bruto diario promedio inferior a 5.50 USD por día	82	1,811,394	55.000	49.749	0.000	100.000
Desigualdad nacional							
<i>WDI</i> (<i>Fuente: Banco Mundial</i> - https://datacatalog.worldbank.org/home)							

Gini	Índice de Gini (%)	128	423	34.406	6.980	22.968	59.777
Theil	Índice de Theil (%)	128	423	23.417	10.882	8.824	70.786
<i>WDI (Fuente: Banco Mundial - https://datacatalog.worldbank.org/home)</i>							
Gini	Índice de Gini (%)	128	423	38.295	9.062	20.700	65.800
<i>SWIID (Fuente: Standardized World Income Inequality Database - https://fsolt.org/swiid/)</i>							
Gini	Índice de Gini (%)	128	423	38.445	8.637	17.900	65.400
Desigualdad subnacional (GSAP)							
<i>Fuente: Banco Mundial (https://datacatalog.worldbank.org/home)</i>							
Gini	Índice de Gini (%)	128	4,129	35.627	8.045	13.371	66.448
Theil	Índice de Theil (%)	128	4,129	25.421	13.966	3.359	192.672
90/10 ratio	Ratio entre ingresos del 10% más rico y 10% más pobre	128	4,100	2.940	9.837	0.000	131.202
80/20 ratio	Ratio entre ingresos del 20% más rico y 20% más pobre	128	4,099	2.627	7.712	0.000	106.748
Palma ratio	Ratio entre ingresos del 10% más rico y 40% más pobre	128	4,150	0.434	1.933	0.000	64.359
<i>Datos meteorológicos por satélite (1979–2019)</i>							
<i>Fuente: Programa Copérnico de la Unión Europea (https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-5p)</i>							
Temperatura	Temperatura media (C)	134	5,090	18.185	7.996	-9.417	30.790
Precipitaciones	Precipitaciones medias (mm)	134	5,090	3.880	3.178	0.006	34.882
<i>Fuente: Unidad de Investigación Climática (https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/)</i>							
Temperatura	Temperatura media (C)	134	5,090	18.328	8.030	-11.082	30.426
Datos de rendimiento de cultivos							
<i>Fuente: Iizumi and Sakai (2020)</i>							
Arroz	Rendimiento medio de cultivos (1981–2016)	45	10,257	3.215	3.041	0.000	22.314
Maíz	Rendimiento medio de cultivos (1981–2016)	76	14,870	2.412	2.480	0.000	27.743
Soya	Rendimiento medio de cultivos (1981–2016)	19	2,953	1.719	1.494	0.000	9.518
Trigo	Rendimiento medio de cultivos (1981–2016)	66	10,178	3.350	3.142	0.000	15.636
<u>Variables utilizadas en análisis de heterogeneidad</u>							

Tipo de régimen en 2018 (Fuente: *The Economist* - <https://www.eiu.com/n/>)

Democracia	=1 si puntaje de democracia es mayor a 7	126	3,945	0.193	0.394	0.000	1.000
Híbrido	=1 si puntaje de democracia es entre 4 y 7	126	3,945	0.515	0.500	0.000	1.000
Autoritario	=1 si puntaje de democracia es menor de 4	126	3,945	0.292	0.455	0.000	1.000

Porcentaje de agricultura en PBI (Fuente: *Banco Mundial* - <https://datacatalog.worldbank.org/home>)

Porc. bajo	=1 si porcentaje de agricultura en PBI es menor de 10 por ciento	132	4,011	0.605	0.489	0.000	1.000
Porc. alto	=1 si porcentaje de agricultura en PBI es igual o mayor al 10 por ciento	132	4,011	0.395	0.489	0.000	1.000

Porcentaje de industria manufacturera en PBI (Fuente: *Banco Mundial* - <https://datacatalog.worldbank.org/home>)

Porc. bajo	=1 si porcentaje de agricultura en PBI es menor al 10 por ciento	132	3,911	0.692	0.462	0.000	1.000
Porc. alto	=1 si el porcentaje de la industria manufacturera en PBI es igual o mayor al 10 por ciento	132	3,911	0.308	0.462	0.000	1.000

Porcentaje del comercio en PBI (Fuente: *Banco Mundial* - <https://datacatalog.worldbank.org/home>)

Porc. bajo	=1 Si porcentaje del comercio en PBI es menor de al 10 por ciento	132	3,924	0.632	0.482	0.000	1.000
Porc. alto	=1 Si porcentaie del comercio en PBI es igual o mayor al 10 por ciento	132	3,924	0.368	0.482	0.000	1.000

Internet de banda ancha (Fuente: <https://www.collinsbartholomew.com/>)

ICT	Índice de desarrollo ICT	118	3,828	5.045	1.833	1.040	8.980
2G	Cobertura de Internet a nivel subnacional	130	3,955	0.913	0.161	0.000	1.000
3G	Cobertura de Internet a nivel subnacional	123	3,337	0.809	0.264	0.000	1.000
4G	Cobertura de Internet a nivel subnacional	94	1,861	0.781	0.331	0.000	1.000

Tabla B2: Lista de economías

No.	Región	GSAP	Kalkuhl y Wenz (2020)	Kummu <i>et al.</i> (2018)
1	Asia Oriental y Pacífico	Australia	Australia	Australia
2	Asia Oriental y Pacífico		China	China
3	Asia Oriental y Pacífico	Fiyi		
4	Asia Oriental y Pacífico	Indonesia	Indonesia	Indonesia
5	Asia Oriental y Pacífico	Japón	Japón	Japón
6	Asia Oriental y Pacífico			Corea, Rep.
7	Asia Oriental y Pacífico	Laos RDP		Laos RDP
8	Asia Oriental y Pacífico	Malasia	Malasia	Malasia
9	Asia Oriental y Pacífico	Mongolia	Mongolia	Mongolia
10	Asia Oriental y Pacífico	Myanmar		
11	Asia Oriental y Pacífico	Papúa Nueva Guinea		
12	Asia Oriental y Pacífico	Filipinas	Filipinas	Filipinas
13	Asia Oriental y Pacífico	Tailandia	Tailandia	Tailandia
14	Asia Oriental y Pacífico	Timor-Leste		
15	Asia Oriental y Pacífico	Tonga		
16	Asia Oriental y Pacífico	Taiwán, China		
17	Asia Oriental y Pacífico	Vanuatu		
18	Asia Oriental y Pacífico	Vietnam	Vietnam	Vietnam
19	Europa y Asia central	Albania	Albania	Albania
20	Europa y Asia central	Armenia		
21	Europa y Asia central	Austria	Austria	Austria
22	Europa y Asia central	Azerbaiyán	Azerbaiyán	
23	Europa y Asia central	Bielorrusia	Bielorrusia	
24	Europa y Asia central	Bélgica	Bélgica	Bélgica
25	Europa y Asia central		Rosnia v Herzegovina	Bosnia y Herzegovina
26	Europa y Asia central	Bulgaria	Bulgaria	Bulgaria
27	Europa y Asia central	Croacia	Croacia	Croacia
28	Europa y Asia central	Chipre		
29	Europa y Asia central	Chequia	Chequia	Chequia
30	Europa y Asia central	Dinamarca	Dinamarca	Dinamarca
31	Europa y Asia central	Estonia	Estonia	Estonia
32	Europa y Asia central	Finlandia	Finlandia	Finlandia
33	Europa y Asia central	Francia	Francia	Francia
34	Europa y Asia central	Georgia	Georgia	Georgia
35	Europa y Asia central	Alemania	Alemania	Alemania
36	Europa y Asia central	Grecia	Grecia	Grecia
37	Europa y Asia central	Hungría	Hungría	Hungría
38	Europa y Asia central	Islandia		
39	Europa y Asia central	Irlanda	Irlanda	Irlanda

40	Europa y Asia central	Italia	Italia	Italia
41	Europa y Asia central	Kazakstá	Kazakstán	Kazakstán
42	Europa y Asia central	Kosovo		
43	Europa y Asia central	Kirguistán		
44	Europa y Asia central	Letonia	Letonia	Letonia
45	Europa y Asia central	Lituania	Lituania	Lituania
46	Europa y Asia central	Luxemburgo		
47	Europa y Asia central	Moldova		
48	Europa y Asia central	Montenegro		
49	Europa y Asia central	Países Bajos	Países Bajos	Países Bajos
50	Europa y Asia central	Macedonia del Norte		
51	Europa y Asia central	Noruega	Noruega	Noruega
52	Europa y Asia central	Polonia	Polonia	Polonia
53	Europa y Asia central	Portugal	Portugal	Portugal
54	Europa y Asia central	Rumania	Rumania	Rumania
55	Europa y Asia central	Rusia, Fed.		
56	Europa y Asia central		Serbia	Serbia
57	Europa y Asia central	Eslovaquia		
58	Europa y Asia central	Eslovenia	Eslovenia	Eslovenia
59	Europa y Asia central	España	España	España
60	Europa y Asia central	Suecia	Suecia	Suecia
61	Europa y Asia central	Suiza	Suiza	Suiza
62	Europa y Asia central	Tayikistán		
63	Europa y Asia central		Turquía	Turquía
64	Europa y Asia central	Ucrania	Ucrania	Ucrania
65	Europa y Asia central	Reino Unido		Reino Unido
66	Europa y Asia central	Uzbekistán	Uzbekistán	Uzbekistán
67	América Latina y El Caribe		Argentina	Argentina
68	América Latina y El Caribe	Bolivia	Bolivia	Bolivia
69	América Latina y El Caribe	Brasil	Brasil	Brasil
70	América Latina y El Caribe	Chile	Chile	Chile
71	América Latina y El Caribe	Colombia	Colombia	Colombia
72	América Latina y El Caribe	Costa Rica		Costa Rica
73	América Latina y El Caribe	Rep. Dominicana		Rep. Dominicana
74	América Latina y El Caribe	Ecuador	Ecuador	Ecuador
75	América Latina	El Salvador		
76	América Latina y El Caribe		Guatemala	Guatemala
77	América Latina y El Caribe	Haití		

78	América Latina y el Caribe	Honduras	Honduras	Honduras
79	América Latina y el Caribe	México	México	México
80	América Latina y el Caribe	Nicaragua		
81	América Latina y el Caribe	Panamá	Panamá	Panamá
82	América Latina y el Caribe	Paraguay	Paraguay	Paraguay
83	América Latina y el Caribe	Perú	Perú	Perú
84	América Latina y el Caribe		Uruguay	Uruguay
85	Oriente Medio y África del norte	Djibouti		
86	Oriente Medio y África del norte	R.A.Egipto		
87	Oriente Medio y África del norte	R.A.Irán		
88	Oriente Medio y África del norte	Iraq		
89	Oriente Medio y África del norte	Egip Israe	Israel	Israel
90	Oriente Medio y África del norte	Jordania		Jordania
91	Oriente Medio y África del norte	Líbano		Líbano
92	Oriente Medio y África del norte	Malta		
93	Oriente Medio y África del norte	Marruecos	Marruecos	Marruecos
94	Oriente Medio y África del norte	Túnez		
95	Oriente Medio y África N.			Emiratos A.U
96	Oriente Medio y África del Norte	Cisjordania		
97	Oriente Medio y África del Norte	Yemen		
98	América del Norte	Canadá	Canadá	Canadá
99	América del Norte	Estados Unidos		Estados Unidos
100	Asia Meridional	Bangladesh		Bangladesh
101	Asia Meridional	Bután		
102	Asia Meridional	India	India	India
103	Asia Meridional	Maldivas		
104	Asia Meridional	Nepal		
105	Asia Meridional	Pakistán	Pakistán	Pakistán
106	Asia Meridional	Sri Lanka		
107	África subsahariana	Angola		
108	África subsahariana	Benín		Benín

109	África subsahariana	Botsuana		
110	África subsahariana	Burkina Faso		
111	África subsahariana	Burundi Cabo Verde		
112	África subsahariana	Verde		
113	África subsahariana	Camerún		Camerún
114	África subsahariana	República Centroafricana		
115	África subsahariana	Chad		
116	África subsahariana	Comoras		
117	África subsahariana	Congo, Rep. Dem.		
118	África subsahariana	Congo, Rep. Dem.		
119	África subsahariana	Costa de Marfil		
120	África subsahariana	Esuatini		
121	África subsahariana	Etiopía	Etiopía	
122	África subsahariana			Gabón
123	África subsahariana	Gambia,		
124	África subsahariana	Ghana		Ghana
125	África subsahariana	Guinea		
126	África subsahariana	Guinea-Bissau		
127	África subsahariana	Kenia	Kenia	Kenia
128	África subsahariana	Lesoto		
129	África subsahariana	Liberia		
130	África subsahariana	Madagascar		
131	África subsahariana	Malawi		Malawi
132	África subsahariana			
133	África subsahariana			
134	África subsahariana	Mozambique	Mozambique	Mozambique
135	África subsahariana	Namibia		Namibia
136	África subsahariana	Níger		
137	África subsahariana	Nigeria		
138	África subsahariana	Ruanda		
139	África subsahariana	Santo Tomé y Príncipe		
140	África subsahariana	Senegal		Senegal
141	África subsahariana	Seychelles		
142	África subsahariana	Sierra Leone		
143	África subsahariana	Sudáfrica	Sudáfrica	Sudáfrica
144	África subsahariana	Sudán		
145	África subsahariana	Tanzania	Tanzania	Tanzania
146	África subsahariana	Togo		
147	África subsahariana	Uganda		Uganda
148	África subsahariana	Zambia		Zambia
149	África subsahariana	Zimbabue		

Apéndice C: Otras comprobaciones de robustez y análisis de heterogeneidad

C1. Comprobaciones de robustez

En esta sección, exploramos la robustez de nuestros resultados de diferentes maneras. Comenzamos con los resultados del modelo de panel y del modelo de diferencias largas presentados en las tablas 1 y 2, y mostramos que nuestros resultados son ampliamente consistentes cuando se utilizan especificaciones alternativas del modelo. En primer lugar, estimamos varias especificaciones alternativas para disipar las preocupaciones del lector sobre la falta de especificación. Estas se presentan en los paneles A y B de la tabla A2 (apéndice A). Nuestro modelo de panel con efectos fijos representa una mejora sustancial con respecto a la regresión transversal estándar, pero también puede estar sujeto a sesgos si existen diferencias no observables y variables en el tiempo entre países o regiones. Demostramos que nuestras estimaciones son insensibles a la inclusión de tendencias temporales específicas de cada país (región) (columna 1 y 2, tabla A1). Otra preocupación está relacionada con una mala especificación de la forma funcional de la temperatura. Por lo tanto, de las columnas (3) a (7) de la tabla 1, empleamos diferentes formas funcionales de la temperatura incluyendo el control del cambio de temperatura, el término cuadrático y el término cúbico de la temperatura, y un término de interacción entre la temperatura y el cambio de temperatura. Los resultados de estos ejercicios refuerzan nuestras conclusiones principales.

Del mismo modo, también aplicamos distintas variantes del modelo de diferencias largas y presentamos los resultados en la tabla A2. En primer lugar, comprobamos si nuestros resultados siguen siendo robustos al utilizar distintas opciones de longitud de ventana (es decir, períodos de 4 y 5 años). Los resultados de las columnas (1) y (2) muestran que nuestros resultados no son sensibles a las ventanas alternativas. En la columna (3), añadimos una serie de covariables constantes en el tiempo a nivel regional, como el gas acumulado, la distancia a la costa, la distancia al río y la altitud. Por último, incluimos un término de interacción entre la temperatura y el cambio de temperatura en la columna (4). En general, los resultados son cualitativamente similares a nuestra conclusión principal.

En segundo lugar, reproducimos los resultados de la figura 2, pero utilizando umbrales alternativos para definir los días cálidos y fríos. En el panel A de la figura A1 (apéndice A), presentamos los resultados del enfoque de franjas de temperaturas utilizando la franja de 2 grados, mientras que los paneles B y C muestran los resultados utilizando la franja de 4 grados y la de 5 grados, respectivamente. Encontramos que cuando nuestra definición de días cálidos y fríos es menos (o más) exigente, los efectos implícitos sobre la desigualdad de ingresos siguen siendo consistentes.

En tercer lugar, presentamos los resultados utilizando medidas alternativas de pobreza y desigualdad de ingresos a nivel subnacional. En la tabla A3 (apéndice A), empleamos los indicadores de pobreza multidimensional, que complementan la medida tradicional al captar las privaciones agudas en diferentes aspectos, incluidos los monetarios, educativos, de electricidad, saneamiento y agua potable. Del mismo modo, en la figura A2 (apéndice A) representamos los efectos de la temperatura utilizando medidas alternativas de los ingresos, como (i) la ratio 90/10, (ii) la ratio 80/20 y (iii) la ratio Palma. Esto ayuda a abordar la posible preocupación de utilizar los índices de Gini y Theil, ya que son más sensibles a los cambios en el grupo de renta media. En general, los resultados reafirman los efectos negativos de una temperatura más alta sobre la pobreza y la desigualdad de ingresos.

En cuarto lugar, en la tabla A4 (apéndice A) realizamos otras pruebas para

garantizar que nuestros resultados no son sensibles a la elección de las medidas de temperatura. Para ello utilizamos (i) el logaritmo de la temperatura (columna 1); (ii) la temperatura medida en grados Fahrenheit (columna 2); (iii) los datos de temperatura a 0.5° de la Unidad de Investigación Climática de la Universidad de Anglia del Este (CRU) (columna 3); (iv) el número de días en que la temperatura supera los 28°C (columna 4)¹⁵; (v) las regiones con temperaturas superiores a ese nivel (columna 5), y (vi) el choque térmico, definido como la diferencia entre la temperatura real y la temperatura a largo plazo superior (inferior) a 2 (-2) desviaciones estándar (columna 6). Los resultados muestran pocos cambios con respecto a la especificación de referencia.

En quinto lugar, replicamos nuestro análisis principal a diferentes submuestras para investigar la sensibilidad de nuestros resultados, como se muestra en los paneles A y B de la tabla A5 (apéndice A). En primer lugar, mostramos que nuestros resultados siguen siendo coherentes cuando utilizamos una muestra equilibrada en la columna (2). En segundo lugar, hay países en nuestras muestras que contienen solo un pequeño número de regiones. En la columna (2) mostramos que nuestros resultados siguen siendo coherentes cuando excluimos estos países. La misma conclusión se obtiene cuando excluimos países grandes que pueden influir en nuestros resultados, como Estados Unidos, India y Brasil (columnas 3 y 4). También empleamos submuestras de países sin clima extremadamente frío (Columna 5) y clima extremadamente cálido (Columna 6) utilizando el umbral del 10%. En la Columna (7), agrupamos los errores estándar a nivel de país; mientras que en la Columna (8) utilizamos errores estándar de Conley que permiten la correlación espacial en el término de error. En general, observamos que los coeficientes estimados y los niveles de significación se mantienen prácticamente sin cambios en comparación con nuestra conclusión principal.

En sexto lugar, utilizamos datos sobre pobreza y desigualdad de fuentes alternativas para comprobar la solidez de nuestros resultados. Explotamos los datos anuales del PBI (a nivel subnacional o de red) procedentes de Kalkuhl y Wenz (2020) y Kummu *et al.* (2018) para construir medidas de pobreza. Una ventaja de estos conjuntos de datos es que podemos utilizar un período promedio más largo (10 años) en el modelo de diferencias largas en comparación con nuestro análisis utilizando datos GSAP. Utilizando tanto el modelo de panel como el de diferencias largas, las tablas A6 y A7 (apéndice A) muestran que nuestros resultados no son sensibles a los conjuntos de datos alternativos y los resultados son coherentes en las distintas especificaciones. A continuación, realizamos un ejercicio similar para el análisis de la desigualdad utilizando datos nacionales de los Indicadores del Desarrollo Mundial (IDM) y la Base de Datos Mundial Estandarizada sobre la Desigualdad de Ingresos (SWIID). Los resultados presentados en la tabla A8 confirman nuestras expectativas.

Por último, realizamos una prueba con placebo del diseño de nuestro estudio. Está motivada por el hecho de que si estimamos la especificación elegida, pero sustituimos el valor real del regresor de interés con una alternativa que sabemos que debería ser irrelevante, deberíamos esperar no ver pruebas de los efectos sobre la pobreza. Hacemos este ejercicio utilizando una aleatorización dentro de la muestra. En primer lugar, la temperatura «real» de una región se sustituye por la temperatura de otra, elegida aleatoriamente en nuestra muestra sin sustitución. En segundo lugar, la especificación de la columna (1) de la tabla 1 y la tabla 2 se estimó utilizando la serie de temperatura placebo resultante y el coeficiente t-estadístico sobre la variable de temperatura recogida. Este proceso se repite con 1,000 aleatorizaciones y presentamos en la figura

¹⁵ Elegimos la temperatura a 28oC por ser la más común en nuestra muestra (véase la figura B3, apéndice B).

A3 (apéndice A) los coeficientes y las estadísticas t recogidas. El panel A muestra que ninguna de las ejecuciones placebo genera valores cercanos a los derivados de la asignación real, indicados por las líneas verticales discontinuas. En el panel B, observamos que solo el 5% de estas estimaciones son mayores en magnitud que el coeficiente real. Por tanto, esto brinda más apoyo a nuestros estimados principales sobre los efectos de la temperatura sobre la pobreza y la desigualdad.

C2. Análisis de heterogeneidad

En consonancia con la idea de que una temperatura más cálida conduce a una mayor tasa de pobreza y desigualdad, también esperamos que los impactos sean heterogéneos entre regiones. Esperamos que los países que soportan los mayores efectos del calentamiento global tiendan a ser más pobres (es decir, países de renta baja) o a estar situados en regiones pobres. Esto se explica por el hecho de que los países pobres están menos preparados para los efectos del cambio climático. También es más probable que sufran más daños, tengan pérdidas materiales proporcionalmente mayores y se enfrenten a mayores obstáculos durante las fases de respuesta, recuperación y reconstrucción. Para explorar este aspecto, dividimos nuestra muestra en seis regiones y trazamos las estimaciones de los coeficientes de temperatura en la figura 3 (paneles A y B) utilizando el enfoque de los intervalos de temperatura. Como era de esperar, se observa que las temperaturas cálidas aumentan la pobreza y la desigualdad de ingresos en la mayoría de las regiones en relación con la temperatura en el grupo de referencia, especialmente en las regiones más pobres como el África subsahariana, Oriente Medio y Norte de África, y Asia meridional. Además, también se observan los efectos negativos de la temperatura fría entre los países de Asia Oriental y Pacífico, y Europa y Asia Central. Dado que el rango de temperatura varía entre países, dividimos la distribución de la temperatura dentro de cada país en deciles y elegimos el percentil 60 como grupo de referencia. El Gráfico A4 (apéndice A) muestra que los efectos del clima extremo son similares a los observados en la figura 3.

También respaldamos la heterogeneidad regional estimando el efecto de la temperatura sobre la pobreza y la desigualdad por país, ajustado por su PBI real por capital en el 2018. La figura A5 (apéndice A) muestra que los países que soportan el mayor efecto del calentamiento global son también los que tienen los ingresos más bajos, como Uganda, Ghana y Mozambique.

A continuación, evaluamos con más detalle la heterogeneidad de los efectos de la temperatura en función de las diferentes características de los países. En primer lugar, examinamos si las instituciones de un país pueden afectar los efectos de la temperatura. Esto está motivado por el hecho de que las instituciones pueden afectar la adaptación al cambio climático a través de la estructura de incentivos para los individuos y la acción colectiva. Utilizamos el índice de democracia del informe 2020 de la Economist Intelligence Unit y clasificamos los países en diferentes tipos de regímenes: (i) democracia; (ii) autoritario; e (iii) híbrido. Los resultados presentados en el panel A de la tabla A9 (apéndice A) muestran pruebas de que los países con régimen democrático parecen ser menos vulnerables a los impactos del calentamiento global. También examinamos los impactos heterogéneos de la temperatura según otras características del país. Por ejemplo, los países cercanos al ecuador tienen una mayor tasa de pobreza causada por el aumento de la temperatura (panel B, tabla A9 del apéndice A). Además, el efecto de la temperatura es más pronunciado en los países con mayor proporción de agricultura, mientras que ocurre lo contrario en los países con mayor proporción de industria manufacturera (paneles C y D, tabla A9 del apéndice A). Por último, encontramos un efecto más fuerte entre los países con menor proporción de comercio,

pero nuestras estimaciones no son estadísticamente significativas (panel E, tabla A9 en el apéndice A).

En este documento, también nos interesa examinar el papel de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Es razonable sostener que las TIC, en particular Internet, pueden contribuir a la reducción de la pobreza al facilitar el acceso a los mercados, disminuir los costos de transacción y aumentar los ingresos de una parte importante de la población de los países en desarrollo. Por tanto, esperamos que las regiones con mejor cobertura de Internet sean menos vulnerables a los efectos del aumento de las temperaturas. Para realizar este ejercicio, utilizamos el índice de desarrollo de las TIC de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, así como la expansión mundial de la red móvil (2G, 3G y 4G) de Collins Bartholomew, este último disponible a nivel de red, lo que nos permite construir un índice regional. A continuación, presentamos coeficientes sobre la interacción entre nuestras medidas de TIC y la temperatura en la tabla A10 (apéndice A). En todos los paneles, encontramos pruebas sólidas y coherentes del papel de las TIC como mediador. Concretamente, las zonas con mejor acceso a las TIC o la banda ancha de Internet son menos vulnerables a los efectos de una temperatura más alta.

Referencias

- Kalkuhl, M., & Wenz, L. (2020). The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions. *Journal of Environmental Economics and Management*, 103, 102360.
- Kummu, M., Taka, M., & Guillaume, J. H. (2018). Gridded global datasets for gross domestic product and Human Development Index over 1990–2015. *Scientific Data*, 5(1), 1–15.

Apéndice D: Análisis de mecanismos e impactos previstos en el futuro cambio climático

D1. Posibles mecanismos

Una vez demostrados los efectos del calentamiento de la temperatura sobre la pobreza a nivel subnacional, analizamos por qué existe heterogeneidad de impacto entre regiones. Una posible explicación es que los países pobres suelen estar situados en zonas tropicales, donde el cambio climático se produce más rápido y es más intenso, y sus medios de vida dependen más del sector agrícola, vulnerable al clima. De hecho, cada vez hay más pruebas de que las temperaturas extremas tienen efectos negativos en el rendimiento de los cultivos, sobre todo en los países pobres (por ejemplo, Jacoby *et al.*, 2015; Knox *et al.*, 2012; Schlenker y Lobell, 2010). Analizamos el conjunto de datos mundiales de rendimientos históricos de Iizumi y Sakai (2020), que proporciona los rendimientos reales de los cultivos para los años comprendidos entre 1981 y 2016 con una resolución de 0.5°. Utilizando el modelo de efectos fijos de panel y el modelo de diferencias largas como en las ecuaciones (1) y (2), encontramos efectos consistentes y negativos de una temperatura más alta en los rendimientos de diferentes cultivos, incluidos el arroz, el maíz y la soja, como se muestra en la tabla A11 (apéndice A). De nuevo, encontramos que las estimaciones del modelo de diferencias largas son menores que las estimaciones del modelo de panel, lo que concuerda con estudios previos que muestran una adaptación potencial a largo plazo (por ejemplo, Chen y Gong, 2021). Del mismo modo, también observamos que los efectos del calentamiento global son más pronunciados entre las regiones con una mayor proporción de agricultura (apéndice A, tabla A12).

Dados los efectos adversos de la temperatura sobre la producción agrícola, examinamos además si existe alguna correlación entre pobreza y agricultura. Concretamente, representamos los efectos de la temperatura sobre la pobreza tomados de la especificación del modelo de panel en el eje y, y los efectos de la temperatura sobre la agricultura en la tabla A11 en el eje x de la figura A6 (apéndice A). Dado que la unidad de análisis es diferente en las dos muestras, agregamos los datos a nivel país para una mejor comparación. En todos los paneles, encontramos una correlación negativa y muy significativa desde el punto de vista estadístico entre el rendimiento de los cultivos y la pobreza. En consonancia con nuestras conclusiones anteriores, los países africanos son los más vulnerables a los efectos del calentamiento global. En la figura A7 (apéndice A), se representan los efectos de la temperatura sobre la pobreza en función de la proporción de la agricultura en el PBI de cada país y se observa que los efectos son mayores en los países que dependen de la agricultura como principal fuente de ingresos. En general, estos resultados sugieren que, al reducir el rendimiento de los cultivos, una temperatura más cálida puede contribuir directamente a aumentar la pobreza¹⁶.

Otro mecanismo potencial que puede explicar los efectos de la temperatura es la migración. Dado que la pobreza es uno de los principales motores de la vulnerabilidad de las personas a las perturbaciones relacionadas con el clima, es razonable esperar que el flujo de personas que escapan de la pobreza también se vea afectado por el cambio climático. De hecho, un cuerpo emergente de literatura ha demostrado que el aumento de la temperatura incrementa las tasas de inmigración tanto interna como internacional (por ejemplo, Cattaneo y Peri, 2016; Missirian y Schlenker, 2017). Reafirmamos los hallazgos de la literatura utilizando datos de migración disponibles a nivel subnacional. Los datos proceden de WorldPop Open Data Repository, que recoge los flujos de migración interna entre 2005 y 2010¹⁷. Mediante una regresión simple OLS, encontramos pruebas sugestivas de que una temperatura más cálida se traduce en un mayor flujo migratorio (véase la figura A8, apéndice A).

D2. Proyecciones de los efectos del cambio climático en el futuro

A continuación presentamos proyecciones de los efectos de la temperatura futura sobre la pobreza para comprender mejor los efectos potenciales en diferentes escenarios. Para ello, combinamos las estimaciones del modelo de las tablas 1 y 2 con datos sobre las condiciones climáticas simuladas a nivel de la reciente publicada fase 6 del Proyecto de intercomparación de modelos acoplados. Siguiendo a Burke y Emerick (2016) y Kalkuhl y Wenz (2020), generamos proyecciones de temperatura de la siguiente manera: En primer lugar, utilizamos la temperatura anual del ERA-5 para construir la temperatura media histórica y las funciones de distribución de probabilidad para el periodo 1979 - 2019. A continuación, calculamos los cambios de temperatura proyectados como la diferencia entre la temperatura proyectada, tomada de CMIP6, y la temperatura media histórica. Por último, los cambios de temperatura se utilizan para calcular los índices de pobreza (desigualdad) multiplicándolos por las estimaciones de referencia de las columnas (2), (4) y (6) de la tabla 1 (columnas (2) y (4) tabla 2). Seleccionamos las estimaciones del modelo de diferencias largas porque incorpora las adaptaciones que los agricultores han realizado a los cambios climáticos a corto plazo y, por tanto, las proyecciones de los futuros impactos del cambio climático parecen más

¹⁶ Para simplificar, suponemos que la degradación de la tierra es constante, pero podría desempeñar un papel en el nexo entre pobreza y medio ambiente (Barbier y Hochard, 2018). La temperatura también puede afectar la pobreza a través de diferentes canales, como los conflictos civiles y la productividad laboral (para una revisión, véase Burke *et al.*, 2015 y Somanathan *et al.*, 2021).

¹⁷ Datos disponibles en <https://hub.worldpop.org/>

fiables que las basadas en métodos de panel o transversales (Burke y Emerick, 2016).

La Tabla A13 (apéndice A) ofrece un resumen de los cambios proyectados para la temperatura y la pobreza para diferentes vías de emisión. Se prevé que la temperatura aumente entre 1.4 C y 5.0°C en 2099. Esta escalada de la temperatura puede provocar un aumento de la pobreza de entre 0.7 y 2.7 puntos porcentuales, lo que equivale a un incremento de entre el 7.4% y el 26.6%, empleando un umbral de pobreza de 1.9 dólares al día (panel A). Del mismo modo, se espera que los efectos previstos sobre la desigualdad se traduzcan en un aumento del índice de Gini de entre 0.5 y 1.7 puntos porcentuales, lo que se traduciría en un incremento de entre el 1.4% y el 4.9% (panel B). El mayor aumento de la pobreza y la desigualdad se produciría en el escenario sin estrategias compensatorias basadas en energías renovables para hacer frente al cambio climático. Por último, las figuras A8 y A9 (apéndice A) presentan los efectos previstos de la temperatura en todas las regiones de nuestra muestra según ambas trayectorias de emisiones y reafirman nuestras conclusiones anteriores de que los países pobres de África siguen siendo los más vulnerables a las temperaturas más elevadas.

Referencias

- Barbier, E. B., & Hochard, J. P. (2018b). Land degradation and poverty. *Nature sustainability*, 1(11), 623-631.
- Burke, M., Hsiang, S. M., & Miguel, E. (2015). Climate and conflict. *Annual Review of Economics*, 7(1), 577-617.
- Burke, M., & Emerick, K. (2016). Adaptation to climate change: Evidence from US agriculture. *American Economic Journal: Economic Policy*, 8(3), 106-40.
- Cattaneo, C., & Peri, G. (2016). The migration response to increasing temperatures. *Journal of Development Economics*, 122, 127-146.
- Chen, S., & Gong, B. (2021). Response and adaptation of agriculture to climate change: Evidence from China. *Journal of Development Economics*, 148, 102557.
- Iizumi, T., & Sakai, T. (2020). The global dataset of historical yields for major crops 1981-2016. *Scientific Data*, 7(1), 1-7.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021a). "Summary for Policymakers". In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In Masson-Delmotte et al. (eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3-32.
- Jacoby, H. G., Rabassa, M., & Skoufias, E. (2015). Distributional implications of climate change in rural India: a general equilibrium approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 97(4), 1135-1156.
- Kalkuhl, M., & Wenz, L. (2020). The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions. *Journal of Environmental Economics and Management*, 103, 102360.
- Knox, J., Hess, T., Daccache, A., & Wheeler, T. (2012). Climate change impacts on crop productivity in Africa and South Asia. *Environmental Research Letters*, 7(3), 034032.
- Missirian, A., & Schlenker, W. (2017). Asylum applications respond to temperature fluctuations. *Science*, 358(6370), 1610-1614.
- Schlenker, W., & Lobell, D. B. (2010). Robust negative impacts of climate change on African agriculture. *Environmental Research Letters*, 5(1), 014010.
- Somanathan, E., Somanathan, R., Sudarshan, A., & Tewari, M. (2021). The impact of temperature on productivity and labor supply: Evidence from Indian manufacturing. *Journal of Political Economy*, 129(6), 1797-1827.

Hai-Anh H. Dang

Email: hdang@worldbank.org

<https://sites.google.com/site/haianhhdang/>

Empleo

Setiembre 2023

Economista Principal, Unidad de Producción de Datos y Métodos y Unidad de Medición de los Niveles de Vida (Grupo de Datos sobre Desarrollo), Banco Mundial (Consultor) *Economista*, Unidad de Pobreza y Desigualdad (Grupo de Investigación sobre el Desarrollo); Unidad de Encuestas, Unidad de Análisis y Herramientas, Unidad de Producción de Datos y Métodos (Grupo de Datos sobre Desarrollo), Banco Mundial Data Group), Banco Mundial

2020- a la f.

2004- 2020

Otras afiliaciones

Coeditor, *Review of Development Economics* 2018- a la f.

Coeditor del número especial sobre «Medición de la renta, la riqueza y el bienestar en África», *Review of Income and Wealth* 2022- a la f.

Consejo editorial, *International Journal of Education Development* 2018- a la f.

Consejo editorial, *Economic Change and Structuring* 2020- a la f.

Consejo editorial, *Journal of Economics and Development* 2023- a la f.

Becario de investigación de IZA 2019- a la f.

Profesor visitante sénior, International Inequalities Institute, London School of Economics and Political Science 2023- a la f.

Profesor adjunto y becario de investigación no residente, Paul H. O'Neill School of Public and Environmental Affairs, Indiana University 2018- a la f.

Becario de la Organización Mundial de Trabajo (OMS) 2018- a la f.

Investigador afiliado a Household in Conflict Network (HiCN) 2022- a la f.

Profesor visitante sénior, International School, Vietnam National University, Hanoi 2021- 2023

Profesor invitado, Georgetown University 2019- 2020

Profesor visitante, Monash University Nov. 2019

Profesor visitante, Singapore Management University Nov. 2017

Profesor visitante, Beijing Normal University Dic. 2016

Becario de investigación sénior no residente, Centre for Analysis and Forecast, Vietnam's Academy of Social Sciences 2016- 2022

Educación

Doctor en Economía Agrícola y Aplicada, Universidad de Minnesota, Ciudades Gemelas 2007

Máster en Economía Agrícola y Aplicada, Universidad de Minnesota, Ciudades Gemelas 2003

Licenciatura en Economía Internacional, Universidad de Comercio Exterior, Hanoi, Vietnam 2000

Selección de publicaciones de los últimos 3 años

Artículos de revistas

1. Dang, Hai-Anh, Trong-Anh Trinh, and Paolo Verme. ([en prensa](#)). "Do Refugees with Better Mental Health Better Integrate? Evidence from the *Building a New Life in Australia* Longitudinal Survey." *Health Economics*.
2. Dang, Hai-Anh, Paul Glewwe, Jongwook Lee and Khoa Vu. (2023). "What Explains Vietnam's Exceptional Performance in Education Relative to Other Countries? Analysis of the 2012, 2015 and 2018 PISA Data". *Economics of Education Review*, 96, 102434.
3. Dang, Hai-Anh, and Peter Lanjouw. (2023). "Measuring Poverty Dynamics with Synthetic Panels Based on Cross-Sections", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 85(3), 599-622.
4. Dang, Hai-Anh, John Pullinger, Umar Serajuddin, and Brian Stacy. (2023). "Statistical Performance Indicators and Index: A New Tool to Measure Country Statistical Capacity". *Scientific Data*, 10, 146. (media coverage: [Trade for Development blog](#); Data blog [1](#), [2](#), [3](#); [TReND blog](#); [Development Asia blog](#))

5. Dang, Hai-Anh and Paolo Verme. (2023). "Estimating Poverty for Refugee Populations: Can Cross-Survey Imputation Methods Substitute for Data Scarcity?" *Journal of Population Economics*, 36(2), 653– 679.
6. Nakamura, Shohei, Kseniya Abanokova, Hai-Anh Dang, Shinya Takamatsu, Chunchen Pei, Dilou Prospere. (2023). "Is Climate Change Slowing the Urban Escalator out of Poverty? Evidence from Chile, Colombia, and Indonesia". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20, 4865.
7. Dang, Hai-Anh, Cuong Viet Nguyen, and Calogero Carletto. (2023). "Did a Successful Fight against the COVID-19 Pandemic Come at a Cost? Impacts of the Outbreak on Employment Outcomes in Vietnam". *World Development*, 161, 106129.
8. Dang, Hai-Anh, Edmund Malesky, and Cuong Viet Nguyen. (2022). "Inequality and Support for Government Responses to COVID-19". *PLoS ONE*, 17(9): e0272972.
9. Dang, Hai-Anh and Trong-Anh Trinh. (2022). "The Beneficial Impacts of COVID-19 Lockdowns on Air Pollution: Evidence from Vietnam". *Journal of Development Studies*, 58(10), 1917-1933.
10. Dang, Hai-Anh, Masako Hiraga, and Cuong Viet Nguyen. (2022). "Childcare and Maternal Employment: Evidence from Vietnam". *World Development*, 159, 106022.
11. Abanokova, Kseniya, Hai-Anh Dang, and Michael Lokshin. (2022). "Do Adjustments for Equivalence Scales Affect Poverty Dynamics? Evidence from the Russian Federation during 1994–2017". *Review of Income and Wealth*, S167-S192.
12. Anand, Paul, Jere Behrman, Hai-Anh Dang, and Sam Jones. (2022). "Decomposing learning inequalities in East Africa: how much does sorting matter?" *World Bank Economic Review*, 36(1), 219–243.
13. Dang, Hai-Anh, Peter Lanjouw, and Elise Vrijburg. (2021). "Poverty in India in the Face of Covid- 19: Diagnosis and Prospects". *Review of Development Economics*, 25(4), 1816-1837.
14. Dang, Hai-Anh, Trung Hoang, and Ha Nguyen. (2021). "The Long-run and Gender-equalizing Impacts of School Access: Evidence from the First Indochina War". *Economic Development and Cultural Change*, 70(1), 453-484. (media coverage: [Telegraph](#))
15. Cameron, Grant, Hai-Anh Dang, Mustafa Dinc, James Foster, and Michael Lokshin. (2021). "Measuring the Statistical Capacity of Nations". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 83(4): 870-896.
16. Dang, Hai-Anh and Cuong Viet Nguyen. (2021). "Gender Inequality during the COVID-19 Pandemic: Income, Expenditure, Savings, and Job Loss". *World Development*, 105296 (media coverage: [the Hill](#), [Jobs and Development blog](#)).
17. Dang, Hai-Anh and Trong-Anh Trinh. (2021). "Does the COVID-19 Lockdown Improve Global Air Quality? New Cross-National Evidence on Its Unintended Consequences". *Journal of Environmental Economics and Management*, 105: 102401.

Algunas métricas

- Citas en Google Scholar: 7,311; h-index: 35
 - Top 5% en términos de descargas, número de trabajos (distintos) y clasificación en los últimos 10 años REPEC
 - Top 5% en la clasificación general, Economía del Desarrollo y Economía del Bienestar en ResearchGate
 - Top 10% en términos de descargas de documentos de debate de IZA
- (El CV completo está disponible en <https://sites.google.com/site/haianhhdang/>)