

Los efectos de choques transitorios en resultados de largo plazo: efectos adversos del clima en la acumulación de capital humano en los Andes Peruanos

**Diether Beuermann
Alan Sánchez**



Estudio ganador del XII Concurso de Investigación CIES – IDRC 2010, organizado por el Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES).

Los autores agradecen al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) por permitirles el acceso a los datos que hicieron posible la realización de esta investigación. En particular, a Elizabeth Silvestre (SENAMHI) y a Karim Quevedo (SENAMHI) por su apoyo tanto en la obtención de los datos como en la interpretación de los mismos. También agradecen la colaboración de Sebastián Calvo, quien fue asistente de investigación del proyecto.

PERÚ. UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

INSTITUTO DEL PERÚ

Cuadernos de Investigación

Edición N° 16

Abril 2012

**UNIVERSIDADES/PUBLICACIONES/INSTITUTO DEL PERÚ/
EFECTOS/CHOQUES TRANSITORIOS/FRIO**

© Universidad de San Martín de Porres - Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES).

© Diether Beuermann - Alan Sánchez

Instituto del Perú

Av. Javier Prado Oeste N° 580, San Isidro.

Telefax: 221 8722

Teléfono: 421 4503

Correo electrónico: idp@institutodelperu.org.pe

Página web: www.institutodelperu.org.pe

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú: 2012-04778

ISSN: 1995-543X

* Las imágenes utilizadas en la portada fueron extraídas de los sitios web: www.serperuano.com, y retofriajepuno.blogspot.com.

Tabla de contenido

Resumen.....	5
Introducción	7
2. Marco teórico.....	11
2.1. Producción de capacidades humanas y mercado laboral	12
2.2. Acumulación de capacidades humanas y choques climáticos	15
3. La estrategia econométrica	17
3.1. Regresiones básicas.....	17
3.2. Sobre el problema de identificación	18
3.3. Chequeos de robustez.....	20
4. Los datos	21
4.1. Fuentes de datos	21
4.2. Definición de variables clave.....	21
4.3. Estadísticas descriptivas.....	28
5. Resultados generales e interpretación.....	31
6. Robustez de los resultados	39
7. Conclusiones y recomendaciones de política	43
Referencias bibliográficas.....	45

Resumen

Estimamos el efecto de largo plazo con respecto a una exposición a eventos de frío inusual en los Andes Peruanos durante etapas tempranas del ciclo de vida sobre los ingresos, educación y una serie de dimensiones de bienestar alcanzados en la etapa adulta. Nuestros hallazgos sugieren la presencia de efectos adversos para las mujeres e implican un efecto de 7.4% menor salario anual adulto como resultado de haber sido expuesto por 4.33 meses dentro de los primeros 36 meses de vida a climas inusualmente fríos. Mostramos que el primer año de vida es el periodo crítico que explica la mayor parte de estos efectos. No encontramos efectos de una exposición durante la gestación o más allá del segundo año de vida. Esta evidencia sugiere que inversiones dirigidas hacia la protección de estos grupos vulnerables pueden ser justificadas bajo un punto de vista de costo-beneficio de largo plazo.

Abstract

We estimate the long-run effects of being exposed to unusual cold weather in the Peruvian Andes during early stages of the life-cycle on adult income, education and welfare-related outcomes. Our findings suggest economically and statistically significant adverse effects for women; implying 7.4% less annual wages as a result of being exposed for 4.33 months within the first 36 months of life to unusually cold weather. In particular, we show that the first year of life is the period of exposure that drives most of these effects. We find no effects for exposure during pregnancy or for exposure beyond the second year of life. The evidence suggests that investments tailored towards the protection of vulnerable groups might be justified from a long-run cost-benefit perspective.

Introducción

La literatura internacional enfocada en temas de riesgo, choques y capital humano muestra que eventos climáticos adversos de corta duración pueden tener implicancias a lo largo del ciclo de vida para aquellos afectados durante los primeros años de vida (Alderman y Otros, 2006; Hoddinott y Kinsey, 2001; Maccini y Yang, 2009; Kim, 2010; Dercon y Hoddinott, 2004). Esto se da debido a que la infancia temprana es un periodo sensitivo de inversión en capital humano. Es decir, desinversiones durante dicho periodo incrementan el costo de invertir en capital humano en periodos posteriores (Grantham-McGregor y Otros, 2007; Thompson y Nelson, 2001). Un tipo de inversión de particular importancia corresponde a la inversión en nutrición temprana. La evidencia muestra que desinversiones nutricionales durante los tres primeros años de vida pueden llevar a un menor rendimiento académico posterior (Alderman y Otros, 2006), lo que a su vez tiene consecuencias sobre los resultados de mercado laboral de los individuos (Maluccio y Otros, 2009; Behrman, 2008).

El presente trabajo tiene como objetivo rastrear los posibles efectos de la exposición a edad temprana a eventos de frío inusual en la sierra peruana en la vida adulta. Para ello, utilizamos información de las Encuestas Nacionales de Hogares (ENAH) de una serie de cohortes nacidas entre 1960 y 1990 combinada con datos meteorológicos históricos provistos por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Dado que podemos identificar la fecha y el lugar de nacimiento de los individuos que componen estas cohortes, nos es posible estimar las condiciones climáticas prevalentes durante los primeros años de vida. Asimismo, dado que observamos resultados actuales para estas cohortes, tales como ingresos, logro educativo y bienestar en una serie de dimensiones, nos es posible contrastar la posible relación causal entre la ocurrencia de estos eventos y los resultados. Para esto utilizamos diferencias en la fecha de nacimiento de individuos nacidos en el mismo distrito como fuente de identificación de nuestros resultados.

En Perú, los eventos de frío inusual suelen ser nefastos para los ingresos rurales, fuertemente dependientes de labores agrícolas y pecuarias. Estos pueden afectar las

actividades económicas del hogar a través de la pérdida de cosechas y muerte de animales de granja. En los años 2002 y 2004, el Gobierno del Perú estima que se perdieron aproximadamente 27 y 31 mil metros de áreas cultivadas (respectivamente) debido a la ocurrencia de heladas. Asimismo, se estima que en 2004 aproximadamente 770 mil animales murieron como consecuencia de dichos eventos (Gobierno del Perú, 2006). Más aun, en el 2002 las heladas fueron acompañadas por tormentas de nieve, que llevaron a un bloqueo en las carreteras, afectando el libre flujo de bienes y servicios. Las zonas urbanas también pueden ser afectadas por este tipo de eventos, debido a cambios en el precio relativo de los alimentos producidos en zonas rurales.

La literatura internacional provee evidencia del efecto de la exposición a eventos climáticos adversos durante la infancia temprana sobre capital humano tanto en el corto plazo (Hoddinott y Kinsey, 2001) como en el largo plazo (Maccini y Yang, 2009; Alderman y Otros, 2006). Para Perú, existe evidencia de este tipo de efectos sólo en el corto plazo (Deustua, 2008; Sánchez, 2010). Deustua encuentra que la ocurrencia de choques climáticos (heladas, sequías, inundaciones) cercanos a la fecha de nacimiento tienen efectos negativos sobre estado nutricional medido a los 4-6 años de edad. Por su parte, Sánchez se enfoca en el impacto de exposición a temperaturas bajas (según estándares históricos) durante los tres primeros años de vida en la sierra peruana y encuentra que esta estaría negativamente correlacionada con el logro cognitivo y no-cognitivo posterior, a la edad de 7-8 años. Estos resultados sugieren que la exposición a choques climáticos en Perú podría tener efectos duraderos en la población afectada.

En este contexto, nuestro objetivo es evaluar el impacto de largo plazo de la exposición a temperaturas bajas (según estándares históricos) durante los primeros años de vida en el ingreso, educación y nivel de bienestar alcanzado en la etapa adulta por cohortes nacidas en la sierra peruana entre 1960 y 1990. El análisis se concentra en la población nacida en la sierra peruana en dicho periodo de tiempo en centros poblados ubicados por encima de los 2,500 metros de altura sobre el nivel del mar. A fin de lidiar con posibles problemas de variable omitida en el análisis se opta por explotar diferencias en la exposición a eventos de temperatura inusualmente fría que se generan debido a diferencias en el distrito, año y mes de nacimiento. Es decir, observamos individuos que nacieron en el mismo distrito, pero que fueron afectados por distintos niveles de temperatura debido a diferencias en su fecha de nacimiento. De manera específica, en nuestra estimación base controlamos por todas las características (observables e inobservables) del distrito que son constantes en el tiempo por intermedio de efectos fijos distritales, por la estacionalidad de la temperatura (efectos fijos por el mes de nacimiento) y por

tendencias en la temperatura a nivel nacional (efectos fijos por año de encuesta). Asimismo, revisamos la robustez de nuestros resultados a través de modelos que controlan por tendencias diferenciales en la temperatura de cada distrito. En la literatura internacional, un referente de nuestro estudio es Maccini y Yang (2009), el cual utiliza la variabilidad en los niveles de lluvia observados durante el primer año de vida de distintas cohortes de nacimiento en Indonesia como un cuasi-experimento para identificar los efectos de inversiones tempranas en capital humano en los niveles de salud adulta, niveles de educación y acumulación futura de activos

A partir de la aplicación de esta metodología, los hallazgos sugieren efectos negativos de eventos de frío inusual suscitados en los primeros años de vida sobre la educación, ingresos y bienestar alcanzados en la adultez. Nuestros estimados implican que estar expuesto por espacio de 4.33 meses durante los primeros 36 meses de vida a temperaturas por debajo del promedio histórico del distrito de nacimiento se ve traducido en 2.7% menos años de educación y 2.2% menos en ingresos totales anuales durante la etapa adulta. Asimismo, estos efectos son particularmente fuertes para las mujeres donde el efecto negativo sobre ingresos asciende a 7.4%. Finalmente, nuestros resultados sugieren que la etapa crítica es el primer año de vida, pues la exposición al frío inusual durante dicho periodo explica la gran parte de los resultados negativos de largo plazo.

La organización del resto del documento se divide en las siguientes secciones. La siguiente sección provee un marco teórico que nos ayude a entender el proceso por el cual choques a temprana edad pueden llegar a tener efectos de largo plazo. La sección 3 describe en detalle los datos que utilizamos en el análisis empírico. La sección 4 describe la estrategia econométrica aplicada para identificar en forma consistente los impactos de interés. La sección 5 presenta los principales resultados del análisis y su respectiva interpretación. La sección 6 provee un análisis para contrastar la robustez de nuestras estimaciones. Finalmente, la sección 7 concluye.

2. Marco teórico

Las personas a cargo de la conducción de un hogar deben tomar decisiones relacionadas a las inversiones en capital humano direccionadas hacia sus miembros. Por ejemplo, decisiones referentes a la salud física (Behrman y otros, 1988; Strauss y Thomas, 2008); y a la formación de habilidades (Behrman 1996; Todd y Wolpin, 2003; Cunha y Heckman 2007, 2008). Las inversiones escogidas por parte de los padres en estos procesos, asumiendo que estos valoran la calidad de los hijos, pueden ser conceptualizadas como resultantes de un proceso racional de maximización de bienestar –sea como consecuencia de un comportamiento altruista o por el valor que los padres otorgan a las rentas futuras esperadas de dichas inversiones.

Una asignación óptima de inversiones hacia la calidad de los hijos es alcanzable bajo el escenario de mercados completos. Sin embargo, como lo demuestra la literatura de riesgos, las restricciones de liquidez y las fluctuaciones en los ingresos son de presencia sistemática en países en desarrollo (Dercon 2004, Alderman y Paxson 1992). Como consecuencia de ello, la asignación óptima de inversión en capital humano puede ser comprometida por eventos que se encuentran fuera del control de la familia, particularmente en el caso de choques agregados.

Una asignación óptima de insumos domésticos relevantes para el desarrollo de capacidades humanas es importante no solo en si misma sino también en términos de eficiencia, por al menos dos motivos. Un primer argumento se relaciona con la existencia de periodos sensitivos de inversión durante etapas tempranas del ciclo de vida, en particular durante el tiempo de gestación y los tres primeros años de vida (ver Grantham-McGregor y otros, 2007; Thompson y Nelson, 2001). A pesar de que la existencia de periodos críticos (funciones de producción con *cuernos de botella* donde un déficit de inversiones tempranas limita completamente la tasa de retorno de inversiones posteriores) en el desarrollo del niño no ha sido identificada excepto en casos muy particulares (Thompson y Nelson, 2001, pg. 9), la evidencia señala que existe una relación entre la calidad de las inversiones en salud temprana y la salud en la adultez (Stein y otros, 1975; Luo y otros, 2006; Martorell, 1999), así como entre la calidad de las inversiones cognitivas tempranas y la habilidad cognitiva acumulada en etapas posteriores (Todd y Wolpin, 2003; Cunha y Heckman 2007, 2008; Cunha y Otros, 2010).¹

¹ Ver Strauss y Thomas (2008) para una revisión bibliográfica.

Un segundo argumento se refiere a la existencia de complementariedades en la acumulación de distintas capacidades humanas. Al respecto, el nexo entre inversiones nutricionales tempranas y desarrollo cognitivo posterior se encuentra bien establecido por estudios basados en métodos experimentales (Maluccio y Otros, 2009) y basados en la aplicación de métodos econométricos robustos a datos no experimentales (Alderman y Otros, 2006; Glewwe y Otros, 2001). De manera similar, la literatura reciente sugiere la existencia de complementariedades entre distintos tipos de habilidades (Cunha y Heckman 2007, 2008; Cunha y Otros, 2010). En suma, las inversiones tempranas en la calidad del niño actúan como determinantes de sus capacidades humanas futuras, las que a su vez son relevantes para entender la productividad de los individuos en el mercado laboral.

2.1. Producción de capacidades humanas y mercado laboral

La acumulación de una determinada capacidad humana puede modelarse a través de funciones de producción dinámicas donde el resultado de una variable observada para un individuo en el periodo t es el resultado de la historia de inversiones que dicho individuo recibió a lo largo de su vida hasta el momento t . La literatura normalmente distingue entre una función de producción de salud física (por ejemplo, Strauss y Thomas, 2008) y una función de producción de habilidades, tradicionalmente definidas como habilidades cognitivas (por ejemplo, Todd y Wolpin, 2003). Asimismo, la literatura ha corroborado la existencia de vínculos dinámicos entre el stock de salud física acumulado por los individuos a través de la inversión de sus padres en etapas tempranas de la vida y el stock de salud y habilidades cognitivas observado en periodos posteriores (Alderman y Otros, 2006; Glewwe y Otros, 2001).

A fin de enmarcar la discusión, considérese un modelo de dos periodos donde el periodo 1 representa la infancia temprana y el periodo 2 representa el periodo durante el cual el individuo acumula educación formal. El stock de salud física y habilidades acumulado al final del periodo t , donde h_t y s_t , se denota como h_t y s_t , respectivamente, donde ambas variables se definen como escalares por simplicidad. La dotación inicial de salud y habilidad (el componente genético) se representa como h_0 y s_0 , respectivamente. Se asume que la acumulación de h_t y s_t se puede conceptualizar vía funciones de producción, que el hogar invierte en la salud física y habilidad del individuo durante los periodos 1 y 2, y que el stock acumulado al final del periodo 2 determina la productividad del individuo. Así, se tiene que,

$$S_{i,t} = F_t^S(I_{i,t}^S, S_{i,t-1}, H_{i,t-1}) \quad (1)$$

,y,

$$H_{i,t} = F_t^H(I_{i,t}^H, S_{i,t-1}, H_{i,t-1}) \quad (2)$$

donde $S_{i,t}$ y $H_{i,t}$ representan las inversiones de los padres en la habilidad y salud del niño durante el periodo t , respectivamente. A su vez, la productividad del individuo en el mercado laboral está determinada por el stock acumulado al final del proceso,

$$w_i = g(S_{i,2}, H_{i,2}) \quad (3)$$

Por último, se asume que los padres derivan utilidad de su consumo inter-temporal y de w_i , esto último por razones altruistas,

$$U_k = h(C_{i,1}, C_{i,2}, w_i) \quad (4)$$

Este modelo es muy similar al propuesto por Cunha y Heckman (2007), adaptado en este caso para discutir vínculos dinámicos entre salud física y habilidades. Las variables endógenas de interés en este modelo son $S_{i,t}$ y $H_{i,t}$. Si las condiciones de regularidad usuales se cumplen para las ecuaciones (1)-(4), el nivel óptimo de $S_{i,t}$ es aquel que maximiza la utilidad del hogar sujeta a las restricciones tecnológicas impuestas por las ecuaciones (1), (2) y (3) y a las restricciones de presupuesto de los padres. La razón por la que la infancia temprana se define como un periodo independiente se debe a la evidencia que sugiere que este es un periodo *sensitivo* de inversión en el individuo. Siguiendo la terminología de Cunha y Heckman (2007, 2008), se tiene que el periodo 1 es un periodo *sensitivo* de inversiones en salud si se cumple que,

$$\left. \frac{\partial S_{i,2}}{\partial I_{i,2}^S} \right|_{S_{i,1}=\hat{S}, H_{i,1}=\hat{H}, I_{i,2}^S=\hat{I}} < \left. \frac{\partial S_{i,1}}{\partial I_{i,1}^S} \right|_{S_{i,0}=\hat{S}, H_{i,0}=\hat{H}, I_{i,1}^S=\hat{I}} \quad (5)$$

es decir, para los mismos niveles de insumos, la inversión en salud es más productiva en el periodo 1 que en el periodo 2. De manera análoga, el periodo 1 es un periodo *sensitivo* de inversiones en habilidades si se cumple que,

$$\left. \frac{\partial H_{i,2}}{\partial I_{i,2}^H} \right|_{S_{i,1}=\hat{S}, H_{i,1}=\hat{H}, I_{i,2}^H=\hat{I}} < \left. \frac{\partial H_{i,1}}{\partial I_{i,1}^H} \right|_{S_{i,0}=\hat{S}, H_{i,0}=\hat{H}, I_{i,1}^H=\hat{I}} \quad (6)$$

Bajo ciertas condiciones, las ecuaciones (5) y (6) también pueden ser consistentes con la evidencia que sugiere la existencia de vínculos dinámicos entre inversiones en salud e inversiones posteriores tanto en salud física como en habilidades. En particular, existe complementariedad directa entre inversiones en salud física y la acumulación posterior de salud física y habilidades si es que,

$$\frac{\partial^2 H_{i,2}}{\partial I_{i,2}^H \partial S_{i,1}} > 0, \frac{\partial^2 S_{i,2}}{\partial I_{i,2}^S \partial S_{i,1}} > 0 \quad (7)$$

es decir, la inversiones en el periodo 2 son más rentables en la medida que se haya acumulado un mayor stock de salud física durante la infancia temprana. La situación análoga donde las inversiones en el periodo 2 son más rentables en la medida que se haya acumulado un mayor stock de habilidad durante la infancia temprana es también posible en este esquema conceptual. En particular, la evidencia (Cunha y Heckman, 2008, Todd y Wolpin 2003) sugiere que,

$$\frac{\partial^2 H_{i,2}}{\partial I_{i,2}^H \partial H_{i,1}} > 0 \quad (8)$$

mientras que no existe evidencia que sugiera que,

$$\frac{\partial^2 S_{i,2}}{\partial I_{i,2}^S \partial H_{i,1}} > 0 \quad (9)$$

Cabe destacar que los resultados del individuo en términos de salud física y habilidades acumuladas al final del periodo 2 importan en la medida que ambas dimensiones determinan la productividad del individuo en el mercado laboral – ecuación (3). Cunha y Otros (2006) cita evidencia experimental de intervenciones ocurridas en Estados Unidos durante la década de 1970 (por ejemplo, *The Abecedarian Project* o *el Perry Preschool Experiment*) que muestra que inversiones en habilidades cognitivas durante la infancia temprana tienen efectos durante la etapa adulta, en términos de logro educativo e ingresos. Asimismo, Behrman (2008) resume la evidencia del impacto de una intervención en nutrición temprana ocurrida en Guatemala en distintos resultados de los individuos durante la etapa adulta, incluyendo logro educativo e ingresos.

2.2. Acumulación de capacidades humanas y choques climáticos

En presencia de mercados completos, niveles óptimos de β están al alcance de los padres. Sin embargo, en el contexto de países en desarrollo la presencia de mercados incompletos (por ejemplo, acceso incompleto al mercado de créditos y de seguros) es extendida (ver Dercon 2004, Alderman y Paxson 1992). Esto implica que choques negativos exógenos al hogar pueden tener un efecto en la producción de β y α al reducir el presupuesto del hogar y –en un modelo más extendido el tiempo que los padres tienen disponible para invertir en el individuo – durante el periodo 1 del modelo conceptual.

Un ejemplo de un choque al hogar (agregado en este caso) consiste en la ocurrencia de un evento climático adverso. En zonas rurales, este tipo de evento puede afectar el ingreso y la capacidad de generar de ingreso de los hogares, mientras que en zonas urbanas puede afectar los precios relativos (por ejemplo, al reducir la oferta de alimentos disponibles). Si ocurre un choque transitorio en el periodo 1 que afecta el ingreso del hogar y por ende el nivel de inversiones en dicho periodo, la tecnología planteada predice que habrá efectos en el stock de salud física y habilidades acumulados al final del periodo 2. La literatura sugiere que gran parte de este impacto se daría a través del efecto inicial del choque sobre salud física temprana, β , el cual a su vez tiene un impacto sobre los stocks finales y, por ende, sobre la productividad del individuo en el mercado laboral, α . Por ejemplo, Hodinott y Kinsey (2001) y Alderman y Otros (2006) encontraron efectos de exposición a sequías en Zimbabwe (1982-4 y 1994-5) durante el segundo año de vida en talla-por-edad medida en una etapa posterior de la infancia así como en el número de años de educación completados. En términos de resultados en la etapa adulta, un estudio referente acerca del impacto de eventos climáticos sobre la acumulación de capital humano y sobre productividad es Maccini y Yang (2009). En dicho estudio, los autores identifican el efecto de exposición a lluvias observados durante el primer año de vida en los niveles de salud adulta, niveles de educación y acumulación futura de activos.²

² La hipótesis de los autores es que en la medida que niveles de lluvia por debajo del promedio tienen un impacto negativo sobre la producción agrícola y, por ende, en el ingreso familiar en zonas rurales, este tipo de eventos comprometería la cantidad y calidad de las inversiones dirigidas a los miembros del hogar que se encuentran en periodos sensitivos del ciclo de vida. El estudio encuentra evidencia de una relación positiva entre el nivel de lluvia en edad temprana y talla y educación adulta para mujeres en Indonesia.

3. La estrategia econométrica

El objetivo del análisis es determinar el impacto de exposición a temperaturas bajas (según estándares históricos) durante los primeros tres años de vida sobre variables observadas a edad adulta en Perú en cohortes nacidas en la sierra del Perú. Para ello, se plantean estimaciones de forma reducida que miden el impacto de exposición a temperaturas bajas en las siguientes variables de interés: ingreso laboral del individuo, acceso a bienes durables, calidad del hogar, acceso a servicios, y número de años de educación.

Desde el punto de vista econométrico, en primera instancia la existencia de una relación entre eventos climáticos y la acumulación de capital humano puede estar plagada de problemas por sesgo de variable omitida debido a la más que probable correlación existente entre la elección de la ubicación geográfica de la vivienda por parte de los padres y su capacidad para invertir óptimamente en la producción de capital humano del individuo durante los primeros años de vida. Si bien el presente análisis está restringido a distritos de nacimiento ubicados sobre los 2,500 metros sobre el nivel del mar, incluso dentro de esta área del país existe variabilidad en las condiciones climáticas enfrentadas por los hogares. En particular, los niveles de pobreza suelen ser mayores en aquellas comunidades ubicadas a mayor altitud y el choque de interés tiene también mayor prevalencia e intensidad en dichas áreas. Un aspecto crucial que permite salvar dicho problema es que la identificación propuesta explota variación intra-distrito en los niveles de exposición a las heladas, a su vez generada por diferencias en la fecha de nacimiento, la cual se puede considerar como ortogonal a las características del hogar.

3.1. Regresiones básicas

La estimación base es la siguiente:

$$Y_{ijm,t+k} = \beta \cdot T_{ijmt,0-35m} + \alpha_j + \sigma_t + \eta_m + \mu_{ijmt} \quad (10)$$

donde $Y_{ijm,t+k}$ indica una característica, observada en el año $t+k$, de la persona nacida en el distrito i en el mes m y año t ; $T_{ijmt,0-35m}$ determina la exposición a cierto nivel de temperatura durante los primeros 36 meses de vida en el distrito de nacimiento (ya sea la desviación media del promedio histórico o número de meses por debajo del promedio histórico); α_j es un efecto fijo distrital que captura características del distrito j que no varían en el tiempo; σ_t es un efecto fijo de

cohorte que captura características comunes a todos aquellos individuos nacidos en el año t ; mientras que η_m es un efecto fijo que captura características comunes a todos los nacidos en el mes m ; y, ϵ_{it} es el término de error.³ Definida de esta manera, la estimación base controla por características comunes a todos los individuos de acuerdo al distrito, año y mes de nacimiento. Así, el efecto de interés está identificado puramente en términos de variación en las condiciones climáticas dentro de cada distrito a lo largo del tiempo, lo que se puede asumir exógeno respecto a las características del individuo y de la familia. En este contexto, el estimado del parámetro β provee una aproximación consistente del efecto de haber sido expuesto a temperaturas bajas durante los primeros 36 meses de vida sobre los resultados de largo plazo.

A fin de garantizar que la inferencia sea correcta, el análisis utiliza errores estándar robustos a heteroskedasticidad de forma desconocida, *clusterizados* a nivel de distrito de nacimiento. Esto bajo el supuesto razonable de que existe correlación en los residuales a nivel distrital, pues todos los individuos nacidos en el mismo distrito comparten entornos de vida similares. El alto número de distritos garantiza que las propiedades asociadas a este tipo de errores estándar, basadas en teoría asintótica, se satisfagan (Angrist y Pischke, 2009).

3.2. Sobre el problema de identificación

Es importante discutir hasta qué punto la especificación propuesta resuelve posibles problemas de sesgo por variables omitidas así como otros tipos de sesgo, tales como sesgo por selección de muestra y sesgo por error de medición.

a. Sesgo por variable omitida

Intuitivamente, calcular la correlación entre exposición a temperaturas bajas durante la infancia temprana en el distrito de nacimiento y una variable observada en la etapa adulta explotando únicamente variación de corte transversal sería inadecuado. Esto debido a la presencia de una serie de variables omitidas a nivel del distrito, tales como cantidad y calidad del gasto público, acceso a trabajos bien remunerados, entre otros. Estas características están correlacionadas con la altitud del distrito (los distritos ubicados a mayor altitud están poco conectados con el resto del país) y los distritos ubicados a mayor altitud están expuestos a temperaturas bajas. Asimismo, estas características están correlacionadas con los años de educación acumulados por el individuo o su nivel de ingresos. Estos elementos

³ En todas nuestras estimaciones clusterizamos los errores estándar estimados al nivel del distrito de nacimiento.

generan el problema de sesgo por variable omitida, el cual en este caso sería “hacia arriba” (sobreestimación del efecto temperaturas bajas sobre resultados del individuo).

Para corregir esto, nuestra estrategia se enfoca en individuos nacidos a lo largo de 30 años (entre 1960 y 1990) insertando efectos fijos a nivel de distrito. Es decir, en lugar de comparar a individuos nacidos en distritos ubicados en distintos puntos del país se compara a individuos nacidos en el mismo distrito, pero en distintos puntos del tiempo. En este caso, la exposición a temperaturas bajas no se determina por el lugar de nacimiento sino por la fecha de nacimiento. El uso de la fecha de nacimiento, manteniendo constantes las características observables e inobservables a nivel de distritos, se toma como un experimento natural, ortogonal a los resultados de interés (ver Rosenzweig y Wolpin, 2000).

Dicho lo anterior, podría existir una fuente adicional de sesgo por variable omitida: la temperatura es más baja durante el invierno. Es posible que cierto tipo de padres (llamémosle el tipo A) planifiquen la fecha de nacimiento de sus hijos de manera que estos no nazcan durante el invierno, mientras que otro tipo de padres (tipo B) no planifiquen el nacimiento de sus hijos.⁴ Dado que los padres del tipo A son probablemente más proclives a invertir más en sus hijos, si nuestro resultado estuviese determinado puramente porque algunos niños nacen en invierno y otros no, también tendríamos un posible sesgo por variable omitida. En tal sentido, para resolver este problema, nuestra estrategia controla por el mes de nacimiento. Es decir, incluimos efectos fijos del mes de nacimiento. Al hacer esto, nuestro resultado está identificado por los eventos de temperaturas bajas que no siguen un patrón estacional regular. Esto es lo más cercano que se pueda llegar a un “choque inesperado” (no previsto por la familia del individuo cuando este estaba en sus primeros años de vida).

b. Sesgo por selección de muestra y por error de medición

Existen dos razones adicionales por las cuales la estimación del coeficiente de interés podría estar sesgada. Por un lado, debido a que sólo observamos los resultados de aquellos individuos que llegaron a la etapa adulta, los resultados están sujetos a sesgo por selección de muestra. Si los eventos de frío inusual ocasionan una mayor prevalencia de mortalidad infantil, la implicancia sería que nuestros resultados estarían sesgados “hacia abajo” (subestimación del efecto temperaturas bajas sobre resultados del individuo).

⁴ Existe evidencia de otros países sobre la planificación de la fecha de nacimiento de los hijos en sociedades dedicadas a actividades agrícolas. Ver Becker, 1981.

Otra posible fuente de sesgo se debe al error de medición. Nuestra medición de la exposición a temperaturas llevada a cabo a través de la estimación de mapas climáticos para Perú (ver Sección 4) sólo permite aproximar las condiciones climáticas prevalentes alrededor de la fecha de nacimiento de cada uno de los individuos de la muestra. Esto implica que los resultados están expuestos a un posible sesgo por error de medición en la variable independiente. Al igual que en el caso anterior, este tipo de sesgo es “hacia abajo”; es decir, de existir, atenuaría nuestros resultados o contribuiría a que nuestros estimados sean de magnitudes más tenues en comparación a las reales.

En tal sentido, si bien consideramos que nuestros resultados pueden estar afectados por ambas fuentes de sesgo, en la medida en que en ambos casos el sesgo es hacia abajo la implicancia es que nuestros resultados deberían ser interpretados como el límite inferior del impacto de la exposición a temperaturas bajas en la sierra peruana.

3.3. Chequeos de robustez

Para validar los resultados econométricos de la sección anterior, se realizan pruebas que provean evidencia acerca de que tan robustos son los parámetros estimados. Un tema de interés se relaciona con la posibilidad de que exista correlación serial en la ocurrencia de los choques de temperatura. Esto implica que los resultados obtenidos podrían deberse a la ocurrencia de choques en años anteriores a la fecha de nacimiento. En tal sentido, presentaremos resultados incluyendo exposición en años alrededor de los 3 primeros años de vida: por ejemplo, entre los primer y el tercer año antes del nacimiento (que pueden tener un efecto a través de la persistencia del efecto de los choques sobre el hogar); y entre los años 4 y 5 después del nacimiento.

4. Los datos

4.1. Fuentes de datos

Se han utilizado dos fuentes principales de datos. Primero, se han procesado las secciones relevantes de las Encuestas Nacionales de Hogares (ENAH) del 2004 al 2009 para obtener las variables planteadas como indicadores de impacto. Dichos indicadores se refieren a los niveles de educación, ingresos y bienestar alcanzados por individuos nacidos en los andes peruanos en la etapa adulta. Asimismo, se han extraído y construido diversas variables de control como indicadores de etnicidad, sexo y edad. Nuestra muestra toma en cuenta personas que al momento de ser encuestadas tenían 25 o más años de edad. Asimismo, la muestra de análisis se restringe a personas nacidas en distritos ubicados por encima de los 2,500 metros sobre el nivel del mar.

En segunda instancia, se ha obtenido información longitudinal proveniente de las estaciones meteorológicas de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía (SENAMHI) con respecto a las temperaturas mínimas y máximas diarias entre los años 1960 y 1990. Estas series se han utilizado para reconstruir los eventos de frío inusual a nivel de distritos andinos durante los primeros 36 meses de vida de las personas observadas durante su edad adulta en las ENAH 2004-2009. Esta reconstrucción de eventos de temperaturas bajas ha sido realizada con la utilización de datos geo-referenciados a nivel de centro poblado provenientes del Censo Nacional del 2007.

4.2. Definición de variables clave

- **Construcción de las series de temperatura**

Las bases de datos a disposición consignan las series de temperaturas mínimas diarias entre 1960 y 1990 obtenidas a partir de la información brindada por el SENAMHI y procesada conjuntamente con expertos del mencionado instituto. Sin embargo, el problema de los datos radicó en que un número importante de series tiene valores faltantes que dificultan utilizarlas. Para solucionar esto, se busca estimar los valores faltantes y completar las series. Una manera de hacerlo es tomando para cada periodo de análisis un corte transversal en el que cada estación sea una observación, con la temperatura mínima como variable dependiente. Se utiliza las coordenadas geográficas de cada estación como variables explicativas de la

temperatura mínima registrada. Formalmente, se puede escribir para cada serie y cada periodo:

$$temp_t = X_t \beta_t + \varepsilon_t,$$

$$temp_t = \begin{pmatrix} temp_{1,t} \\ \vdots \\ temp_{n,t} \end{pmatrix}, X_t = \begin{pmatrix} x_{1,1} & \cdots & x_{1,p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n,1} & \cdots & x_{n,p} \end{pmatrix}, \beta_t = \begin{pmatrix} \beta_{1,t} \\ \vdots \\ \beta_{n,t} \end{pmatrix}, \varepsilon_t = \begin{pmatrix} \varepsilon_{1,t} \\ \vdots \\ \varepsilon_{n,t} \end{pmatrix},$$

Siendo que el vector $temp_t$ corresponde a la temperatura mínima de todas y cada una de las estaciones en un periodo t , estimando los parámetros en el vector β_t para cada periodo t y multiplicándolo por la matriz X_t se puede construir para cada periodo un vector $ftemp_t$ que contenga la temperatura máxima o mínima predicha:

$$ftemp_t = X_t \hat{\beta}_t,$$

$$ftemp_t = \begin{pmatrix} ftemp_{1,t} \\ \vdots \\ ftemp_{n,t} \end{pmatrix}, \hat{\beta}_t = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_{1,t} \\ \vdots \\ \hat{\beta}_{n,t} \end{pmatrix}.$$

Repitiendo este procedimiento para cada momento t , se obtiene τ vectores, a partir de los cuales es posible construir una matriz $FTEMP$, formada por todos los vectores $ftemp_t$, que contenga las temperaturas predichas para cada estación en cada momento:

$$FTEMP = \begin{pmatrix} ftemp_{1,1} & \cdots & ftemp_{1,\tau} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ ftemp_{n,1} & \cdots & ftemp_{n,\tau} \end{pmatrix}.$$

Cada elemento $ftemp_{i,t}$ de esta matriz corresponderá a la temperatura mínima en el momento t para cada estación i . Por tanto, cada fila de la matriz será también la serie de temperaturas mínimas predichas. Colocando los datos observados en una matriz similar $TEMP$, se tiene:

$$TEMP = \begin{pmatrix} temp_{1,1} & \cdots & temp_{1,\tau} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ temp_{n,1} & \cdots & temp_{n,\tau} \end{pmatrix}.$$

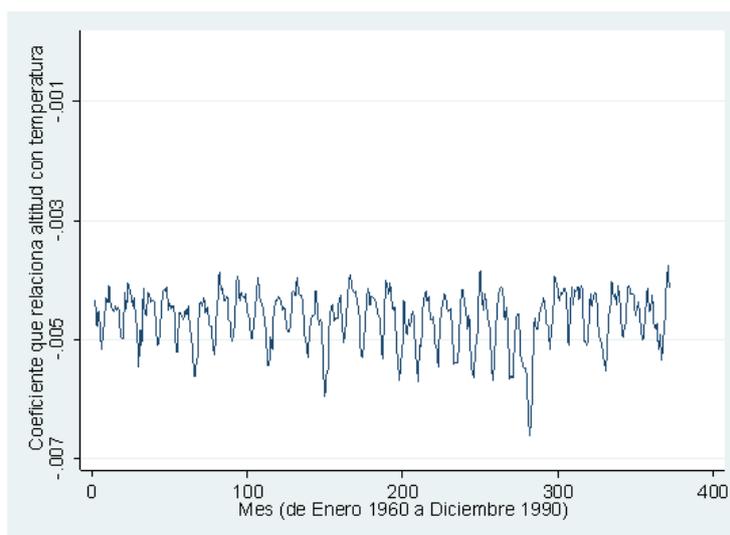
Para construir una matriz mixta que contenga los valores observados en caso existan y los predichos de otro modo, simplemente se reemplaza:

$$MTEMP = \begin{pmatrix} mtemp_{1,1} & \cdots & mtemp_{1,\tau} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ mtemp_{n,1} & \cdots & mtemp_{n,\tau} \end{pmatrix},$$

$$mtemp_{i,t} = \begin{cases} temp_{i,t} & \text{si } temp_{i,t} \neq . \\ ftemp_{i,t} & \text{si } temp_{i,t} = . \end{cases}$$

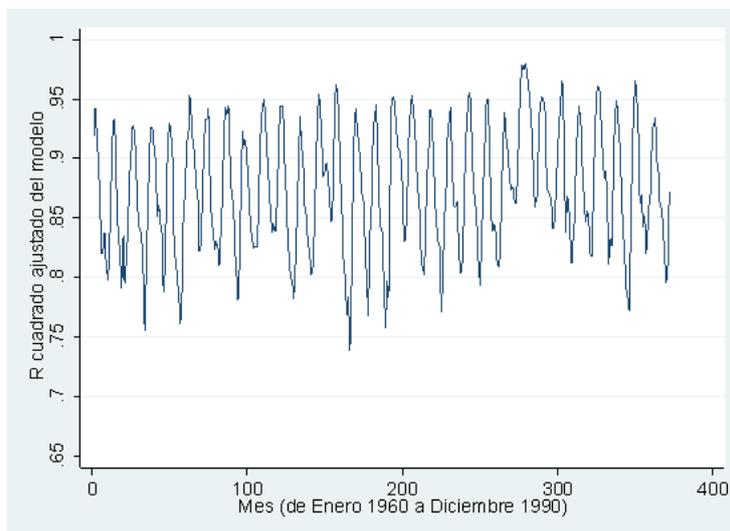
Una vez definida la estrategia para construir las series predichas, se escoge las variables empleadas como explicativas. Para esto, se utilizó la altura expresada en metros sobre el nivel del mar referente a la ubicación de cada estación. La Figura 1 a continuación grafica los coeficientes que relacionan la altura con temperatura a lo largo del periodo de estudio.

Figura 1: Coeficientes estimados relación altitud-temperatura



El poder explicativo de la altitud con respecto a temperatura medido por su coeficiente de determinación varía entre .75 y 0.98 a lo largo de nuestro periodo de estudio. Esto no es sorprendente, ya que los distintos micro-climas por encima de los 2,500 metros sobre el nivel del mar están directamente relacionados con los pisos altitudinales. La Figura 2 a continuación grafica los coeficientes de determinación obtenidos para la relación entre altitud y temperatura a lo largo de nuestro periodo de estudio.

Figura 2: Coeficientes de determinación relación altitud-temperatura



Finalmente, una vez obtenidas las series de temperatura para cada estación, se hace necesario emparejar el distrito de nacimiento de cada individuo observado en las ENAHO y la temperatura a la cual fue expuesto durante los primeros años de vida. Al respecto, podrían existir una o más estaciones meteorológicas ubicadas en dicho distrito. Cuando ocurre lo segundo, se promedia la temperatura observada en todas las estaciones del distrito.

- **Definición de la variable de exposición**

Una vez obtenidas las series de temperatura completas para cada distrito desde 1960 hasta 1990, se hace necesario definir la variable que identificará los eventos de frío extremo. En tal sentido, hemos computado dos definiciones de la variable de exposición. La primera consiste en calcular la desviación entre la temperatura mínima mensual promedio en cada distrito con respecto a la temperatura mínima promedio histórica de cada distrito y mes determinado. Formalmente computamos la siguiente expresión para cada mes y distrito entre 1960 y 1990:

$$\frac{\sum_{t=1}^{t=36} TempM_t - HistM_t}{36}$$

donde $TempMt$ es la temperatura mínima mensual promedio durante el mes t y $HistMt$ es la temperatura mínima promedio histórica para el distrito en observación y mes t . En suma, la expresión brinda el promedio de desviaciones entre las temperaturas actuales y las históricas durante los primeros 36 meses de vida para cada individuo nacido en el mes t . Esta expresión es calculada para todos los meses y distritos observados entre 1960 y 1990. La Figura 3 a continuación grafica la distribución de esta variable.

En una segunda definición, computamos el número de meses dentro de los primeros 36 meses de vida durante los cuales la temperatura mínima de cada distrito estuvo por debajo del promedio histórico. La Figura 4 a continuación grafica la distribución de esta variable.

Figura 3: Temperatura mínima mensual promedio en los primeros 36 meses de vida expresada como desviación de promedios históricos mensuales del distrito

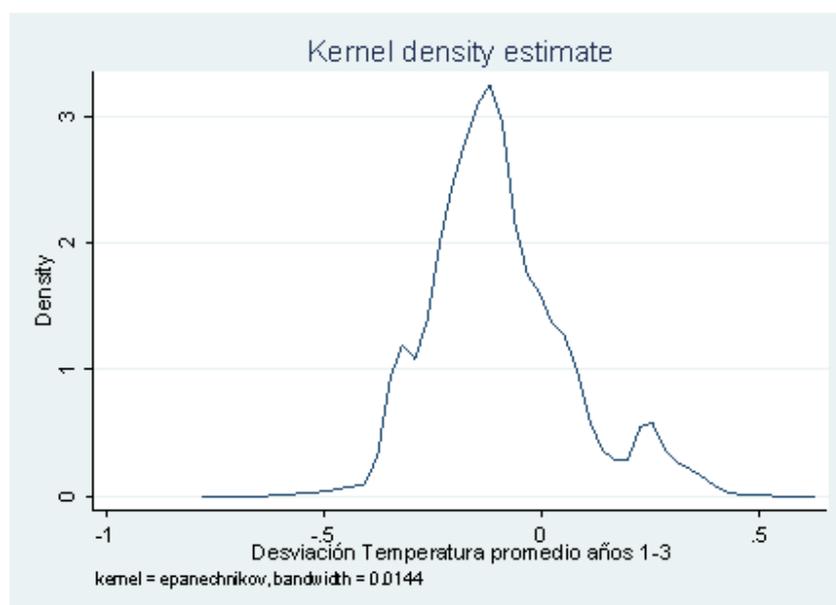
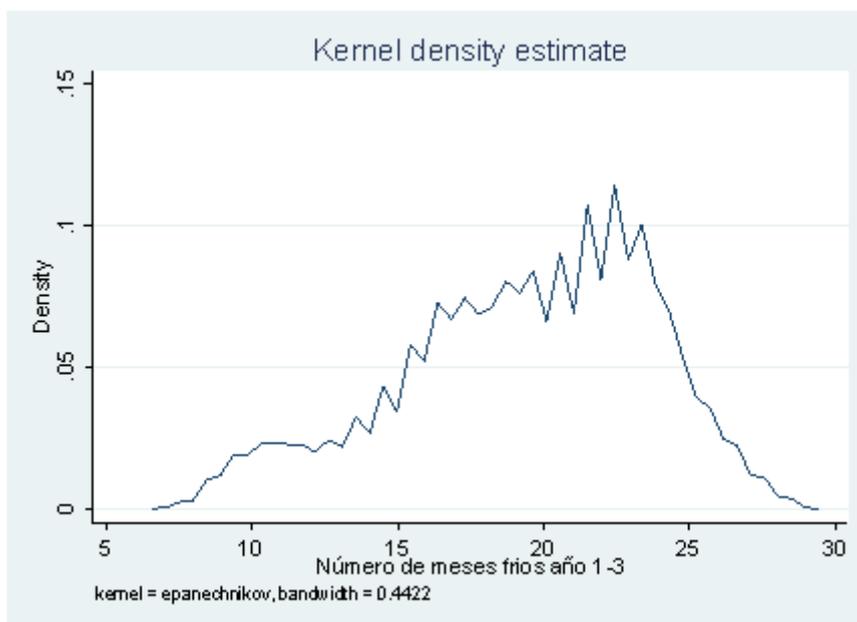


Figura 4: Número de meses en los primeros 36 meses de vida durante los cuales la temperatura estuvo por debajo del promedio histórico



Estas dos variables serán utilizadas para capturar la exposición a eventos adversos de frío durante los primeros años de vida.⁵

- **Índice de bienestar**

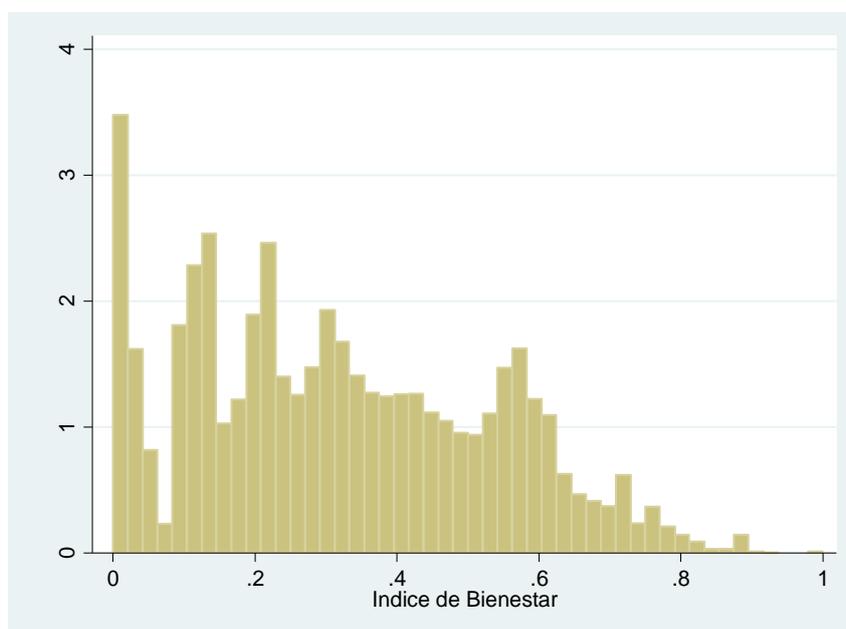
Con el objetivo de capturar los probables efectos de largo plazo resultantes de la exposición a heladas durante los primeros años de vida hemos computado un índice que trata de capturar el bienestar de un hogar por intermedio de diversas características observables. Dicho índice es el promedio simple de 3 sub-índices: (a) índice de tenencia de bienes durables; (b) índice de acceso a servicios; y, (c) índice de calidad del hogar. A su vez, cada sub-índice es el promedio simple de una serie de variables binarias que toma el valor de 1 si el hogar cumple con una característica o

⁵ Nótese que el SENAMHI define una “Helada” como eventos en las que la temperatura se ubica por debajo de cero grados centígrados. Sin embargo, nuestro objetivo radica en tener una medida que capture un choque fuera de lo normal al hogar. En tal sentido, tomamos medidas que reflejen eventos en los cuales las temperaturas se desviaron en forma inusual a lo que comúnmente se observa en promedio dentro del distrito.

tiene acceso a un bien o servicio determinado, 0 de otra manera. Así, los sub-índices y el índice de bienestar resultantes también están definidos en el rango [0,1].

El **índice de tenencia de bienes durables** es el promedio simple de 20 variables binarias, cada una de las cuales reflejan si el hogar tiene un determinado bien en su propiedad, tales como radio, televisión a color o refrigeradora.⁶ El **índice de acceso a servicios** es el promedio simple de cuatro variables binarias: (i) acceso a la red pública de agua potable; (ii) acceso a la red pública de desagüe; (iii) acceso a electricidad; y, (iv) si el combustible utilizado en el hogar para cocinar es gas o electricidad. Por último, el **índice de calidad del hogar** es el promedio simple de tres variables binarias relacionadas a la vivienda: (i) si el techo es de concreto; (ii) si las paredes son de ladrillo o bloque de cemento; y, (iii) si el piso es de parquet/madera, pulida/láminas o asfálticas/losetas. La distribución del índice de bienestar se muestra en la Figura 5 a continuación. Cabe destacar que la correlación entre el índice de bienestar del hogar donde el reside el individuo y el ingreso del individuo es de 0.38.

Figura 5: Distribución del índice de bienestar



Cabe resaltar que el índice creado es una de muchas formas que se podrían utilizar para medir acceso a servicios y activos diversos. Es una métrica imperfecta por construcción y que sufre de error de medición. Sin embargo, el objetivo de la misma

⁶ El listado completo de bienes es como sigue: radio, televisión a color, refrigeradora/congeladora, máquina de coser, equipo de sonido, video grabadora, lavadora, plancha, cocina a gas, cocina a kerosene, horno microondas, licuadora, bicicleta, auto, camioneta, triciclo, motocicleta, camión, mototaxi y computadora.

no es tener una estadística que mida en forma precisa e indiscutible el bienestar. Muy por el contrario, solo se busca tener una medida que sufre de error de medición para cuantificar el impacto de un evento condicionalmente exógeno como la exposición a clima inusualmente frío. Es decir, tenemos una variable dependiente que mide acceso a servicios y activos relacionados con el bienestar en forma imperfecta, lo cual no es un problema para medir los impactos de una variable condicionalmente exógena como el clima. La metodología econométrica propuesta más adelante recupera un estimado consistente del frío inusual sobre índice propuesto a pesar de que nuestro indicador de impacto esté medido con error.

4.3. Estadísticas descriptivas

La Tabla 1 muestra las estadísticas descriptivas correspondientes a nuestras principales variables de interés. Utilizando las ENAHO desde el 2004 hasta el 2009 obtenemos una muestra general de 52,985 individuos que al momento de la encuesta tenían 25 años o más de edad. Asimismo, la muestra únicamente toma en cuenta individuos nacidos en distritos por encima de los 2,500 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, únicamente 35,945 individuos reportaron sus ingresos. De aquellos que reportaron ingresos, la media equivale a S/. 4,193 de ingresos reales brutos anuales.⁷ Asimismo, la muestra completa consigna una media de 5.8 años de educación. El índice de bienestar promedio de 0.32 implica que el encuestado promedio tiene un acceso de aproximadamente 32% del total de activos que componen el índice.

Tabla 1: Estadísticas descriptivas

Variable	Obs	Media	Desv. Est.	Min	Max
Log Ingreso Anual Total	35945	8.34	1.15	2.48	10.86
Log Años de Educación	52983	1.75	1.23	-2.30	2.95
Índice de Bienestar	52985	0.32	0.21	0.00	1.00
Índice de Calidad del Hogar	52985	0.29	0.30	0.00	1.00
Índice de Bienes Durables	52206	0.21	0.15	0.00	0.82
Índice de Acceso a Servicios	52985	0.45	0.29	0.00	1.00
Temperatura en desviaciones, Años 1-3	52985	-0.10	0.16	-0.77	0.61
Número de meses fríos, Años 1-3	52985	19.39	4.33	7.00	29.00

Fuente: Cálculos de los autores.

⁷ Nótese que utilizamos ingresos a nivel individual no ingresos per-cápita a nivel hogar. La razón de esta decisión radica que en buscamos una medida de productividad individual para analizar si la exposición temprana a frío inusual tuvo efectos de largo plazo a nivel individual. Cabe destacar que los individuos analizados son aquellos que nacieron en los andes, quienes en la actualidad viven en hogares con personas que pudieran o no haber nacido en los andes o haber estado expuestas a frío inusual durante los primeros años de vida. En tal sentido, la medida más apropiada para nuestros objetivos se refieren a los ingresos individuales.

Vemos que la media de desviaciones de temperatura con respecto al promedio histórico se ubica en -0.10 grados centígrados para los primeros 36 meses de vida. La desviación estándar de dicha distribución equivale a 0.16 grados centígrados. Por último, vemos que la persona promedio nacida sobre los 2,500 metros sobre el nivel del mar ha vivido 19.39 meses de los primeros 3 años de vida expuesto a temperaturas por debajo de los promedios históricos. Siendo la desviación estándar de dicha distribución equivalente a 4.33 meses.

5. Resultados generales e interpretación

La Tabla 2 a continuación muestra los coeficientes estimados referentes al efecto de la exposición a climas fríos medido como el promedio de desviaciones de la media histórica durante los 3 primeros años de vida. Mientras que la Tabla 3 reporta lo mismo pero midiendo la exposición a climas fríos como el número de meses durante los primeros 3 años de vida que estuvieron por debajo del promedio histórico.

Tabla 2: Efectos agregados - Desviación de temperatura (promedio mensual durante los primeros 36 meses de vida)

Sub-muestra:	<i>Todos</i> (1)	<i>Mujeres</i> (2)	<i>Hombres</i> (3)
Variable dependiente:			
<i>Años de educación (en logaritmos)</i>	0.037* (0.021) 52,983	0.039 (0.033) 27,532	0.032 (0.020) 25,451
<i>Probabilidad de tener primaria completa</i>	0.006 (0.007) 52,983	-0.009 (0.011) 27,532	0.022** (0.009) 25,451
<i>Ingreso anual total (en logaritmos)</i>	0.025 (0.023) 35,970	0.073* (0.042) 14,074	-0.010 (0.029) 21,896
<i>Índice de bienestar</i>	0.020 (0.016) 52,985	0.060*** (0.021) 27,534	-0.027 (0.022) 25,451
<i>Índice de bienes durables</i>	0.012 (0.017) 52,206	0.045** (0.022) 27,109	-0.026 (0.022) 25,097
<i>Índice de acceso a servicios</i>	0.017 (0.017) 52,985	0.040* (0.021) 27,534	-0.008 (0.022) 25,451
<i>Índice de calidad del hogar</i>	0.018 (0.016) 52,985	0.060*** (0.022) 27,534	-0.032 (0.024) 25,451

Notas: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Errores estándares estimados clusterizados a nivel de distrito de nacimiento entre paréntesis. Numero de observaciones reportadas debajo de los errores estándares estimados. Estimaciones incluyen efectos fijos de año y de mes de nacimiento, efectos fijos distritales, efectos fijos por año de encuesta y controles por edad y sexo. El indicador de temperatura está estandarizado con media 0 y varianza 1.

Fuente: Cálculos de los autores.

Tabla 3: Efectos agregados - número de meses con temperaturas por debajo del promedio histórico durante los primeros 36 meses de vida

Sub-muestra:	<i>Todos</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Hombres</i>
	(1)	(2)	(3)
Variable dependiente:			
<i>Años de educación (en logaritmos)</i>	-0.027 (0.021) 52,983	-0.021 (0.032) 27,532	-0.035* (0.020) 25,451
<i>Probabilidad de tener primaria completa</i>	-0.005 (0.007) 52,983	0.009 (0.010) 27,532	-0.020** (0.009) 25,451
<i>Ingreso anual total (en logaritmos)</i>	-0.022 (0.023) 35,970	-0.074* (0.042) 14,074	0.004 (0.026) 21,896
<i>Índice de bienestar</i>	-0.015 (0.016) 52,985	-0.042** (0.020) 27,534	0.018 (0.022) 25,451
<i>Índice de bienes durables</i>	-0.004 (0.017) 52,206	-0.021 (0.021) 27,109	0.016 (0.022) 25,097
<i>Índice de acceso a servicios</i>	-0.014 (0.015) 52,985	-0.032* (0.019) 27,534	0.007 (0.021) 25,451
<i>Índice de calidad del hogar</i>	-0.015 (0.016) 52,985	-0.042** (0.021) 27,534	0.021 (0.023) 25,451

Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Errores estándares estimados clusterizados a nivel de distrito de nacimiento entre paréntesis. Numero de observaciones reportadas debajo de los errores estándares estimados. Estimaciones incluyen efectos fijos de año y de mes de nacimiento, efectos fijos distritales, efectos fijos por año de encuesta y controles por edad y sexo. El indicador de temperatura está estandarizado con media 0 y varianza 1.

Fuente: Cálculos de los autores.

La evidencia presentada en ambas tablas sugiere resultados consistentes entre sí. En tal sentido, enfocaremos nuestra interpretación en la Tabla 3. Los resultados dan respaldo a la existencia de efectos de largo plazo como consecuencia de exposiciones tempranas a eventos de frío inusual. Estos efectos, sin embargo, están concentrados en las mujeres. Nuestros estimados implican que un aumento en una desviación estándar con respecto a los meses de exposición a temperaturas por debajo del promedio histórico (es decir 4.33 meses) se ve traducido en un ingreso total anual 7.4% menor y una reducción en el índice de bienestar equivalente a 0.042 desviaciones estándares con respecto con respecto a alguien similar pero que no fue

expuesto al evento de frío inusual. En términos de educación encontramos un efecto con el signo esperado (2.1% años de estudio menos por cada 4.33 meses de exposición). Si consideramos que la media de años de estudio en la muestra es 5.8 y la exposición promedio es 19.4 meses; este estimado se traduce en un efecto promedio de 0.55 años de estudio.

Sin embargo, para los hombres solo observamos efectos negativos en años de estudio (3.5% menos años de estudio por cada 4.33 mese de exposición) y en la probabilidad de haber terminado primaria (2 puntos porcentuales menos). Sin embargo, no vemos efectos en ingresos o bienestar. El efecto adverso promedio en hombres llega a 0.9 años de estudio. Al parecer, a pesar de haber sido negativamente afectados en el stock alcanzado de educación, los hombres han podido compensar ese déficit sin verse adversamente afectados en su productividad o bienestar. Estos resultados son consistentes con Maccini y Yang (2009) para Indonesia. Aquí los autores también encuentran efectos de largo plazo con respecto a la presencia de lluvias a temprana edad únicamente para las mujeres.

Una probable explicación radicaría en la existencia de un sesgo o preferencia hacia los hombres. En tal sentido, cuando se presentan los choques climáticos adversos, los hogares podrían estar racionalizando los escasos recursos en mantener las inversiones de capital humano en los hombres y racionalizar la provisión de las mismas para las mujeres. Sería así como los hombres no se ven afectados en el largo plazo debido a que no sufrieron el recorte de nutrientes e inversiones a temprana edad, mientras que las mujeres si los habrían sufrido. De esta manera se habría contribuido a que los choques transitorios tengan consecuencias de largo plazo en la acumulación de capital humano para las mujeres. Otra interpretación tiene que ver con las normas aun presentes de discriminación por sexo en el mercado laboral. En tal sentido, a pesar de que los hombres exhiben un efecto mayor en el nivel de educación alcanzado, estos han podido atenuar esta desventaja manteniendo un nivel similar de salario con respecto a sus pares no afectados por los eventos de frío inusual durante las etapas iniciales de la vida. Sin embargo, las mujeres si se ven afectadas por el menor nivel de educación alcanzado.

También es posible que el nulo efecto en varones refleje una subestimación proveniente de un sesgo de selección de muestra. Este sesgo podría estar presente si los más afectados por el frío inusual mueren en la infancia. De ser este el caso, dicho segmento de la población no sería observado en la etapa adulta y generaría un sesgo en nuestros resultados. La existencia de este posible sesgo, sin embargo, sería “hacia abajo”. Es decir, si dichos individuos hubiesen sobrevivido, el efecto del frío inusual sobre resultados en la etapa adulta sería seguramente mayor al estimado. En tal

sentido, el nulo efecto en varones podría deberse a que el sesgo de selección por mortalidad infantil varíe según el género. Al respecto, la literatura médica señala que la mortalidad infantil es mayor entre niños que entre niñas (Drevenstedt y Otros, 2006; Nathanson, 1984). Si los niños son más vulnerables desde un punto de vista biológico, es posible que el sesgo hacia abajo por mortalidad infantil sea mayor para hombres que para mujeres. Esto contribuiría a explicar el hecho que en nuestros resultados los efectos son, por lo general, sólo significativos para mujeres.⁸

Otra interrogante tiene que ver con la intensidad de los efectos de acuerdo a la vulnerabilidad del hogar. Es de esperarse que los eventos de frío inusual afecten más a aquellos hogares relativamente más desaventajados y sin muchas posibilidades de protegerse contra estos eventos. Sería ideal entonces poder tener la información sobre las características de la vivienda y nivel socio-económico de la familia al momento del nacimiento de los individuos en nuestra muestra. Sin embargo, los datos utilizados no proporcionan información con respecto a las características de los hogares al momento del nacimiento. Únicamente se indaga sobre la lengua nativa de los padres. En tal sentido, utilizamos esta variable como una aproximación al nivel de vulnerabilidad observado durante los primeros años de vida. Las Tablas 4 y 5 muestran los resultados de acuerdo a la lengua nativa de los padres.

⁸ Lógicamente, si los hombres más débiles mueren rápido y no llegamos a observarlos en la etapa adulta, aquellos que no murieron serían los más fuertes y por eso al comparar a estos hombres afectados por la heladas pero que sobrevivieron con los que no fueron afectados no vemos efectos debido a que la composición de ambos grupos sería distinta. Lo cual se interpretaría no como nulo efecto sino que el efecto fue tan fuerte (la muerte temprana) que ya no se dio posibilidad de observar un efecto de largo plazo.

Tabla 4: Efectos por lengua paterna - Desviación de temperatura (promedio mensual durante los primeros 36 meses de vida)

Sub-muestra:	Lengua nativa - Todos		Lengua nativa - Mujeres		Lengua nativa - Hombres	
	Quechua (1)	Castellano (2)	Quechua (3)	Castellano (4)	Quechua (5)	Castellano (6)
Variable dependiente:						
<i>Años de educación (en logaritmos)</i>	0.060* (0.033) 24,303	0.058** (0.025) 28,680	0.070 (0.051) 12,715	0.070** (0.036) 14,817	0.054 (0.035) 11,588	0.041* (0.024) 13,863
<i>Probabilidad de tener primaria completa</i>	0.002 (0.012) 24,303	0.018** (0.009) 28,680	-0.026 (0.019) 12,715	0.018 (0.011) 14,817	0.033** (0.016) 11,588	0.021* (0.011) 13,863
<i>Ingreso anual total (en logaritmos)</i>	0.040 (0.040) 16,183	0.029 (0.030) 19,787	0.081 (0.078) 5,834	0.073 (0.052) 8,240	-0.005 (0.050) 10,349	0.010 (0.038) 11,547
<i>Índice de bienestar</i>	0.048** (0.021) 24,305	0.005 (0.023) 28,680	0.060* (0.033) 12,717	0.053* (0.030) 14,817	0.028 (0.029) 11,588	-0.056* (0.032) 13,863
<i>Índice de bienes durables</i>	0.038** (0.019) 24,102	0.003 (0.027) 28,104	0.058** (0.027) 12,598	0.036 (0.033) 14,511	0.008 (0.028) 11,504	-0.033 (0.034) 13,593
<i>Índice de acceso a servicios</i>	0.036 (0.025) 24,305	0.000 (0.021) 28,680	0.051 (0.036) 12,717	0.022 (0.026) 14,817	0.016 (0.033) 11,588	-0.025 (0.031) 13,863
<i>Índice de calidad del hogar</i>	0.049** (0.021) 24,305	0.004 (0.024) 28,680	0.048 (0.032) 12,717	0.064** (0.032) 14,817	0.047 (0.030) 11,588	-0.074** (0.034) 13,863

Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Errores estándares estimados clusterizados a nivel de distrito de nacimiento entre paréntesis. Numero de observaciones reportadas debajo de los errores estándares estimados. Estimaciones incluyen efectos fijos de año y de mes de nacimiento, efectos fijos distritales, efectos fijos por año de encuesta y controles por edad y sexo. El indicador de temperatura está estandarizado con media 0 y varianza 1.

Fuente: Cálculos de los autores.

Tabla 5: Efectos por Lengua Paterna - número de meses con temperaturas por debajo del promedio histórico durante los primeros 36 meses de vida

Sub-muestra:	Lengua nativa - Todos		Lengua nativa - Mujeres		Lengua nativa - Hombres	
	Quechua (1)	Castellano (2)	Quechua (3)	Castellano (4)	Quechua (5)	Castellano (6)
Variable dependiente:						
<i>Años de educación (en logaritmos)</i>	-0.047 (0.033)	-0.059** (0.024)	-0.056 (0.050)	-0.069* (0.035)	-0.046 (0.036)	-0.051** (0.024)
	24,303	28,680	12,715	14,817	11,588	13,863
<i>Probabilidad de tener primaria completa</i>	-0.005 (0.012)	-0.017** (0.008)	0.018 (0.017)	-0.016 (0.011)	-0.031* (0.016)	-0.021* (0.011)
	24,303	28,680	12,715	14,817	11,588	13,863
<i>Ingreso anual total (en logaritmos)</i>	-0.038 (0.036)	-0.032 (0.028)	-0.048 (0.069)	-0.112** (0.049)	-0.021 (0.045)	-0.003 (0.033)
	16,183	19,787	5,834	8,240	10,349	11,547
<i>Índice de bienestar</i>	-0.032 (0.020)	-0.017 (0.022)	-0.035 (0.031)	-0.052** (0.026)	-0.021 (0.027)	0.027 (0.031)
	24,305	28,680	12,717	14,817	11,588	13,863
<i>Índice de bienes durables</i>	-0.027 (0.018)	-0.004 (0.024)	-0.026 (0.026)	-0.025 (0.029)	-0.018 (0.028)	0.015 (0.033)
	24,102	28,104	12,598	14,511	11,504	13,593
<i>Índice de acceso a servicios</i>	-0.024 (0.023)	-0.014 (0.019)	-0.035 (0.034)	-0.032 (0.023)	-0.004 (0.031)	0.006 (0.029)
	24,305	28,680	12,717	14,817	11,588	13,863
<i>Índice de calidad del hogar</i>	-0.031 (0.020)	-0.015 (0.022)	-0.026 (0.030)	-0.057** (0.028)	-0.034 (0.028)	0.046 (0.033)
	24,305	28,680	12,717	14,817	11,588	13,863

Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Errores estándares estimados clusterizados a nivel de distrito de nacimiento entre paréntesis. Numero de observaciones reportadas debajo de los errores estándares estimados. Estimaciones incluyen efectos fijos de año y de mes de nacimiento, efectos fijos distritales, efectos fijos por año de encuesta y controles por edad y sexo. El indicador de temperatura está estandarizado con media 0 y varianza 1.

Fuente: Cálculos de los autores.

Ambas tablas coinciden en el mensaje sugiriendo que los efectos de largo plazo en lo referente a años de educación son similares entre individuos nacidos con padres que tienen como idioma nativo el Quechua o el Castellano. Por ejemplo, la Tabla 4 muestra que una disminución en el promedio de desviaciones de temperatura equivalente a una desviación estándar durante los primeros 36 meses de vida se ve traducido en 6% menos años de educación para individuos con orígenes quechua y 5.8% menos años para individuos de origen castellano. De manera similar, al desagregar los resultados entre mujeres y hombres, observamos que los efectos son prácticamente los mismos respecto al idioma nativo de los padres. Asimismo, la Tabla 5 sugiere que un aumento de una desviación estándar en el numero de meses de exposición a frio inusual durante los primeros 3 años de vida (4.33 meses) se ve reflejado en 4.7% (5.9%) menos años de estudio para personas de origen Quechua (Castellano).

Algo similar ocurre con respecto a la probabilidad de terminar la primaria. Los efectos significativos para esta variable se encuentran concentrados en los hombres.

Por ejemplo, la Tabla 5 sugiere que un aumento de una desviación estándar en el número de meses de exposición a frío inusual durante los primeros 3 años de vida (4.33 meses) se ve reflejado en 3.1 (2.1) puntos porcentuales menos en la probabilidad de terminar primaria para personas de origen Quechua (Castellano).

En tal sentido, la evidencia sugiere que la ocurrencia de eventos de frío inusual afecta en forma similar a los individuos con respecto a la lengua nativa. Es decir, parecería que se cumpliera el dicho “cuando llueve todos se mojan”. Sin embargo, debemos hacer hincapié en que el idioma nativo de los padres no es el indicador más idóneo para capturar la vulnerabilidad ante eventos adversos de la actividad económica corriente al momento del nacimiento. Sin embargo, es con la única información que contamos respecto de la situación del individuo al momento del nacimiento.

6. Robustez de los resultados

La sección anterior sugiere que existe un impacto de las heladas durante los primeros 36 meses de vida en el capital humano, productividad y bienestar de largo plazo con mayor intensidad para mujeres. Sin embargo, surge la interrogante acerca de si el impacto de eventos de frío inusual son únicamente relevantes para la acumulación de capital humano cuando ocurren dentro de los primeros años de vida o si estos eventos también tienen un efecto cuando ocurren durante la gestación. Más aun, si es que nuestros resultados estuvieran captando consistentemente los efectos del frío inusual en el largo plazo, no deberíamos observar un “efecto” de ocurrencias de frío inusual en un periodo previo a la gestación de la persona afectada. Finalmente, es también interesante ver si la exposición al frío inusual después de los primeros tres años de vida también tiene un efecto de largo plazo.

Para explorar las interrogantes anteriores, descomponemos los efectos de la exposición a frío inusual de acuerdo a la etapa del ciclo de vida durante los que se observaron la exposición. Para facilidad de exposición, nuestro análisis se centrará utilizando el número de meses de exposición al frío. Sin embargo, el análisis utilizando el promedio de desviaciones de temperaturas históricas brinda los mismos resultados. La Tabla 6 muestra los estimados de estos efectos diferenciales para toda la muestra agregada.

Tabla 6: Efectos por ciclo de vida - número de meses con temperaturas por debajo del promedio histórico durante cada ciclo de vida

	Ingreso	Educación (logs)	Primaria completa	Índice de Bienestar	Bienes Durables	Calidad del Hogar	Acceso a Servicios
Año -3	0.007 (0.013)	0.013 (0.011)	0.000 (0.004)	0.012 (0.008)	0.007 (0.009)	0.007 (0.009)	0.015* (0.009)
Año -2	-0.017 (0.014)	-0.007 (0.012)	0.001 (0.005)	-0.004 (0.011)	-0.001 (0.010)	-0.008 (0.011)	0.000 (0.011)
Año -1	-0.007 (0.015)	-0.010 (0.014)	-0.004 (0.005)	-0.011 (0.010)	-0.008 (0.010)	-0.010 (0.011)	-0.011 (0.011)
Año 1	-0.015 (0.017)	-0.023 (0.014)	-0.007 (0.005)	-0.008 (0.011)	-0.009 (0.011)	-0.003 (0.012)	-0.008 (0.011)
Año 2	0.013 (0.016)	-0.004 (0.014)	-0.004 (0.005)	-0.024** (0.011)	-0.012 (0.012)	-0.027** (0.011)	-0.017 (0.012)
Año 3	-0.002 (0.016)	-0.012 (0.013)	0.002 (0.005)	-0.008 (0.010)	-0.005 (0.010)	-0.007 (0.011)	-0.006 (0.011)
Año 4	0.012 (0.015)	-0.005 (0.013)	-0.002 (0.005)	-0.014 (0.010)	-0.010 (0.010)	-0.017 (0.011)	-0.008 (0.010)
Año 5	0.003 (0.014)	-0.006 (0.011)	-0.004 (0.005)	0.004 (0.010)	-0.003 (0.009)	0.002 (0.010)	0.004 (0.010)

Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Errores estandar estimados clusterizados a nivel de distrito entre paréntesis. Estimaciones incluyen efectos fijos de año y de mes de nacimiento, efectos fijos distritales, efectos fijos por año de encuesta y controles por edad y sexo. El indicador de temperatura está estandarizado con media 0 y varianza 1.

Fuente: Cálculos de los autores.

En general, la Tabla 6 sugiere nulos efectos de exposición a eventos de frío inusual durante años previos al nacimiento del individuo. Asimismo, vemos que no hay efecto después del segundo año de vida. Únicamente observamos un efecto en el índice de bienestar como resultado de la exposición durante el segundo año de vida, explicado casi enteramente por el sub-índice de calidad del hogar. Los resultados a nivel general prácticamente nulos eran de esperarse dado que anteriormente mostramos que los efectos estaban fuertemente concentrados en las mujeres. En tal sentido, la Tabla 7 presenta los efectos estimados únicamente para la sub-muestra de mujeres.

Tabla 7: Efectos por ciclo de vida para mujeres - número de meses con temperaturas por debajo del promedio histórico durante cada ciclo de vida

	Ingreso	Educación (logs)	Primaria completa	Índice de Bienestar	Bienes Durables	Calidad del Hogar	Acceso a Servicios
Año -3	-0.008 (0.024)	0.014 (0.019)	0.001 (0.007)	0.004 (0.012)	-0.005 (0.014)	0.001 (0.012)	0.011 (0.013)
Año -2	-0.013 (0.027)	-0.014 (0.020)	-0.001 (0.007)	-0.010 (0.014)	-0.007 (0.015)	-0.011 (0.015)	-0.008 (0.014)
Año -1	0.026 (0.028)	-0.014 (0.023)	0.001 (0.008)	-0.014 (0.014)	-0.005 (0.014)	-0.013 (0.016)	-0.016 (0.015)
Año 1	-0.060** (0.030)	-0.040* (0.022)	-0.004 (0.007)	-0.028* (0.014)	-0.023 (0.015)	-0.019 (0.016)	-0.027* (0.014)
Año 2	-0.006 (0.031)	0.007 (0.023)	0.003 (0.008)	-0.042** (0.015)	-0.028** (0.014)	-0.041** (0.017)	-0.029** (0.015)
Año 3	-0.036 (0.028)	-0.010 (0.020)	0.007 (0.007)	-0.018 (0.015)	-0.011 (0.015)	-0.014 (0.016)	-0.018 (0.015)
Año 4	0.016 (0.029)	0.009 (0.020)	-0.002 (0.007)	-0.016 (0.014)	-0.015 (0.014)	-0.003 (0.015)	-0.022 (0.014)
Año 5	-0.019 (0.027)	0.004 (0.017)	-0.003 (0.007)	-0.001 (0.012)	-0.013 (0.012)	-0.005 (0.013)	0.006 (0.014)

Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Errores estándar estimados clusterizados a nivel de distrito entre paréntesis. Estimaciones incluyen efectos fijos de año y de mes de nacimiento, efectos fijos distritales, efectos fijos por año de encuesta y controles por edad y sexo. El indicador de temperatura está estandarizado con media 0 y varianza 1.

Fuente: Cálculos de los autores.

La Tabla 7 confirma nuestros hallazgos anteriores con una fuerte concentración de efectos entre mujeres. En primera instancia, no se encuentran “efectos” previos a la gestación del individuo (años -2 y -3). Esto provee mayor confianza a nuestros estimados al evidenciar que no estamos capturando correlaciones espurias. Luego vemos que no existe un impacto en el largo plazo si hubo una exposición a climas fríos durante la gestación. Este hallazgo es completamente consistente con Maccini y Yang (2009). Vemos que los efectos en lo referente a ingresos y educación están fuertemente concentrados en la ocurrencia de climas fríos durante el primer año de vida. Nuestros estimados sugieren que por cada 4.33 meses de exposición a temperaturas frías durante el primer año de vida, disminuye el salario anual total en la etapa adulta en 6%. Asimismo, por cada 4.33 meses de exposición durante el primer año de vida, se observa 4% menos años de estudio acumulados. En lo referente al índice de bienestar, vemos que los efectos se concentran tanto en el primer como el segundo año de vida. Finalmente, no observamos efecto alguno más allá del tercer año de vida.

Cuando observamos los resultados para los hombres (Tabla 8), vemos que no existen efectos para ninguna etapa. Esto es consistente con nuestros primeros hallazgos de nulos efectos agregados durante los primeros 36 meses de vida.

Tabla 8: Efectos por ciclo de vida para hombres - número de meses con temperaturas por debajo del promedio histórico durante cada ciclo de vida

	Ingreso	Educación (logs)	Primaria completa	Índice de Bienestar	Bienes Durables	Calidad del Hogar	Acceso a Servicios
Año -3	0.010 (0.015)	0.007 (0.012)	-0.004 (0.005)	0.019 (0.014)	0.020 (0.013)	0.011 (0.015)	0.020 (0.014)
Año -2	-0.023 (0.018)	-0.007 (0.012)	-0.000 (0.006)	0.005 (0.016)	0.006 (0.015)	-0.001 (0.016)	0.011 (0.015)
Año -1	-0.031* (0.018)	-0.019 (0.013)	-0.012** (0.006)	-0.005 (0.015)	-0.009 (0.014)	-0.003 (0.016)	-0.004 (0.015)
Año 1	0.009 (0.018)	-0.005 (0.013)	-0.009 (0.006)	0.018 (0.015)	0.008 (0.015)	0.022 (0.017)	0.013 (0.015)
Año 2	0.025 (0.020)	-0.013 (0.013)	-0.010 (0.006)	-0.001 (0.016)	0.010 (0.016)	-0.007 (0.017)	-0.003 (0.017)
Año 3	0.015 (0.017)	-0.016 (0.014)	-0.005 (0.007)	0.002 (0.014)	-0.002 (0.016)	0.002 (0.016)	0.004 (0.014)
Año 4	0.018 (0.018)	-0.005 (0.012)	0.001 (0.006)	-0.014 (0.015)	-0.008 (0.015)	-0.029* (0.016)	0.004 (0.015)
Año 5	0.016 (0.019)	-0.011 (0.011)	-0.003 (0.006)	0.007 (0.015)	0.006 (0.013)	0.009 (0.016)	0.003 (0.015)

Notas: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Errores estándar estimados clusterizados a nivel de distrito entre paréntesis. Estimaciones incluyen efectos fijos de año y de mes de nacimiento, efectos fijos distritales, efectos fijos por año de encuesta y controles por edad y sexo. El indicador de temperatura está estandarizado con media 0 y varianza 1.

Fuente: Cálculos de los autores.

Nuestros hallazgos sugieren dos observaciones claras. Primero, las mujeres se ven más afectadas, en el largo plazo, por una exposición temprana a temperaturas frías inusuales. Segundo, los efectos de largo plazo se materializan cuando la exposición al frío inusual se da durante el primer año de vida principalmente. En tal sentido, la magnitud de los impactos hallados marca una ruta clara hacia la protección de grupos vulnerables al frío inusual con un fuerte énfasis en la protección durante el primer año de vida. Esta evidencia es consistente con la literatura médica y económica referente a que los periodos críticos de formación del niño tienen efectos con horizontes largos. Por ende, las inversiones en protección durante las etapas iniciales de la vida son altamente rentables y difícilmente de compensar o suplir con inversiones en etapas futuras durante el ciclo de vida.

7. Conclusiones y recomendaciones de política

En el presente estudio, hemos documentado por primera vez las consecuencias económicas de largo plazo con respecto a una exposición temprana (durante los primeros 3 años de vida) a eventos de frío inusual en los andes Peruanos. Para lograr esto utilizamos datos meteorológicos en distritos ubicados sobre los 2,500 metros sobre el nivel del mar entre 1960 y 1990. Asimismo, utilizamos datos referentes a la acumulación de capital humano de largo plazo para individuos nacidos dentro del mismo rango de años y que al momento de ser encuestados hayan sido mayores de 25 años de edad.

Nuestros hallazgos sugieren la presencia de efectos adversos fuertemente concentrados en mujeres en lo que se refiere a los ingresos y bienestar alcanzados en la etapa adulta. Más aun, proveemos evidencia de que tales efectos se concentran fuertemente cuando los eventos de frío inusual se materializaron durante el primer año de vida. Nuestros hallazgos se ven respaldados al mostrar que no existen “efectos” de exposiciones a eventos de frío extremo durante periodos previos a la gestación del individuo.

La explicación de estos resultados es que los eventos de frío extremo tienen un efecto negativo en la producción y los ingresos de hogares rurales andinos. Esto conlleva a una racionalización de recursos que, cuando ocurren en los primeros años de vida, tienen consecuencias de largo plazo observables para las mujeres. Nuestra evidencia es consistente con las consecuencias de largo plazo de etapas lluviosas en Indonesia mostrada por Maccini y Yang (2009).

Es términos de políticas públicas, estos resultados tienen implicancias sumamente relevantes. Nuestros hallazgos identifican un momento críticamente vulnerable a eventos de frío inusual: el primer año de vida. Los efectos de largo plazo en educación, ingresos y bienestar deberían incluirse en los análisis costo-beneficio al considerar la expansión de políticas y programas enfocada hacia la protección de la población vulnerable. En tal sentido, nuestros hallazgos proveen evidencia rigurosa a tomar en cuenta en los análisis de costo-beneficio social referentes a potenciales expansiones de intervenciones como las cocinas mejoradas, guarderías infantiles, inversiones en salud pública y construcción de invernaderos para proteger la producción agrícola de eventos de frío inusual. Es decir, intervenciones que protejan la población vulnerable de tener un déficit de inversión en capital humano durante las etapas críticas de formación temprana.

Referencias bibliográficas

Alderman, H. y C. Paxson, *"Do the poor insure? A synthesis of the literature on risk and consumption in developing countries,"* Policy Research Working Paper Series 1008, The World Bank, 1992.

—, J. Hoddinott, y B. Kinsey, *"Long term consequences of early childhood malnutrition,"* Oxford Economic Papers, 2006, 58(3), 450-474.

Almond, D., *"Is the 1918 Influenza Pandemic Over? Long-Term Effects of In Utero Influenza Exposure in the Post-1940 U.S. Population,"* Journal of Political Economy, 2006, 114(4), 672-712.

Angrist, J. y J. Pischke, *"Mostly Harmless Econometrics,"* Princeton University Press, Princeton, 2009.

Becker, S., *"Seasonality of fertility in Matlab, Bangladesh,"* Journal of Biosocial Science, 1981, 13(01), 97-105.

Behrman, J., *"Early Life Nutrition and Subsequent Education, Health, Wage, and Intergenerational Effects,"* en *"Health and Growth,"* The World Bank, 2009.

Behrman, J. y A. Deolalikar, *"Chapter 14, Health and nutrition,"* en Hollis Chenery y T.N. Srinivasan, eds., Vol. 1 del *Handbook of Development Economics*, Elsevier, 1988, 631-711.

Bowles, S., H. Gintis, y M. Osborne, *"The Determinants of Earnings: A Behavioral Approach,"* Journal of Economic Literature, 2001, 39(4), 1137-1176.

Cunha, F. y J. Heckman, *"The Technology of Skill Formation,"* The American Economic Review, 2007, 97(2), 31-47.

— y J. Heckman, *"Formulating, Identifying and Estimating the Technology of Cognitive and Noncognitive Skill Formation,"* J. Human Resources, 2008, 43 (4), 738-782.

— y J. Heckman y S. Schennach, *"Estimating the Technology of Cognitive and Non-cognitive Skills Formation,"* Forthcoming, Econometrica, 2010.

_, L. Lochner, y D. Masterov, "Chapter 12, Interpreting the Evidence on Life Cycle Skill Formation," in E. Hanushek and F. Welch, eds., Vol. 1 del *Handbook of the Economics of Education*, Elsevier, 2006, 697 - 812.

Dercon, S., "Risk, insurance and poverty: a review," en Stefan Dercon, ed., *Insurance Against Poverty*, Oxford University Press, 2004.

_ y John H., "Health, Shocks, and Poverty Persistence," en Stefan Dercon, ed., *Insurance Against Poverty*, Oxford University Press, 2004.

Deustua, J., "The Impact of Climatic Shocks on Child Nutrition in Peru," Young Lives Student Paper, 2008.

Drevenstedt, G., E. Crimmins, S. Vasunilashorn y C. Finch, "The rise and fall of excess male infant mortality," PNAS, 2008, 105(13), 5016-5021.

Glewwe, P.I y E. Miguel, "Chapter 56, The Impact of Child Health and Nutrition on Education in Less Developed Countries," en T. Paul Schultz y John A. Strauss, eds., Vol. 4 del *Handbook of Development Economics*, Elsevier, 2007, 3561 - 3606.

_ y H. Jacoby, "An Economic Analysis of Delayed Primary School Enrollment in a Low Income Country: The Role of Early Childhood Nutrition," *The Review of Economics and Statistics*, 1995, 77(1), 156-169.

Gobierno del Peru, "Atlas de heladas," 2005.

_, "Plan nacional de contingencia ante la ocurrencia de eventos frios y/o heladas," 2005.

_, "Plan nacional de contingencia ante la ocurrencia de eventos frios y/o heladas," 2006.

_, "Compendio estadístico de prevención y atención de desastres 2008," 2009.

Grantham-McGregor, S., Y. Cheung, S. Cueto, P. Glewwe, L. Richter, y B. Strupp, "Developmental potential in the first 5 years for children in developing countries," *The Lancet*, 2007, 369(9555), 60-70.

Grossman, M., "On the Concept of Health Capital and the Demand for Health," *Journal of Political Economy*, 1972, 80(2), 223-55.

Heckman, J., J. Stixrud, y S. Urzua, "*The Effects of Cognitive and Noncognitive Abilities on Labor Market Outcomes and Social Behavior*," *Journal of Labor Economics*, 2006, 24(3), 411-482.

Hoddinott, J. y B. Kinsey, "*Child Growth in the Time of Drought*," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 2001, 63(4), 409-36.

Kim, N., "*Impact of Extreme Climate Events on Educational Attainment: Evidence from Cross-Section Data and Welfare Projection*," en Ricardo Fuentes-Nieva y Papa Seck, eds., *Risk, shocks and human development: on the brink*, United Nations Development Programme, 2010.

Maccini, S. y D. Yang, "*Under the Weather: Health, Schooling, and Economic Consequences of Early-Life Rainfall*," *American Economic Review*, 2009, 99(3), 1006-1026.

Maluccio, J., J. Hoddinott, J. Behrman, Reynaldo Martorell, Agnes R. Quisumbing, y Aryeh D. Stein, "*The Impact of Nutrition during 118 Early Childhood on Education among Guatemalan Adults*," *Economic Journal*, 2009, 119, 734-763.

Martorell, R., "*The nature of child malnutrition and its long-term implications*," *Food and Nutrition Bulletin*, 1999, 20(3).

Nathanson, C. "*Sex differences in mortality*", *Annual Review of Sociology*, 1984, 10, 191-213.

Pollitt, E. y N. Triana, "*Stability, predictive validity, and sensitivity of mental and motor development scales and pre-school cognitive tests among low-income children in developing countries*," *Food and Nutrition Bulletin*, 1999, 20(1), 45-52.

Razzaque, A., N. Alam, L. Wai, y A. Foster, "*Sustained Effects of the 1974-5 Famine on Infant and Child Mortality in a Rural Area of Bangladesh*," *Population Studies*, 1990, 44 (1), 145-154.

Rosenzweig, M. y K. Wolpin, "Natural "Natural Experiments" in Economics", *Journal of Economic Literature*, 2000, 38(4), 827-874.

Sánchez, A., "*Weather shocks, nutrition and skills accumulation in the Peruvian highlands*," Universidad de Oxford, 2010, Mimeo.

Strauss, J. y D. Thomas, "*Chapter 54, Health over the Life Course,*" en T. Paul Schultz and John A. Strauss, eds., Vol. 4 del *Handbook of Development Economics*, Elsevier, 2007, pp. 3375-3474.

Thompson, R. y C. Nelson, "*Developmental science and the media: Early brain development,*" *American Psychologist*, 2001, 56(1), 5-15.

Walker, S. P, Susan, M. Chang, C. Powell, y S. Grantham-McGregor, "*Effects of early childhood psychosocial stimulation and nutritional supplementation on cognition and education in growth-stunted Jamaican children: prospective cohort study,*" *The Lancet*, 2005, 366(9499), 1804-1807.