



**“*SHOCKS* CLIMÁTICOS Y CAPITAL HUMANO: UN ESTUDIO  
PARA EL PERÚ RURAL”**

**Trabajo de Investigación presentado  
para optar al Grado Académico de  
Magíster en Economía**

**Presentado por**

**Srta. Daniela Britto Falcón  
Srta. Brenda Alejandra Teruya Revilla**

**Asesor: Profesor Manuel Fernando Barrón Ayllón**

**2017**

Dedicamos el presente trabajo a nuestros padres,  
por su apoyo incondicional.

Agradecemos la contribución de nuestro asesor,  
Manuel Barrón, cuyo apoyo fue fundamental para  
el desarrollo de este documento.

## Resumen ejecutivo

La presente investigación estudia el impacto de *shocks* climáticos sobre la decisión de acumulación de capital humano de los hogares rurales en el Perú. A través de un modelo de regresión lineal y en línea con lo propuesto por Milette y Shah (2012) y Burke *et al.* (2015), se busca determinar cómo los *shocks* de temperatura y precipitación a los que un individuo está expuesto durante la gestación y sus quince primeros años de vida, influyen en su vida adulta en: (i) los años acumulados de educación; (ii) la probabilidad de acabar secundaria, y (iii) su nivel de ingresos. De igual forma, se busca determinar los canales de transmisión mediante los que esto sucede por lo que se valida: (i) asistencia escolar; (ii) el abandono escolar; (iii) retraso escolar, y (iv) sustitución entre tiempo dedicado al estudio y al trabajo. Para todos los casos, el análisis se hace en agregado y sobre los dominios sierra y selva.

Entre los principales resultados, se encuentra que los *shocks* de frío y de precipitación positiva favorecen la acumulación de capital humano, mientras que los de calor la reducen. Esto se cumple, sobre todo, para los individuos de la sierra rural, cuya actividad económica predominante es la agropecuaria. En ese sentido, los instrumentos de política orientados a reducir la vulnerabilidad climática deben tener en consideración la heterogeneidad imperante en el país.

## Índice

Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos .....	vii
Índice de anexos .....	viii
<b>Capítulo I. Introducción y motivación .....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo II. Marco teórico.....</b>	<b>4</b>
1. Conceptos clave .....	4
2. Revisión de literatura empírica .....	9
2.1 <i>Shocks</i> económicos y acumulación de activos .....	9
2.2 <i>Shocks</i> climáticos y acumulación de activos.....	10
3. Hechos estilizados.....	14
3.1 Clima y calentamiento global .....	14
3.2 Capital humano .....	16
3.3 Fenómenos naturales, emergencias y pérdida de activos.....	17
<b>Capítulo III. Marco analítico y metodología .....</b>	<b>19</b>
1. El modelo .....	19
2. Descripción de los datos .....	26
3. Métodos .....	28
3.1 Definición de <i>shock</i> .....	28
3.2 Regresión a estimar.....	31
3.3 Estrategia de identificación.....	37
<b>Capítulo IV. Análisis de resultados .....</b>	<b>38</b>
1. Sierra.....	44
2. Selva.....	46
<b>Capítulo V. Pruebas de falsificación.....</b>	<b>48</b>
<b>Capítulo VI. Mecanismos .....</b>	<b>49</b>
1. Asistencia, abandono y retraso escolar .....	49
2. Uso del tiempo .....	53
<b>Conclusiones y recomendaciones de política .....</b>	<b>55</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>60</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>66</b>
<b>Nota biográfica .....</b>	<b>76</b>

## Índice de tablas

Tabla 1.	Mecanismos para el manejo del riesgo.....	8
Tabla 2.	Fenómenos naturales y emergencias (2016).....	18
Tabla 3.	Estadísticos descriptivos.....	27
Tabla 4.	<i>Shocks</i> de temperatura y precipitación .....	39
Tabla 5.	<i>Shocks</i> de temperatura y precipitación según sexo.....	40
Tabla 6.	<i>Shocks</i> de temperatura y precipitación por grupos de edad.....	41
Tabla 7.	Gasto del hogar y <i>shocks</i> de temperatura y precipitación.....	43
Tabla 8.	Interacción de <i>shocks</i> de temperatura y precipitación .....	44
Tabla 9.	<i>Shocks</i> de temperatura por dominio.....	45
Tabla 10.	<i>Shocks</i> de precipitación por dominio.....	46
Tabla 11.	<i>Shocks</i> posteriores al periodo escolar .....	48
Tabla 12.	<i>Shocks</i> de temperatura, asistencia, abandono y retraso escolar .....	50
Tabla 13.	<i>Shocks</i> de temperatura, asistencia, abandono y retraso escolar por dominio .....	51
Tabla 14.	<i>Shocks</i> de precipitación, asistencia, abandono y retraso escolar .....	52
Tabla 15.	<i>Shocks</i> de precipitación, asistencia, abandono y retraso escolar por dominio.....	53
Tabla 16.	<i>Shocks</i> de temperatura y precipitación y uso del tiempo.....	54

## Índice de gráficos

Gráfico 1.	Precipitación y temperatura anual promedio, 1949 – 2014 .....	15
Gráfico 2.	Función de densidad de temperatura, 1949 y 2014 .....	16
Gráfico 3.	Años de educación promedio y probabilidad de acabar secundaria, 2004–2015 ..	17
Gráfico 4.	Restricción presupuestaria con costo de la educación ( $\theta_i$ ) alto .....	22
Gráfico 5.	Restricción presupuestaria con costo de la educación ( $\theta_i$ ) bajo .....	23
Gráfico 6.	Restricción presupuestaria con costo de la educación ( $\theta_i$ ) intermedio.....	23
Gráfico 7.	Restricción presupuestaria con restricción de liquidez.....	24
Gráfico 8.	Restricción presupuestaria con restricción de liquidez y punto de indiferencia entre educarse y no educarse .....	24
Gráfico 9.	Utilidad de educarse o no educarse como función del costo de educarse ( $\theta_i$ ) .....	25
Gráfico 10.	Horas trabajadas (ENAH0).....	36

## Índice de anexos

Anexo 1.	Regresión principal y pruebas de robustez .....	67
Anexo 2.	Definición alternativa de <i>shock</i> .....	71

## Capítulo I. Introducción y motivación

Hoy en día, las personas en todo el mundo están expuestas a condiciones climáticas variables y, en ciertos lugares, a una creciente variabilidad. Según Kreft *et al.* (2016), entre los años 1996 y 2005 más de 528.000 personas murieron y se incurrió en pérdidas de hasta USD 3,08 billones como consecuencia directa de alrededor de 11.000 eventos climáticos extremos en el mundo. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático señaló, en el 2014, los riesgos relacionados con el cambio climático y derivados de eventos extremos tales como olas de calor, precipitación extrema e inundaciones costeras, seguirán en aumento conforme se incremente la temperatura global promedio.

En este contexto, en las últimas décadas ha surgido un creciente interés, por parte de la literatura, en analizar el impacto de los *shocks* climáticos sobre las decisiones de acumulación de activos de los hogares. Asimismo, es importante resaltar que estos estudios se han centrado, principalmente, – pero no se han limitado – a economías emergentes en donde gran parte de su fuerza laboral pertenece al sector agrícola, al ser esta la población más vulnerable ante eventos climáticos adversos. Como bien resaltan diversos autores, los principales mecanismos informales de adaptación, a nivel de hogar, son la venta de activos físicos, préstamos de terratenientes, trabajo infantil, reducción del consumo de alimentos y migración temporal. Entonces, en un contexto de variabilidad climática creciente, son precisamente los hogares más pobres los que se ven forzados a tomar decisiones sobre su *stock* de activos para hacer frente a *shocks* climáticos que, en muchos casos, terminan generando un estancamiento en la pobreza.

Un gran grupo de autores se ha centrado en el impacto de los *shocks* a los que se expone la persona durante la etapa prenatal para países como Estados Unidos (Deschênes *et al.*, 2009), Colombia (Andalón *et al.*, 2016), Ecuador (Carrillo *et al.*, 2015), China (Hu y Li, 2016) e India (Milett y Shah, 2012). En términos generales, hallazgos comunes son que la exposición a temperaturas más altas que el promedio empeoran los indicadores de salud al nacer los que, además, tienen efectos en el largo plazo, como menores años de educación y menores ingresos, entre otros. En ciertos casos, la exposición al frío puede mejorar estos indicadores. Asimismo, si bien, por ejemplo, Andalón *et al.* (2016) no encuentran que la salud de los neonatos se vea afectada por la precipitación, Milett y Shah (2012) sí encuentran que la exposición a sequías en esta etapa afecta negativamente los resultados en pruebas de comprensión de lectura y matemáticas.

Por otro lado, existe también un elevado número de estudios que giran en torno a los efectos de la exposición a *shocks* climáticos durante los primeros años de vida sobre acumulación de capital humano en el corto, mediano y largo plazo. Entre ellos se encuentra el de Aguilar y Vicarelli (2011) que explora la exposición durante los primeros años de vida a inundaciones ocasionadas por el fenómeno El Niño en México y los impactos negativos de estas en resultados de pruebas antropométricas y de desarrollo del lenguaje, memoria y habilidad visual-espacial. Otros como los de Hoddinott y Kinsey (2001) y Hoddinott (2006) para Zimbabue, encuentran que la exposición a sequías tiene efectos negativos y persistentes solamente durante 12 y 24 meses y que, frente a estos *shocks*, los hogares que poseen activos (ganado) responden vendiéndolos y son justo estos los menos afectados. Asimismo, las mujeres y los hogares pobres son los que sufren estragos más severos. Adicionalmente, otros autores que diferencian sus hallazgos según sexo son Maccini y Yang (2008) para Indonesia y Shah y Steinberg (2013) para India. En ambos casos son siempre las mujeres y niñas las más afectadas por los *shocks* de precipitación.

A la fecha, son cuatro los estudios hechos para Perú o que lo incluyen (Barrón *et al.* 2017; Molina y Saldarriaga, 2016; Deústua, 2008, y Zamand y Hyder, 2016). Si bien los dos primeros se centran en los *shocks* de temperatura durante la etapa prenatal, el primero analiza los impactos sobre indicadores de capital humano (encuentran que, para mujeres nacidas en climas fríos, un incremento de temperatura durante la gestación reduce los años de educación e ingresos), mientras que el segundo es sobre indicadores de salud al nacer (encuentran que la exposición a altas temperaturas reduce el peso al nacer e incrementa la probabilidad de que el niño nazca con un peso bajo). Deústua (2008), por otro lado, encuentra que los principales *shocks* sobre indicadores de nutrición infantil son la muerte de un padre, *shocks* climáticos y pérdidas agrícolas. Finalmente, Zamand y Hyder (2016) encuentran que no existe un efecto significativo de sequías o lluvias sobre la decisión de matrícula escolar; no obstante, las sequías tienen efectos negativos sobre los resultados de pruebas cognitivas.

El objetivo de la presente investigación es determinar si es que los *shocks* climáticos a los que se exponen los individuos en el ámbito rural del país afectan las decisiones de acumulación de capital humano. De esta forma, la hipótesis principal es que los *shocks* de frío generan condiciones favorables para que el individuo opte por asistir a estudiar, como consecuencia de peores condiciones para la agricultura que disminuyen el costo de oportunidad del estudio. En el caso de *shocks* de calor el efecto es inverso. Asimismo, mayor precipitación favorece las condiciones agrícolas, lo que debería incrementar el costo de oportunidad de estudiar y reducir los años de educación acumulados del individuo. Haciendo una diferenciación por género, estos efectos

tienen mayor impacto para el caso de las mujeres. Los principales canales de transmisión a través de los cuales se busca validar las hipótesis son: (i) asistencia escolar, (ii) abandono escolar, (iii) retraso escolar, y (iv) sustitución entre tiempo dedicado al estudio y al trabajo.

El principal aporte de la presente investigación es que analiza de manera simultánea *shocks* climáticos durante la etapa prenatal y los quince primeros años de vida. Asimismo, a diferencia de sus predecesores, este incluye efectos de temperatura y precipitación sobre la población rural y con un enfoque de género. Un elemento adicional que incorpora, y en el que se hace énfasis, es en validar los mecanismos de transmisión mediante los cuales un *shock* durante los primeros años de vida impacta en la acumulación de años de educación. La información a nivel de individuos se obtiene de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) entre los años 2004 y 2015. La información del clima, por otro lado, se obtuvo de la Climatic Research Unit (CRU) en la University of East Anglia (UEA) compuesta por datos sobre temperatura y precipitación recopilados con frecuencia mensual entre enero de 1949 y diciembre de 2014.

El presente trabajo se estructura de la siguiente manera. En el capítulo II se presenta el marco teórico, compuesto por una revisión de conceptos claves, revisión de literatura empírica y hechos estilizados sobre clima y capital humano en el Perú rural. Luego, en el capítulo III se expone el marco analítico y la metodología, que incluye un modelo sobre la decisión a nivel de hogar de enviar o no a los hijos a la escuela. En esta sección se expondrán los datos utilizados y sus fuentes, adicionalmente, la estrategia utilizada para la definición de un *shock*, las regresiones a estimar (principales y secundarias) y la estrategia de identificación. En el capítulo IV, por otro lado, se analizan los resultados de lo obtenido a partir de la estimación de las regresiones principales.

A partir de los resultados obtenidos, en el capítulo V se procede a realizar pruebas de falsificación, para comprobar que, en efecto, solo los *shocks* correctamente definidos y ocurridos durante los primeros años de vida de la persona son capaces de explicar las diferencias en la acumulación de capital humano, visto como educación acumulada. En el capítulo VI, por otro lado, se analizan los mecanismos mediante los cuales los *shocks* climáticos a los que la persona estuvo expuesta durante los quince primeros años de vida impactan en la acumulación de educación. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de política.

## Capítulo II. Marco teórico

Durante las dos últimas décadas la literatura que investiga el impacto de *shocks* adversos – y, en particular, climáticos – sobre la acumulación de capital humano, ha cobrado cada vez mayor participación y relevancia. En la presente sección se realiza, en primer lugar, una breve revisión de la bibliografía existente sobre conceptos clave a ser utilizados posteriormente, como las definiciones de pobreza, vulnerabilidad, riesgo y *shocks*. Por otro lado, a la luz de los conceptos teóricos presentados, se hará una revisión de la literatura empírica disponible sobre el impacto de *shocks* económicos sobre las decisiones del hogar y de los *shocks* climáticos en las decisiones de acumulación de activos de los individuos y los hogares. Finalmente, se presentan hechos estilizados a la luz de los cuales se sustenta la motivación y relevancia de la presente investigación.

### 1. Conceptos clave

De acuerdo con Chaudhuri (2003), el término pobreza se refiere a la cuantificación *ex-post* del bienestar (o falta del mismo) de un hogar. Esta, por lo tanto, refleja el estado de carencia de recursos o capacidades necesarias para satisfacer sus necesidades hoy día. Por otro lado, define vulnerabilidad como una medición *ex-ante* de bienestar o, dicho de otra forma, en lugar de centrarse en cuán capaz un hogar es hoy, se centra en las perspectivas de este a futuro. La diferencia entre ambos términos es la presencia de riesgo, en tanto que el nivel de bienestar futuro es incierto pues, en certidumbre, no existirían diferencias entre las medidas *ex-ante* y *ex-post* de bienestar.

Riesgo, según lo definido por Dercon (2001), guarda relación con eventos con cierta probabilidad de ocurrencia que están más allá del control de individuos y hogares y, por ende, pueden afectar su nivel de bienestar. Es decir, *a priori* las personas tienen noción de la probabilidad de ocurrencia de estos eventos, sin tener control directo sobre esta probabilidad, pues no pueden tener certidumbre de en qué momento ocurrirán. Cabe resaltar que dentro de la literatura existente hay quienes distinguen entre los conceptos de riesgo y *shock*. Sinha y Lipton (2000) definen a los *shocks* como la realización de eventos no esperados que generan pérdidas de bienestar; es decir, los riesgos son prospectos de un *shock* o, alternativamente, los *shocks* pueden ser vistos como la realización de los riesgos.

De acuerdo con Attanasio y Székely (1999) y Attanasio *et al.* (2001), en términos generales, el ingreso es una función de cuatro elementos: (i) el *stock* de activos que poseen los individuos para generar ingresos; (ii) la tasa a la que estos activos son utilizados para generar ingresos; (iii) el valor de mercado de dichos activos, y (iv) las transferencias recibidas independientes al *stock* de activos que se posee.

Con respecto al primer elemento, los autores señalan que puede ser clasificado en tres tipos de activos: (i) capital humano; (ii) capital físico, y (iii) capital social. Dentro del capital humano se debe incluir el conjunto de habilidades necesarias para producir un bien o servicio (por ejemplo, nivel educativo y salud). Por otro lado, el capital físico se refiere al valor monetario de cualquier forma de activo financiero, tenencia de dinero, propiedad o *stock* de capital usado para la producción. Asimismo, dentro del capital físico se tiene el privado (tenencia de vivienda y bienes duraderos) y el público (acceso a servicios públicos). Finalmente, el capital social hace referencia al conjunto de normas y conexiones sociales que facilitan acciones colectivas entre individuos.

Para analizar el impacto de los diferentes *shocks* en los activos de los individuos y los hogares, resulta útil respaldarse en los conceptos de sensibilidad y resiliencia. Bayliss-Smith (1991) y Davies (1993) definen sensibilidad como la magnitud de respuesta ante un evento externo o, en otras palabras, el grado en el que los activos de un individuo pueden o no resistir a *shocks*, dada la intensidad a la que se estuvo expuesto. Resiliencia, de otro lado, se refiere a la facilidad y rapidez de un sistema para recuperarse de una situación de estrés o, en términos de hogar, la habilidad de este para resistir a *shocks* negativos y lograr recuperarse.

El nivel de sensibilidad de un hogar a un *shock* estará determinado por las características del *shock* (la naturaleza de su covarianza, la persistencia, frecuencia y severidad) y por los activos que el hogar posea para amortiguar su impacto. La resiliencia del hogar, por otro lado, guarda una relación directa con las estrategias empleadas por este para manejar el riesgo. Esto último no solo se refiere al tipo de desastre al que las personas se enfrentan, sino a la forma en la cual deciden utilizar los activos que poseen en momentos de estrés para aliviar la presión impuesta por el *shock* una vez que este ha ocurrido (de la Fuente, 2007:1).

Una creciente literatura sugiere que, en países de bajo ingreso, los hogares con un bajo *stock* de activos corren el riesgo de quedar atrapados en una situación de pobreza crónica. Esto ocurre porque –como consecuencia de la exposición desprotegida a situaciones riesgosas– los hogares utilizan sus activos adoptando estrategias de bajo riesgo y retorno, que reducen la probabilidad

de acumular un *stock* suficiente como para escapar de la pobreza, ya sea a través del ahorro autárquico o la inversión. De igual forma, este tipo de hogares es propenso a sufrir pérdidas de activos que, al no estar asegurados, los colocan en una situación de pobreza de la que resulta complicado salir (Barnett *et al.*, 2007). Estas situaciones –llamadas trampas de pobreza– resaltan la relación entre riesgo y la persistencia de la pobreza.

Un enfoque particular de trampas de pobreza requiere de la existencia de múltiples equilibrios dinámicos, donde al menos uno de ellos se encuentra bajo la línea de pobreza. Este enfoque resulta relevante para en análisis de la transferencia de riesgo al caracterizarse por la existencia de al menos un umbral crítico sobre el cuál la dinámica esperada del sistema conlleva a la acumulación de activos (i.e., crecimiento y mejoras en los estándares de vida) y bajo el cual prevalece la desacumulación. En presencia de este umbral crítico, entonces, los *shocks* –interpretados inicialmente como transitorios– pueden tener consecuencias permanentes si trasladan a las personas de una senda de crecimiento hacia otra (Barnett *et al.*, 2007). De esta forma, un *shock* negativo que empuje una persona bajo el umbral, puede generar que esta entre en un espiral descendiente de pobreza del que le sea imposible recuperarse (Carter y Barrett, 2006; Carter, Little, Mogues, y Negatu, 2005; Dercon, 1998, 2005; Krishna, 2006; McPeak y Barrett, 2001; y Santos y Barrett, 2016).

Las respuestas de los agentes a los *shocks* pueden generar también un entrapamiento en la pobreza. Krishna (2006), por ejemplo, encuentra que los hogares pobres tienden a liquidar sus activos como un mecanismo para enfrentar a estos *shocks*, lo que los lleva a una situación de pobreza persistente. Los hogares en pobreza extrema, por otro lado, suelen renunciar al consumo para evitar liquidar sus limitados activos; es decir, en lugar de suavizar consumo suavizan activos (Zimmerman y Carter, 2003; Barrett *et al.*, 2006; Hoddinott, 2006; y Kazianga y Udry, 2006). Entre las estrategias utilizadas están la reducción de gastos en educación (por ejemplo, retirar a los niños del colegio) y en salud y consumo de alimentos (Morduch, 1995; Foster 1995; Barrett *et al.* 2006; Hoddinott, 2006, y Carter *et al.* 2007), lo que resulta en deficiencias que reducen en valor del capital humano del hogar, que entrapan aun más al hogar en la pobreza (Jacoby y Skoufias, 1997; Hoddinott y Kinsey, 2001; Dercon y Hoddinott, 2005; Thomas *et al.*, 2004; y Hoddinott, 2006).

De acuerdo con Barnett *et al.* (2007), al saber las potenciales consecuencia de estos *shocks*, las personas se ven en la posición de tomar medidas extremas para manejar la exposición al riesgo, por ejemplo, seleccionando activos y portafolio de actividades de bajo riesgo y retorno que, si

bien reducen el riesgo de sufrir mayores pérdidas, también limitan el crecimiento potencial y los incentivos de inversión (Eswaran y Kotwal, 1989 y 1990; Rosenzweig y Binswanger, 1993; Morduch, 1995; Bardhan, Bowles y Gintis, 1998; Zimmerman y Carter, 2003, Dercon, 2005; Carter y Barrett, 2006; y Elbers *et al.* 2007).

Las personas con menores ingresos son más propensas a seleccionar estrategias de subsistencia para evitar situaciones de riesgo (Dercon, 1996 y Ellis, 2000), lo que refuerza los patrones hereditarios de pobreza crónica. De igual forma, la presencia de riesgo desincentiva no solo la adopción de tecnología mejorada (Feder, Just y Zibelman, 1985 y Marra, Pannel y Abadi Ghadim, 2003) sino también los sacrificios de largo plazo, necesarios para inversiones de largo plazo en acumulación de capital productivo (Barret, Cartes e Ikegami, 2007). Finalmente, como la exposición al riesgo deja a los prestatarios vulnerables a situaciones de impago por parte de los prestamistas, la exposición desprotegida al riesgo suele limitar el acceso al crédito, sobre todo el de los hogares y personas pobres que carecen de colaterales.

De acuerdo con Barnett *et al.* (2007), en un mundo con múltiples equilibrios, el riesgo puede tener dos efectos. *Ex-ante*, los esfuerzos para reducir la exposición al riesgo pueden perjudican la acumulación (voluntaria o a través del crédito) creando así un equilibrio subóptimo. Por otro lado, las consecuencias *ex-post* de un *shock* (los efectos biofísicos directos del *shock* o aquellos que son consecuencia de las estrategias de adaptación para mitigar sus efectos) pueden impactar negativamente a personas vulnerables de regreso a la trampa de pobreza.

La discusión previa cobra relevancia si considera que, de acuerdo al IFRCRCS (2004), en la última década el incremento de la tasa de ocurrencia de desastres naturales en países de menores ingresos fue el doble del promedio mundial. Por otro lado, Gaiha y Thapa (2006) encuentran que las personas de países pobres son cuatro veces más propensas a morir como consecuencia de un desastre natural y que el costo de dicho desastre como porcentaje del PBI es considerablemente mayor en países en desarrollo que en países OECD. De igual forma, se debe tomar en cuenta que los efectos negativos de los desastres naturales afectan en mayor proporción a las poblaciones rurales y agrodependientes, como consecuencia de lluvias y sequías, por ejemplo. Cabe resaltar que, además, estos efectos se ven agravados por la menor calidad y cobertura de la infraestructura física e institucional para responder a los *shocks* y por la heterogeneidad en la cobertura y efectividad de los sistemas de salud públicos, veterinarios y agrícolas.

En la tabla 1 se presenta una sistematización de los mecanismos para el manejo del riesgo en el hogar: reducción del riesgo, mitigación del riesgo (diversificación y seguros) y adaptación a los *shocks*. Como puede observarse, sobre este último punto y a nivel de hogar, dentro de los principales mecanismos utilizados para la adaptación se encuentra la venta de activos, solicitar préstamos a terratenientes, incremento del trabajo infantil, reducción del consumo de alimentos y la migración estacionaria o temporal.

**Tabla 1. Mecanismos para el manejo del riesgo**

	Mecanismos informales		Mecanismos formales	
	Individuos y hogares	A nivel colectivo	Mecanismos de mercado	Provisión pública
<b>Reducción del riesgo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prácticas preventivas en salud</li> <li>Migración</li> <li>Fuentes de ingreso más seguras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acción colectiva para infraestructura, diques y otros</li> <li>Manejo comunal de recursos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Marco de políticas macroeconómicas</li> <li>Políticas medioambientales</li> <li>Políticas de educación y capacitación</li> <li>Políticas de salud pública</li> <li>Infraestructura</li> <li>Políticas de mercado de trabajo</li> </ul>
<b>Mitigación del riesgo</b>				
Diversificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cultivos y parcelas</li> <li>Fuente de ingresos</li> <li>Inversión en capital físico y humano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asociaciones ocupacionales</li> <li>Asociaciones rotativas de crédito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuentas de ahorro en entidades financieras</li> <li>Microfinanzas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extensión agrícola</li> <li>Liberalización del comercio</li> <li>Protección de derechos de propiedad</li> </ul>
Seguros	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matrimonio y familia extendida</li> <li>Aparcería Existencias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inversión en capital social</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fondos de pensiones</li> <li>Seguros contra accidente e incapacidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistemas públicos previsionales</li> <li>Seguros obligatorios contra desempleo, enfermedades e incapacidad</li> </ul>
<b>Adaptación a los shocks</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Venta de activos</li> <li>Préstamos de terratenientes</li> <li>Trabajo infantil</li> <li>Reducción del consumo de alimentos</li> <li>Migración temporal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transferencias de redes de apoyo colectivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Venta de activos financieros</li> <li>Préstamos de entidades financieras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asistencia social</li> <li>Workfare</li> <li>Subsidios</li> <li>Fondos sociales</li> <li>Transferencias monetarias</li> </ul>

Fuente: Haughton y Khandker (2009). Traducción propia.

## **2. Revisión de literatura empírica**

En las subsecciones a continuación se presenta una revisión de la literatura empírica existente sobre adaptación a los *shocks* a nivel de individuo y hogar. Se cubrirá, en primer lugar, aquella que hace referencia a la adaptación a *shocks* económicos y, posteriormente, la adaptación a *shocks* ambientales y climáticos, con especial énfasis en temperatura y precipitación.

### **2.1 *Shocks* económicos y acumulación de activos**

Diversos autores han puesto énfasis durante los últimos años en los efectos y estrategias de adaptación a *shocks* económicos a nivel de hogar. Funkhouser (1999), por ejemplo, analiza el efecto de las condiciones económicas adversas sobre las decisiones de asistencia escolar para adolescentes de entre doce y diecisiete años en Costa Rica. A partir de la estimación de un modelo de forma reducida, que incluye variables que permiten modelar la integración al mercado laboral del hogar, controles a nivel de hogar, características de los adolescentes y efectos regionales y por año, el autor encuentra que estos últimos – que permiten modelar factores cíclicos – muestran importantes caídas en asistencia escolar que no pueden ser explicadas por variables del hogar, incluidas entre los años de recesión macroeconómica. Estos cambios coinciden con la política de austeridad fiscal impuesta hacia fines de 1982.

Por otro lado, si bien gran parte de las investigaciones han demostrado que los hogares agrícolas en países en desarrollo son capaces de proteger su nivel de consumo de *shocks* idiosincráticos de cultivos, existe poca evidencia de cómo es que lo logran. En este contexto, Kochar (1999) busca determinar en qué medida los mercados de trabajo permiten que los hogares migren de trabajos agrícolas a no agrícolas y hasta qué punto esta migración explica la poca correlación observada entre consumo y *shocks* idiosincráticos de cultivos. El autor encuentra que, a nivel de hogar, los hombres incrementan sus horas en el mercado de trabajo como respuesta a variaciones no anticipadas en los beneficios derivados de los cultivos.

Escobal *et al.* (2005) estudian el efecto de los *shocks* económicos en los patrones de inversión en capital humano de los hogares, para lo que utilizan una muestra de niños entre seis y catorce años pertenecientes al sistema educativo peruano. Encuentran evidencia de que los *shocks* tienen efectos sobre la calidad educativa, pero no en la cantidad recibida de esta. Si bien sus hallazgos no evidencian que *shocks* negativos impliquen menores horas destinado a educación, encuentran que sí reduce la acumulación efectiva de capital humanos a través de recortes en gastos educativos

en áreas rurales y urbanas. Sus resultados son significativos tanto cuando los *shocks* de corto plazo están explicados por cambios en los ingresos del hogar, como en cambios en la situación laboral.

Finalmente, Miller y Urdinola (2010) analizan el impacto de las fluctuaciones en el precio del café sobre la mortalidad infantil en Colombia. A pesar de existir restricciones al acceso al crédito y otras imperfecciones de mercado que generan que el consumo se suavice de manera incompleta, se evidencia un patrón de mortalidad procíclica asociada a cambios en el valor del tiempo que responde a *shocks* en el precio del café. Si bien los factores que permiten que un niño sea saludable no son costosos, sí demandan una gran cantidad de tiempo. Así, cuando el precio del café cae (lo que disminuye el valor del tiempo), disminuye también el “costo” de la salud de los niños y viceversa.

## **2.2 *Shocks* climáticos y acumulación de activos**

Dentro de los *shocks* del entorno y medioambiente, sobre los cuales diversos autores han estudiado, están aquellos relacionados a la contaminación del ambiente, huracanes, terremotos y temperaturas y precipitación extrema, entre otros. Tomando lo señalado por dos corrientes de la literatura académica – aquella que señala que eventos durante los primeros años de vida tienen efectos que persisten hasta la adultez y aquella que demuestra que la polución y, en especial episodios discretos de polución intensa, tienen efectos significativos en la salud –, Currie *et al.* (2014) cuestionan si es que la exposición en edad temprana a polución puede tener consecuencias de largo plazo. Su revisión de literatura les lleva a concluir que, en efecto, estas consecuencias existen.

Currie y Rossin-Salter (2013), por otro lado, utilizan una amplia base de datos de nacimientos para examinar los efectos de la exposición a huracanes y la sensibilidad de los estimados a problemas econométricos (muestras pequeñas, variables omitidas, movilidad endógena como respuesta a desastres, errores de medición de la especificación y correlación mecánica entre mayor gestación y mayor exposición). Encuentran que la exposición a un huracán durante la gestación incrementa la probabilidad de que el recién nacido presente condiciones anormales como requerir de la ayuda de un ventilador por periodos superiores a treinta minutos y síndrome de aspiración de meconio.

Con respecto a la literatura que se centra en la exposición a *shocks* climáticos durante la etapa prenatal y su impacto en indicadores de salud de los recién nacidos, Deschênes *et al.* (2009) encuentran que la exposición a temperaturas extremas altas durante este periodo conlleva a un

menor peso al nacer. Posteriormente, combinan sus hallazgos con estimados de la distribución de la temperatura futura en un contexto de cambio climático, para determinar el efecto de este último en el peso de los bebés al nacer hacia fines del presente ciclo. Esto implicaría que, en promedio, habría una disminución del peso de 0,22% (7,5 gramos) en el caso de recién nacidos blancos y 0,36% (11,5 gramos) para recién nacidos negros. Asimismo, este impacto no se distribuye uniformemente sobre el total de nacimientos: encuentran un incremento del 5,9% en la probabilidad de que ocurra un nacimiento de bajo peso en el caso de recién nacidos blancos, y de 5% en recién nacidos negros. Cabe resaltar que este estudio fue realizado para Estados Unidos, lo que es un indicador de que los efectos del clima no solo son relevantes para economías agrícolas o emergentes, sino también para economías desarrolladas.

Andalón *et al.* (2016), por otro lado, analizan los efectos de los niveles de temperatura y precipitación extremas sobre indicadores de salud de recién nacidos en Colombia. Los autores encuentran que, en términos generales, la salud de los neonatos no se ve afectada por la exposición a lluvias durante la etapa prenatal; no obstante, la exposición a *shocks* de frío mejora, y de calor empeora determinados indicadores. Asimismo, la exposición a olas de calor en cualquier momento de la etapa prenatal reduce en 0,5% la probabilidad de nacer a término y en 0,4% que el recién nacido sea clasificado como saludable. Por otro lado, en el caso de exposición a olas de frío, los efectos son sensibles al trimestre en el que estas ocurrieron.

Para el caso de la región andina, Molina y Saldarriaga (2016) analizan el impacto de la exposición durante la etapa prenatal a *shocks* climáticos y su efecto en la salud al nacer. Ellos encuentran que la exposición a temperaturas de una desviación estándar superior al promedio del distrito reduce el peso al nacer en 20 g e incrementa la probabilidad de que el niño nazca con un peso bajo en 10%. Asimismo, mayor variabilidad de la temperatura puede llevar a recibir menores servicios de salud y mayor inseguridad alimentaria durante el embarazo.

Finalmente, en un estudio del impacto de la lluvia en los niños en edad temprana, Kim (2010) encuentra, en primer lugar, que los patrones de lluvia tienen efectos sobre el mes de nacimiento de los niños, en tanto que las mujeres tienen mayor probabilidad de embarazarse en temporadas secas. De igual forma, en épocas de mayor precipitación empeoran los indicadores de supervivencia neonatal pues las mujeres priorizan el trabajo en el campo al periodo de lactancia. Cabe resaltar que la leche materna proporciona no solo nutrientes esenciales sino también anticuerpos.

Al igual que en la literatura expuesta líneas arriba, si bien hay quienes también se han centrado en la exposición a *shocks* climáticos durante la etapa prenatal, estudian los efectos de estos en el mediano y largo plazo. Así, por ejemplo, en un estudio para Ecuador, Carrillo *et al.* (2015) encuentran una relación significativa entre la temperatura durante la etapa prenatal e ingresos de las mujeres en edad adulta: un incremento de 1 °C en la temperatura promedio en los nueve meses previos al nacimiento, disminuyen los ingresos entre 1,1 y 1,7%. Por otro lado, en un estudio para China, Hu y Li (2016) encuentran que la exposición a una temperatura de una desviación estándar por encima del promedio durante la etapa prenatal, genera una pérdida de 0,17 kg de peso al nacer, 1,63 cm menos de altura en la adultez y 0,86 años menos de educación. Indicadores de salud e inteligencia también se ven adversamente afectados. Asimismo, en un estudio para India, Milett y Shah (2012) encuentran que aquellos niños que estuvieron expuestos a sequías en la etapa prenatal obtienen menores notas en pruebas de lectura y matemáticas, sobre todo en esta última. Las autoras presentan evidencia de que estos niños no solo son más propensos a retrasarse en la escuela, sino también a nunca asistir.

Otra variante dentro de esta literatura es aquella que analiza los efectos de la exposición a *shocks* durante los primeros años de vida, sobre la acumulación de capital humano en el corto, mediano y largo plazo. Aguilar y Vicarelli (2011), por ejemplo, explotan las inundaciones ocasionadas por el fenómeno El niño en México hacia fines de la temporada agrícola. Encuentran que entre cuatro y cinco años después de ocurrido el *shock*, los niños que estuvieron expuestos durante sus primeros años de vida presentan resultados en pruebas de desarrollo del lenguaje, memoria y habilidad visual-espacial entre 11 y 21% inferiores que aquellas de niños que no. Adicionalmente, observan efectos negativos en características antropométricas (tamaño y peso). Los mecanismos de transmisión serían efectos negativos en ingresos e ingesta de alimentos y composición de la dieta.

En un estudio para los niños del Perú rural, a partir de la encuesta *Young Lives*, Deústua (2008) analiza el impacto de diversos *shocks* sobre indicadores de nutrición infantil de niños de cinco años de edad. Él encuentra, entre otros, que los principales *shocks* son muerte de un padre, *shocks* climáticos y pérdidas agrícolas. El primero de los mencionados contribuye a la reducción del indicador HAZ (*health-for-age z-score*) en 1,7; probablemente debido a que el hogar pierde una importante fuente de ingresos y/o se reduce el tiempo dedicado al cuidado del niño. El segundo reduce el HAZ del niño en aproximadamente 0,16, lo que puede ser una consecuencia de un manejo inadecuado del riesgo y/o estrategias para la mitigación del riesgo. Finalmente, las pérdidas agrícolas reducen el HAZ en 0,28, probablemente por las mismas razones. Cabe resaltar

que el autor encuentra que, pese a que el gobierno dispuso de apoyo a hogares que sufrieron *shocks* climáticos, esta no tuvo un impacto alguno.

Haciendo uso de la misma base de datos, Zamand y Hyder (2016) analizan el impacto de *shocks* climáticos en capital humano para Etiopía, India, Perú y Vietnam. Para el caso peruano, encuentran que no existe un efecto significativo de sequías o lluvias sobre la decisión de matrícula escolar. No obstante, las sequías sí producen efectos negativos sobre los resultados en la prueba PPVT (4,47 puntos por debajo en niños expuestos). Esto, según señalan, sería consecuencia de un efecto ingreso dominante y ajustes en calidad de educación. De igual forma, el nivel de riqueza del hogar tiene efecto positivo sobre los resultados de las pruebas cognitivas y el estatus nutricional de largo plazo.

Hoddinott y Kinsey (2001), por otro lado, centran su atención en los *shocks* de precipitación, específicamente la sequía de 1994/95 en Zimbabue. Los autores encuentran que, durante este periodo, el crecimiento de los niños entre 12 y 24 meses de edad se redujo entre 1,5 y 2 cm. Cuatro años después de la exposición al *shock*, estos niños continuaban teniendo una menor estatura que sus pares no expuestos. El impacto es mayor en niños pertenecientes a hogares pobres. Asimismo, encuentran que los niños entre 24 y 60 meses de edad se vieron menos afectados, lo que refuerza que los menores de dos años de edad son más vulnerables a trastornos en el crecimiento.

Haciendo uso de la misma estrategia de identificación, Hoddinot (2006) encuentra que dicho periodo de sequía estuvo asociado con (i) mayores ventas de activos vivos (bueyes y vacas); (ii) que las ventas de estos activos se vieron afectadas por el *stock* de activos antes de la sequía; (iii) El índice de masa corporal de los hombres no se vio afectado por las sequías; no obstante, el de las mujeres sí se redujo, aunque en menor magnitud en aquellos hogares que vendieron sus activos en donde, además, se recuperó al siguiente año, y (iv) los niños mayores de dos años no se vieron afectados, mientras que niños menores de dos años perdieron entre 15 y 20% de su velocidad de crecimiento. Finalmente, cabe resaltar que los niños pertenecientes a hogares pobres (incluyendo aquellos que no vendieron ganado) son propensos a haber perdido estatura, años de educación e ingresos de manera permanente.

Con respecto a aquella literatura que estudia más a fondo impactos diferenciados por sexo, Maccini y Yang (2008) encuentran que la exposición a un alto nivel de lluvias durante los primeros años de vida tiene efectos positivos en indicadores de salud, educación y estatus socioeconómico de mujeres adultas, pero no de hombres. Estos patrones, señalan, podrían reflejar

que la mayor disponibilidad de agua afecta de manera positiva la producción agrícola, lo que se traduce en mayores ingresos y disponibilidad de alimento para las niñas. El canal de transmisión hacia mayor estatus socioeconómico de las mujeres es el acceso a mayor educación.

De igual forma, Shah y Steinberg (2013) encuentran que la inversión en capital humano es procíclica hasta los tres años de vida, en donde se torna contracíclica. Esto, principalmente, ocurre porque las sequías están directamente relacionadas a la productividad agrícola, lo que hace que en presencia de estas disminuya el costo de oportunidad de estudiar. Cabe resaltar que son los niños y las mujeres quienes tienen menor probabilidad de trabajar en época de sequía, por lo que es probable que los niños vayan a estudiar. Estos efectos se mantienen en el largo plazo.

### **3. Hechos estilizados**

#### **3.1 Clima y calentamiento global**

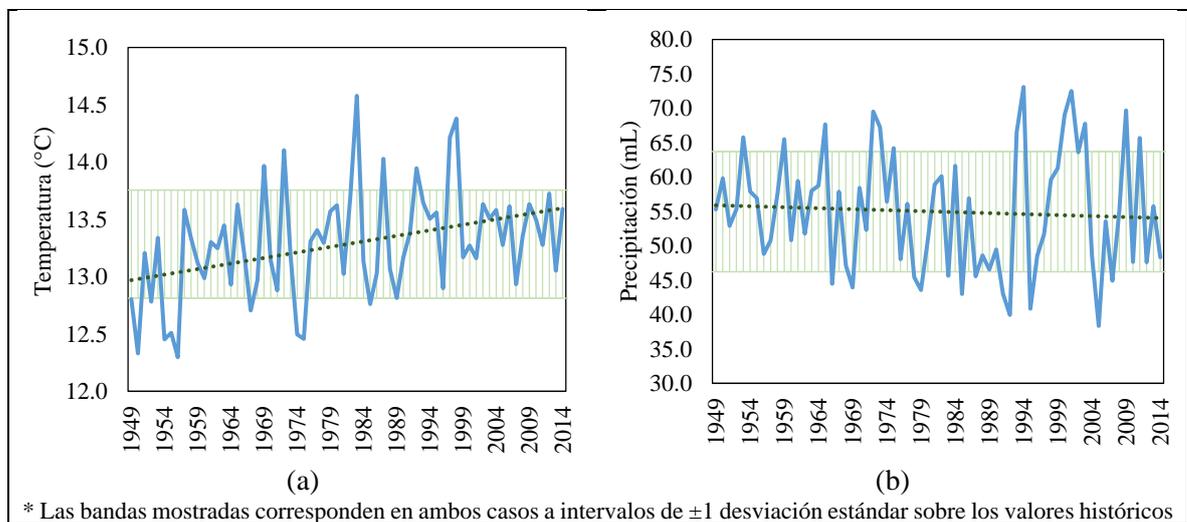
En todo el mundo, las personas están constantemente expuestas a variabilidad climática y, en ciertos lugares, a una creciente variabilidad. De acuerdo con Kreft *et al.* (2016), entre los años 1996 y 2005 más de 528.000 personas murieron y se incurrió en pérdidas de hasta USD 3,08 billones como consecuencia directa de alrededor de 11.000 eventos climáticos extremos en el mundo. Asimismo, los riesgos relacionados con el cambio climático derivados de eventos extremos tales como olas de calor, precipitación extrema e inundaciones costeras pueden ser observados hoy en día, tal y como lo señala el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) del 2014, quienes, además, han predicho que los riesgos asociados a eventos extremos seguirán en aumento conforme se incrementa la temperatura global promedio. No obstante, es importante resaltar que el vínculo entre ciertos eventos climáticos extremos y el cambio climático es aún una frontera para la ciencia (Kreft *et al.*, 2016: 9).

Pese a contribuir solamente con el 0,4% de las emisiones globales de gases efecto invernadero, Perú ocupó el tercer lugar – detrás de Bangladesh y Honduras – en el *ranking* de riesgos climáticos elaborado por el Tyndall Centre for Climate Change Research. En efecto, el país posee cuatro de las cinco áreas geográficas con mayor vulnerabilidad climática. Por tal motivo, en un reporte elaborado en el año 2013 por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) se advirtió que la vulnerabilidad de Perú al cambio climático podría amenazar los avances logrados en materia de reducción de la pobreza en un contexto de crecimiento económico sostenido (Collins, 2013). De acuerdo a estimados, Perú será el país en América del Sur que experimente mayor incremento de temperatura como consecuencia del cambio climático. Estas predicciones

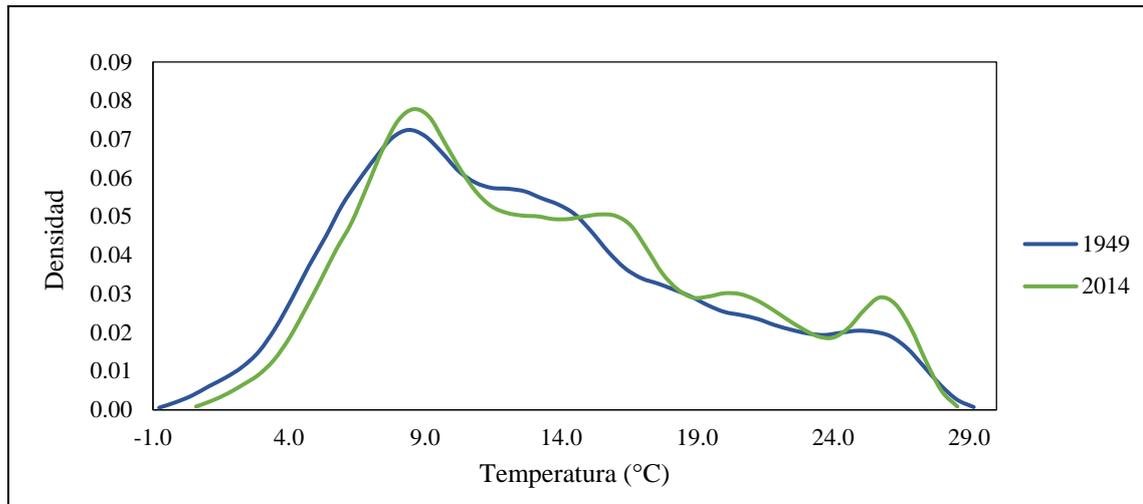
señalan un incremento promedio de la temperatura durante temporada seca de entre 0,7 y 1,8 °C para el 2020, y de entre 1 y 4 °C para el 2015 (Peru Support Group, s.f.).

Como puede observarse en el panel (a) del gráfico 1, entre los años 1949 y 2014 la temperatura promedio nacional ha mostrado una tendencia creciente, inicialmente caracterizada por valores extremos bajos y, posteriormente, altos. De igual forma, los dos principales picos que sobresalen de las bandas corresponden a los dos episodios de El Niño ocurridos durante el periodo bajo análisis: 1982-83 y 1997-98. Lo anterior puede ser corroborado en el gráfico 2 en donde se muestran las funciones de densidad de la temperatura en el país en los años 1949 y 2014. Como puede observarse, esta última no solo se desplazó ligeramente hacia la derecha, sino que, además, las temperaturas más altas tienen una mayor densidad. Con respecto a la precipitación (ver panel (B) del gráfico 1), si bien esta ha mostrado una tendencia ligeramente decreciente, hasta antes del año 1992 esta ha estado principalmente contenida en las bandas, periodo a partir del cual ha mostrado mayor variabilidad y presencia de valores extremos. Cabe resaltar que, por la naturaleza misma de este fenómeno, su función de densidad está truncada en cero en donde, además, se concentran gran parte de las observaciones.

**Gráfico 1. Precipitación y temperatura anual promedio, 1949 - 2014**



**Gráfico 2. Función de densidad de temperatura, 1949 y 2014**



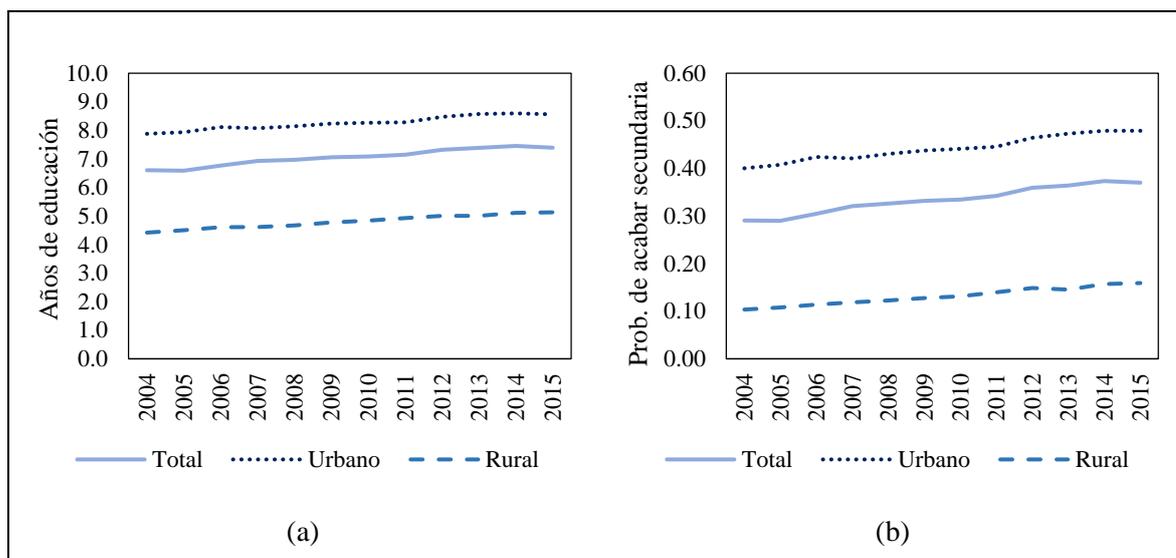
Fuente: CRU –UEA. Elaboración: propia, 2017.

### 3.2 Capital humano

Con respecto a indicadores de capital humano, en el año 2015 los años de educación promedio de la población peruana fueron 7,4, lo que representa un incremento de 1,03% con respecto a la situación observada en el 2004. En los ámbitos urbano y rural este incremento fue de 0,76 y 1,36%, respectivamente; no obstante, es importante resaltar que entre ambos hubo una diferencia de 3,4 años en el 2015. En efecto, dichas cifras permiten observar que el nivel educativo promedio alcanzado en las zonas rurales es primaria incompleta (5,1 años), mientras que tanto para el caso urbano (8,6) como nacional (7,4) es secundaria incompleta (ver panel (a) en el gráfico 3).

Por otro lado, en el panel (b) se muestra la probabilidad de acabar secundaria. Como puede observarse, esta es muy superior en el ámbito urbano (47,94%) que excede con creces al rural (15,94%). El promedio nacional es de 37,01%. A diferencia de los años de educación, los mayores avances se reportaron en las zonas urbanas (7,88 puntos porcentuales entre el 2004 y 2015), mientras que, para este mismo periodo, en las zonas rurales solo se logró un avance de 5,59 puntos, lo que implica la mejora a nivel nacional de 7,92 puntos.

**Gráfico 3. Años de educación promedio y probabilidad de acabar secundaria, 2004 - 2015**



Fuente: ENAHO. Elaboración propia, 2017.

### 3.3 Fenómenos naturales, emergencias y pérdida de activos

De acuerdo con información reportada por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), en el 2016 se registraron 5.083 eventos adversos a nivel nacional, entre desastres naturales y emergencias. Asimismo, las cinco regiones principalmente afectadas fueron Apurímac (13%), Puno (9,6%), Cusco (8,5%), Ayacucho (8,3%) y Huancavelica (7,6%) y las menos afectadas Áncash (0,4%), Callao (0,5%), Lambayeque (0,7%), La Libertad (0,8%) e Ica (0,8%).

Con respecto a las viviendas, durante el mismo periodo bajo análisis, un total de 75.961 viviendas resultaron afectadas y 3.952 destruidas como consecuencia de estos desastres, principalmente en Piura, Loreto y Arequipa. Por otro lado, se perdieron un total de 503.729 hectáreas de superficie agrícola, en donde las regiones que sufrieron la pérdida más aguda fueron Ayacucho, Puno, Tacna y Cajamarca.

**Tabla 2. Fenómenos naturales y emergencias (2016)**

	<b>Desastres y emergencias</b>	<b>Viviendas afectadas</b>	<b>Viviendas destruidas</b>	<b>Superficie agrícola afectada</b>
	<b>(N.º)</b>	<b>(N.º)</b>	<b>(N.º)</b>	<b>(ha)</b>
Amazonas	209	629	78	8.770
Áncash	22	29	30	34
Apurímac	663	877	55	30.279
Arequipa	181	7.992	343	4.771
Ayacucho	423	713	29	247.189
Cajamarca	125	526	48	35.815
Cusco	433	2.653	59	970
Huancavelica	388	4.723	18	12.881
Huánuco	188	193	25	19.120
Ica	43	322	92	9.084
Junín	289	1.232	117	1.790
La Libertad	41	479	9	0
Lambayeque	37	4.274	8	55
Lima y Callao	344	440	361	112
Loreto	107	13.050	169	1.901
Madre de Dios	76	1.924	116	3.585
Moquegua	78	599	26	189
Pasco	325	1.629	31	2.196
Piura	157	21.177	1.104	14.193
Puno	489	3.837	835	70.497
San Martín	100	534	72	320
Tacna	72	2.226	46	34.347
Tumbes	97	5.005	53	4.529
Ucayali	196	898	228	1.102
<b>Total Nacional</b>	<b>5.083</b>	<b>75.961</b>	<b>3.952</b>	<b>503.729</b>

Fuente: INDECI / Elaboración propia, 2017.

### Capítulo III. Marco analítico y metodología

En la presente sección se describe el modelo teórico, el tratamiento de la información y sus fuentes. Esto incluye la descripción de los datos a ser utilizados y los métodos, en donde se incluye la definición del *shock*, la regresión a estimar y la estrategia de identificación.

#### 1. El modelo

De acuerdo a lo sugerido por Acemoglu y Autor (2011), es posible modelar la decisión de los padres de enviar o no a sus hijos a la escuela en función al costo que ello conlleva, y al beneficio esperado futuro. Asimismo, la decisión de ahorrar e invertir en educación será asimétrica en tanto que las personas no pueden endeudarse y solo pueden mantener ahorros positivos. Cabe resaltar que en el caso en el que el ahorro es posible, cualquier padre estaría en la capacidad de enviar a sus hijos a estudiar, pues bastaría con endeudarse hoy y pagar los intereses con el aumento de salario futuro, derivado del acceso a educación.

Por otro lado, para la incorporación de los *shocks* climáticos, se reconoce la existencia de dos efectos contrapuestos. Por un lado, un *shock* negativo, por ejemplo, hace que la productividad de la tierra disminuya, lo que genera, a su vez, que los activos iniciales –que están determinados por el capital asociado a la agricultura– disminuyan. Asimismo, el salario de quienes trabajan en el sector agrícola se ve negativamente afectado. La situación inversa ocurre en el caso de *shocks* positivos.

Con respecto a la función de utilidad, por simplicidad, esta se define como logarítmica y está representada –para un horizonte temporal de dos periodos– por:

$$U = \ln(c_{1i}) + \ln(c_{2i}) \quad (1)$$

La decisión de los hogares de enviar o no a sus hijos a la escuela está en función a un costo  $\theta_i \geq 0$ . Asimismo, la variable  $e_i$  toma el valor de 1 cuando estos asisten y 0 cuando no asisten. De otro lado, cuando los padres deciden mandar a sus hijos a estudiar obtienen un salario superior  $w_s$ , pero cuando no lo hacen obtienen un salario  $w_u$  (con  $w_s > w_u$ ). Finalmente, la tasa a la que los hogares ahorran es la misma tasa a la que repagan el capital invertido.

A partir de lo señalado, la restricción presupuestaria –en el caso de que las personas puedan ahorrar– estaría definida por:

$$c_{1i} + \frac{c_{2i}}{1+r} \leq y_i - e_i\theta_i + \frac{w_u}{1+r} + e_i \frac{w_s - w_u}{1+r} \quad (2)$$

Por otro lado, en el momento en el que los hogares no pueden ahorrar, el consumo presente estaría confinado a ser, como máximo, el ingreso presente. Asimismo, el consumo futuro sería, como máximo, el ingreso futuro más el ahorro. En este escenario, las restricciones presupuestarias para cada periodo serían:

$$c_{1i} \leq y_i - e_i\theta_i + s_i \quad (3.1)$$

$$c_{2i} \leq w_u + e_i(w_s - w_u) + (1+r)s_i \quad (3.2)$$

Las personas para las cuales la restricción crediticia estará inactiva son las de ingreso alto. En este caso, la cota inferior estaría dada por:

$$y_i - e_i\theta_i > \frac{w_s}{1+r} \quad (4)$$

Mientras que las personas que siempre tendrían la restricción activa son los de ingreso bajo, es decir, cuando:

$$y_i \leq \frac{w_u}{1+r} \quad (5)$$

Finalmente, se pueden añadir los *shocks*  $\varphi_i$ , los mismos que podrán ser mayores a 1 cuando son positivos para las condiciones agrícolas (según el caso, podrían ser de frío o calor o de precipitación) y menores a 1 cuando son negativos. Estos tienen efectos sobre el capital inicial,  $y_i$ , en tanto los *shocks* climáticos afectan los activos de la tierra. Asimismo, se puede definir un segundo *shock*,  $\gamma_i$ , que afecta a los trabajadores poco calificados (que reciben ingresos iguales a  $w_u$ ) y que trabajan en el campo. En este caso, las restricciones presupuestarias por periodo serían:

$$c_{1i} \leq \varphi_i y_i - e_i\theta_i + s_i \quad (6.1)$$

$$c_{2i} \leq \gamma_i w_u + e_i(w_s - \gamma_i w_u) + (1+r)s_i \quad (6.2)$$

Para encontrar la decisión de consumo, se reemplazan estas restricciones en la función de utilidad (1). Así, se tendría:

$$U = \ln(\varphi_i y_i - e_i \theta_i) + \ln(\gamma_i w_u + e_i (w_s - \gamma_i w_u)) \quad (7)$$

Así, las personas deben decidir en cuánto  $e_i$  incurrir, si uno o cero. Posteriormente, comparan la utilidad de cada alternativa y escogen la que les brinda un mayor retorno. Es decir, se compara:

$$U(e_i = 1 | y_i, \theta_i) = \ln(\varphi_i y_i - \theta_i) + \ln(w_s) \quad (8.1)$$

Con

$$U(e_i = 0 | y_i, \theta_i) = \ln(\varphi_i y_i) + \ln(\gamma_i w_u) \quad (8.2)$$

Con respecto al costo de la educación,  $\theta_i$ , cuando este es suficientemente bajo las personas optarán por invertir en educación, lo que viene representado por:

$$(\varphi_i y_i - \theta_i) w_s \geq \varphi_i y_i \gamma_i w_u \quad (9.1)$$

$$\theta_i \leq \varphi_i y_i \frac{(w_s - \gamma_i w_u)}{w_s} \quad (9.2)$$

Como puede observarse, la prima por educación se acrecienta ante la ocurrencia de un *shock* adverso ( $\gamma_i < 1$ ) para la agricultura, lo que genera mayores incentivos a educarse al volverse la condición menos restrictiva, es decir, el costo  $\theta_i$  puede ser mayor. Asimismo, un *shock* adverso a la agricultura reduce el costo lo que vuelve la restricción más limitante. Así, puede observarse que  $\theta_i$  representa el costo a partir del cual las personas se educan. Un mayor costo crítico quiere decir que un mayor número de personas se estarían educando, en tanto pueden afrontar costos de educarse más altos. De otro lado, un costo menor reflejaría un menor número de personas educándose, pues pueden afrontar menores costos.

Una forma alternativa y gráfica de entender el problema de maximización de los agentes es a través de las diferentes restricciones presupuestarias, las mismas que se presentan en el gráfico 4. Si deciden no educarse tendrán una restricción, con la posibilidad de endeudarse, de la forma:

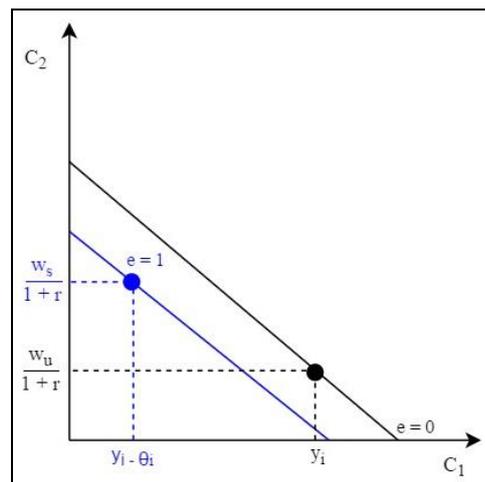
$$e_i = 0, \quad c_{1i} + \frac{c_{2i}}{1+r} \leq y_i + \frac{w_u}{1+r} \quad (10.1)$$

En cambio, si optaran por educarse, esta estaría definida por:

$$e_i = 1, \quad c_{1i} + \frac{c_{2i}}{1+r} \leq y_i - \theta_i + \frac{w_s}{1+r} \quad (10.2)$$

Como puede observarse, en ambos casos, las restricciones tienen la misma pendiente  $m = \frac{1}{1+r}$ . Las diferencias, sin embargo, están en el ingreso presente, ya que en el segundo caso este se ve disminuido en  $\theta_i$  y el ingreso futuro incrementado por  $w_s$ . En ambos casos se ha supuesto un nivel de  $\theta_i$  bastante alto. El análisis gráfico muestra que, sin importar el tipo de función de utilidad, las personas elegirán la restricción presupuestaria más alejada del origen, lo que sucede cuando no se educan, es decir, cuando  $e_i = 0$ . En consecuencia, es posible afirmar que, si el costo de educarse es elevado, los agentes decidirán no educarse.

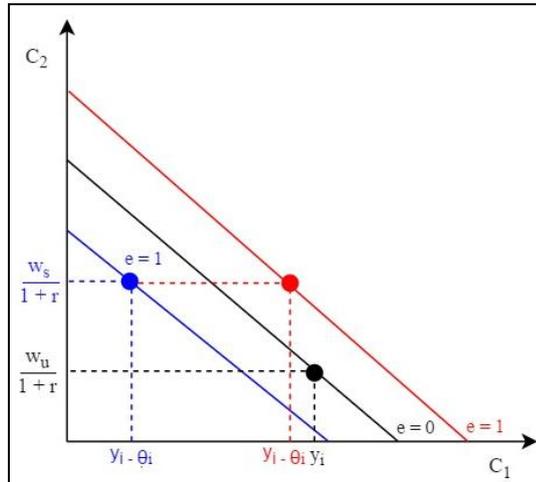
**Gráfico 4. Restricción presupuestaria con costo de la educación ( $\theta_i$ ) alto**



Fuente: Elaboración: propia, 2017.

De otro lado, si se supone que el costo de educarse  $\theta_i$  es bajo, la restricción presupuestaria estaría representada por la curva roja del gráfico 5. La única diferencia entre la restricción azul (obtenida en el gráfico 4) y la roja está sería entonces el valor de  $\theta_i$ . Así, con un  $\theta_i$  bajo se preferirá una restricción presupuestaria más lejana al origen, la misma que puede ubicarse entre la roja,  $e_i = 1$ , y la negra,  $e_i = 0$ . Lógicamente, se escogería la roja, en donde el agente sí se educa al enfrentarse a un bajo costo y una prima mayor.

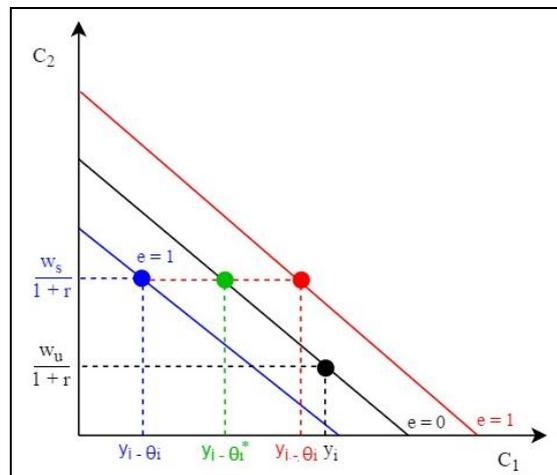
**Gráfico 5. Restricción presupuestaria con costo de la educación ( $\theta_i$ ) bajo**



Fuente: Elaboración: propia, 2017.

De igual manera, en el caso en el que existiera un costo de educación intermedio –definido por  $\theta_i^*$  y representado por la curva verde en el gráfico 6– este haría que las personas estén sobre la misma restricción presupuestaria y sean indiferentes entre educarse y no hacerlo.

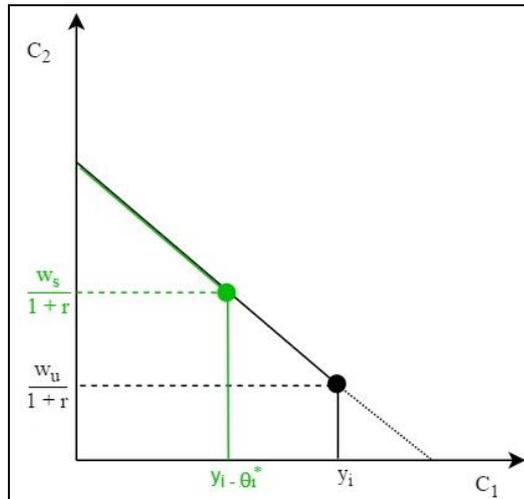
**Gráfico 6. Restricción presupuestaria con costo de la educación ( $\theta_i$ ) intermedio**



Fuente: Elaboración: propia, 2017.

Un elemento adicional a tomar en consideración es la existencia de restricciones de liquidez. Estas que generan que las personas no puedan extender su consumo presente hasta todo el ingreso posible que tendrán en el futuro en caso estas no existieran, sino que lo máximo que pueden consumir es  $y_i$ . Así, la restricción presupuestaria estaría truncada (lo que se representa mediante una línea vertical en las curvas) a la altura de  $y_i$  y  $y_i - \theta_i^*$ , tal como se muestra en el gráfico 7.

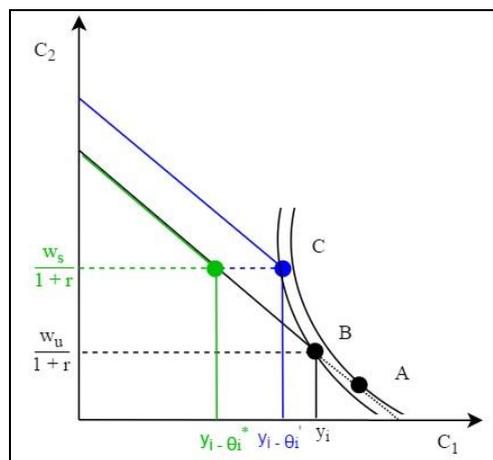
**Gráfico 7. Restricción presupuestaria con restricción de liquidez**



Fuente: Elaboración: propia, 2017.

Cuando la restricción de liquidez se activa, el agente se encontraría en la zona de la restricción presupuestaria en la que el consumo inicial es mayor al ingreso (i.e.  $c_1 > y_i$ , la zona punteada a la derecha de  $y_i$  y la curva de indiferencia pasaría por esa zona). Luego, la restricción de liquidez obligaría a las personas a estar en un punto como B en vez de A (gráfico 8). Finalmente, para volver a ser indiferentes entre las dos decisiones tendríamos un nuevo  $\theta'_i$  que haría indiferente entre estudiar y no estudiar. Pero, esta vez sería menor, es decir  $\theta'_i < \theta_i^*$ , como se necesita un costo más bajo para empezar a estudiar, había personas que estudiaban gracias al costo  $\theta_i^*$ , pero ya no pueden estudiar bajo el costo  $\theta'_i$ , es decir la cantidad de personas educadas disminuye.

**Gráfico 8. Restricción presupuestaria con restricción de liquidez y punto de indiferencia entre educarse y no educarse**



Fuente: Elaboración: propia, 2017.

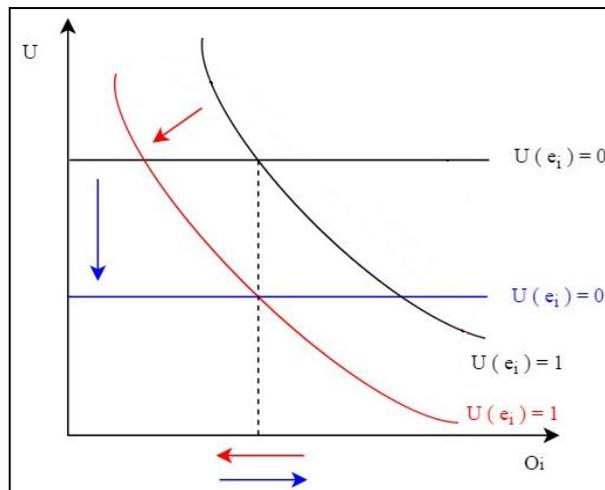
Finalmente, una segunda forma gráfica de abordar el problema de optimización es ilustrando la función de utilidad que depende de  $\theta_i$ . Si se tiene:

$$U(e_i = 1|y_i, \theta_i) = \ln(\varphi_i y_i - \theta_i) + \ln(w_s) \quad (11.1)$$

$$U(e_i = 0|y_i, \theta_i) = \ln(\varphi_i y_i) + \ln(\gamma_i w_u) \quad (11.1)$$

Donde  $U(e_i = 0)$  no depende de  $\theta_i$  y, por ende, es horizontal.  $U(e_i = 1)$ , en cambio, guarda una relación negativa con  $\theta_i$ , de modo que cuando el costo es bajo el agente prefiere educarse y viceversa. Ambas situaciones son representadas por las curvas de color negro en el gráfico 9. Luego, cuando ocurre un *shock* climático adverso que afecta tanto el ingreso y el salario futuro (i.e.  $\varphi_i < 1$  y  $\gamma_i < 1$ ) el ingreso cae, con lo que  $U(e_i = 1)$  cae también. Ello conlleva a que  $\theta_i$  decaiga. De otro lado, para  $U(e_i = 0)$ , cuando ocurre un *shock* adverso, la utilidad disminuye y las fuerzas llevan a que  $\theta_i$  aumente, ambos efectos se compensan y el efecto final dependerá de los parámetros específicos como el nivel de ingreso y valor del *shock*.

**Gráfico 9. Utilidad de educarse o no educarse como función del costo de educarse ( $\theta_i$ )**



Fuente: Elaboración: propia, 2017.

Para encontrar cuál de los dos efectos es superior, se puede evaluar el cambio de la utilidad ante variaciones de  $\varphi_i$  y  $\gamma_i$ , es decir, el diferencial total de la utilidad cuando el agente se educa versus cuando no se educa. Asimismo, cuando  $U(e_i = 1)$  es más sensible que  $U(e_i = 0)$  se tiene que la fuerza que hace decaer a  $\theta_i$  es mayor, con lo que el costo hace al agente indiferente sería menor y las personas en el margen dejarían de educarse ya que deja de ser rentable. Eso ocurrirá toda vez que:

$$dU(e_i = 1) - dU(e_i = 0) > 0 \quad (12.1)$$

$$\frac{\partial U(e_i = 1)}{\partial \varphi_i} d\varphi_i - \frac{\partial U(e_i = 0)}{\partial \varphi_i} d\varphi_i - \frac{\partial U(e_i = 0)}{\partial \gamma_i} d\gamma_i > 0 \quad (12.1)$$

$$\frac{\partial U(e_i = 1)}{\partial \varphi_i} d\varphi_i > \frac{\partial U(e_i = 0)}{\partial \varphi_i} d\varphi_i + \frac{\partial U(e_i = 0)}{\partial \gamma_i} d\gamma_i \quad (12.3)$$

$$\frac{y_i}{\varphi_i y_i - \theta_i} > \frac{1}{\varphi_i} + \frac{1}{\gamma_i} = \frac{\varphi_i + \gamma_i}{\varphi_i \gamma_i} \quad (12.4)$$

$$\theta_i > \frac{\varphi_i^2 y_i}{\varphi_i + \gamma_i} \quad (12.5)$$

Así, puede observarse la presencia de dos fuerzas que se contraponen ante la decisión de educarse. Cabe resaltar que la fuerza predominante dependerá del valor del *shock* y el valor del ingreso. De esta manera, cuando el *shock* sea alto, el efecto que tiene la curva  $U(e_i=1)$  será mayor, y ante un *shock* adverso el costo crítico  $\theta_i$  decae, con lo que se hace menos posible estudiar. Mientras que ante un  $\theta_i$  bajo, el *shock* lo hará aumentar.

Finalmente, se puede afirmar que el costo de estudiar que determina la cantidad de educación que tomará una persona está determinado por los *shocks* climáticos. De esta manera, los modelos econométricos se centrarán en intentar indagar respecto de esta relación, entre *shocks* climáticos y educación.

## 2. Descripción de los datos

Para estudiar la relación entre los *shocks* climáticos y la acumulación de capital humano se utilizará, en primer lugar, la información de corte transversal de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) elaborada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), entre los años 2004 y 2015 con lo que se arma un *pool* de datos. La unidad de análisis son hogares y sus miembros. Cabe resaltar que esta encuesta es representativa en el ámbito nacional y regional y que viene siendo realizada desde 1997; no obstante, la información sistematizada bajo la metodología actualizada se encuentra disponible desde el 2004.

La ENAHO está dividida en un total de 29 módulos, cada uno de los cuales contiene preguntas con características similares, en donde algunos están a nivel de hogar y otros de individuos. Los módulos a ser utilizados en la elaboración del presente estudio – todos a nivel de individuo – son: (i) módulo 200: características de los miembros del hogar; (ii) módulo 300: educación; (iii)

módulo 400: salud; y, (iv) módulo 500: empleo e ingresos. Asimismo, para fines de la presente investigación resulta pertinente la disponibilidad de preguntas del distrito de residencia y distrito, mes y año de nacimiento. Esto permite imputar a cada individuo la temperatura a la que estuvo expuesto a lo largo de su vida.

Según sea el caso y la especificación que se esté trabajando, la variable dependiente podrá estar definida como (i) años de educación, (ii) probabilidad de terminar secundaria, e (iii) ingresos laborales de la persona. Para que los ingresos sean comparables en el tiempo este se estandariza por provincia de manera tal que la interpretación se realiza en términos de desviaciones estándar.

Dado que seguir a una persona a lo largo del tiempo resulta complicado y reduciría significativamente el número de observaciones, para fines de la presente investigación la muestra contiene solo a personas que hayan nacido en el mismo distrito en el que fueron encuestadas, es decir, nunca se mudaron, lo que permite imputarles no solo las condiciones climáticas a las que estuvieron expuestas durante la etapa prenatal, sino también durante sus primeros quince años de vida. De igual forma, esta muestra contiene únicamente a la población rural, pues son los principales expuestos y más vulnerables a *shocks* climáticos.

En la tabla 3 se muestran las estadísticas descriptivas de la muestra total y de la submuestra sobre la cual se hará el análisis, es decir, aquellas personas que viven en el ámbito rural y que no se han mudado. Como puede observarse, los años promedio de educación dentro de la submuestra son inferiores a la total. Esto no es de extrañarse pues, como se mostró anteriormente, en términos generales los indicadores de capital humano son inferiores en la zona rural que en la urbana, lo que se agudiza si se considera que el análisis es realizado sobre individuos que no se mudaron durante lo largo de su vida, es decir, probablemente los menos competitivos. De igual forma, la probabilidad de acabar secundaria es mayor en la muestra total

**Tabla 3. Estadísticos descriptivos**

<b>Variable</b>	<b>Número</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. estándar</b>
<b>Muestra</b>			
Años de educación	849.119	8,50	4,68
Ingresos laborales	225.602	0	1
Secundaria	849.119	0,44	0,50
<b>Submuestra</b>			
Años de educación	507.756	7,68	4,63
Ingresos laborales	113.785	0	1
Secundaria	507.756	0,36	0,48

Fuente: ENAHO. Elaboración propia, 2017.

La información del clima se obtuvo de la Climatic Research Unit (CRU) en la University of East Anglia (UEA). Esta base de datos consta de información sobre temperatura y precipitación recopilada con frecuencia mensual entre enero de 1949 y diciembre de 2014. La temperatura y precipitación se reporta en cuadrículas de  $0,5 \times 0,5$ . Asimismo, como los distritos típicamente abarcan más de una cuadrícula, para calcular la correspondiente a un distrito se toma el promedio ponderado de los valores de las cuadrículas que le corresponden. De esta manera, la información de clima y temperatura se construyó a nivel distrital y con frecuencia mensual.

Finalmente, cabe resaltar que, para el caso específico de la precipitación, debido a la naturaleza de la variable, está truncada en cero, pues no existe la precipitación negativa. Por tal motivo, se tomarán únicamente los *shocks* positivos, pues los *shocks* negativos en realidad son simplemente los casos en los que la precipitación fue cero.

### **3. Métodos**

#### **3.1 Definición de *shock***

Siguiendo lo señalado en el capítulo II, los *shocks* pueden definirse como la realización de eventos no esperados que generan pérdidas de bienestar (Sinha y Lipton, 2000). Por tal motivo, el siguiente paso consiste en definir el *shock* desde el punto de vista estadístico para lo que se utilizará una definición principal y otras secundarias.

Para capturar *shocks* a la productividad económica que sean significativos y, a la vez, ortogonales a potenciales factores de confusión (*confounding factors*), se debe identificar aquellos años en los que un elemento particular del clima (p.e. temperatura o precipitación) estuvo inusualmente por encima o por debajo de lo normalmente experimentado en una ubicación en particular. Una estrategia comúnmente empleada en la literatura consiste en utilizar la desviación de la media durante un periodo de tiempo, ya sea en niveles (Paxson, 1992; Fafchamps *et al.*, 1998; Rose, 1999; Jayachandran, 2006; Tiwari y Jacoby, 2013), porcentaje (Dercon, 2004) o en desviaciones estándar (Hidalgo *et al.*, 2010). No obstante, como señalan Burke *et al.* (2015), ninguno de estos métodos resulta útil cuando se quiere sumar *shocks* a lo largo del tiempo, pues años en donde, por ejemplo, la temperatura estuvo inusualmente alta neutralizarían a aquellos en donde estuvo muy por debajo y, por ende, se observaría una reversión a la media.

Una forma de hacer frente a lo mencionado en el párrafo anterior consiste en construir un indicador para el clima que, en lugar de continuo, sea binario y que permita identificar en qué años, estaciones o periodos hubo o no un *shock*. En ese sentido, se define a un *shock* negativo

como temperatura (o precipitación) en donde se observaron valores por debajo de un umbral dado por la distribución de este elemento climático en un lugar determinado y, por otro lado, un *shock* positivo como temperatura (o precipitación) con valores por encima de otro umbral dado también por esta distribución. Para este caso particular, la definición principal a ser utilizada para hacer referencia a un *shock* negativo (positivo) es la realización bajo (sobre) un percentil predeterminado en la distribución del clima o temperatura en un distrito particular.

Ahora bien, la literatura existente no proporciona estimados definitivos de los percentiles sobre o bajo los cuales un *shock* puede ser definido. Por tal motivo, para efectos de la presente investigación se define un *shock* negativo de temperatura (o de frío) cuando la temperatura observada estuvo bajo el percentil 10 de la distribución del clima por distrito durante el periodo 1949-2014. De igual forma, un *shock* positivo de temperatura (o de calor) se definirá como temperatura sobre el percentil 90 de la distribución del clima por distrito durante el mismo periodo. Esta lógica es análoga para el caso de la precipitación. En ambos casos esta será tratada como la definición principal; no obstante, las especificaciones para los percentiles 15 y 85 para *shocks* negativos y positivos, respectivamente, se mostrarán en los anexos como pruebas de robustez.

Otra consideración a tener en cuenta en la definición del *shock* son los periodos sobre los cuales se construyen. En este caso, se utilizan dos posibles construcciones. Por un lado, los *shocks* en el útero (prenatales) que determinan si es que, en promedio, la temperatura o precipitación a la que el niño estuvo expuesto estuvo por encima o por debajo de ambos valores críticos. Este promedio se construye de la siguiente manera:

$$\bar{x}_9 = \sum_{i=0}^8 \frac{x_{t-i}}{9} \quad (13)$$

Donde  $\bar{x}_9$  es la temperatura o precipitación promedio a la que se estuvo expuesto durante la gestación,  $x$  es la temperatura observada en el mes  $t - i$  anterior a su mes de nacimiento. Por otro lado, para la construcción del *shock* al que el individuo estuvo expuesto durante su primer año de vida (y así hasta los quince años) se emplea la siguiente fórmula:

$$\bar{x}_j = \sum_{i=12j-11}^{12j} \frac{x_{t+i}}{12} \quad (14)$$

Donde  $\bar{x}$  es la temperatura promedio durante el año  $j$  de vida (donde  $j = 1, \dots, 15$ ) y  $x_t$  es el mes y año de nacimiento. En el caso del primer año, se promedia la temperatura de los primeros 12 meses de vida, para el segundo el promedio entre los meses 13 y 24 y así sucesivamente hasta el promedio entre los 168 y 179 meses de vida que corresponden a 15 años. En los dos casos mencionados se compara el promedio con los valores críticos correspondientes a los percentiles 10 y 90 de la distribución. Si durante un año, este toma un valor inferior al valor crítico del percentil 10, una nueva variable dicotómica,  $d_s(\bar{x}_j)$ , adquiere el valor de 1 y 0 de otro modo. De igual forma, si durante ese mismo año el promedio toma un valor superior al valor crítico del percentil 90, otra nueva variable  $d_s(\bar{x}_j)$  toma el valor de 1 y 0 de otro modo.

Finalmente, para efectos de la estimación de la regresión principal se procede a agrupar los *shocks* posnatales en grupos de cinco años, siguiendo lo propuesto por Milett y Shah (2012). No obstante, a diferencia de lo trabajado por las autoras, al momento de agrupar los *shocks* se diferenciarán los negativos de los positivos. Esto se realiza empleando la siguiente fórmula:

$$shock_{ks} = \sum_{j=k-4}^k d_s(\bar{x}_j) \quad (15)$$

Donde  $k$  toma los valores de cinco, diez o quince; el signo  $s$  puede ser positivo (p) o negativo (n),  $d_s(\bar{x}_j)$  representa la variable dicotómica antes mencionada y creada a partir de  $\bar{x}_j$ . En cada intervalo se suman las cinco variables dicotómicas positivas o negativas, según sea el caso.

Una aproximación alternativa para la creación de variables dicotómicas que indiquen la presencia o ausencia de *shocks* es la definición utilizada por Molina y Saldarriaga (2016). En este caso, en lugar de valores críticos los autores definen los umbrales a partir de número de desviaciones estándar por encima o debajo de la media. Las estimaciones bajo esta definición se realizan como pruebas de robustez y se definen dos umbrales:  $\pm 1$  desviación estándar,  $\pm 1,5$  desviaciones estándar y  $\pm 2$  desviaciones estándar. Aquellos valores que estén por encima serán *shocks* positivos y los que estén por debajo serán *shocks* negativos. Bajo esta definición, el primer paso consiste en hallar la media por distritos y la desviación por distritos y, posteriormente, para el caso del periodo prenatal, aplicar la siguiente fórmula:

$$SD_{myt} = \frac{1}{9} \sum_{i=t-8}^t \frac{x_{myr} - \bar{x}_m}{\sigma_m} \quad (16)$$

Para un niño nacido en el distrito  $m$  en el año  $y$  y mes  $t$ ,  $x_{myr}$  es la temperatura (o precipitación) mensual promedio en el distrito en el mes  $i$  antes del nacimiento del niño,  $\bar{x}_m$  es la temperatura (o precipitación) promedio histórico del distrito  $m$  para el periodo 1949-2014 y  $\sigma_m$  es la desviación estándar de la temperatura (o precipitación) observada durante dicho periodo en el distrito  $m$ . Así,  $SD_{myt}$  indica el número de desviaciones estándar promedio durante los nueve meses de gestación lo que capta la variabilidad climática a la que el niño estuvo expuesto durante la etapa prenatal. Se interpretará como *shocks* los promedios  $SD_{myt}$  que estén por encima (o debajo) de  $k$  desviaciones estándar, donde  $k = \{1, 1.5, 2\}$ .

De manera análoga, se pueden definir los *shocks* a los diferentes años de vida de la persona, la diferencia es que en vez de tomar la suma de los nueve meses pasados toma la suma de los siguientes doce meses. Posteriormente, se recogen los valores futuros de la desviación estándar a través de la siguiente fórmula:

$$\bar{x}_j = \frac{1}{12} \sum_{i=12j-11}^{12j} \frac{x_{myr} - \bar{x}_m}{\sigma_m} \quad (17)$$

Donde, al igual que en el caso anterior,  $j$  toma los valores de 1 a 15 y la fórmula está tomando el promedio en desviaciones estándar de cada valor. Los siguientes pasos son similares al enfoque de los percentiles en donde se crean variables dicotómicas que recogen si en cada uno de los años el individuo estuvo expuesto a *shocks* positivos o negativos. Luego, estos se agrupan en intervalos de cinco años.

### 3.2 Regresión a estimar

En esta sección se procede a especificar las regresiones pertinentes. En primer lugar, se presentan las regresiones principales (para temperatura y precipitación), las mismas que serán estimadas para las tres variables dependientes propuestas: (i) años de educación, (ii) probabilidad de terminar secundaria; y, (iii) ingresos laborales. Esto se realiza siguiendo lo propuesto por Milett y Shah (2012) y Burke *et al.* (2015). Posteriormente, se presentan las ecuaciones a partir de las cuales se realizarán las pruebas de falsificación y la validación de mecanismos.

## Regresión principal

Para el análisis los efectos de los *shocks* de temperatura, la ecuación principal a estimar es de forma lineal y está definida por:

$$\begin{aligned} y_{iptd} = & \beta_0 + \beta_1 Shock_{9m_n} + \beta_2 Shock_{5a_n} + \beta_3 Shock_{10a_n} + \beta_4 Shock_{15a_n} \\ & + \beta_5 Shock_{9m_p} + \beta_6 Shock_{5a_p} + \beta_7 Shock_{10a_p} + \beta_8 Shock_{15a_p} \\ & + \gamma_p + \gamma_t + \gamma_d + e_{iptd} \end{aligned} \quad (18)$$

Donde  $y_{iptd}$  toma todos los valores de cada variable dependiente (años de educación, probabilidad de terminar secundaria e ingresos laborales) para todos los  $i$  individuos, nacidos en el periodo (mes y año)  $p$ , encuestados en el año  $t$  en el distrito  $d$ . Los parámetros de interés son  $\beta_1$  a  $\beta_8$ . Los efectos fijos utilizados son a nivel de periodo (mes y año) de nacimiento ( $\gamma_p$ ), año de la encuesta ( $\gamma_t$ ) por el *pool* de datos utilizado con cortes entre el 2004 al 2015 lo que recoge las distintas circunstancias y coyunturas de cada año. Asimismo, efectos fijos por distrito ( $\gamma_d$ ) que permite la comparación entre personas dentro del mismo distrito. De esta forma, se estarían comparando individuos nacidos en el mismo distrito, mes y año y que fueron encuestados en el mismo periodo. Cabe resaltar que para atender el problema de una potencial correlación espacial del clima se incluyen conglomerados (*clusters*) por provincia.

Para el caso las variables educativas, los signos esperados de los coeficientes  $\beta_1$  a  $\beta_4$  son positivos, en tanto que un *shock* de frío debería reducir el costo de oportunidad de educarse, lo que incrementa tanto los años de educación y, por ende, la probabilidad de acabar secundaria. De otro lado, los coeficientes  $\beta_5$  a  $\beta_8$  tienen signos esperados negativos al estar relacionados al incremento del costo de oportunidad de educarse en un contexto de mejores condiciones climáticas en el ámbito rural. Los signos esperados de los coeficientes en la ecuación de ingresos laborales deberían ser iguales al estar correlacionado positivamente con los años de educación alcanzados por el individuo.

Como se mencionó previamente, la precipitación tiene la característica particular de que se encuentra truncada en cero. De igual forma, se dijo que la función de densidad de esta concentra la mayor parte de sus observaciones en este valor. Si bien es cierto que la ausencia de lluvia – es decir, la sequía – puede ser definida como un *shock* climático, el comportamiento de este fenómeno en el Perú conllevaría a erróneamente atribuir un *shock* negativo en distritos en donde

este comportamiento es el usual. Por tal motivo, para el análisis de los efectos de la precipitación, la ecuación principal está definida por:

$$y_{iptd} = \beta_0 + \beta_1 Shock_{9m_p} + \beta_2 Shock_{5a_p} + \beta_3 Shock_{10a_p} + \beta_4 Shock_{15a_p} + \gamma_p + \gamma_t + \gamma_d + e_{iptd} \quad (19)$$

Donde se definen las variables de igual forma que en la ecuación (6) y se sigue la misma lógica. En este caso, sin embargo, los parámetros de interés son  $\beta_1$  a  $\beta_4$ . Los signos esperados para estos coeficientes son negativos en el caso de variables educativas. Esto se justifica en que, a mayores lluvias y mayor disponibilidad de agua, la producción agrícola en el ámbito rural se torna más productiva lo que incrementa el costo de oportunidad de educarse. Esto, entonces, genera que los niños en edad escolar no acudan a la escuela y acumulen menos años de educación, ello dificulta acabar la secundaria. Este comportamiento debería reflejarse en el caso de los ingresos, pues el canal de transmisión para mayores ingresos es mayor educación.

### **Pruebas de falsificación**

De acuerdo a lo sugerido en el acápite anterior, los *shocks* climáticos (temperatura y precipitación) impactan sobre la acumulación de capital humano, vista como años de educación. Ahora, esto debería ocurrir para aquellos *shocks* a los que la persona se vio expuesta durante su etapa escolar y que, por ende, interfirieron en el proceso de acumulación de años de educación. A partir de lo mencionado se puede afirmar que, de cumplirse la hipótesis, aquellos *shocks* a los que el individuo se expone durante su vida adulta, por ejemplo, a los treinta años, no deberían afectar los años de educación reportados.

Para lograr dicho fin, se propone la inclusión de una prueba de falsificación en la presente entrega y, como agenda pendiente de investigación, en la sección final se expondrá brevemente la segunda. Así, la primera prueba busca incluir *shocks* climáticos a los que el individuo estuvo expuesto durante su adultez y, por ende, no deberían interferir en la decisión de educarse durante la etapa escolar. Siguiendo lo propuesto en las ecuaciones (14) y (15), se construyen variables que agregan el número de *shocks* (positivos por un lado y negativos por el otro) a los que el individuo estuvo expuesto entre los 25 y 30 años, entre los 31 y 35 años y entre los 36 y 40 años. Así, la nueva ecuación a estimar es:

$$y_{iptd} = \theta_0 + \theta_1 shock_{30an} + \theta_2 shock_{35an} + \theta_3 shock_{40an} + \theta_4 shock_{30ap} + \theta_5 shock_{35ap} + \theta_6 shock_{40ap} + \beta X + \gamma_t + \gamma_d + e_{iptd} \quad (20)$$

Donde, al igual que en (18),  $y_{iptd}$  representa la variable dependiente de interés, los parámetros de interés son  $\theta_1$  a  $\theta_6$  en donde los tres primeros están asociados a *shocks* negativos y los restantes a positivos y cuyos valores esperados son cero. Asimismo,  $X$  incluye como controles los *shocks* entre uno y quince años. De esta forma, los *shocks* a los que la persona se expone luego de finalizar su etapa escolar no deberían afectar a la educación. Por otro lado, utilizando esta misma lógica, la ecuación (7) que hace referencia la precipitación podría reescribirse para este fin como:

$$y_{iptd} = \theta_0 + \theta_1 shock_{30ap} + \theta_2 shock_{35ap} + \theta_3 shock_{40ap} + \gamma_p + \gamma_t + \gamma_d + e_{iptd} \quad (21)$$

Donde los parámetros de interés son  $\theta_1$  a  $\theta_3$  asociados a periodos de precipitación extrema y sus valores esperados son cero.

### Mecanismos

Un último punto pendiente es el de verificar los mecanismos mediante los cuales los *shocks* climáticos impactan sobre la decisión de los padres de que sus hijos estudien o no estudien en función al costo de oportunidad al que se enfrentan en distintas etapas de su vida, como consecuencia de cambios en las condiciones climáticas. Como se mencionó, son cuatro los mecanismos mediante los cuales se validará el impacto temporal de los *shocks* climáticos: (i) asistencia al colegio, (ii) abandono escolar, (iii) retraso escolar, y (iv) uso del tiempo. En donde los tres primeros son variables dicotómicas construidas a partir de la ENAHO 2004-2014 y contiene niños que al momento de la encuesta tenían entre seis y dieciséis años y, el último, es una variable continua, construida también a partir de la ENAHO. Es importante resaltar que si bien esta encuesta es representativa a nivel nacional no se trata de la misma población utilizada en las regresiones principales al no existir información disponible de un mismo individuo durante su infancia y adultez.

Para la validación de los tres primeros mecanismos sobre la temperatura, la ecuación a estimar es de forma lineal y está definida por:

$$y_{iptd} = \beta_0 + \beta_1 Shock_t^n + \beta_2 Shock_{t-1}^n + \beta_3 Shock_t^p + \beta_4 Shock_{t-1}^p + \gamma_p + \gamma_t + \gamma_d + e_{iptd} \quad (22)$$

Donde  $y_{iptd}$  toma todos los valores de cada variable dependiente (asiste, abandono y retraso)<sup>1</sup> para todos los  $i$  niños, nacidos en el periodo (mes y año)  $p$ , encuestados en el año  $t$  en el distrito  $d$ . Los parámetros de interés son  $\beta_1$  a  $\beta_4$  y  $Shock_t^n$  se refiere a un *shock* de frío ocurrido en el año  $t$  de vida del niño,  $Shock_{t-1}^n$  a un *shock* de frío ocurrido en el año  $t - 1$ , y de manera análoga para los *shocks* de calor. Al igual que en las ecuaciones (18) y (19), los efectos fijos utilizados son a nivel de periodo (mes y año) de nacimiento ( $\gamma_p$ ), año de la encuesta ( $\gamma_t$ ) y por distrito ( $\gamma_d$ ) de nacimiento o residencia y se incluyen *clusters* a nivel provincia. En línea con lo mencionado al especificar la regresión principal, los signos esperados para los coeficientes  $\beta_1$  y  $\beta_2$  son positivos para la variable asiste y negativos para abandono y retraso. Por otro lado, los de  $\beta_3$  y  $\beta_4$  deberían ser negativos para asiste y positivos para abandono y retraso.

Por otro lado, y de manera muy similar, para el caso de los *shocks* de precipitación, la ecuación a estimar está definida por:

$$y_{iptd} = \beta_0 + \beta_1 Shock_t^p + \beta_2 Shock_{t-1}^p + \gamma_p + \gamma_t + \gamma_d + e_{iptd} \quad (23)$$

Donde, en este caso, los parámetros de interés son  $\beta_1$  y  $\beta_2$ , cuyos signos esperados son negativos para el caso de asistencia escolar y positivos para abandono y retraso escolar, lo que guarda coherencia con los signos esperados de los coeficientes de la regresión principal definida en la ecuación (19).

Con respecto al cuarto mecanismo, uso del tiempo, su lógica radica en el supuesto de que uno de los canales de transmisión mediante el cual opera el efecto del clima en las zonas rurales sobre la educación son las horas trabajadas ya que los individuos – de todas las edades y en distinta forma – se enfrentan a la disyuntiva estudio-trabajo. Así, cuando el clima es poco favorable para la cosecha, el costo de oportunidad de ir a estudiar cae y con eso es más atractivo el ir al colegio y viceversa.

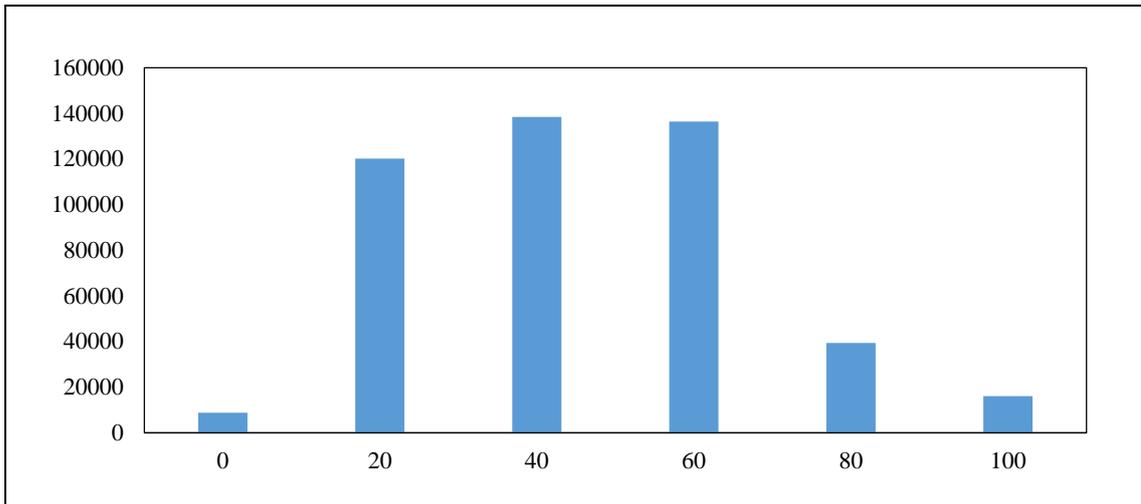
Para probar esta hipótesis se usará la ENAHO que contiene la cantidad de horas trabajadas para personas mayores de 14 años. Es importante recordar que, cuando la persona no trabaja, sus horas efectivas de trabajo son cero y, por tanto, la distribución se encuentra censurada por la izquierda

---

<sup>1</sup> En donde *asiste* toma el valor de 1 cuando el niño asiste al colegio (y está matriculado) en  $t$  y 0 cuando no (sea por que reporta no estar matriculado o estar matriculado, pero no asistir); *abandono* toma el valor de 1 cuando el niño estuvo matriculado en  $t - 1$  pero no está matriculado en  $t$  y 0 cuando el niño estuvo matriculado en  $t - 1$  y  $t$ ; y *retraso* toma el valor de 1 cuando el niño tiene la edad que corresponde para los años de educación acumulados y 0 cuando no.

(gráfico 10). Por este motivo, el método de estimación adecuado es conocido como Tobit, que utiliza máxima verosimilitud (MV) para obtener dos conjuntos de información. Se tendría, por un lado, información de cuando las personas efectivamente participan en el mercado laboral y, a la vez, información de las personas que no participan en el mercado laboral.

**Gráfico 10. Horas trabajadas (ENAH0)**



Fuente: ENAH0. Elaboración propia, 2017.

A partir de lo mencionado, es posible partir la muestra en dos: cuando las horas trabajadas son iguales a cero y cuando son mayores a cero. En este último caso sería posible observar tanto las horas que se desea trabajar como las efectivamente trabajadas, mientras que, en el primero, no es posible observar las horas de trabajo deseadas sino un cero únicamente. Se define, entonces, la variable latente  $y_i^*$  como horas deseadas de trabajo y la variable  $y_i$  como horas observadas de modo que cuando las personas trabajan cero es porque en realidad sus horas deseadas de trabajo pueden ser negativas. Así, se definen los tramos de la variable observada y sus respectivas probabilidades como:

$$\begin{aligned}
 & \text{Si } y_i = 0, \text{ entonces: } y_i^* \leq 0 \text{ con } f(0 | x_i) = \Pr(y_i^* \leq 0 | x_i) \\
 & \text{Si } y_i \geq 0, \text{ entonces: } y_i^* \geq 0 \text{ con lo que } y_i = y_i^* \text{ por tanto, } f(y_i | x_i) = f(y_i^* | x_i)
 \end{aligned} \tag{24}$$

En un contexto de MV, se puede definir la función de distribución del error de la ecuación como normal, de manera que la ecuación a estimar sea partida en dos, una para los valores positivos de la variable observada y otra para los valores iguales a cero de la misma con lo que se tendría:

$$LnL = \sum_{y>0} \ln\left(\frac{1}{\sigma} \phi\left(\frac{y_i - x_i\beta}{\sigma}\right)\right) + \sum_{y=0} \ln(1 - \Phi\left(\frac{x_i\beta}{\sigma}\right)) \quad (25)$$

### 3.3 Estrategia de identificación

Diversas investigaciones económicas realizadas durante los últimos años han buscado encontrar efectos causales a través de aleatorizaciones. Estas consisten en encontrar variaciones exógenas a las decisiones de los individuos que afecten una variable dependiente de interés. En el presente caso, las variables de interés son resultados educativos y de productividad en tanto que la variación exógena está dada por el clima. Como Kumar, Molitor y Vollmer (2014) argumentan, los *shocks* climáticos pueden entenderse como un cuasi experimento en donde a algunas personas les toca vivir en un periodo en el cual hubo un evento climático extremo y, a otras, no. Se podría argumentar que algunas personas conocen el clima, en tanto existen pronósticos del tiempo; sin embargo, esos pronósticos se encuentran recogidos en los efectos fijos por distrito añadidos en el modelo. Es decir, si bien dentro de un mismo distrito se puede predecir el clima promedio, los *shocks* bajo la definición empleada son impredecibles, pues no forman parte de los pronósticos de tiempo y, por tanto, son exógenos.

Asimismo, se puede afirmar que las personas toman los *shocks* climáticos de manera inesperada y no son parte de sus decisiones de mudarse. En efecto, las personas de la muestra utilizada son personas que han decidido no mudarse, ya sea por factores climáticos o idiosincráticos. De esta manera, es posible afirmar que los *shocks* climáticos ocurren de manera exógena a la persona y no presentarían los problemas usuales de endogeneidad. Así, la estrategia de identificación sería una regresión por medio de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) como la definida previamente. Finalmente, cabe resaltar que, por las características propias de esta muestra, el análisis es válido solo para esta.

## Capítulo IV. Análisis de resultados

En la presente sección se presentan los resultados correspondientes a las regresiones principales, definidas en las ecuaciones (18) y (19). Como se mencionó, ambas especificaciones son de forma lineal e incluyen efectos fijos por periodo (mes y año) de nacimiento, año de la encuesta y distrito de nacimiento/residencia. De igual forma, los errores estándar se encuentran en conglomerados por provincia.

De acuerdo a lo definido en la ecuación (18), los años de educación, probabilidad de terminar secundaria y los ingresos laborales pueden ser explicados por *shocks* de frío (Sh\_p10) o de calor (Sh\_p90) ocurridos durante la gestación y durante los primeros quince años de vida de la persona. Asimismo, de acuerdo a la ecuación (19) estas variables pueden ser explicadas también por *shocks* positivos de precipitación (Sh\_p90). En la tabla 4 pueden observarse los resultados obtenidos bajo esta especificación para las tres variables dependientes propuestas para temperatura y precipitación. Como puede corroborarse, los *shocks* de frío incrementan los años de educación y la probabilidad de terminar secundaria, mientras que los *shocks* de calor entre los 11 a 15 años disminuyen la probabilidad de terminar secundaria.

De esta forma, se puede pensar en dos efectos contrapuestos. Por un lado, los *shocks* de frío aumentan la educación y un *shock* de calor la disminuye. Asimismo, la precipitación impacta negativamente en los años de educación y también en los ingresos. También, los *shocks* negativos de temperatura son aquellos que desfavorecen la agricultura y aumentan los años de educación mientras que los *shocks* positivos de precipitación desfavorecen la educación.

Para tener una idea de la magnitud del efecto, se puede comparar el coeficiente con el promedio de la variable dependiente. Así, un *shock* de frío a los 9 meses aumenta en 0,2 años de educación de un promedio de 6 años, es decir, un cambio de 3,3%. Un *shock* frío entre 6 y 10 años tiene el mismo impacto en los años de educación y, entre los 11 y 15 años, afecta en 6,7%. Cuando se evalúa la probabilidad de terminar secundaria, los efectos se encuentran entre 1,5 pp. y 3 pp. que, de los 23 pp. de terminar secundaria, representan el 6,5 y 13%. Por otro lado, los *shocks* de calor entre 6 y 10 años y entre 11 y 15 años disminuyen la probabilidad de acabar secundaria en 6,8 pp. y 9,7 pp., respectivamente, y los positivos de precipitación para este mismo periodo disminuyen los años de educación en 3,6 y 4,1%, respectivamente.

Una preocupación adicional es si el efecto del clima afecta por igual a hombres y mujeres. Dado que se está trabajando para el ámbito rural, es natural pensar que puede existir un sesgo de género en el momento de decidir a qué hijo mandar a estudiar y optar por preferir que sea el hombre o

viceversa. Estos estimados se presentan en la tabla 5. Como puede observarse, el efecto que prima es en el que las mujeres van más al colegio, en tanto ellas tienen coeficientes significativos. El efecto de los ingresos laborales es casi nulo (solo significativo para las mujeres expuestas a *shocks* entre 11 a 15 años) y finalmente, los efectos en secundaria son similares a los efectos en años de educación.

Una tercera inquietud es si el efecto de los *shocks* difiere por edades; es decir, si para cierto grupo de edad podría ser negativo mientras que, para otro, positivo. En la tabla 6 se muestran los resultados para la partición de la muestra. En ella se observa que los *shocks* negativos de temperatura son importantes, especialmente entre los 6 y 10 años. Los ingresos no se ven afectados por ningún *shock* de temperatura ni por edades. La probabilidad de terminar secundaria, de otro lado, se ve afectada por los *shocks* a los 9 meses, además, la probabilidad de terminar secundaria disminuye ante *shocks* positivos de precipitación, al igual que en el caso anterior. Asimismo, los *shocks* de precipitación siguen disminuyendo los años de educación y la probabilidad de terminar secundaria.

Igualmente, en el anexo 1 se puede observar la regresión principal tomando como definición de *shock* los percentiles 15 y 85 en vez de 10 y 90. Los efectos se mantienen, de igual manera, se puede observar en el anexo 1, los *shocks* definidos como desviaciones estándar en vez de percentiles, ya sea como 1, 1,5 o 2 desviaciones estándar por encima o debajo del promedio histórico. De igual forma, se mantienen los efectos.

**Tabla 4. *Shocks* de temperatura y precipitación**

Variables dependientes	Temperatura			Precipitación		
	Años de educación	Secundaria	Ingresos laborales	Años de educación	Secundaria	Ingresos laborales
Sh_p10 9 meses	<b>0,197*</b> ( <b>0,110</b> )	<b>0,0299***</b> ( <b>0,00959</b> )	-0,0292 (0,0755)			
Sh_p10 1 a 5 años	0,0808 (0,0753)	<b>0,0151***</b> ( <b>0,00535</b> )	0,0330 (0,0672)			
Sh_p10 6 a 10 años	<b>0,239***</b> ( <b>0,0799</b> )	<b>0,0243***</b> ( <b>0,00538</b> )	0,0105 (0,0561)			
Sh_p10 11 a 15 años	<b>0,419***</b> ( <b>0,102</b> )	<b>0,0506***</b> ( <b>0,00845</b> )	0,00477 (0,0710)			
Sh_p90 9 meses	0,0740 (0,112)	-0,0194 (0,0156)	-0,0212 (0,0646)	-0,0750 (0,112)	-0,0140 (0,0114)	-0,0506 (0,0546)
Sh_p90 1 a 5 años	0,0444 (0,0789)	-0,0146 (0,00916)	-0,0454 (0,0341)	0,0325 (0,106)	0,000135 (0,0131)	<b>-0,106***</b> ( <b>0,0382</b> )
Sh_p90 6 a 10 años	0,0238 (0,0713)	<b>-0,0159*</b> ( <b>0,00862</b> )	0,000411 (0,0263)	<b>-0,221**</b> ( <b>0,0956</b> )	-0,0152 (0,0104)	-0,0360 (0,0416)
Sh_p90 11 a 15 años	-0,0955 (0,0706)	<b>-0,0229***</b> ( <b>0,00738</b> )	0,00405 (0,0271)	<b>-0,248**</b> ( <b>0,124</b> )	-0,0141 (0,0144)	-0,0343 (0,0382)
Núm. Obs.	108,189	108,189	18,155	108,189	108,189	18,155
Promedio	6,111	0,235	0,152	6,111	0,235	0,152
R cuadrado	0,384	0,270	0,136	0,384	0,269	0,136

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

**Tabla 5. Shocks de temperatura y precipitación según sexo**

	Temperatura					
	Años de educación		Secundaria		Ingresos laborales	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Sh_p10 9 meses	0,251 (0,160)	0,0723 (0,119)	<b>0,0453***</b> <b>(0,0166)</b>	0,00498 (0,00975)	-0,0968 (0,121)	-0,181 (0,121)
Sh_p10 1 a 5 años	0,0259 (0,0964)	<b>0,162*</b> <b>(0,0909)</b>	<b>0,0192**</b> <b>(0,00888)</b>	<b>0,0146**</b> <b>(0,00578)</b>	0,114 (0,0800)	-0,0425 (0,107)
Sh_p10 6 a 10 años	0,0834 (0,0908)	<b>0,369***</b> <b>(0,103)</b>	0,0128 (0,0105)	<b>0,0304***</b> <b>(0,00623)</b>	-0,0424 (0,0630)	0,0568 (0,227)
Sh_p10 11 a 15 años	<b>0,412***</b> <b>(0,132)</b>	<b>0,444***</b> <b>(0,120)</b>	<b>0,0577***</b> <b>(0,0157)</b>	<b>0,0405***</b> <b>(0,00686)</b>	-0,0788 (0,0900)	<b>0,283*</b> <b>(0,168)</b>
Sh_p90 9 meses	0,0492 (0,131)	0,108 (0,157)	<b>-0,0379*</b> <b>(0,0193)</b>	0,00481 (0,0202)	-0,0486 (0,0854)	0,104 (0,109)
Sh_p90 1 a 5 años	0,0891 (0,0840)	-0,0352 (0,107)	-0,00851 (0,0139)	<b>-0,0392***</b> <b>(0,0122)</b>	-0,0394 (0,0417)	0,0510 (0,0614)
Sh_p90 6 a 10 años	0,0745 (0,0830)	-0,0466 (0,0852)	-0,00905 (0,0132)	<b>-0,0435***</b> <b>(0,0107)</b>	-0,0286 (0,0325)	0,0560 (0,0492)
Sh_p90 11 a 15 años	-0,0180 (0,0779)	-0,118 (0,0889)	<b>-0,0212*</b> <b>(0,0108)</b>	<b>-0,0319***</b> <b>(0,00900)</b>	-0,00484 (0,0343)	-0,0222 (0,0585)
Núm. Obs.	54.942	53.232	54.942	53.232	12.987	4.901
Promedio	7,148	5,041	0,298	0,170	0,300	-0,223
R cuadrado	0,368	0,489	0,299	0,313	0,198	0,352
	Precipitación					
	Años de educación		Secundaria		Ingresos laborales	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Sh_p90 9 meses	-0,00906 (0,157)	-0,174 (0,156)	-0,000807 (0,0203)	-0,0187 (0,0159)	-0,0164 (0,0713)	-0,0393 (0,141)
Sh_p90 1 a 5 años	0,0763 (0,132)	0,0851 (0,119)	0,0176 (0,0224)	-0,00295 (0,0128)	<b>-0,135***</b> <b>(0,0459)</b>	0,0338 (0,0788)
Sh_p90 6 a 10 años	-0,129 (0,131)	<b>-0,281**</b> <b>(0,123)</b>	-0,00476 (0,0164)	<b>-0,0264**</b> <b>(0,0125)</b>	-0,00409 (0,0410)	-0,0541 (0,0863)
Sh_p90 11 a 15 años	-0,148 (0,140)	-0,187 (0,141)	-0,00843 (0,0197)	-0,00461 (0,0123)	-0,0724 (0,0530)	0,0665 (0,0762)
Núm. Obs.	54.942	53.232	54.942	53.232	12.987	4.901
Promedio	7,148	5,041	0,298	0,170	0,300	-0,223
R cuadrado	0,368	0,488	0,298	0,310	0,198	0,351

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

**Tabla 6. Shocks de temperatura y precipitación por grupos de edad**

	Temperatura								
	Años de educación			Secundaria			Ingresos laborales		
	18 a 30	31 a 40	40 a más	18 a 30	31 a 40	40 a más	18 a 30	31 a 40	40 a más
Sh_p10 9 meses	0,00932 (0,240)	0,0849 (0,171)	-0,00983 (0,0337)	<b>0,317**</b> <b>(0,127)</b>	0,0108 (0,125)	<b>0,0355***</b> <b>(0,0104)</b>	-0,00172 (0,198)	0,0135 (0,155)	-0,00334 (0,0211)
Sh_p10 1 a 5 años	0,0896 (0,273)	<b>0,698***</b> <b>(0,246)</b>	0,0143 (0,0296)	-0,0691 (0,0871)	-0,0969 (0,102)	-0,00260 (0,00620)	0,104 (0,118)	0,156 (0,104)	0,00181 (0,00859)
Sh_p10 6 a 10 años	<b>3,693***</b> <b>(0,238)</b>		<b>0,685***</b> <b>(0,0400)</b>	-0,0821 (0,0804)	-0,0404 (0,0790)	<b>-0,0118**</b> <b>(0,00588)</b>	0,222 (0,146)	0,264 (0,317)	0,0137 (0,0132)
Sh_p10 11 a 15 años	<b>1,818***</b> <b>(0,172)</b>	0,240 (0,294)	0,0791 (0,135)	-0,0171 (0,0979)	0,0172 (0,115)	0,00397 (0,00906)	0,880 (0,885)	-0,107 (0,973)	0,0215 (0,0655)
Sh_p90 9 meses	-0,0494 (0,152)	-0,0252 (0,0730)	-0,0126 (0,0238)	0,124 (0,240)	0,0736 (0,280)	-0,0315 (0,0217)	-0,234 (0,201)	0,303 (0,188)	-0,0309 (0,0231)
Sh_p90 1 a 5 años	-0,0453 (0,0892)	-0,0162 (0,0414)	-0,0122 (0,0102)	0,101 (0,129)	<b>-0,194*</b> <b>(0,115)</b>	0,0141 (0,0137)	-0,0596 (0,153)	-0,0214 (0,104)	-0,00927 (0,0140)
Sh_p90 6 a 10 años	-0,00562 (0,0800)	0,0159 (0,0327)	-0,00224 (0,0113)	-0,136 (0,119)	-0,00595 (0,0984)	-0,00541 (0,00928)	0,143 (0,121)	0,0577 (0,0829)	0,00276 (0,0120)
Sh_p90 11 a 15 años	0,00902 (0,0833)	-0,0144 (0,0342)	-0,00485 (0,0101)	<b>-0,183*</b> <b>(0,0971)</b>	-0,0566 (0,0836)	<b>-0,0201**</b> <b>(0,00916)</b>	-0,0731 (0,118)	0,0205 (0,0929)	0,00122 (0,0118)
Núm. Obs.	36.927	9.482	36.927	47.293	4.726	47.293	23.87	3.445	23.87
R cuadrado	0,304	0,165	0,262	0,295	0,294	0,188	0,300	0,292	0,231

	<b>Precipitación</b>								
	<b>Años de educación</b>			<b>Secundaria</b>			<b>Ingresos laborales</b>		
	18 a 30	31 a 40	40 a más	18 a 30	31 a 40	40 a más	18 a 30	31 a 40	40 a más
Sh_p90 9 meses	-0,205 (0,199)	0,00102 (0,0709)	-0,0166 (0,0255)	<b>-0,262*</b> <b>(0,146)</b>	-0,173 (0,124)	<b>-0,0250*</b> <b>(0,0145)</b>	0,265 (0,234)	0,0623 (0,155)	0,0164 (0,0259)
Sh_p90 1 a 5 años	-0,167 (0,259)	<b>-0,0880**</b> <b>(0,0416)</b>	-0,0119 (0,0268)	0,0463 (0,130)	-0,00217 (0,0799)	0,00496 (0,0159)	0,106 (0,210)	<b>-0,414***</b> <b>(0,136)</b>	0,0172 (0,0273)
Sh_p90 6 a 10 años	<b>-0,319**</b> <b>(0,144)</b>	0,00293 (0,0553)	-0,0277 (0,0170)	-0,119 (0,115)	-0,00105 (0,0716)	-0,0152 (0,0117)	-0,350 (0,332)	-0,0749 (0,182)	0,00567 (0,0321)
Sh_p90 11 a 15 años	-0,219 (0,149)	0,0357 (0,0552)	-0,0282 (0,0193)	-0,185 (0,117)	-0,0399 (0,0688)	-0,0158 (0,0137)	0,0826 (0,268)	-0,194 (0,146)	0,0521 (0,0424)
Núm. Obs.	36.927	9.482	36.927	47.293	4.726	47.293	23.87	3.445	23.87
R cuadrado	0,304	0,165	0,262	0,294	0,293	0,188	0,300	0,296	0,231

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Como es sabido, el cálculo de los ingresos laborales en el ámbito rural está expuesto a errores de medición, lo que podría explicar, en parte, el poco poder explicativo de los *shocks* climáticos sobre los salarios. En efecto, en gran parte los salarios percibidos por las personas en la adultez están afectados –entre otros– por los años de educación alcanzados. Es decir, la educación opera como un canal de transmisión. Para hacer frente a dicha limitación, se propone un *proxy* de salarios mediante el uso de una variable recogida con mayor precisión por la ENAHO: el gasto. Cabe resaltar que una limitación adicional es que esta se recoge por hogar y no a nivel de individuo, por lo que resulta imposible recoger los efectos diferenciados por género. Asimismo, si el canal de transmisión es la educación, esta sería un promedio de la educación del jefe de hogar y su cónyuge.

Cuando se evalúa la variable de gasto, se encuentran resultados similares a los observados en el análisis de ingresos. Los *shocks* de calor de 1 a 5 años y de 11 a 15 años tienen un efecto negativo. Por otro lado, los *shocks* de precipitación no tienen ningún efecto en el gasto (tabla 7). Sobre los hallazgos, resulta importante agregar que al estar analizando una población específica –la población rural– cuya actividad económica principal es la agricultura, tanto la variable ingresos como gastos se ve afectada por *shocks* contemporáneos de clima, por lo que los efectos encontrados podrían estar distorsionados.

**Tabla 7. Gasto del hogar y *shocks* de temperatura y precipitación**

	Temperatura	Precipitación
Sh_p10 9 meses	-0,00174 (0,0313)	
Sh_p10 1 a 5 años	0,000414 (0,0164)	
Sh_p10 6 a 10 años	-0,0250 (0,0207)	
Sh_p10 11 a 15 años	<b>0,0407*</b> (0,0244)	
Sh_p90 9 meses	0,0197 (0,0272)	-0,0254 (0,0260)
Sh_p90 1 a 5 años	<b>-0,0625***</b> (0,0165)	-0,00113 (0,0263)
Sh_p90 6 a 10 años	-0,0127 (0,0144)	0,0194 (0,0263)
Sh_p90 11 a 15 años	<b>-0,0256*</b> (0,0137)	0,0205 (0,0247)
Núm. Obs.	108,184	108,184
R cuadrado	0,116	0,116

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Finalmente, una interrogante adicional que puede surgir es si es que la interacción entre *shocks* de temperatura y precipitación tiene algún efecto sobre las variables bajo análisis. En la tabla 8 se presentan los resultados de dicha regresión, en donde se incluyen como regresores los *shocks* individuales (temperatura y precipitación por separado) y las interacciones se realizan entre *shocks* contemporáneos. Como puede observarse, estos no son significativos.

**Tabla 8. Interacción de *shocks* de temperatura y precipitación**

	Temperatura		
	Años de educación	Secundaria	Ingresos laborales
Sh_p10 tmp y pre 9 meses	0,158 (0,329)	0,0556 (0,0365)	-0,0612 (0,192)
Sh_p10 tmp y pre 0 a 5 años	-0,296 (0,296)	-0,0169 (0,0363)	-0,132 (0,154)
Sh_p10 tmp y pre 6 a 10 años	-0,00410 (0,340)	0,0168 (0,0244)	0,0734 (0,156)
Sh_p10 tmp y pre 11 a 15 años	-0,226 (0,210)	0,0291 (0,0259)	-0,0538 (0,144)
Núm. Obs.	108,189	108,189	18,155
R cuadrado	0,384	0,270	0,136

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Se incluyeron también los shocks de temperatura y precipitación como regresores

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## 1. Sierra

En la tabla 9 se observan los diferentes *shocks* de temperatura para la sierra y selva. Respecto de la sierra, se ve que estos no afectan los años de educación en ningún caso. La probabilidad de terminar secundaria mantiene el patrón que tiene la muestra completa: los *shocks* fríos aumentan la educación mientras que los *shocks* de calor la reducen. Los ingresos laborales no se ven afectados por los *shocks*.

Cuando se evalúan los efectos de la precipitación (tabla 10) en la sierra se observa que los años de educación se ven afectados de la misma manera que la muestra completa. Asimismo, la probabilidad de terminar secundaria mantiene la relación que se tiene en la muestra total. Finalmente, no se ven efectos sobre los ingresos laborales.

Con respecto a la magnitud de los efectos, los *shocks* de frío a los que el individuo se expone durante la gestación, los primeros 5 años, entre los 6 y los 10 años (educación primaria) y entre los 11 y los 15 (educación secundaria), incrementan la probabilidad de acabar secundaria en 3 pp., 1,8 pp., 1,56 pp. y 3 pp., respectivamente; es decir, si se parte de que la probabilidad de acabar

secundaria era en promedio 21,7%, exponerse de manera individual a estos *shocks* incrementaría este valor a 24,7%, 23,6%, 23,3% y 24,7%. Asimismo, si un individuo estuviera expuesto a *shocks* de frío consecutivos entre el periodo de gestación hasta tener 15 años, su probabilidad de acabar secundaria sería 31,1%.

Por otro lado, los *shocks* de calor a los que el individuo se expone durante la gestación, edad preescolar, primaria y secundaria disminuyen su probabilidad de acabar secundaria en 6,16 pp., 3.16 pp., 3,21 pp. y 1,72 pp.; es decir, su probabilidad de acabar secundaria al exponerse de manera individual a cada uno de estos *shocks* pasaría de ser 21,7% a 15,5%, 18,5%, 18,5% y 20%, respectivamente, y a 7,5% si se expone durante toda su vida –y la etapa prenatal– a *shocks* de calor.

Finalmente, la exposición a *shocks* positivos de precipitación entre 5 y 10 años y 11 y 15 años disminuye los años de educación en 6,1 y 7,2%, respectivamente. Asimismo, la probabilidad de acabar secundaria se reduce en 2,5 pp. y 2,7 pp., respectivamente; es decir, se pasa de una probabilidad promedio de 21,7% a 19,2% y 19%, respectivamente.

**Tabla 9. *Shocks* de temperatura por dominio**

	Años de educación		Secundaria		Ingresos laborales	
	Sierra	Selva	Sierra	Selva	Sierra	Selva
Sh_p10 9 meses	0,172 (0,130)	0,284 (0,235)	<b>0,0297***</b> (0,0112)	0,0213 (0,0205)	-0,0825 (0,0887)	0,0498 (0,176)
Sh_p10 1 a 5 años	0,0575 (0,0985)	0,138 (0,0968)	<b>0,0185**</b> (0,00763)	0,00881 (0,00829)	-0,0736 (0,0870)	<b>0,156*</b> (0,0892)
Sh_p10 6 a 10 años	0,137 (0,110)	<b>0,221**</b> (0,0996)	<b>0,0156*</b> (0,00917)	<b>0,0178**</b> (0,00774)	0,119 (0,104)	-0,0919 (0,0866)
Sh_p10 11 a 15 años	0,0755 (0,133)	<b>0,336**</b> (0,130)	<b>0,0301***</b> (0,00952)	<b>0,0430***</b> (0,0119)	-0,158 (0,239)	0,0292 (0,124)
Sh_p90 9 meses	-0,151 (0,142)	-0,00680 (0,149)	<b>-0,0616***</b> (0,0184)	0,0146 (0,0227)	-0,0407 (0,0919)	-0,107 (0,159)
Sh_p90 1 a 5 años	-0,0824 (0,0923)	<b>-0,294**</b> (0,110)	<b>-0,0316***</b> (0,0108)	-0,0206 (0,0130)	-0,0416 (0,0425)	-0,0672 (0,0711)
Sh_p90 6 a 10 años	-0,135 (0,0844)	0,106 (0,0928)	<b>-0,0321***</b> (0,00995)	0,0133 (0,0134)	0,0367 (0,0355)	-0,0725 (0,0687)
Sh_p90 11 a 15 años	-0,0689 (0,0801)	<b>-0,200*</b> (0,109)	<b>-0,0172**</b> (0,00834)	<b>-0,0266**</b> (0,0120)	0,000508 (0,0360)	0,00594 (0,0587)
Núm. Obs.	71,966	22,484	71,966	22,484	10,443	3,261
Promedio	5,726	6,489	0,217	0,212	0,155	0,183
R cuadrado	0,410	0,280	0,294	0,201	0,168	0,268

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

**Tabla 10. Shocks de precipitación por dominio**

	Años de educación		Secundaria		Ingresos laborales	
	Sierra	Selva	Sierra	Selva	Sierra	Selva
Sh_p90 9 meses	0,108 (0,179)	0,346 (0,605)	-0,00762 (0,0171)	0,0250 (0,0525)	-0,0128 (0,120)	<b>-0,447**</b> (0,211)
Sh_p90 1 a 5 años	0,0969 (0,138)	<b>1,169**</b> (0,555)	-0,0108 (0,0198)	0,186 (0,126)	-0,00636 (0,0980)	<b>0,750*</b> (0,391)
Sh_p90 6 a 10 años	<b>-0,347**</b> (0,141)	<b>3,190***</b> (0,992)	<b>-0,0247*</b> (0,0126)	<b>0,414***</b> (0,0684)	-0,0373 (0,0758)	<b>1,069***</b> (0,376)
Sh_p90 11 a 15 años	<b>-0,410***</b> (0,149)	<b>-0,762**</b> (0,299)	<b>-0,0270*</b> (0,0146)	<b>-0,0955***</b> (0,0339)	-0,0458 (0,0691)	-0,129 (0,169)
Núm. Obs.	71,966	22,484	71,966	22,484	10,443	3,261
Promedio	5,726	6,489	0,217	0,212	0,155	0,183
R cuadrado	0,410	0,279	0,292	0,200	0,167	0,267

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## 2. Selva

Al analizar la región de la selva, se pueden ver efectos positivos en el caso de los *shocks* de frío, y negativos en el caso de los de calor sobre la educación. Este patrón se repite en la probabilidad de terminar secundaria. Por otro lado, los ingresos laborales solo se ven afectados por un *shock* (tabla 9).

Al observar los *shocks* de precipitación (tabla 10), la exposición a precipitación positiva mientras se cursa la primaria incrementa los años de educación. Esto ocurre también para la probabilidad de acabar secundaria y lo salarios. Por otro lado, la exposición durante la secundaria tiene efectos contrarios. Finalmente, los *shocks* de precipitación a los que se estuvo expuesto durante la gestación disminuyen los ingresos laborales futuros.

Asimismo, para tener una idea de la magnitud del efecto se puede comparar el coeficiente con el promedio observado para cada una de las variables dependientes analizadas. Así, por ejemplo, los *shocks* de frío entre 6 y 10 años y 11 y 15 años incrementan los años de educación en 3,4 y 5,2%, respectivamente. Asimismo, incrementan la probabilidad de acabar secundaria de 21,2% a 23% y 25,5%, respectivamente. Los *shocks* de calor, de otro lado, cuando ocurren los cinco primeros años de vida de la persona disminuyen los años de educación en 4,5%. Los ocurridos entre los 11 y 15 años de vida disminuyen los años de educación en 3,1% y la probabilidad de acabar secundaria pasa a ser 18,5%.

Finalmente, los *shocks* de precipitación entre 1 y 5 años y 6 y 10 años incrementan los años de educación en 18 y 49,2%; no obstante, cuando estos ocurren entre los 11 y 15 años los disminuyen en 11,7%. Esto es consistente cuando se observa la probabilidad de acabar secundaria que pasa de ser 21,2% a 62,6% con *shocks* entre 6 y 10 años, y 11,7% cuando ocurren entre los 11 y 15 años.

## Capítulo V. Pruebas de falsificación

En la presente sección se presentan los resultados de las regresiones realizadas a partir de lo especificado en las ecuaciones (20) y (21). Se evaluará evaluar el efecto de los *shocks* (negativos, Sh\_p10 o positivos, Sh\_p90) a los que el individuo está expuesto una vez concluido el periodo escolar, y, por ende, han acumulado ya todos sus años de educación.

En la tabla 11 se observa que los años de educación no se ven afectados por ningún *shock* luego de haber acumulado la educación necesaria, excepto por el *shock* ocurrido entre los 36 a 40 años. Por otro lado, la probabilidad de terminar secundaria solo se ve afectada por la exposición a *shocks* de frío entre 25 a 30 años. Cuando se evalúa la precipitación, los *shocks* entre 25 a 30 años afectan los años de educación y probabilidad de terminar secundaria. En esta prueba de falsificación no se incluye la variable de productividad medida a través de los ingresos laborales debido a que los *shocks* ocurridos entre 25 y 40 años estarían midiendo no el efecto placebo, sino algún otro efecto de productividad.

**Tabla 11. Shocks posteriores al periodo escolar**

	Temperatura		Precipitación	
	Años de educación	Secundaria	Años de educación	Secundaria
Sh_p10 25 a 30 años	0,282 (0,177)	<b>0,0281***</b> <b>(0,0103)</b>		
Sh_p10 31 a 35 años	-0,0837 (0,260)	0,0535 (0,0621)		
Sh_p10 36 a 40 años	-0,462 (0,764)	-0,00674 (0,0400)		
Sh_p90 25 a 30 años	-0,0547 (0,0556)	-0,00562 (0,00561)	<b>-0,342***</b> <b>(0,0806)</b>	<b>-0,0425***</b> <b>(0,0110)</b>
Sh_p90 31 a 35 años	-0,0885 (0,0677)	-0,00189 (0,00576)	-0,0666 (0,140)	0,00368 (0,0206)
Sh_p90 36 a 40 años	<b>0,142*</b> <b>(0,0748)</b>	0,00903 (0,00617)	0,0130 (0,0880)	0,00216 (0,0136)
Núm. Obs.	71,227	71.227	71.227	71.227
R cuadrado	0,306	0,188	0,306	0,188

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Se incluyen como regresores los *shocks* entre los 5 a 15 años

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Capítulo VI. Mecanismos

En la presente sección se estudian los mecanismos mediante los cuales los *shocks* impactan a los años de educación y probabilidad de acabar secundaria. Como se mencionó en el capítulo II, se analizan cuatro mecanismos: (i) asistencia al colegio, (ii) abandono escolar, (iii) retraso escolar, y (iv) uso del tiempo. Los tres primeros son construidos a partir de la ENAHO y buscan determinar cómo *shocks* temporales (en los dos años anteriores a la encuesta) impactan sobre la probabilidad de asistir, abandonar y/o retrasarse en la escuela. El último, si bien también se construye a partir de la ENAHO, busca determinar cómo *shocks* climáticos temporales alteran la distribución del tiempo. Como se desprende de lo mencionado, estos mecanismos se prueban sobre niños en edad escolar. Asimismo, es importante tener en consideración que, si bien todas las muestras sobre las cuales se trabajan son representativas a nivel nacional, estas tratan a distintos grupos de personas.

### 1. Asistencia, abandono y retraso escolar

Como puede observarse en la tabla 12, a nivel nacional los *shocks* de frío contemporáneos ( $Shock_{p10}$  en  $t$ ) y rezagados en un periodo ( $Shock_{p10}$  en  $t-1$ ) son determinantes para explicar la menor probabilidad de asistencia a la escuela, menor probabilidad de abandono y menor probabilidad de retraso para niños y niñas. En cuanto a las magnitudes de estos efectos y diferenciando por género, la probabilidad de que una niña asista al colegio como consecuencia de este efecto, es superior, lo que puede explicarse porque, en promedio, son estas las que por razones ideológicas suelen ser menos propensas a ser enviadas al colegio. De otro lado, el mayor efecto de estos *shocks* sobre la menor probabilidad de abandono y retraso en niños podría ser una consecuencia de que, frente a las niñas, estos son los que suelen realizar trabajos agrícolas en el hogar, por lo que las condiciones adversas favorecen la decisión de educarse.

Si se distingue por dominio (tabla 13), se evidencia la importancia de los *shocks* contemporáneos de frío en el incremento de la asistencia escolar y la disminución del abandono y retraso en niñas y niños. Así, por ejemplo, en la sierra, un *shock* contemporáneo de frío generaría un incremento de 5,3 puntos porcentuales (de 70,8 a 76,1%) en la probabilidad de asistencia de una niña al colegio y de 4,95 puntos porcentuales (73,2 a 78,15%) en la asistencia de niños. Asimismo, se reduciría la probabilidad de abandono escolar en niñas en 5,7 puntos porcentuales (de 19,2 a 13,5%) y en niños en 9 puntos porcentuales (de 18,2 a 9,3%) y la probabilidad de retraso en niñas en 8,6 puntos porcentuales (de 47,3 a 38,7%) y en niños en 16,7 puntos porcentuales (de 47,5 a 30,8%).

Con respecto a los *shocks* ocurridos un periodo atrás, el efecto difiere entre niños y niñas. Así, estos guardan una relación positiva con la probabilidad de que las niñas asistan a la escuela, pero negativa en el caso de los niños. Para abandono, por otro lado, son negativos en niñas y positivos en niños. Al respecto, una posible explicación, puede deberse a que años fríos y de mala cosecha vengán seguidos de años buenos, lo que haga que los niños deban quedarse a trabajar en casa. Cabe resaltar, que, desde una perspectiva biológica, las heladas son positivas para la agricultura en tanto disminuyen la probabilidad de que la producción se vea afectada por plagas, por ejemplo. En el caso de la selva no se registraron *shocks* de fríos, probablemente porque las heladas ocurren por periodos cortos y la construcción de la variable –al ser un promedio– no las registra.

**Tabla 12. *Shocks* de temperatura, asistencia, abandono y retraso escolar**

	Asiste			Abandono			Retraso		
	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños
Shock_p10 en t	<b>0,075***</b> (0,019)	<b>0,078***</b> (0,028)	<b>0,069***</b> (0,019)	- <b>0,088***</b> (0,02)	- <b>0,071***</b> (0,023)	- <b>0,105***</b> (0,011)	- <b>0,143***</b> (0,028)	<b>-0,075**</b> (0,032)	- <b>0,181***</b> (0,037)
Shock_p10 en t-1	0,017 (0,012)	<b>0,071***</b> (0,017)	- <b>0,041***</b> (0,014)	-0,0084 (0,0076)	- <b>0,064***</b> (0,013)	<b>0,049***</b> (0,009)	- <b>0,203***</b> (0,029)	0,032 (0,034)	- <b>0,391***</b> (0,039)
Shock_p90 en t	-0,010 (0,024)	0,013 (0,036)	-0,030 (0,023)	-0,0040 (0,016)	-0,012 (0,018)	0,0058 (0,015)	-0,029 (0,023)	-0,035 (0,027)	-0,019 (0,032)
Shock_p90 en t-1	- <b>0,029***</b> (0,011)	0,015 (0,019)	- <b>0,069***</b> (0,017)	0,024 (0,019)	0,019 (0,018)	0,029 (0,024)	<b>-0,044*</b> (0,023)	0,0039 (0,033)	- <b>0,089***</b> (0,029)
Núm. Obs.	89.241	43.529	45.650	81.043	39.195	41.785	77.297	37.810	39.424
Promedio	0,706	0,699	0,712	0,192	0,194	0,191	0,472	0,479	0,465
R cuadrado	0,598	0,588	0,621	0,693	0,691	0,703	0,117	0,141	0,132

Errores estándar conglomerados a nivel provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

**Tabla 13. *Shocks* de temperatura, asistencia, abandono y retraso escolar por dominio**

	Asiste			Abandono			Retraso		
	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños
<b>Sierra</b>									
Shock_p10 en t	<b>0,057***</b> (0,0168)	<b>0,0530**</b> (0,0221)	<b>0,0495***</b> (0,0166)	<b>-0,0714***</b> (0,00814)	<b>-0,0566***</b> (0,0122)	<b>-0,0895***</b> (0,00987)	<b>-0,144***</b> (0,0364)	<b>-0,0861**</b> (0,0406)	<b>-0,167***</b> (0,0476)
Shock_p10 en t-1	0,0194 (0,0123)	<b>0,0651***</b> (0,0196)	<b>-0,0290**</b> (0,0141)	<b>-0,0101</b> (0,00843)	<b>-0,0612***</b> (0,0130)	<b>0,0423***</b> (0,0120)	<b>-0,185***</b> (0,0375)	0,0317 (0,0456)	<b>-0,352***</b> (0,0460)
Shock_p90 en t-1	-0,00234 (0,0235)	0,0266 (0,0304)	-0,0248 (0,0246)	0,00136 (0,0611)	-0,0165 (0,0509)	0,0194 (0,0753)	<b>-0,112**</b> (0,0549)	-0,0836 (0,0791)	<b>-0,129***</b> (0,0445)
Núm. Obs.	55.587	27.455	28.093	51.222	24.962	26.220	48.311	23.863	24.407
Promedio	0,720	0,708	0,732	0,187	0,192	0,182	0,474	0,473	0,475
R cuadrado	0,649	0,630	0,683	0,728	0,728	0,737	0,120	0,147	0,139
<b>Selva</b>									
Shock_p90 en t	0,000652 (0,0322)	0,0323 (0,0449)	-0,0278 (0,0358)	0,00881 (0,0205)	-0,00608 (0,0240)	0,0246 (0,0196)	-0,0512 (0,0340)	<b>-0,0957*</b> (0,0478)	-0,0117 (0,0412)
Shock_p90 en t-1	-0,0267 (0,0201)	0,0243 (0,0296)	<b>-0,0745***</b> (0,0246)	<b>0,0545**</b> (0,0209)	<b>0,0428*</b> (0,0221)	<b>0,0668***</b> (0,0234)	<b>-0,0514*</b> (0,0271)	0,0190 (0,0425)	<b>-0,115***</b> (0,0408)
Núm. Obs.	26.351	12.525	13.824	23.260	11.078	12.180	22.645	10.842	11.800
Promedio	0,675	0,679	0,671	0,211	0,206	0,215	0,442	0,461	0,425
R cuadrado	0,523	0,528	0,534	0,651	0,642	0,669	0,104	0,126	0,114

Errores estándar conglomerados a nivel provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Los *shocks* de calor (Shock\_p90 en t y Shock\_p90 en t-1), por otro lado, guardan una relación negativa con la probabilidad de asistencia, positiva con abandono y negativa con retraso cuando el análisis es realizado para todo el Perú (tabla 12). Al igual que en el análisis anterior, para poder entender de manera adecuada los canales de transmisión de los *shocks* climáticos se debe recurrir al análisis diferenciado por dominio geográfico. En el caso de la sierra, solo fue posible construir *shocks* con un periodo de rezago y, como puede observarse, solo son significativos para explicar el retraso. No obstante, estos guardan una relación positiva con la asistencia escolar de niñas y negativa para los niños, e inversa en el caso del abandono. Para el retraso, en ambos casos es negativa.

En lo referente a la selva, por otro lado, los *shocks* de calor pueden estar asociados a una mayor probabilidad de contracción de enfermedades estomacales en niños. Lo mencionado ocurre porque el calor puede favorecer las condiciones para la aparición de microorganismos habitantes en el agua, asociados a este tipo de enfermedades. Como se observa, si bien los *shocks*

contemporáneos no resultan significativos, guardan una relación positiva para niñas y negativa para niños en el caso de la probabilidad de asistencia, inversa para abandono y en ambos casos negativa en retraso. Los *shocks* rezagados sí son significativos y guardan una relación negativa con la probabilidad de asistencia y de retraso en niños e incrementan la probabilidad de abandono escolar en niños y niñas. Así, un *shock* rezagado de calor disminuye la probabilidad de asistencia a la escuela de un niño en 7,5 puntos porcentuales, pasando de ser 67,1 a 59,7% e incrementa en 4,3 puntos porcentuales la probabilidad de abandono escolar en niñas (de 20,6 a 24,9%) y en 6,7 puntos porcentuales en niños (de 21,5 a 28,2%).

En la tabla 14 se muestran los efectos de los *shocks* positivos de precipitación (Shock\_p90 en t y Shock\_p90 en t-1) sobre las variables a nivel nacional. Puede observarse que estos son significativos en el caso de la probabilidad de retraso en niñas. Cuando el análisis se realiza por dominio, los *shocks* contemporáneos son significativos y guardan una relación positiva con la probabilidad de abandono en niños y niñas y positiva con la de retraso de las niñas en la sierra. De esta forma, la probabilidad de que una niña abandone la escuela se incrementa en 4,5 puntos porcentuales (de 19,2 a 23,7%) y en 6,1 la de los niños (de 18,2 a 24,3%). Como se mencionó en las secciones anteriores, la mayor disponibilidad de recursos hídricos favorece las condiciones agrícolas, lo que implica que el trabajo infantil cobra mayor importancia y esto incentiva el abandono escolar.

**Tabla 14. *Shocks* de precipitación, asistencia, abandono y retraso escolar**

	Asiste			Abandono			Retraso		
	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños
Shock_p90 en t	-0,00850 (0,0189)	0,0232 (0,0256)	-0,0314 (0,0204)	-0,0333 (0,0328)	-0,0489 (0,0331)	-0,0194 (0,0366)	-0,0421 (0,0257)	<b>0,0821**</b> (0,0373)	-0,00027 (0,0328)
Shock_p90 en t-1	0,0204 (0,0263)	-0,00115 (0,0265)	0,0382 (0,0296)	-0,0262 (0,0349)	-0,00385 (0,0423)	-0,0500 (0,0374)	-0,0401 (0,0348)	<b>-0,0790*</b> (0,0447)	-0,00158 (0,0562)
Núm. Obs.	89.241	43.529	45.650	81.043	39.195	41.785	77.297	37.810	39.424
Promedio	0,706	0,699	0,712	0,192	0,194	0,191	0,472	0,479	0,465
R cuadrado	0,598	0,588	0,621	0,693	0,691	0,703	0,117	0,141	0,132

Errores estándar conglomerados a nivel provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la selva, de otro lado, una mayor precipitación, hasta cierto nivel, permite asegurar las vías de transporte fluvial. Demasiada precipitación, sin embargo, puede dificultar las condiciones de navegación e incrementa la probabilidad de desbordes de los ríos. De acuerdo con lo observado, los *shocks* contemporáneos de precipitación disminuyen la probabilidad de asistencia escolar en niños en tanto que los de un periodo de rezago disminuyen la probabilidad de retraso escolar para

niños y niñas. Esto último puede ocurrir como consecuencia de que la precipitación pasada permite el óptimo funcionamiento del transporte pluvial, lo que permite a los niños y niñas asistir a la escuela y, posiblemente, permite que, gracias a que el transporte de mercancías se ve favorecido, haya suficiente disponibilidad de recursos en el hogar y no sea necesario sacrificar gastos como los educativos. Lo mencionado guarda relación con la dirección del efecto de los *shocks* dos periodos atrás sobre abandono (disminuye) y asistencia (aumenta). Los *shocks* contemporáneos, por otro lado, parecen disminuir la probabilidad de abandono y de retraso.

**Tabla 15. Shocks de precipitación, asistencia, abandono y retraso escolar por dominio**

	Asiste			Abandono			Retraso		
	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños
<b>Sierra</b>									
Shock_p90 en t	-0,00662 (0,0104)	-0,0101 (0,0171)	0,0142 (0,0105)	<b>0,0549*</b> (0,0292)	<b>0,0448*</b> (0,0258)	<b>0,0605*</b> (0,0346)	<b>-0,102***</b> (0,0314)	<b>-0,163**</b> (0,0708)	-0,0339 (0,0676)
Shock_p90 en t-1	0,00733 (0,0157)	-0,00250 (0,0255)	0,0186 (0,0112)	0,00554 (0,0179)	<b>0,0336*</b> (0,0200)	-0,0223 (0,0251)	0,0290 (0,0491)	0,0147 (0,0674)	-0,00994 (0,0900)
Núm. Obs.	55,587	27,455	28,093	51,222	24,962	26,220	48,311	23,863	24,407
Promedio	0,720	0,708	0,732	0,187	0,192	0,182	0,474	0,473	0,475
R cuadrado	0,649	0,630	0,683	0,728	0,728	0,737	0,120	0,147	0,139
<b>Selva</b>									
Shock_p90 en t	0,00836 (0,0264)	0,0564 (0,0429)	<b>-0,0353**</b> (0,0159)	-0,0740 (0,0645)	-0,0629 (0,0623)	-0,0765 (0,0664)	-0,0371 (0,0373)	-0,0724 (0,0714)	0,00848 (0,0351)
Shock_p90 en t-1	0,0219 (0,0526)	0,0356 (0,0602)	0,00308 (0,0459)	-0,0755 (0,0700)	-0,0627 (0,0809)	-0,0918 (0,0759)	<b>-0,0670**</b> (0,0319)	<b>-0,0924*</b> (0,0485)	-0,0384 (0,0732)
Núm. Obs.	26,351	12,525	13,824	23,260	11,078	12,180	22,645	10,842	11,800
Promedio	0,675	0,679	0,671	0,211	0,206	0,215	0,442	0,461	0,425
R cuadrado	0,523	0,528	0,534	0,651	0,642	0,669	0,104	0,126	0,114

Errores estándar conglomerados a nivel provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## 2. Uso del tiempo

Para evaluar cómo es que las personas distribuyen su tiempo y, específicamente, cómo los adolescentes toman la decisión de si trabajar más (y estudiar menos) o menos (y estudiar más) se utilizan las horas trabajadas reportadas en la ENAHO para personas mayores de catorce años. En este análisis se incorporan jóvenes entre 14 y 25 años.

Como puede observarse, y de acuerdo a las hipótesis planteadas, los *shocks* de calor en la sierra incrementan las horas trabajadas. Esto podría estar ocurriendo como consecuencia de las mejores condiciones agrícolas. Cabe resaltar que, además de generar un ambiente más cálido para los cultivos, los *shocks* de calor generan deshielos en los nevados, lo que incrementa la disponibilidad de agua. Por otro lado, y de manera contraria a lo predicho, los *shocks* de frío incrementan las horas de trabajo. Al respecto, una posible hipótesis es que ocurra un fenómeno como el descrito por Kochar (1999). Este autor señala que, ante condiciones adversas para los cultivos, las personas disminuyen las horas dedicadas al mercado laboral agrícola; no obstante, migran hacia otros sectores, lo que puede generar neto un incremento de las horas trabajadas.

En cuanto a la selva, puede observarse que los *shocks* de precipitación positiva incrementan las horas trabajadas. Si bien este resultado va en línea con las hipótesis planteadas, otra razón que podría favorecer este efecto es que el incremento de las lluvias viene acompañado por mejoras en la navegabilidad de los ríos, principal vía de comunicación entre gran parte de la selva rural y que facilita el comercio. Los *shocks* de calor, de otro lado, disminuyen las horas dedicadas al trabajo. Como se mencionó en el acápite anterior, esto puede responder a que, al ser una región con un promedio de temperatura alto, cuando esta incrementa, aumentan también las enfermedades diarreicas, por ejemplo. Asimismo, esta contradicción con el signo predicho podría guardar relación con que la actividad económica de la selva rural no es la agricultura, sino que la tala de madera y la minería ilegal tienen importante presencia en la zona.

**Tabla 16. Shocks de temperatura y precipitación y uso del tiempo**

	Todos		Sierra		Selva	
	Temp.	Pre.	Temp.	Pre.	Temp.	Pre.
Shock_p10 en t	<b>4.678***</b> (0.293)		<b>4.607***</b> (0.370)			
Shock_p10 en t-1	<b>5.478***</b> (0.293)		<b>5.407***</b> (0.370)			
Shock_p90 en t	<b>-6.231**</b> (2.829)	2.792 (2.162)		-1.588 (4.661)	<b>-6.994**</b> (2.748)	0.0542 (2.964)
Shock_p90 en t-1	0,300 (2.059)	-0,235 (1.869)	<b>9.243***</b> (2.967)	-4.234 (4.050)	<b>-4.700***</b> (1.059)	<b>5.965***</b> (1.961)
Sigma	<b>16,04***</b> (0,190)	<b>16,04***</b> (0,190)	<b>15,66***</b> (0,247)	<b>15,67***</b> (0,246)	<b>16,87***</b> (0,281)	<b>16,90***</b> (0,280)
Núm. Obs.	22,583	22,583	15,155	15,155	5,509	5,509

Errores estándar conglomerados a nivel provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Conclusiones y recomendaciones de política

A partir del análisis realizado en el presente documento, es posible afirmar que los *shocks* climáticos a los que se exponen los individuos durante sus primeros años de vida son determinantes en su acumulación de años de educación. Con respecto a los *shocks* de frío, pudo observarse que estos favorecen la decisión de asistir a la escuela, sobre todo aquellos ocurridos durante los seis y quince años de vida. Asimismo, este impacto es mayor en el caso de las mujeres, probablemente porque, en un inicio, son estas las que por cuestiones idiosincráticas suelen ser las menos priorizadas por sus padres.

De otro lado, es importante resaltar que cuando la variable explicativa es probabilidad de acabar secundaria, los *shocks* de frío ocurridos durante la gestación y los quince primeros años de vida pasan a ser relevantes. Esto se debe en gran medida a las características de la muestra analizada – población rural que nunca se ha mudado – ya que suelen corresponder a las personas menos productivas, por lo que un hito de productividad es el acabar la educación básica. El que todos los *shocks* sean relevantes puede responder también a que una vez que el niño empieza la escuela, es menos probable que la deje y este comportamiento se ve reforzado si es que sigue estando expuesto a *shocks* de frío. Esto se cumple para hombres y mujeres por igual.

Con respecto a los *shocks* de calor, al analizar la población adulta estos suelen no ser tan relevantes, salvo por los ocurridos entre los once y quince años que reducen la probabilidad de acabar secundaria. Al diferenciar por sexo, los que afectan negativamente a las mujeres son los ocurridos entre el primer año de vida y los quince años. Una hipótesis que explique estos resultados podría ser que las mujeres se vuelven necesarias para cuidar la vivienda, en un contexto de mejores condiciones agrícolas en donde los hombres adultos salen a trabajar al campo. Para precipitación solo se analizaron los *shocks* positivos, los cuales reducen los años de educación cuando ocurren entre los seis y quince años. Diferenciando por sexo, aquellos ocurridos entre los seis y diez años son especialmente perjudiciales para las mujeres. Esto en tanto que mejoran las condiciones para la agricultura.

Asimismo, es importante resaltar que la dirección del efecto de los *shocks* climáticos es igual entre personas residentes en las zonas rurales de la selva y la sierra; no obstante, la magnitud de estos efectos difiere en algunos casos. Sobre lo mencionado, se encontró, por ejemplo, que si un mismo individuo estuviera expuesto a *shocks* de frío de manera continua durante la etapa prenatal y sus quince primeros años de vida y viviera en la sierra (donde todos los *shocks* resultaron

significativos), su probabilidad de acabar secundaria pasaría de 21,7 a 31,1%. Si es que estuviera expuesto durante este mismo periodo a *shocks* consecutivos de valor, esta probabilidad pasaría ser 7,5%. En la selva, por otro lado, los *shocks* de frío entre 6 y 10 años y 11 y 15 años incrementan esta probabilidad de 21,2% a 23% y 25,5%, respectivamente y los de calor ocurridos entre los 11 y 15 años de vida la disminuyen a 18,5%.

Como se mencionó, las mejores condiciones agrícolas elevan el costo de oportunidad del estudio y las peores condiciones agrícolas tienen el efecto opuesto. Esto puede corroborarse en el momento de probar los mecanismos propuestos, en donde se observa que los *shocks* de calor contemporáneos reducen la probabilidad de asistencia en niños y niñas, e incrementan la probabilidad de abandono escolar. Asimismo, los *shocks* contemporáneos de frío incrementan la probabilidad de asistencia y reducen el abandono y retraso escolar.

Desagregando por dominio, los *shocks* contemporáneos de frío son especialmente relevantes en la sierra para explicar la mayor probabilidad de asistencia, y menor probabilidad de abandono y retraso. Si bien los de calor no resultan significativos, la dirección del efecto de los *shocks* ocurridos dos periodos atrás afectan positivamente sobre la probabilidad de asistencia en niñas y negativamente en niños y viceversa en el caso de la probabilidad de abandono. Estos hallazgos permiten identificar efectos diferenciados por género, los mismos que están directamente relacionados a la idiosincrasia de la población bajo análisis. En la selva, por otro lado, los *shocks* de calor impactan negativamente en la probabilidad de asistencia en niños e incrementan la probabilidad de abandono en niñas y niños. Esto ocurre, posiblemente, como consecuencia de que, en las comunidades de la selva, la presencia de calor extremo contribuye al incremento de microorganismos que favorecen la aparición de enfermedades diarreicas, especialmente nocivas en niños.

Sobre los *shocks* contemporáneos positivos de precipitación, no resultan significativos sobre la probabilidad de asistencia y retraso; no obstante, son significativos al explicar el retraso en niñas. Cuando se analiza según dominio, estos *shocks* son importantes para explicar la mayor probabilidad de abandono en niños y niñas. Por la selva, de otro lado, cuando el fenómeno ocurre con dos periodos de rezago disminuye la probabilidad de retraso en niñas.

Con respecto al impacto de los *shocks* climáticos sobre las horas trabajadas, sus efectos son ambiguos. En el caso de la selva, se comprobó que la precipitación positiva incrementa las horas de trabajo –probablemente porque contribuye a una mejor navegabilidad de los ríos– mientras

que en la sierra las disminuyen –lo que podría deberse a que un exceso de precipitación dificulta la transitabilidad de rutas y caminos o, simplemente, que no es necesario trabajar tanto al ser la tierra más productiva–. Por otro lado, en línea con las hipótesis planteadas, los *shocks* de calor en la sierra incrementan las horas de trabajo; no obstante, se observa que los de frío también las incrementan. Este último efecto podría explicarse por lo mencionado por Kochar (1999), quien encuentra que, ante la presencia de *shocks* idiosincráticos de cultivos, los hogares migran de trabajos agrícolas a no agrícolas incrementando sus horas totales en el mercado laboral. En la Selva, por otro lado, los *shocks* de calor disminuyen las horas de trabajo, lo que podría explicarse por el incremento de enfermedades.

En el anexo 2 se empleó una metodología adicional a la expuesta en el marco metodológico, que consiste en determinar la ausencia o presencia de *shocks* climáticos mes a mes, lo que puede ser interpretado como el análisis de la intensidad en el tratamiento. Una de las principales ganancias de emplear este enfoque alternativo es la de la inclusión de *shocks* de ausencia de precipitación. En términos generales, los resultados no difieren significativamente de lo antes mencionado, no obstante, cuando se realiza el análisis por dominio la presencia de *shocks* de frío en la selva resulta significativa y disminuye la acumulación de años de educación. Lo encontrado guarda relación con la evidencia empírica, en donde los *shocks* de frío en la selva son especialmente perjudiciales en los niños, por la mayor presencia de enfermedades respiratorias. Estos *shocks* no pueden ser recogidos bajo la metodología principal al estar presentes en breves periodos, por lo que un promedio anual de temperatura sufre de reversión a la media.

Sobre el análisis realizado, es posible concluir que las poblaciones del Perú rural que presentan una mayor vulnerabilidad a los *shocks* climáticos a lo largo de su vida son las de la sierra. Esto, en parte, puede explicarse porque la principal actividad económica es la agrícola, que es altamente sensible a los *shocks* climáticos. En la selva, por otro lado, si bien existe agricultura, economías informales como la tala y la minería ilegal, tienen gran presencia en la zona, lo que sesga los resultados y no favorece realizar un análisis directamente atribuible al clima.

Como se mencionó en la sección introductoria, a la fecha solo cuatro estudios sobre el impacto del clima en el capital humano incluyen o han sido hechos para Perú; no obstante, ninguno de ellos analiza los *shocks* climáticos a lo largo de la vida escolar y cómo es que estos pueden impactar en la decisión de que los niños se eduquen o no, en función al costo de oportunidad que ello implica. Asimismo, si bien en gran parte los resultados encontrados coinciden con lo que evidencia la literatura internacional sobre economías agrícolas en países en desarrollo, el haber

encontrado que en el caso peruano estos resultados son particularmente relevantes en la sierra, lo que permite entender que en la elaboración de intervenciones de política no hay receta única. Lo que funcionó en otros países no tiene por qué funcionar en el Perú, y lo que funciona en Lima y las regiones costeras tiene poca probabilidad de tener resultados positivos en la sierra o en la selva.

Ahora bien, tras los hallazgos, se expondrán recomendaciones que esperan guiar a futuro el debate sobre políticas públicas en el ámbito rural. Así, la principal recomendación de política que este documento permite esbozar es que, ante la presencia de *shocks* de calor y precipitación positiva en la sierra rural, se debe verificar que niños y niñas no dejen de asistir al colegio. Una herramienta potencial para lograr este objetivo es la implementación de transferencias condicionadas que permitan cubrir los ingresos que los niños generan gracias a su trabajo o el costo de contratación de mano de obra no familiar. De igual forma, habría que explorar si las mayores temperaturas no generan deshielos en la región andina que bloquean rutas de acceso a las escuelas. De igual forma para el caso de precipitación extrema.

Como se mencionó en la revisión de literatura, para hacer frente los *shocks*, los hogares de bajos recursos y sin acceso a mercados financieros utilizan estrategias tales como suavizar consumo y/o suavizar activos para proteger su consumo. En efecto, muchas veces los mecanismos empleados por los hogares para mitigar los efectos pueden ser peores que las consecuencias directas del *shock*. Por tal motivo, sería conveniente evaluar la creación de un seguro agrícola y si este debe darse bajo mecanismos públicos, privados o mixtos. En términos del modelo teórico planteado, los seguros afectarían a  $w_u$  en tanto el trabajo agrícola ya no se ve tan disminuido ante la presencia en el caso de un *shock*. De esta manera, el seguro podría ser una alternativa a las transferencias condicionadas, aunque teniendo en cuenta sus limitaciones.

Así, es importante tener en cuenta que, si bien estos permiten que los hogares de menores recursos hagan frente a los *shocks* climáticos, no existe evidencia clara de hasta qué punto estos son efectivos, pues es posible que no predigan correctamente el *shock* y, por ende, no generen mayor bienestar (para más información ver Janzen y Carter (2013) y Flatnes y Carter (2016)). De igual forma, un problema asociado a los seguros, es que, en ausencia de *shocks*, las personas se ven desincentivadas a mantenerse aseguradas, por lo que optan por dejar de pagarlo y sufren las consecuencias de posteriormente enfrentarse a *shocks* climáticos quizás más extremos, como el fenómeno El Niño.

Finalmente, en el caso de la selva, resulta de particular importancia velar por la salud de los niños ante la presencia de heladas o de calor extremo, en tanto que ambos fenómenos favorecen la proliferación de enfermedades respiratorias y diarreicas, respectivamente. Por otro lado, ante ausencia de precipitación por largos periodos, que dificultan el transporte fluvial, el estado tiene que asegurar la adecuada comercialización de mercancías (cuyos precios suelen subir por la dificultad en el acceso) y de personas (que puedan acceder a centros educativos y de salud).

## Bibliografía

Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. *Handbook of labor economics*, 4, 1043-1171.

Aguilar, A., & Vicarelli, M. (2011). El Niño and Mexican children: medium-term effects of early-life weather shocks on cognitive and health outcomes. *Cambridge, United States: Harvard University, Department of Economics. Manuscript.*

Andalón, M., Azevedo, J. P., Rodríguez-Castelán, C., Sanfelice, V., & Valderrama-González, D. (2016). Weather shocks and health at birth in Colombia. *World Development*, 82, 69-82.

Attanasio, O., & Székely, M. (1999). An asset-based approach to the analysis of poverty in Latin America. New York: Inter-American Development Bank

Attanasio, O. P., Székely, M., Gray-Molina, G., Jiménez, W., Pérez de Rada, E., Yáñez, E., & Larrañaga, O. (2001). *Portrait of the Poor: An assets-based approach*. New York: Inter-American Development Bank.

Bowles, S., & Gintis, H. (1998). Wealth Inequality, Credit Constraints, and Economic Performance. *Atkinson A. e F. Bourguignon (eds.), Handbook of Income Distribution, North Holland*. Holanda: Elsevier.

Barnett, B. J., Barrett, C. B., Carter, M. R., Chantarat, S., Hansen, J. W., Mude, A. G., & Ward, M. N. (2007). Working Paper: Poverty Traps and Climate and Weather Risk: Limitations and Opportunities of Index-based Risk Financing. New York: International Research Institute for Climate and Society

Barrett, C.B., M.R. Carter and M. Ikegami (2007). "Poverty Traps and Social Protection," Working paper. EE.UU.: Cornell University and University of Wisconsin.

Barrett, C. B., Marenya, P. P., McPeak, J., Minten, B., Murithi, F., Oluoch-Kosura, W., ... & Wangila, J. (2006). Welfare dynamics in rural Kenya and Madagascar. *The Journal of Development Studies*, 42(2), 248-277.

Barrón, M., Heft-Neal, S., & Pérez, T. (2017). *Weather Fluctuations During Gestation and Human Capital Formation: Evidence from Peru*. Working paper. Perú: Departamento de Economía, Universidad del Pacífico.

- Bayliss-Smith, T. (1991). Food security and agricultural sustainability in the New Guinea Highlands: vulnerable people, vulnerable places. *IDS Bulletin*, 22(3), 5-11.
- Barnett, B. J., Barrett, C. B., & Skees, J. R. (2008). Poverty traps and index-based risk transfer products. *World Development*, 36(10), 1766-1785.
- Beltrán, A., & Castro, J. (2010). *Modelos de datos de panel y variables dependientes limitadas: teoría y práctica* (Vol. 1). Perú: Universidad del Pacífico.
- Burke, M., Gong, E., & Jones, K. (2015). Income shocks and HIV in Africa. *The Economic Journal*, 125(585), 1157-1189.
- Carrillo, P. E., Fishman, R., & Russ, J. (2015). *Long-Term Impacts of High Temperatures on Economic Productivity*. USA: George Washington University.
- Carter, M. R., & Barrett, C. B. (2006). The economics of poverty traps and persistent poverty: An asset-based approach. *The Journal of Development Studies*, 42(2), 178-199.
- Carter, M. R., Little, P. D., Mogues, T., & Negatu, W. (2006). Shocks, sensitivity and resilience: Tracking the economic impacts of environmental disaster on assets in Ethiopia and Honduras. Discussion Paper No. 32USA: International Food Policy Research Institute.
- Carter, M. R., Little, P. D., Mogues, T., & Negatu, W. (2007). Poverty traps and natural disasters in Ethiopia and Honduras. *World development*, 35(5), 835-856.
- Chaudhuri, S. (2003). *Assessing vulnerability to poverty: concepts, empirical methods and illustrative examples*. New York: Columbia University.
- Collins, D. (2013). "Why climate change threatens Peru's poverty reduction mission". *The Guardian*, 13/12/2013, fecha de consulta: 21/02/2017. <<https://www.theguardian.com/global-development/poverty-matters/2013/dec/13/undp-climate-change-peru-poverty-reduction>>.
- Currie, J., & Rossin-Slater, M. (2013). Weathering the storm: Hurricanes and birth outcomes. *Journal of health economics*, 32(3), 487-503.
- Currie, J., Zivin, J. G., Mullins, J., & Neidell, M. (2014). What do we know about short-and long-term effects of early-life exposure to pollution? *Annu. Rev. Resour. Econ.*, 6(1), 217-247.
- Davies, S. (1993). Are coping strategies a cop out? *IDS bulletin*, 24(4), 60-72.

- De la Fuente, A. (2007). *Climate shocks and their impact on assets*. New York: United Nations Development Programme UNDP.
- Dercon, S. (1996). Risk, crop choice, and savings: Evidence from Tanzania. *Economic development and cultural change*, 44(3), 485-513.
- Dercon, S. (1998). Wealth, risk and activity choice: Cattle in Western Tanzania. *Journal of Development Economics*, 55, 1–42.
- Dercon, S. (2001). *Assessing vulnerability*. UK: Oxford University.
- Dercon, S. (2004). Growth and shocks: evidence from rural Ethiopia. *Journal of Development Economics*, 74(2), 309-329.
- Dercon, S., and J. Hoddinott. (2005). “Health, Shocks and Poverty Persistence.” In S. Dercon, ed. *Insurance Against Poverty*. UK: Oxford University Press.
- Deschênes, O., Greenstone, M., & Guryan, J. (2009). Climate change and birth weight. *The American Economic Review*, 99(2), 211-217.
- Deústua, J. (2008). *The Impact of Climatic Shocks on Child Nutrition in Peru*. UK: Oxford University Press.
- Elbers, C., Gunning, J. W., & Kinsey, B. (2007). Growth and risk: Methodology and micro evidence. *The World Bank Economic Review*, 21(1), 1-20.
- Ellis, F. (2000). *Rural livelihoods and diversity in developing countries*. UK: Oxford university press.
- Eswaran, M., & Kotwal, A. (1989). Credit as insurance in agrarian economies. *Journal of Development Economics*, 31(1), 37-53.
- Eswaran, M., & Kotwal, A. (1990). Implications of credit constraints for risk behaviour in less developed economies. *Oxford Economic Papers*, 42(2), 473-482.
- Fafchamps, M., Udry, C., & Czukas, K. (1998). Drought and saving in West Africa: are livestock a buffer stock? *Journal of Development economics*, 55(2), 273-305.
- Feder, G., Just, R. E., & Zilberman, D. (1985). Adoption of agricultural innovations in developing countries: A survey. *Economic development and cultural change*, 33(2), 255-298.

- Flatnes, J. E., & Carter, M. R. (2016). Fail-safe index insurance without the cost: a satellite based conditional audit approach. USA: University of California, Davis
- Foster, A. D. (1995). Prices, credit markets and child growth in low-income rural areas. *The Economic Journal*, 551-570.
- Funkhouser, E. (1999). Cyclical economic conditions and school attendance in Costa Rica. *Economics of Education Review*, 18(1), 31-50.
- Gaiha, R., & Thapa, G. (2006). Natural Disasters, Vulnerability and Mortalities—A Crosscountry Analysis. Working paper. Roma: International Fund for Agricultural Development.
- Haughton, J., & Khandker, S. R. (2009). Handbook on poverty and inequality. USA: World Bank Publications.
- Hoddinott, J. (2006). Shocks and their consequences across and within households in rural Zimbabwe. *The Journal of Development Studies*, 42(2), 301-321.
- Hoddinott, J., & Kinsey, B. (2001). Child growth in the time of drought. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 63(4), 409-436.
- Hu, Z., & Li, T. (2016). Too hot to hold: the effects of high temperatures during pregnancy on birth weight and adult welfare outcomes. Germany: University Library of Munich.
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies – IFRCRCS. (2004). World Disaster Report 2004. Bloomfield, CT: Kumarian Press, Inc.
- Jacoby, H. G., & Skoufias, E. (1997). Risk, financial markets, and human capital in a developing country. *The Review of Economic Studies*, 64(3), 311-335.
- Janzen, S. A., & Carter, M. R. (2013). After the drought: The impact of microinsurance on consumption smoothing and asset protection (No. w19702). USA: National Bureau of Economic Research.
- Jayachandran, S. (2006). Selling labor low: Wage responses to productivity shocks in developing countries. *Journal of political Economy*, 114(3), 538-575.
- Kazianga, H., & Udry, C. (2006). Consumption smoothing? Livestock, insurance and drought in rural Burkina Faso. *Journal of Development Economics*, 79(2), 413-446.

- Kim, Y. S. (2010). The impact of rainfall on early child health. *Job Market Paper. College Park, Maryland, United States: University of Maryland. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download>.*
- Kochar, A. (1999). Smoothing consumption by smoothing income: hours-of-work responses to idiosyncratic agricultural shocks in rural India. *Review of Economics and Statistics*, 81(1), 50-61.
- Kreft, S., Eckstein, D., & Melchior, I. (2016). GLOBAL CLIMATE RISK INDEX 2017. Who Suffers Most from Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2015 and 1996 to 2015. *Berlin, Alemania: Germanwatch*.
- Krishna, A. (2007). For reducing poverty faster: Target reasons before people. *World Development*, 35(11), 1947-1960.
- Kumar, S., Molitor, R., & Vollmer, S. (2014). Children of drought: Rainfall shocks and early child health in rural India. USA: Sam Houston State University.
- Maccini, S. L., & Yang, D. (2008). *Under the weather: health, schooling, and economic consequences of early-life rainfall* (No. w14031). USA: National Bureau of Economic Research.
- Marra, M., Pannell, D. J., & Ghadim, A. A. (2003). The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are we on the learning curve? *Agricultural systems*, 75(2), 215-234.
- McPeak, J. G., & Barrett, C. B. (2001). Differential risk exposure and stochastic poverty traps among East African pastoralists. *American Journal of Agricultural Economics*, 83(3), 674-679.
- Miller, G., & Urdinola, B. P. (2010). Cyclical mortality, and the value of time: The case of coffee price fluctuations and child survival in Colombia. *Journal of Political Economy*, 118(1), 113-155.
- Millett, B., & Shah, M. (2012). The Effects of In-Utero Shocks on Cognitive Test Scores: Evidence from Droughts in India.
- Molina, O., & Saldarriaga, V. (2017). The perils of climate change: In utero exposure to temperature variability and birth outcomes in the Andean region. *Economics & Human Biology*, 24, 111-124.
- Morduch, J. (1995). Income smoothing and consumption smoothing. *The journal of economic perspectives*, 9(3), 103-114.

- Pathania, V. (2007). The long run impact of drought at birth on height of women in rural India. Work. Pap. USA: UC Berkeley.
- Paxson, C. H. (1992). Using weather variability to estimate the response of savings to transitory income in Thailand. *The American Economic Review*, 15-33.
- Peru Support Group (s.f.). "PERU CLIMATE CHANGE: INTRODUCTION". Sección: Facts & Key Issues En: *Peru Support Group*. Fecha de consulta: 21/02/2017. <http://www.perusupportgroup.org.uk/peru-climate-change.html>
- Rose, E. (1999). Consumption smoothing and excess female mortality in rural India. *Review of Economics and statistics*, 81(1), 41-49.
- Rosenzweig, M., & Binswanger, H. (1993). Wealth, Weather Risk and the Composition and Profitability of Agricultural Investments. *Economic Journal* 103(416):56–78.
- Santos, P., & Barrett, C. B. (2016). *Heterogeneous wealth dynamics: On the roles of risk and ability* (No. w22626). USA: National Bureau of Economic Research.
- Shah, M., & Steinberg, B. M. (2013). *Drought of opportunities: contemporaneous and long term impacts of rainfall shocks on human capital* (No. w19140). USA: National Bureau of Economic Research.
- Sinha, S., & Lipton, M. (2000). Damaging fluctuations, risk and poverty: A review. *Background paper for the World Development Report, 2001*.
- Thomas, D., Beegle, K., Frankenberger, E., Sikoki, B., Strauss, J., Teruel, G. (2004). Education in Crisis. *Journal of Development Economics* 74:53–85.
- Tiwari, S., & Jacoby, H. G. (2013). Monsoon babies: rainfall shocks and child nutrition in Nepal.
- Zamand, M., & Hyder, A. (2016). Impact of climatic shocks on child human capital: evidence from young lives data. *Environmental hazards*, 15(3), 246-268.
- Zimmerman, F. J., & Carter, M. R. (2003). Asset smoothing, consumption smoothing and the reproduction of inequality under risk and subsistence constraints. *Journal of Development Economics*, 71(2), 233-260.

## **Anexos**

## Anexo 1. Regresión principal y pruebas de robustez

### Shocks de temperatura y precipitación (percentiles 15 y 85)

	Temperatura			Precipitación		
	Años de educación	Secundaria	Salario	Años de educación	Secundaria	Salario
Sh_p15 9 meses	<b>0,189***</b> (0,0717)	<b>0,0237***</b> (0,00677)	-0,0396 (0,0482)			
Sh_p15 1 a 5 años	<b>0,0780*</b> (0,0461)	<b>0,0204***</b> (0,00455)	-0,0202 (0,0326)			
Sh_p15 6 a 10 años	0,0671 (0,0546)	<b>0,0166***</b> (0,00469)	-0,0153 (0,0373)			
Sh_p15 11 a 15 años	<b>0,214***</b> (0,0618)	<b>0,0351***</b> (0,00529)	-0,00154 (0,0359)			
Sh_p85 9 meses	0,0545 (0,0729)	-0,0150 (0,0111)	0,0171 (0,0605)	-0,00292 (0,0650)	-0,00877 (0,00758)	-0,0110 (0,0378)
Sh_p85 1 a 5 años	<b>0,114**</b> (0,0533)	0,00111 (0,00683)	-0,0321 (0,0230)	-0,0594 (0,0455)	-0,00195 (0,00416)	-0,0289 (0,0197)
Sh_p85 6 a 10 años	<b>0,118**</b> (0,0522)	0,00403 (0,00593)	0,00116 (0,0229)	<b>-0,137***</b> (0,0385)	-0,00689 (0,00508)	<b>-0,0377*</b> (0,0210)
Sh_p85 11 a 15 años	0,00223 (0,0633)	-0,00508 (0,00607)	-0,0167 (0,0216)	<b>-0,119**</b> (0,0491)	-0,00484 (0,00729)	0,00125 (0,0192)
Núm. Obs.	108.189	108.189	18.155	108.189	108.189	18.155
R-cuadrado	0,384	0,270	0,136	0,384	0,269	0,136

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

**Shocks de temperatura y precipitación (1 desviación estándar)**

	Temperatura			Precipitación		
	Años de educación	Secundaria	Salario	Años de educación	Secundaria	Salario
Sh_n 9 meses	0,0379 (0,0711)	-0,0159 (0,0111)	0,0372 (0,0571)			
	<b>0,109*</b>	0,000465	-0,0256			
Sh_n 1 a 5 años	(0,0571)	(0,00713)	(0,0243)			
	<b>0,125**</b>	0,00565	-0,0161			
Sh_n 6 a 10 años	(0,0544)	(0,00612)	(0,0225)			
	0,00607	-0,00409	-0,0109			
Sh_n 11 a 15 años	(0,0634)	(0,00616)	(0,0226)			
	<b>0,154**</b>	<b>0,0187***</b>	-0,0322	-0,145	<b>-0,0235*</b>	-0,100
Sh_p 9 meses	(0,0676)	(0,00670)	(0,0471)	(0,136)	(0,0129)	(0,0712)
	0,0663	<b>0,0189***</b>	-0,0190	0,159	0,0128	<b>-0,185***</b>
Sh_p 1 a 5 años	(0,0462)	(0,00431)	(0,0343)	(0,125)	(0,0200)	(0,0592)
	0,0584	<b>0,0159***</b>	-	-0,0999	-0,0224	-0,104
Sh_p 6 a 10 años	(0,0528)	(0,00440)	(0,0373)	(0,138)	(0,0157)	(0,0733)
	<b>0,207***</b>	<b>0,0335***</b>	-	<b>-0,291**</b>	-0,0299	<b>-0,168***</b>
Sh_p 11 a 15 años	(0,0598)	(0,00521)	(0,0339)	(0,144)	(0,0222)	(0,0528)
Núm. Obs.	110.937	108.189	18.155	108.189	108.189	18.155
R-cuadrado	0,388	0,270	0,136	0,384	0,269	0,136

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

**Shocks de temperatura y precipitación (1.5 desviaciones estándar)**

	Temperatura			Precipitación		
	Años de educación	Secundaria	Salario	Años de educación	Secundaria	Salario
Sh_n 9 meses	0,152	0,00674	-0,0739			
	(0,168)	(0,0204)	(0,0831)			
Sh_n 1 a 5 años	-0,130	<b>-0,0397***</b>	0,00694			
	(0,116)	(0,0132)	(0,0569)			
Sh_n 6 a 10 años	-0,114	<b>-0,0405***</b>	<b>0,0765*</b>			
	(0,109)	(0,0134)	(0,0442)			
Sh_n 11 a 15 años	<b>-0,217**</b>	<b>-0,0472***</b>	0,0703			
	(0,109)	(0,0123)	(0,0463)			
Sh_p 9 meses	0,303	<b>0,0567***</b>	-0,101	-0,00158	0,0439	0,258
	(0,193)	(0,0169)	(0,119)	(0,298)	(0,0380)	(0,203)
Sh_p 1 a 5 años	<b>0,372***</b>	<b>0,0354***</b>	0,172	<b>1,741***</b>	0,131	<b>-0,369*</b>
	(0,102)	(0,00990)	(0,110)	(0,356)	(0,196)	(0,189)
Sh_p 6 a 10 años	<b>0,530***</b>	<b>0,0378***</b>	-0,0611	<b>3,229***</b>	<b>0,255*</b>	0,388
	(0,152)	(0,00740)	(0,0659)	(0,888)	(0,152)	(0,293)
Sh_p 11 a 15 años	<b>0,790***</b>	<b>0,0826***</b>	-0,00504	<b>-0,490*</b>	<b>-0,214***</b>	0,238
	(0,201)	(0,0201)	(0,0833)	(0,258)	(0,0412)	(0,232)
Núm. Obs.	110.937	108.189	18.155	108.189	108.189	18.155
R-cuadrado	0,388	0,270	0,136	0,384	0,269	0,136

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

**Shocks de temperatura y precipitación (2 desviaciones estándar)**

	Temperatura			Precipitación		
	Años de educación	Secundaria	Salario	Años de educación	Secundaria	Salario
Sh_n 9 meses	0,274 (0,542)	0,0668 (0,0491)	0,175 (0,254)			
Sh_n 1 a 5 años	-0,108 (0,268)	-0,0444 (0,0355)	0,0435 (0,0917)			
Sh_n 6 a 10 años	-0,183 (0,198)	<b>-0,0531**</b> (0,0260)	0,120 (0,0872)			
Sh_n 11 a 15 años	<b>-0,487***</b> (0,167)	<b>-0,0951***</b> (0,0184)	-0,00351 (0,0861)			
Sh_p 9 meses	<b>-3,124***</b> (0,418)	<b>-0,182***</b> (0,0314)		0,699 (0,577)	0,122 (0,0908)	<b>-0,561**</b> (0,237)
Sh_p 1 a 5 años				-25,070 (3.87E+12)	42,511 (4.71E+11)	17,473 (3.33E+11)
Sh_p 6 a 10 años						
Sh_p 11 a 15 años						
Núm. Obs.	110.937	108.189	18.155	108.189	108.189	18.155
R-cuadrado	0,388	0,269	0,136	0,384	0,269	0,135

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## Anexo 2. Definición alternativa de *shock*

De acuerdo a Burke *et al.* (2015), un riesgo que se corre al sumar *shocks* a lo largo del tiempo en lugares con condiciones climáticas que oscilan entre valores extremos, es el de observar una reversión a la media. Para hacer frente a dicho problema, en el acápite 3.1 del capítulo III se expusieron los pasos realizados para la construcción de variables dicotómicas que permitían identificar la presencia o ausencia de *shocks* en función a la temperatura o precipitación promedio observada en intervalos de un año. A continuación, se presenta una definición alternativa, en la que los intervalos son mensuales. De esta forma, se busca realizar una extensión a los hallazgos previos que podrían ser vistos como intensidad en el tratamiento.

Como se mencionó, la base de datos del clima tiene frecuencia mensual. Entonces, para cada mes de gestación (9 meses) de la persona, así como para los 180 meses transcurridos hasta sus 15 años ( $t = -8, -7, \dots, 0, 1, \dots, 180$ ) se comparan los valores observados (mensuales) de temperatura y precipitación con los valores críticos correspondientes a los percentiles 10 y 90 de las distribuciones climáticas por distrito. Análogamente a lo realizado en el capítulo III, si durante un mes el valor observado de temperatura fue inferior al valor crítico del percentil 10, se crea una nueva variable dicotómica,  $d_s(x_t)$  que adquiere el valor de 1 y 0 de otro modo. En este caso,  $s$  sería positivo (p). De igual forma, si durante ese mismo mes la temperatura fue superior al del valor crítico del percentil 90, otra nueva variable  $d_s(x_t)$  toma el valor de 1 y 0 de otro modo y  $s$  sería negativo (n). Esto se realiza de igual forma para precipitación. Cabe resaltar que, a diferencia de la metodología principal, esta definición sí permitió construir variables para *shocks* negativos de precipitación (ausencia de lluvias).

Para los *shocks* a los que se estuvo expuesto durante la gestación, se procede a agruparlos de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$shock\_utero_s = \sum_{t=0}^8 d_s(x_{t-i}) \quad (13)$$

Sumatoria que puede tomar como mínimo el valor de 0 y como máximo 9. Por otro lado, al igual que lo mencionado en el acápite 2.1 del capítulo III y siguiendo la propuesta de Millet y Shah (2012) que consiste en agrupar los *shocks* postnatales en grupos de cinco años se tendría que:

$$shock_{js} = \sum_{i=60j-59}^{60j} d_s(x_{t+i}) \quad para \quad j = 1,2,3. \quad (14)$$

En este caso, cada una de las tres ecuaciones toma como mínimo el valor de 0 y como máximo 60. A partir de las ecuaciones obtenidas, se procede a estimar las ecuaciones (18), (19) correspondientes a la regresión principal y las ecuaciones (22), (23) (24) que corresponden a los mecanismos. A continuación, se presentan los resultados.

## Regresiones principales

### Shocks mensuales de temperatura y precipitación

	Temperatura			Precipitación		
	Años de educación	Secundaria	Ingresos laborales	Años de educación	Secundaria	Ingresos laborales
Sh_p10 9 meses	<b>0,0419***</b> (0,0150)	0,00118 (0,00158)	-0,00463 (0,00950)	0,00538 (0,0205)	-0,00145 (0,00226)	<b>0,0180*</b> (0,00968)
Sh_p10 1 a 5 años	<b>0,0179**</b> (0,00711)	0,000947 (0,000856)	-0,00157 (0,00366)	-0,00543 (0,0111)	-0,00147 (0,00133)	0,00105 (0,00523)
Sh_p10 6 a 10 años	0,00393 (0,00635)	<b>-0,00146*</b> (0,000763)	0,00155 (0,00358)	-0,00853 (0,0112)	<b>-0,00232*</b> (0,00127)	0,00354 (0,00631)
Sh_p10 11 a 15 años	<b>0,0139**</b> (0,00687)	0,000425 (0,000870)	-0,00190 (0,00352)	<b>-0,0187*</b> (0,0111)	<b>-0,00479***</b> (0,00175)	0,00260 (0,00582)
Sh_p90 9 meses	0,00928 (0,0153)	-0,00170 (0,00191)	-0,000928 (0,00885)	0,000701 (0,0198)	-0,000912 (0,00190)	0,0114 (0,00925)
Sh_p90 1 a 5 años	0,00796 (0,00676)	-0,000910 (0,000778)	-0,000741 (0,00344)	-0,00890 (0,0100)	0,000614 (0,000957)	-0,00175 (0,00492)
Sh_p90 6 a 10 años	0,0125 (0,00779)	-0,00104 (0,000868)	0,00220 (0,00294)	-0,00320 (0,00903)	-0,00112 (0,00119)	0,00166 (0,00492)
Sh_p90 11 a 15 años	<b>-0,0219***</b> (0,00671)	<b>-0,00404***</b> (0,000785)	0,00125 (0,00273)	-0,0164 (0,0108)	<b>-0,00270*</b> (0,00144)	-0,00307 (0,00474)
Núm. Obs.	107.2	18.092	107.2	107.2	107.2	18.092
R cuadrado	0,382	0,135	0,271	0,382	0,269	0,136

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### Shocks mensuales de temperatura por dominio

	Años de educación		Secundaria		Ingresos laborales	
	Sierra	Selva	Sierra	Selva	Sierra	Selva
Sh_p10 9 meses	0,108 (0,180)	-0,318 (0,372)	<b>0,0181</b> (0,0309)	-0,0670 (0,0676)	0,00252 (0,0631)	0,815 -1,415
Sh_p10 1 a 5 años	0,0558 (0,0910)	0,205 (0,123)	<b>0,00685</b> (0,0115)	0,0225 (0,0216)	<b>-0,0985*</b> (0,0553)	<b>-2,166**</b> (0,850)
Sh_p10 6 a 10 años	-0,0604 (0,0612)	<b>-0,113</b> (0,0867)	<b>-0,00613</b> (0,0101)	<b>-0,00923</b> (0,00808)	-0,00974 (0,0514)	<b>-1,053*</b> (0,586)
Sh_p10 11 a 15 años	-0,161 (0,0926)	<b>-0,240*</b> (0,109)	<b>-0,0147</b> (0,0120)	<b>-0,0159</b> (0,0217)	-0,0504 (0,0500)	<b>-3,249***</b> (0,882)
Sh_p90 9 meses	0,243 (0,251)	-0,136 (0,195)	<b>0,0111</b> (0,0245)	0,0114 (0,0428)	-0,0483 (0,0796)	
Sh_p90 1 a 5 años	-0,00647 (0,0729)	<b>0,185*</b> (0,0954)	<b>0,00293</b> (0,00816)	0,00905 (0,0189)	<b>-0,0887**</b> (0,0404)	<b>1,555***</b> (0,536)
Sh_p90 6 a 10 años	-0,0324 (0,0570)	<b>-0,373**</b> (0,141)	<b>0,00440</b> (0,00714)	-0,0341 (0,0266)	<b>-0,0748**</b> (0,0254)	<b>-3,262***</b> -1,020
Sh_p90 11 a 15 años	-0,0734 (0,0521)	0,116 (0,123)	<b>-0,0137*</b> (0,00665)	<b>-0,000141</b> (0,0304)	-0,0672 (0,0400)	<b>2,676***</b> (0,922)
Núm. Obs.	2,085	507	2,085	507	726	85
R cuadrado	0,477	0,629	0,442	0,624	0,472	0,854

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### Shocks mensuales de precipitación por dominio

	Años de educación		Secundaria		Ingresos laborales	
	Sierra	Selva	Sierra	Selva	Sierra	Selva
Sh_p10 9 meses	<b>0,237*</b> (0,117)	0,0459 (0,275)	<b>0,0334*</b> (0,0157)	-0,00612 (0,0463)	0,0772 (0,0604)	
Sh_p10 1 a 5 años	0,102 (0,0792)	<b>0,248***</b> (0,0723)	<b>0,0223***</b> (0,00624)	0,00586 (0,0159)	0,0174 (0,0243)	<b>1,025**</b> (0,383)
Sh_p10 6 a 10 años	-0,00306 (0,0660)	0,111 (0,0927)	0,00193 (0,00729)	0,0135 (0,0124)	-0,0355 (0,0243)	0,0532 (0,319)
Sh_p10 11 a 15 años	-0,0317 (0,0603)	0,00426 (0,0907)	-0,00446 (0,00933)	-0,00552 (0,0142)	-0,0170 (0,0182)	<b>1,446***</b> (0,473)
Sh_p90 9 meses	0,101 (0,145)	-0,602 (0,365)	0,0142 (0,0154)	-0,0128 (0,0385)	0,0842 (0,0558)	-0,181 (0,699)
Sh_p90 1 a 5 años	-0,0627 (0,0519)	-0,0923 (0,0927)	-0,0136 (0,00796)	-0,00970 (0,0209)	-0,0348 (0,0298)	0,130 (0,211)
Sh_p90 6 a 10 años	-0,114 (0,0671)	-0,0780 (0,111)	-0,0125 (0,00945)	<b>-0,0414*</b> (0,0203)	0,0166 (0,0277)	-0,150 (0,374)
Sh_p90 11 a 15 años	-0,0396 (0,0641)	-0,130 (0,0995)	-0,0104 (0,00823)	-0,0123 (0,0138)	0,0175 (0,0286)	-0,864 (0,903)
Núm. Obs.	2,085	507	2,085	507	726	85
R cuadrado	0,477	0,620	0,446	0,618	0,466	0,854

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### Mecanismos

#### Shocks de temperatura, asistencia, abandono y retraso escolar

	Asiste			Abandono			Retraso		
	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños
Shock_p10 en t	-0,00353 (0,00314)	<b>-0,00661**</b> (0,00312)	-0,00115 (0,00381)	0,00476 (0,00310)	<b>0,00641*</b> (0,00351)	0,00330 (0,00307)	-0,00225 (0,00343)	0,000387 (0,00411)	-0,00402 (0,00426)
Shock_p10 en t-1	-0,00254 (0,00266)	-0,00234 (0,00315)	-0,00244 (0,00312)	0,00318 (0,00313)	0,00388 (0,00364)	0,00275 (0,00316)	<b>0,00717*</b> *	<b>0,00966*</b> *	0,00540 (0,00401)
Shock_p90 en t	-0,00176 (0,00226)	-0,000958 (0,00241)	-0,00239 (0,00268)	<b>0,00338*</b> *	<b>0,00451*</b> *	0,00260 (0,00198)	0,000892 (0,00252)	-0,00232 (0,00318)	0,000130 (0,00334)
Shock_p90 en t-1	-0,00159 (0,00223)	-0,00443 (0,00296)	0,000211 (0,00214)	<b>0,00314*</b> (0,00189)	<b>0,00485*</b> *	0,00203 (0,00216)	0,000121 (0,00292)	-0,00321 (0,00387)	0,00351 (0,00328)
Núm. Obs.	71.634	34.948	36.650	64.597	31.187	33.372	61.910	30.284	31.583
Promedio	0,697	0,69	0,703	0,197	0,198	0,196	0,46	0,466	0,453
R cuadrado	0,593	0,581	0,620	0,696	0,695	0,707	0,116	0,138	0,135

Errores estándar conglomerados a nivel de provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### Shocks de temperatura, asistencia, abandono y retraso escolar por dominio

	Asiste			Abandono			Retraso		
	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños
<b>Sierra</b>									
Shock_p10 en t	0,00264 (0,00370)	-0,00192 (0,00411)	<b>0,00662*</b> (0,00381)	-0,00286 (0,00263)	-0,00162 (0,00296)	-0,00419 (0,00314)	-0,00189 (0,00486)	0,00182 (0,00586)	-0,00639 (0,00536)
Shock_p10 en t-1	-0,00279 (0,00386)	-0,00106 (0,00446)	-0,00422 (0,00465)	0,00182 (0,00387)	-0,00128 (0,00366)	0,00503 (0,00474)	<b>0,00995**</b> (0,00502)	<b>0,0133**</b> (0,00660)	0,00753 (0,00642)
Shock_p90 en t	<b>-0,00843***</b> (0,00263)	<b>-0,00692**</b> (0,00345)	<b>-0,00910***</b> (0,00309)	<b>0,00712***</b> (0,00260)	<b>0,00841***</b> (0,00285)	<b>0,00603**</b> (0,00298)	-0,000697 (0,00397)	-0,000472 (0,00547)	-0,00115 (0,00471)
Shock_p90 en t-1	-0,00367 (0,00321)	-0,00389 (0,00441)	<b>-0,00488*</b> (0,00290)	0,000126 (0,00336)	0,000653 (0,00333)	0,000222 (0,00412)	-0,00579 (0,00411)	-0,00439 (0,00551)	-0,00640 (0,00491)
Núm. Obs.	44.658	22.041	22.601	40.819	19.840	20.961	38.709	19.099	19.588
Promedio	0,71	0,7	0,72	0,192	0,195	0,189	0,458	0,455	0,46
R cuadrado	0,643	0,621	0,680	0,732	0,732	0,741	0,124	0,146	0,147
<b>Selva</b>									
Shock_p10 en t	-0,00528 (0,00671)	-0,00875 (0,00703)	-0,00323 (0,00768)	0,0113 (0,00696)	<b>0,0150*</b> (0,00779)	0,00873 (0,00657)	0,00177 (0,00644)	0,00402 (0,00828)	4,57e-05 (0,00860)
Shock_p10 en t-1	-0,000588 (0,00543)	-0,00501 (0,00646)	0,00370 (0,00573)	0,00347 (0,00859)	0,00903 (0,00972)	-0,00144 (0,00799)	0,00697 (0,00681)	0,0121 (0,00974)	0,00315 (0,00690)
Shock_p90 en t	0,00739 (0,00450)	<b>0,0106**</b> (0,00523)	0,00376 (0,00483)	0,00198 (0,00291)	<b>0,00567*</b> (0,00315)	-0,000816 (0,00336)	-0,000795 (0,00448)	-0,00395 (0,00489)	0,00313 (0,00622)
Shock_p90 en t-1	0,00197 (0,00384)	-0,000780 (0,00547)	0,00414 (0,00415)	<b>0,00736**</b> (0,00333)	<b>0,0113***</b> (0,00390)	0,00448 (0,00347)	0,00313 (0,00526)	0,00299 (0,00735)	0,00357 (0,00536)
Núm. Obs.	21.029	10.012	11.017	18.480	8.804	9.676	18.040	8.645	9.393
Promedio	0,664	0,666	0,663	0,219	0,215	0,222	0,441	0,463	0,421
R cuadrado	0,526	0,531	0,540	0,654	0,647	0,673	0,097	0,120	0,107

Errores estándar conglomerados a nivel provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

### Shocks de precipitación, asistencia, abandono y retraso escolar

	Asiste			Abandono			Retraso		
	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños
Shock_p10 en t	0,00382 (0,00285)	0,00228 (0,00344)	<b>0,00522*</b> (0,00309)	-0,00101 (0,00238)	0,000316 (0,00305)	-0,00195 (0,00248)	0,00347 (0,00341)	0,00438 (0,00437)	0,00321 (0,00441)
Shock_p10 en t-1	0,000682 (0,00268)	0,00188 (0,00326)	-0,000507 (0,00324)	0,00333 (0,00298)	0,00332 (0,00335)	0,00336 (0,00336)	0,00232 (0,00403)	0,00337 (0,00570)	0,000822 (0,00484)
Shock_p90 en t	0,00309 (0,00237)	<b>0,00480*</b> (0,00244)	0,00130 (0,00301)	-0,00186 (0,00261)	-0,00157 (0,00357)	-0,00218 (0,00220)	0,00131 (0,00294)	-0,00166 (0,00344)	0,00344 (0,00397)
Shock_p90 en t-1	<b>0,00599*</b> * (0,00246)	<b>0,00639**</b> (0,00267)	<b>0,00541*</b> (0,00296)	0,00113 (0,00187)	0,00357 (0,00238)	-0,00133 (0,00211)	<b>0,00561*</b> * (0,00246)	<b>0,00758*</b> * (0,00331)	0,00433 (0,00336)
Núm. Obs.	71.634	34.948	36.650	64.597	31.187	33.372	61.910	30.284	31.583
Promedio	0,697	0,69	0,703	0,197	0,198	0,196	0,46	0,466	0,453
R cuadrado	0,593	0,581	0,620	0,696	0,694	0,707	0,116	0,138	0,135

Errores estándar conglomerados a nivel provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

**Shocks de precipitación, asistencia, abandono y retraso escolar por dominio**

	Asiste			Abandono			Retraso		
	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños	Todos	Niñas	Niños
<b>Sierra</b>									
Shock_p10 en t	<b>0,00756**</b> (0,00358)	0,00775 (0,00473)	<b>0,00766**</b> (0,00350)	0,000823 (0,00324)	0,00162 (0,00382)	-0,000883 (0,00363)	0,00250 (0,00527)	0,00277 (0,00657)	0,00407 (0,00645)
Shock_p10 en t-1	0,00396 (0,00354)	0,00327 (0,00412)	0,00398 (0,00406)	0,00428 (0,00359)	0,00543 (0,00376)	0,00319 (0,00427)	0,00306 (0,00467)	0,00486 (0,00679)	0,00109 (0,00605)
Shock_p90 en t	-0,00371 (0,00277)	-0,000757 (0,00342)	<b>-0,00700**</b> (0,00295)	-0,000610 (0,00170)	-0,00361 (0,00252)	0,00203 (0,00191)	-0,00363 (0,00426)	-0,00515 (0,00549)	-0,00250 (0,00498)
Shock_p90 en t-1	0,00286 (0,00297)	0,00236 (0,00337)	0,00286 (0,00342)	<b>0,00567*</b> (0,00309)	<b>0,00796**</b> (0,00333)	0,00347 (0,00351)	0,000662 (0,00308)	-0,00214 (0,00419)	0,00361 (0,00436)
Núm. Obs.	44.658	22.041	22.601	40.819	19.840	20.961	38.709	19.099	19.588
Promedio	0,71	0,7	0,72	0,192	0,195	0,189	0,458	0,455	0,46
R cuadrado	0,643	0,621	0,680	0,732	0,732	0,740	0,123	0,145	0,147
<b>Selva</b>									
Shock_p10 en t	-0,00346 (0,00503)	-0,00599 (0,00512)	-0,00159 (0,00603)	0,00125 (0,00380)	0,00340 (0,00490)	-0,000433 (0,00437)	0,00378 (0,00468)	0,00823 (0,00714)	-0,000634 (0,00627)
Shock_p10 en t-1	-0,00710 (0,00479)	-0,000837 (0,00622)	<b>-0,0122**</b> (0,00505)	0,00123 (0,00513)	-0,00222 (0,00547)	0,00500 (0,00619)	-0,00434 (0,00697)	-0,00280 (0,00969)	-0,00897 (0,00857)
Shock_p90 en t	0,00190 (0,00469)	0,00260 (0,00532)	0,00110 (0,00483)	0,00167 (0,00595)	0,00417 (0,00685)	-0,000513 (0,00560)	-0,00128 (0,00517)	-0,00544 (0,00541)	0,000873 (0,00681)
Shock_p90 en t-1	0,00334 (0,00443)	0,00446 (0,00542)	0,00179 (0,00442)	-0,00136 (0,00270)	0,00212 (0,00304)	-0,00374 (0,00323)	<b>0,00837**</b> (0,00395)	<b>0,0140***</b> (0,00459)	0,00324 (0,00568)
Núm. Obs.	21.029	10.012	11.017	18.480	8.804	9.676	18.040	8.645	9.393
Promedio	0,664	0,666	0,663	0,219	0,215	0,222	0,441	0,463	0,421
R cuadrado	0,526	0,531	0,540	0,654	0,646	0,673	0,097	0,120	0,108

Errores estándar conglomerados a nivel provincia

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## **Nota biográfica**

### **Daniela Britto Falcón**

Nació en Trujillo, el 6 de noviembre de 1991. Bachiller en Economía con concentración en las áreas de Economía para el Sector Empresarial y Economía para el Sector Público; licenciada en Economía y egresada de la Maestría en Economía de la Universidad del Pacífico. Actualmente se desempeña como consultora en la Dirección General de Asuntos de Economía Internacional, Productividad y Competencia del Ministerio de Economía y Finanzas para la implementación del análisis de impacto regulatorio en el marco del Programa País de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) para el Perú. Anteriormente se ha desempeñado como asistente de investigación del Área de Regulación, Infraestructura y Competencia del Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (CIUP), redactora del Área de Opinión del Diario el Comercio y como consultora en el Área de Economía Aplicada de Intelfin Estudios y Consultoría. Adicionalmente, se desempeña como jefa de prácticas en la Facultad de Economía y Finanzas y en la Maestría en Economía de la Universidad del Pacífico.

### **Brenda Alejandra Teruya Revilla**

Nació en Lima, el 12 de diciembre de 1993. Bachiller en Economía con concentración en las áreas de Investigación Económica y Economía para el Sector Público y egresada de la Maestría en Economía de la Universidad del Pacífico. Actualmente, se desempeña como asistente de Investigación en el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (CIUP) en un proyecto respecto de tratamiento de agua y otro de concesión de aeropuertos. Anteriormente realizó una consultoría para el Ministerio de Educación (MINEDU) sobre filtración y subcobertura del programa social Beca 18. Adicionalmente, se desempeña como jefa de prácticas en la Facultad de Economía y Finanzas de la Universidad del Pacífico.