

**IMPACTO DE LOS CHOQUES CLIMÁTICOS SOBRE LOS RESULTADOS
EDUCATIVOS EN LOS MUNICIPIOS DE COLOMBIA**

LIBARDO ROJAS VELÁSQUEZ

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MAGÍSTER EN
ECONOMÍA**

TUTOR:

PAOLA ANDREA PALACIOS ROJAS

UNIVERSIDAD ICESI

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS

SANTIAGO DE CALI, JUNIO DE 2020

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	3
Abstract	3
1. Introducción	4
2. Revisión de literatura	7
3. Marco teórico	10
4. Datos	13
5. Metodología	17
6. Resultados.....	20
7. Conclusiones y recomendaciones	29
Referencias	32
Anexos.....	38

Resumen¹

Este trabajo de investigación analiza el impacto de los choques climáticos sobre los resultados educativos en los municipios de Colombia y explora los mecanismos de transmisión. Para el análisis empírico se usa un conjunto de datos de panel que contiene información sobre los choques de lluvia, los resultados educativos y las características socioeconómicas a nivel municipal, para el periodo 2010-2016. Además, se estiman modelos de regresión lineal usando efectos fijos y errores estándar robustos a nivel de municipio. Los principales resultados muestran que los choques de lluvia aumentan la deserción escolar y disminuyen las tasas de cobertura y el rendimiento académico. Esto ocurre debido a que los choques climáticos conducen a la reducción del ingreso familiar, el aumento de los costos educativos y el deterioro de las condiciones de salud de los niños.

Palabras clave: Choques de lluvia, formación de capital humano, cobertura educativa, deserción escolar, rendimiento académico.

Abstract

This research analyzes the impact of climatic shocks on educational results in the municipalities of Colombia and explores transmission mechanisms. For the empirical analysis, a panel dataset is used that contains information on rainfall shocks, educational results and socioeconomic characteristics at the municipal level, for the period 2010-2016. Furthermore, linear regression models are estimated using fixed effects and robust standard errors at the municipality level. The main results show that rainfall shocks increase dropout rates and decrease coverage rates and academic performance. This occurs because the climatic shocks lead to the reduction of the family income, the increase of the educational costs and the deterioration of the health conditions of the children.

Key words: Rainfall shocks, human capital formation, educational coverage, school dropout, academic performance.

¹ Se agradecen los comentarios y recomendaciones de la profesora Paola Andrea Palacios y la profesora Norma Janeth Gomez Cáceres, quienes oficiaron, respectivamente, como tutora y lectora de este trabajo. Los errores y omisiones son responsabilidad del autor.

1. Introducción

La educación es un proceso cultural que, históricamente, ha permitido el desarrollo de la sociedad. Es un mecanismo que permite desarrollar un conjunto de habilidades cognitivas y no cognitivas que inciden directamente en la formación de capital humano, la productividad laboral, el incremento de los ingresos, la adopción de nuevas tecnologías y la innovación. Por tanto, la educación se constituye en un elemento de vital importancia para el desarrollo económico y el bienestar social (Mincer, 1958; Schultz, 1961; Becker, 1964; Lucas, 1988; Makiw, Romer, y Weil, 1992; Hanushek y Woessman, 2008). Por esta razón, los gobiernos nacionales, los gobiernos locales y las organizaciones internacionales no gubernamentales han priorizado la educación dentro de sus ejes programáticos, mediante la asignación de recursos económicos, físicos y humanos y, el diseño de políticas públicas orientadas a mejorar el acceso a la educación, la calidad y la eficiencia en la prestación del servicio.

Sin embargo, el logro de estos objetivos puede verse afectado por una serie de choques que reproducen y perpetúan la pobreza y la desigualdad, obstruyendo los procesos de formación de capital humano. En efecto, la población en los países en vía de desarrollo enfrenta diversos riesgos (conflictos, enfermedades, hambrunas, variabilidad del clima, desastres naturales) que pueden reducir su capacidad productiva (capital físico y humano) y los ingresos a mediano y largo plazo. Por tanto, los choques adversos, derivados de estos riesgos, menoscaban el bienestar de la población.

En este sentido, una preocupación que ha cobrado relevancia en los últimos años es el impacto negativo que los choques climáticos pueden tener sobre la acumulación de capital humano porque, además de los efectos inmediatos sobre la mortalidad y la morbilidad, causan impactos adversos sobre la cobertura educativa, la permanencia escolar y el desempeño académico. En primer lugar, los choques climáticos tienen la capacidad de reducir el ingreso de los hogares (Dercon, 2004; Masozera, Bailey y Kerchner, 2007; Mottaleb et al., 2013; Felbermayr y Gröschl, 2014; Aurori, Nguyen y Ben-Youssef, 2015). Ante una disminución del ingreso las personas dejan de demandar bienes y servicios, entre ellos los relacionados con la educación (inscripción, pensión, transporte, libros, útiles escolares, computadores). Así mismo, una reducción del ingreso puede motivar a los padres de familia a sustituir la educación de sus hijos por trabajo infantil, con el fin de compensar las pérdidas económicas

(Janvry et al., 2006; Baez y Santos, 2007; Nguyen y Pham, 2018). En segundo lugar, los choques climáticos pueden destruir la infraestructura física relacionada con la prestación del servicio educativo (escuelas, aulas y vías de acceso), dando lugar a un aumento del costo de la educación, que reduce el acceso y la permanencia de los niños (Baez y Santos, 2007; Baez, De La Fuente y Santos, 2010; Nguyen y Pham, 2018). En tercer lugar, los choques climáticos pueden causar problemas de salud y pérdidas humanas para las familias (Hoddinott y Kinsey, 2001; Frankenberg, McKee y Thomas, 2005; Alderman, Hoddinott y Kinsey, 2006; Baez y Santos, 2007; Datar et al., 2013). Si los niños sufren afectaciones de salud pueden dejar de asistir a la escuela o presentar un bajo rendimiento académico. En otros casos, dado que los recursos económicos son limitados, los problemas de salud pueden llevar a una sustitución de la inversión en educación por la inversión en salud debido al aumento de la demanda de atención médica.

Esta preocupación tiende a agudizarse con las alteraciones ambientales que está atravesando el mundo debido a las consecuencias del cambio climático. De acuerdo con Guha-Sapir, Hargitt y Hoyois (2004), el cambio climático ha hecho que, desde 1980, los desastres naturales ocurran con mayor frecuencia e intensidad, aumentando considerablemente sus impactos negativos. Según el Informe de Riesgo Climático Global, entre 1999 y 2018 murieron 495000 personas como consecuencia directa de más de 12000 fenómenos meteorológicos extremos, mientras que las pérdidas económicas se estimaron en 3.54 billones de dólares (en Paridad de Poder Adquisitivo). Además, de los diez países más afectados durante este periodo, siete son países en desarrollo, de ingreso bajo o medio bajo (Eckstein et al., 2019). Colombia, históricamente, ha sido uno de los países con mayor riesgo climático debido a la alta probabilidad de ocurrencia de eventos extremos como lluvias intensas, inundaciones y olas de calor. Según datos de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), en 2010 el fenómeno de La Niña (choque extremo de lluvia) afectó a más de dos millones de personas, ubicadas en 744 municipios del país.

Los choques climáticos son devastadores, no solo en términos de pérdidas humanas, sino también para los medios de subsistencia de los sobrevivientes (Chandra et al., 2017; Sawada y Takasaki, 2017). Por tanto, las políticas públicas orientadas a la prevención, gestión y mitigación del riesgo, son de importancia crítica para proteger a la población de estas

consecuencias. No obstante, la formulación de tales políticas requiere conocer la magnitud de los impactos y los canales a través de los cuales se transmiten. Así, este trabajo de investigación tiene por objetivo estimar el impacto de los choques de lluvia sobre los resultados educativos (cobertura, deserción, desempeño académico) en los municipios de Colombia y explorar los mecanismos de transmisión sugeridos por la literatura económica. Para ello, se construye un conjunto de datos de panel que contiene información sobre los choques de lluvia, los resultados educativos y las características socioeconómicas de todos los municipios del país durante el periodo 2010-2016, con el cual se realizan estimaciones econométricas mediante el método de efectos fijos. Los principales resultados de la investigación muestran que los choques de lluvia conducen a un aumento de las tasas de deserción escolar y a una disminución de las tasas de cobertura educativa y el puntaje de las pruebas de rendimiento académico. Además, los impactos adversos de los choques climáticos sobre los resultados educativos están asociados a la reducción del ingreso familiar, el aumento de los costos educativos y el deterioro de las condiciones de salud de los niños.

Este trabajo tiene importantes implicaciones académicas y prácticas. En primer lugar, después de realizar una revisión detallada de la literatura, no se encontraron investigaciones sobre el impacto de los choques climáticos en los resultados educativos en Colombia. De manera que esta sería la primera aproximación empírica realizada en el país. En segundo lugar, las implicaciones prácticas de este trabajo están orientadas a la formulación de políticas públicas para la prevención, gestión y mitigación del impacto de los choques climáticos en los resultados educativos a nivel municipal. En este sentido, los hacedores de política y las entidades territoriales podrán contar con un insumo que les permita diseñar las mejores estrategias para minimizar el riesgo derivado de los choques climáticos, proteger a la población, fortalecer el talento humano y estimular el desarrollo regional.

Este documento está organizado en siete secciones, incluida esta introducción. En la segunda sección se presenta el marco teórico. En la tercera sección se presenta una revisión detallada los trabajos empíricos desarrollados previamente. En la cuarta sección se describe el conjunto de datos utilizados. En la quinta sección se define la metodología de investigación. En la sexta sección se presentan los principales resultados empíricos. Por último, en la séptima sección se presentan las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

2. Revisión de literatura

Los choques climáticos y los desastres naturales han llamado la atención de la literatura económica debido a sus implicaciones sobre el bienestar de las personas. La literatura empírica se ha enfocado en estimar el impacto de estos fenómenos sobre las variables de desarrollo económico y, en esa misma línea, evaluar los mecanismos de transmisión de estos efectos. En este sentido, la educación ha sido uno de los campos en los que se han venido desarrollando este tipo de investigaciones durante los últimos años. El impacto de los choques climáticos sobre los resultados educativos podría ser ambiguo. Por un lado, este tipo de choques tienen efectos sobre los ingresos, los costos de la educación y la salud infantil, que podrían motivar a los padres a reducir sus inversiones en educación (Nguyen y Pham, 2018). Por otro lado, según los resultados obtenidos por Rosenzweig y Evenson (1977), los salarios más altos están asociados con tasas de escolaridad más bajas, debido a los mayores costos de oportunidad de permanecer en la escuela. Por tanto, si existe una relación negativa entre salarios y escolaridad, un choque climático podría tener un impacto positivo en los resultados educativos. No obstante, aunque las investigaciones empíricas, en muchos casos, son heterogéneas con respecto al fenómeno estudiado, la metodología y los datos utilizados, los resultados parecen ser concluyentes en el sentido que, tanto los choques climáticos como los desastres naturales, en la mayoría de los casos, causan efectos adversos sobre los procesos de acumulación de capital humano.

Varios trabajos de investigación prueban el impacto de los choques climáticos sobre los resultados educativos. Estos trabajos se han ocupado de estudiar diferentes resultados educativos como el gasto en educación (Baez et al., 2016), la inscripción (Shah y Steinberg, 2017; Björkman-Nyqvist, 2013), la asistencia (Jacoby y Skoufias, 1997; Jensen, 2000), el grado de escolaridad (Maccini y Yang, 2009; Thai y Falaris, 2014; Hyland y Russ, 2019), la tasa de repetición (Onigbinde, 2018) y el rendimiento académico (Björkman-Nyqvist, 2013; Shah y Steinberg, 2017; Nguyen y Pham, 2018). De acuerdo con la literatura sobre economía de la educación, las pruebas estandarizadas de rendimiento académico permiten medir el capital humano acumulado por una persona en su paso por el sistema educativo (Hanushek, 1979; Todd y Wolpin, 2003; Rivkin, Hanushek y Kain, 2005). Por tanto, los impactos adversos de los choques de climáticos en los resultados educativos tienen la capacidad de interrumpir y reducir la acumulación de capital humano. Por un lado, este tipo de choques

pueden disminuir la inscripción y aumentar las tasas de abandono escolar. Por otro lado, la ocurrencia de estos choques implica que los estudiantes que permanecen en el sistema educativo experimenten una reducción de su desempeño académico. La interrupción de los procesos de aprendizaje y la disminución del desempeño tienen una gran influencia sobre las trayectorias educativas y laborales de las personas, afectando, a su vez, la capacidad para generar ingresos en el futuro.

Para el caso de India, Jacoby y Skoufias (1997) encuentran que la asistencia escolar infantil responde negativamente a los choques estacionales de ingreso asociados con excesos de lluvia debido, entre otras cosas, a las restricciones de crédito, propias de los mercados financieros incompletos. Resultados similares fueron obtenidos por Foster (1995) y Jensen (2000) para Bangladesh y Costa de Marfil respectivamente. Así mismo, Shah y Steinberg (2017) encuentran que un aumento del nivel de precipitaciones en India conduce a una disminución contemporánea en la tasa de matrícula, la asistencia escolar y el rendimiento académico. Sin embargo, los resultados también muestran un impacto positivo de los choques pluviales tempranos (antes de los 4 años de edad) en la matrícula escolar y en las pruebas de matemáticas y lenguaje. Por lo tanto, a diferencia de Jacoby y Skoufias (1997), Shah y Steinberg (2017) consideran que este impacto está explicado por un mecanismo de coste de oportunidad, debido a que el choque tuvo, además, un impacto positivo sobre los salarios. Zimmermann (2020) intenta reconciliar estos hallazgos aparentemente opuestos y encuentra que el impacto de los choques de lluvia varía según el nivel educativo, la edad y el género de los estudiantes.

En la misma línea, Baez et al. (2016) analizan la vulnerabilidad de los hogares a grandes choques de lluvia en Guatemala, un país donde más de la mitad de la población vive en situación de pobreza. Según estimaciones de los autores, los choques de lluvia condujeron a una disminución en el ingreso, el consumo de los hogares y los gastos en servicios de salud y educación. Del mismo modo, se observó un aumento de la participación de los niños en el trabajo, remunerado y no remunerado, y una reducción en la asistencia escolar. De manera similar, Nguyen y Pham (2018), en un estudio para Etiopía, India, Perú y Vietnam, encontraron que fenómenos como las inundaciones, heladas, granizadas y sequías, tienen un

efecto negativo y significativo sobre el logro educativo de los niños y el desempeño en pruebas de capacidad cognitiva.

Por su parte, Maccini y Yang (2009) estudian la sensibilidad del bienestar individual ante crisis climáticas ocurridas al momento del nacimiento en Indonesia y, encuentran que niveles más bajos de lluvia están asociados con peores condiciones de salud y menor escolaridad de las mujeres. Mientras que Thai y Falaris (2014) encuentran que las crisis de lluvia al momento del nacimiento y durante la primera infancia tienen un impacto negativo sobre la salud y la escolarización en las zonas rurales de Vietnam. No obstante, el impacto observado es relativamente mayor en las regiones con vocación agrícola. Así mismo, Björkman-Nyqvist (2013) encuentra que los choques de sequía, definidos como una desviación negativa del nivel de precipitaciones, tienen un efecto negativo sobre la producción agrícola, la inversión en educación, la matrícula escolar y el rendimiento académico en Uganda. Además, el efecto sobre los resultados educativos es más pronunciado para las niñas que para los niños. Hyland y Russ (2019) encuentran que la exposición temprana a la sequía tiene un efecto negativo, cuatro décadas después, sobre el ingreso, la salud y el logro educativo de las mujeres que habitan en África Subsahariana. Fishman, Carillo y Russ (2019) encuentran resultados muy similares en Ecuador, donde la exposición temprana a la sequía disminuye la probabilidad de alcanzar la educación secundaria y la educación superior.

Además del impacto de los choques climáticos, los resultados educativos también pueden verse afectados por eventos aún más extremos como huracanes, tifones y terremotos. Onigbinde (2018), en un estudio para 85 países, encuentra que la intensidad de los daños y las muertes por desastres naturales están correlacionadas negativamente con el logro educativo y las tasas de repetición en escuelas de secundaria. Así mismo, Rush (2018) encuentra una relación negativa entre los daños causados por desastres naturales y las tasas de inscripción educativa a nivel de distrito en Indonesia. Este impacto se acentúa en los distritos donde hay más pobreza y donde existe menos alfabetización.

Entre tanto, Baez y Santos (2007) estiman los efectos a mediano plazo del huracán Mitch, ocurrido en Nicaragua en 1998, sobre la matrícula escolar, la oferta laboral y el estado de salud de los niños en las áreas afectadas. Aunque no se encontró un efecto significativo sobre la matrícula escolar, la investigación muestra que el huracán Mitch condujo a un notable

aumento de la proporción de niños que trabajan y, de niños que estudian y trabajan simultáneamente. Además, los autores hallaron un aumento en la probabilidad de desnutrición infantil y una disminución en la atención médica. Por su parte, Deuchert y Felfe (2015) analizan las consecuencias de corto y largo plazo de los choques idiosincráticos en las viviendas, causados por un tifón, sobre la educación y la salud de los niños en Filipinas. Los hallazgos de esta investigación dan cuenta de un efecto negativo sobre el desarrollo cognitivo de los niños, medido por el grado de escolarización y pruebas de coeficiente intelectual, en diferentes momentos del tiempo. Además, los efectos son más severos para las niñas, niños sin hermanos mayores, niños de familias pobres o que no cuentan con una red social fuerte. Sin embargo, no se hallaron impactos sobre la salud.

Finalmente, Caruso y Miller (2015) estiman los efectos de largo plazo causados por el terremoto de Ancash Perú, ocurrido en 1970, sobre la acumulación de capital humano, 37 años después del suceso. Los principales hallazgos de esta investigación indican que las personas afectadas por el terremoto, durante su infancia, alcanzaron menos años de escolaridad con respecto a las personas que no se vieron afectadas. Además, la evidencia empírica apoya la existencia de un efecto de transmisión intergeneracional debido a que los hijos de mujeres afectadas por el terremoto también alcanzaron menos años de educación. Así mismo, Paudel y Ryu (2018) encontraron que los niños afectados por el terremoto de Nepal, ocurrido en 1988, tienen una menor probabilidad de completar la escuela secundaria y la escuela intermedia. No obstante, los hallazgos demuestran que los niños afectados que pertenecen a grupos de castas altas fueron capaces de mitigar el impacto negativo en el largo plazo.

3. Marco teórico

Los choques de lluvia son fenómenos naturales que pueden causar eventos como inundaciones, avalanchas, vendavales y deslizamientos, provocando grandes pérdidas materiales, humanas y ambientales (Onigbinde, 2018). Por tanto, la desviación del nivel de precipitaciones, con respecto a su media histórica, tiene la capacidad de afectar los modos de subsistencia de los hogares, reducir el ingreso familiar, ocasionar problemas de salud e interrumpir los procesos de acumulación de capital humano. Todo lo anterior, sumado a las

condiciones de vulnerabilidad que enfrenta la población en los países en vía de desarrollo, podría empujar las familias hacia trampas de pobreza, que son difíciles de superar sin asistencia externa (Carter et al., 2007).

En la literatura económica existe un amplio consenso sobre los efectos negativos que los choques climáticos pueden tener sobre las variables asociadas al desarrollo económico. Particularmente, en los últimos años se ha desarrollado una línea de investigación, con aportes teóricos y empíricos, sobre el impacto adverso de las alteraciones climáticas y los desastres naturales sobre la educación y la formación de capital humano, tanto a nivel individual como a nivel agregado. En este contexto, Nguyen y Pham (2018) desarrollan un modelo teórico simple, de un solo periodo, para mostrar que los eventos naturales, originados a partir de alteraciones climáticas, afectan la educación a través de diferentes canales. El modelo supone que hay una familia con una dotación de tiempo (T), que se distribuye entre ocio (t_l) y trabajo (t_w), tal y como se muestra en la ecuación 1.

$$T = t_l + t_w \quad (1)$$

Además, la familia tiene un nivel de ingreso (Y), compuesto por ingresos laborales e ingresos no laborales. Los ingresos laborales corresponden al producto entre las horas trabajadas (t_w) y el salario por hora (w). Mientras que los ingresos no laborales (I) corresponden a las transferencias, ingresos financieros y otros tipos de ingreso que reciben los hogares. Dado lo anterior, el ingreso total de la familia puede expresarse como aparece en la ecuación 2.

$$Y = wt_w + I = w(T - t_l) + I \quad (2)$$

La familia deriva utilidad del uso del tiempo libre (t_l), el consumo de bienes y servicios (Q) y el bienestar de sus hijos (C). El bienestar de los hijos es visto como las demandas que realizan los padres por educación y salud, denotadas por C_E y C_H respectivamente. A su vez, la demanda de salud puede expresarse como una función del stock heredado de salud (s_H).

Por tanto, la demanda de salud se denota como $C_H = C_H(s_H)$. Se asume además que los padres gastan una mayor parte del ingreso cuando sus hijos tienen un bajo stock heredado de salud. En este sentido, la familia maximiza la función de utilidad de la ecuación 3, que es aditiva, creciente, cóncava y dos veces continuamente diferenciable, sujeto a la restricción presupuestaria de la ecuación 4, donde p denota el precio asociado a las variables correspondientes.

$$U(t_L, C, Q) = U_L(t_L) + U_C(C_E, C_H(s_H)) + U_Q(Q) \quad (3)$$

$$p_E C_E + p_H C_H(s_H) + p_Q Q = w(T - t_l) + I \quad (4)$$

Resolviendo las condiciones de primer orden del problema de maximización se puede obtener la demanda de tiempo libre, bienes de consumo, educación y salud, en función del ingreso, los precios y el stock de salud heredado. Así, la demanda de educación toma la forma expresada en la ecuación 5.

$$C_E = C_E(p_E, p_H, p_Q, w, s_H, I) \quad (5)$$

De acuerdo con esto, los choques climáticos afectan la educación a través de tres canales distintos. Primero, las alteraciones del clima afectan los activos productivos y conducen a una reducción del ingreso familiar. Como resultado, una disminución del ingreso reduce la demanda de educación. Además, la reducción del ingreso puede empujar a los niños hacia el trabajo infantil, ya sea a tiempo parcial o a tiempo completo. Segundo, los eventos naturales derivados de los choques climáticos tienen la capacidad para destruir la infraestructura educativa (colegios, aulas) y las vías de comunicación, dando lugar a un aumento del precio sombra de la educación, que conduce a una reducción de la demanda. Tercero, los eventos naturales causan problemas de salud en los niños (enfermedades, lesiones, discapacidades), que reducen el stock heredado de salud y aumentan el gasto en atención médica, reduciendo

el gasto en educación. Además, los problemas de salud afectan directamente la capacidad cognitiva y el logro educativo de los estudiantes. En un caso más extremo, los choques climáticos podrían ocasionar desastres naturales que provoquen la muerte de los padres de familia, afectando, por un lado, la principal fuente de ingresos del hogar y, por otro lado, las condiciones de salud de los niños debido a la aparición de trastornos de estrés postraumático.

4. Datos

En este trabajo se conforma un conjunto de datos de panel con información obtenida a partir de diferentes fuentes. El conjunto de datos contiene información sobre los resultados educativos, los choques climáticos y las características, sociales y económicas, de los municipios de Colombia, para el periodo 2010-2016.² Se utilizan tres variables distintas para medir los resultados educativos. En primer lugar, se usan medidas de cobertura, que permiten caracterizar tanto la oferta como la demanda de educación. La cobertura puede ser medida a través del registro de estudiantes matriculados en cada nivel educativo en un determinado periodo. Sin embargo, estos registros no muestran el verdadero comportamiento de la demanda educativa, debido a que el aumento de la matrícula podría estar reflejando únicamente un aumento de la población. Una mejor forma de medir el acceso a la educación es a través de las tasas de cobertura educativa. De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (MEN), la Tasa de Cobertura Bruta (TCB) corresponde a la relación porcentual entre las personas matriculadas en el sistema educativo y la población en edad escolar. Por su parte, la Tasa de Cobertura Neta (TCN) es la relación porcentual entre las personas en edad escolar matriculadas en el sistema educativo y la población en edad escolar.³ No obstante, la TCN puede ser una mejor medida que la TCB porque controla los efectos de la extra edad que podrían sesgar las estimaciones. En segundo lugar, se utiliza la Tasa de Deserción Intra-Anual (TDI) como una medida del abandono estudiantil durante un periodo lectivo. La TDI es la relación porcentual entre los estudiantes que abandonan el sistema

² Se usa este periodo de análisis debido a la disponibilidad de los datos.

³ El sistema educativo colombiano está conformado por la educación inicial, la educación preescolar, la educación básica (primaria y secundaria) y la educación media. Para cada uno de estos niveles se ha establecido rangos de edad, que pertenecen a un rango más general, denominado edad escolar, entre los 5 y 17 años. Por tanto, es posible calcular las tasas de cobertura de manera general y para cada uno de los niveles educativos.

educativo y la totalidad de los estudiantes que están matriculados. Los datos, tanto de la TCN como de la TDI, son proporcionados por el MEN.

En tercer lugar, se utilizan medidas de rendimiento académico. El Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), realiza periódicamente exámenes estandarizados para medir las competencias básicas de los estudiantes matriculados en el sistema educativo. El examen se aplica en cada uno de los niveles educativos, sin embargo, el examen de Estado Saber 11, que se aplica al finalizar la educación media, es una mejor medida que los exámenes aplicados en otros niveles educativos porque, además de tener una mayor continuidad en el tiempo, permite monitorear la calidad de la educación en los establecimientos educativos del país, siguiendo los estándares básicos de competencias y los referentes de calidad emitidos por el MEN. Los resultados del examen Saber 11 son individuales, por tanto, para efectos de este trabajo, se usa el promedio de los puntajes obtenidos por los estudiantes, en las áreas de matemáticas y lectura crítica, en un municipio determinado. En este punto es importante tener en cuenta que el ICFES, en el año 2014, realizó cambios metodológicos a los exámenes estandarizados, pasando de un enfoque de evaluación basado en conocimientos a un enfoque basado en competencias. No obstante, las series de datos municipales, proporcionadas por el ICFES y el Departamento Nacional de Planeación (DNP), incluyen el ajuste correspondiente al cambio metodológico, por tanto, los datos del panel son comparables en el tiempo.

Los choques de lluvia se miden a través del Índice de Precipitaciones Estandarizado (SPI por su sigla en inglés), desarrollado por McKee, Doesken y Kleist (1993). El SPI se basa en la probabilidad de precipitación para una escala de tiempo determinada y mide los choques climáticos a partir del número de desviaciones estándar de las precipitaciones observadas respecto de la media a lo largo de un período de acumulación (McKee, Doesken y Kleist, 1993; WMO, 2012). Para construir el SPI se utiliza información proporcionada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), desagregada a nivel de municipio, sobre el acumulado anual de precipitaciones y la media histórica de las precipitaciones registradas entre 1986 y 2016. De esta manera, el SPI sigue una distribución normal, $SPI \sim N(0, 1)$, que toma valores entre -3 y 3 , donde los valores negativos representan escasez de precipitaciones, mientras que los valores positivos representan exceso de precipitaciones con respecto a la media histórica del municipio. De acuerdo con McKee,

Doesken y Kleist (1993), los choques de lluvia ocurren cuando las precipitaciones de un periodo exceden en al menos una desviación estándar a la media histórica. Además, según el número de desviaciones, se pueden identificar periodos de lluvia moderada, lluvia fuerte y lluvia extrema. No obstante, en este trabajo los choques de lluvia se agrupan únicamente en dos categorías, representadas por variables dicotómicas dentro del panel, a saber: choques de lluvia ($SPI \geq 1$) y choques extremos de lluvia ($SPI \geq 1.5$).

Cabe aclarar que este trabajo de investigación se ocupa únicamente de los choques climáticos asociados al exceso del nivel de precipitaciones y no tiene en cuenta los choques de sequía, entendidos como la desviación negativa de las precipitaciones con respecto a la media histórica, por dos razones principales. Primero, los choques de lluvia son más frecuentes y más intensos que los choques de sequía. Cada año en Colombia se presentan intensas oleadas de lluvia que causan inundaciones, deslizamientos, avalanchas, vendavales y avenidas torrenciales. En cambio, aunque cada año se presentan épocas donde disminuyen las precipitaciones, las sequías no causan eventos de esta magnitud, a menos que se trate del fenómeno de El Niño (sequía extrema). Sin embargo, el fenómeno de El Niño se presenta a intervalos irregulares, cada dos a siete años. Además, al comparar el impacto del fenómeno de El Niño de 2015 con el fenómeno de La Niña ocurrido en 2010-2011, se observa que los choques de sequía extrema afectaron aproximadamente a 200 municipios, mientras que los choques de lluvia extrema afectaron a más de 700 municipios. Segundo, los choques de lluvia pueden afectar los resultados educativos a través de diferentes canales como el ingreso, el costo de acceso a la educación y la salud de los niños. Por su parte, los choques de sequía afectan los resultados educativo únicamente a través del canal del ingreso agrícola (Björkman-Nyqvist, 2013). Es poco probable que las sequías tengan algún efecto sobre la salud de los niños, las viviendas, la infraestructura educativa y las vías de comunicación.

Para entender los mecanismos a través de los cuales se transmiten los impactos de los choques climáticos a los resultados educativos se usan datos sobre las afectaciones agregadas, causadas por eventos naturales, originados a partir del exceso de lluvias como, inundaciones, avalanchas, deslizamientos y vendavales. La UNGRD provee información sobre las afectaciones de estos eventos sobre las viviendas, las vías, los centros educativos y las hectáreas dedicadas a actividades agropecuarias. La información sobre estas variables está

agrupada por evento, sin embargo, para efectos de este trabajo, se calcula la suma de los daños causados por estos eventos sobre cada uno de los tipos de afectación a nivel municipal en un año determinado. En este sentido, las afectaciones sobre las viviendas y las hectáreas dedicadas a la producción agropecuaria se usan para medir el canal del ingreso familiar, mientras que las afectaciones sobre las vías de acceso y los centros educativos se usan para medir el canal asociado al aumento del precio sombra de la educación. Adicionalmente, para medir el canal del ingreso se usa información sobre el valor agregado municipal per cápita, tomado de las bases de datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), y los ingresos tributarios per cápita del municipio, tomados de las cifras del DNP. Para analizar el canal correspondiente a las afectaciones de salud es apropiado usar medidas sobre desnutrición infantil o enfermedades originadas a partir de alternaciones climáticas. Sin embargo, no hay información disponible acerca de estas variables a nivel de municipio. Por esta razón, las estimaciones sobre los mecanismos se realizan usando la tasa de mortalidad infantil por cada mil niños, proporcionada por el Ministerio de Salud y Protección Social.

Adicionalmente, el conjunto de datos incluye medidas de las características socioeconómicas de los municipios, que se usan como variables de control en las estimaciones econométricas. Estas variables corresponden a las transferencias per cápita, el Índice de Desempeño Fiscal (IDF), el número de Empresas Generadoras de Empleo Formal por cada diez mil habitantes (EGEF), la tasa de cobertura de régimen subsidiado, la proporción de personas que habitan en zonas rurales con respecto a la población total, el número de secuestrados y la tasa de homicidios por cada cien mil habitantes. La información sobre estas variables se obtiene de fuentes como el DNP, el Sistema de Información y Consulta de Distribuciones de Recursos Territoriales (SICODIS), el Ministerio de Trabajo, el Ministerio de Salud y Protección Social, el DANE, la Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas y el Ministerio de Defensa Nacional. Finalmente, los datos incluyen variables sobre las características del sistema educativo del municipio como, por ejemplo, la proporción de estudiantes matriculados en el sistema educativo no oficial con respecto al total de los estudiantes matriculados y la Tasa de Extraedad (TE).⁴ Estas dos variables podrían afectar el

⁴ La TE es calculada como la diferencia entre la TCB y la TCN.

comportamiento de los resultados educativos. Por un lado, los colegios no oficiales podrían estar mejor ubicados y contar con una mejor dotación de recursos educativos (infraestructura, equipos, planta docente, relación alumno-docente), en comparación con los colegios no oficiales. Por tanto, a medida que aumenta la proporción de estudiantes matriculados en el sector no oficial también podría aumentar la probabilidad de obtener mejores resultados educativos y disminuir la vulnerabilidad a los choques climáticos (Heyneman y Loxley, 1983; Lounkaew, 2013). Por otro lado, una mayor TE podría estar reflejando que la población matriculada en el sistema educativo ha interrumpido su escolarización en el pasado o realiza actividades laborales mientras estudia. Estos dos factores aumentan la probabilidad de deserción y repercuten negativamente sobre el desempeño escolar (Heady, 2003; Tzannatos, 2003; Gibbs y Heaton, 2014; Buonomo-Zabaleta, 2011; He, 2016). La información sobre la población matriculada en el sector no oficial se toma del MEN. Las estadísticas descriptivas de cada una de las variables se presentan en el anexo 1.

5. Metodología

Este trabajo busca estimar el impacto de los choques climáticos, asociados a un exceso en el nivel de precipitaciones, sobre los resultados educativos en los municipios de Colombia y explorar los mecanismos a través de los cuales se transmiten estos efectos. Para ello, se realizan estimaciones econométricas siguiendo la línea de los trabajos empíricos desarrollados por Björkman-Nyqvist (2013) y Nguyen y Pham (2018). No obstante, existen dos preocupaciones al momento de estimar el impacto de los choques de lluvia sobre los resultados educativos. En primer lugar, los resultados educativos están asociados a diferentes factores inobservables que, por lo general, son heterogéneos entre municipios y, constantes en el tiempo dentro de cada municipio como, por ejemplo, la ubicación geográfica, los factores culturales y las preferencias de las familias con respecto a la educación. En segundo lugar, de acuerdo con Nguyen y Pham (2018), es probable que los choques climáticos no ocurran al azar en las diferentes regiones del país. Por ejemplo, es más probable que se presente exceso de precipitaciones en las zonas montañosas y escasez de lluvias en las áreas más bajas. Así mismo, es probable que los estudiantes de los municipios ubicados en zonas montañosas enfrenten mayores dificultades para acceder al sistema educativo, debido a las

precarias condiciones de las vías de comunicación, con respecto a los estudiantes de los municipios ubicados en regiones planas. Por tanto, en términos econométricos, los choques climáticos podrían estar correlacionados con variables no observadas y, en consecuencia, se obtendrían estimaciones sesgadas. Por esta razón, el análisis empírico se realiza a través del método de efectos fijos con el fin de controlar aquellos factores inobservables que son constantes en el tiempo. Adicionalmente, las estimaciones incluyen un conjunto de variables que permiten controlar las características socioeconómicas observables que pueden afectar los resultados educativos. Con base en lo anterior, el modelo econométrico usado para estimar el impacto de los choques de lluvia sobre los resultados educativos puede especificarse de la siguiente manera:

$$E_{it} = \alpha + \beta S_{it} + \gamma X_{it} + \theta_i + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

donde E_{it} son los resultados educativos del municipio i , observados en el año t , S_{it} representa los choques de lluvia observados en el municipio i en el año t , X_{it} es un vector de características socioeconómicas, θ_i es un vector de efectos fijos a nivel de municipio y ε_{it} es el término aleatorio de error. β es el parámetro de interés ya que mide la variación de los resultados educativos en respuesta a los choques de lluvia.

El modelo econométrico se estima para diferentes resultados educativos, a saber: TCN de la educación media, TCN de la educación secundaria, TDI de la educación media, TDI de la educación secundaria, promedio municipal del Examen Saber 11 en las áreas de matemáticas y lenguaje. Así mismo, se usan diferentes formas para medir el impacto de los choques de lluvia. Inicialmente se realizan regresiones usando como variable explicativa el SPI. Posteriormente, se estima el impacto del choque cuando el acumulado anual de precipitaciones es mayor o igual a una desviación estándar de la media histórica de las precipitaciones y, cuando la desviación estandarizada de las precipitaciones es mayor a 1,5. Adicionalmente, es importante señalar que el impacto de la desviación de las precipitaciones sobre las tasas de cobertura educativa se estima usando las variables explicativas observadas

en $t - 1$, debido a que la matricula en el sistema educativo es una decisión que, por lo general, se toma al inicio de cada año por los padres de familia.

Para identificar los mecanismos a través de los cuales se transmiten los impactos adversos de los choques de lluvia sobre los resultados educativos se usan dos especificaciones econométricas. En primer lugar, se estima el impacto de los daños causados por desastres naturales, originados a partir de un choque de lluvias, sobre los resultados educativos, tal y como se muestra en la siguiente ecuación:

$$E_{it} = \alpha + \beta D_{it} + \gamma X_{it} + \theta_i + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

donde D_{it} es un vector que contiene información sobre los daños causados por avalanchas, deslizamientos, inundaciones y vendavales, sobre viviendas, tierras dedicadas a la producción agropecuaria, centros educativos y vías de comunicación. Los daños en viviendas y en tierras dedicadas a la producción agropecuaria corresponden al canal del ingreso familiar, mientras que los daños en centros educativos y vías de comunicación corresponden a los costos de acceso al sistema educativo. En segundo lugar, se estima el impacto de la desviación de las precipitaciones sobre el valor agregado per cápita, los ingresos tributarios per cápita y la tasa de mortalidad infantil por cada mil habitantes, con el fin de explorar el mecanismo del ingreso municipal y el mecanismo de la salud. Para esto se sigue la siguiente especificación econométrica:

$$C_{hit} = \alpha + \beta S_{it} + \gamma X_{it} + \theta_i + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

donde C_{hit} representa el canal h , observado en el municipio i , en el año t . Todos los modelos econométricos se estiman usando errores estándar robustos con el fin de controlar posibles problemas de heterocedasticidad y autocorrelación.

6. Resultados

Siguiendo la propuesta metodológica, descrita en la sección anterior, se estimaron modelos de regresión lineal, usando efectos fijos a nivel de municipio y errores estándar robustos, con el fin de estimar el impacto de los choques de lluvia sobre los resultados educativos. Además, cada modelo incluye un conjunto de variables de control que miden las características socioeconómicas observables de los municipios. En este sentido, la tabla 1 presenta los resultados de las estimaciones, usando el SPI como variable explicativa de interés. Las estimaciones muestran que el SPI tiene un efecto negativo y significativo sobre la TCN de la educación secundaria y la educación media (Columnas 1 y 2). Cabe resaltar que el efecto estimado es mucho más grande sobre la cobertura de la educación media que sobre la cobertura de la educación secundaria. Así mismo, el SPI tiene un efecto negativo y estadísticamente significativo sobre el puntaje del examen Saber 11 en el área de matemáticas y lectura (Columnas 5 y 6). Adicionalmente, el SPI tiene un efecto positivo sobre la TDI de la educación media y la educación secundaria (Columnas 3 y 4). Sin embargo, el efecto observado es significativo únicamente para el caso de la educación media. Estos resultados sugieren que la desviación de las precipitaciones, con respecto a la media histórica, está relacionada negativamente con la cobertura educativa y el desempeño académico y, positivamente con el abandono escolar.

Por tanto, los choques de lluvia, definidos como valores positivos del SPI, mayores o iguales a una desviación estándar, perjudican la formación de capital humano en los municipios de Colombia. No obstante, para tener un mejor panorama del impacto de los choques de lluvia sobre los resultados educativos, se estimaron de nuevo los modelos de regresión usando variables binarias que representan la intensidad del choque. Primero se estimaron modelos incluyendo una variable dummy que representa los choques de lluvia ($SPI \geq 1$). Posteriormente, se realizaron las estimaciones incluyendo una variable dummy que representa los choques extremos de lluvia ($SPI \geq 1.5$).

La tabla 2 presenta los efectos de los choques de lluvia sobre la cobertura educativa. Según las estimaciones, tanto los choques de lluvia como los choques extremos de lluvia tienen un efecto negativo sobre la TCN de la educación media en los municipios de Colombia (Modelos 1 y 2). No obstante, estos efectos carecen de significancia estadística.

Tabla 1. Impacto del SPI en los resultados educativos

	TCN		TDI		Rendimiento académico	
	Med	Sec	Med	Sec	Mat	Lec
SPI	-0.5318*** (.0890)	-0.2310** (.1165)	0.1978*** (.0656)	0.0745 (.0571)	-0.2507*** (.0381)	-0.2183*** (.0347)
Log transferencias/h	2.2854*** (.29900)	3.1911*** (.39670)	-1.5514*** (.26000)	-1.2512*** (.22370)	1.5219*** (.13470)	2.4361*** (.12590)
IDF	0.0581*** (.01580)	-0.0045 (.01930)	-0.0547*** (.01140)	-0.0589*** (.01220)	0.0569*** (.00770)	0.0079 (.00720)
EGEF 1000/h	-0.0137* (.00760)	-0.0010 (.00690)	0.0040 (.00250)	0.0053** (.00250)	0.0010 (.00430)	0.0005 (.00420)
% Población rural	-0.8712*** (.18100)	-0.3767 (.23540)	0.3972*** (.10850)	0.1237 (.07940)	-0.3279*** (.05730)	-0.3539*** (.04890)
Régimen subsidiado	-0.0124 (.00970)	-0.0013 (.01100)	-0.0074 (.00870)	-0.0097 (.00770)	-0.1369*** (.01040)	-0.1173*** (.00790)
Secuestrados	-0.0227 (.05320)	-0.0112 (.05030)	0.0907* (.05150)	0.0361 (.03900)	-0.1224*** (.02770)	-0.1210*** (.02160)
Homicidios 1000/h	-0.0010 (.00280)	0.0044 (.00390)	0.0029 (.00270)	0.0043** (.00200)	-0.0038*** (.00140)	-0.0034*** (.00110)
% Matrícula no oficial	-0.0389 (.06120)	-0.0209 (.05540)	-0.0719** (.03380)	-0.0203 (.03510)	0.1268*** (.02530)	0.1144*** (.02400)
TE media			0.0163** (.00710)		-0.0161*** (.00410)	-0.0139*** (.00360)
TE secundaria				0.0127** (.00640)		
Constante	53.1327*** (12.50630)	47.5691*** (16.28060)	5.7842 (8.29780)	18.8550*** (6.30270)	53.9031*** (4.42530)	45.2471*** (3.86030)
R-squared	0.1028	0.0532	0.0529	0.0345	0.1772	0.2547
Prob>F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Observaciones	6518	6518	7601	7601	7604	7604

Nota: * indica significancia al 10%, ** indica significancia al 5%, *** indica significancia al 1%.

Las variables explicativas en los modelos de cobertura educativa están rezagadas un periodo.

Fuente: Cálculos propios

En cambio, los municipios que experimentaron choques de lluvia entre 2010 y 2016 sufrieron una disminución estadísticamente significativa en la TCN de la educación secundaria, equivalente a 0.41 pp, con respecto a los municipios que no tuvieron choque (Modelo 3). Sin

embargo, paradójicamente, el impacto de los choques extremos de pluviosidad sobre la TCN de la educación secundaria no es significativo (Modelo 4).

Tabla 2. Impacto de los choques de lluvia sobre la cobertura

	TCN med		TCN sec	
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Lluvia	-0.2259 (.1838)		-0.4154* (.2324)	
Lluvia extrema		-0.1989 (.2095)		-0.2832 (.2718)
Ln transferencias/h	2.8314*** (.3019)	2.8849*** (.300)	3.2700*** (.4086)	3.3929*** (.3987)
IDF	0.0656*** (.0160)	0.0660*** (.0160)	-0.0019 (.0193)	-0.0012 (.0193)
EGEF 1000/h	-0.0113 (.0072)	-0.0111 (.0071)	-0.0005 (.0069)	-0.0001 (.0068)
% Población rural	-1.0122*** (.1785)	-1.0238*** (.1787)	-0.4120* (.2313)	-0.4362* (.2310)
Régimen subsidiado	-0.0109 (.0097)	-0.0100 (.0098)	-0.0017 (.0110)	-0.0002 (.0111)
Secuestrados	-0.0302 (.0529)	-0.0300 (.0531)	-0.0152 (.0503)	-0.0147 (.0503)
Homicidios 1000/h	-0.0010 (.0028)	-0.0008 (.0028)	0.0042 (.0039)	0.0044 (.0039)
% Matrícula no oficial	-0.0226 (.0625)	-0.0215 (.0629)	-0.0154 (.0554)	-0.0132 (.0560)
Constante	53.0853*** (12.6063)	52.8826*** (12.5971)	48.4161*** (16.3223)	47.8711*** (16.3555)
R-squared	0.0959	0.0957	0.0530	0.0524
Prob>F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Observaciones	6518	6518	6518	6518

Nota: * indica significancia al 10%, ** indica significancia al 5%, *** indica significancia al 1%. Las variables explicativas en los modelos de cobertura educativa están rezagadas un periodo.

Fuente: Cálculos propios

Tabla 3. Impacto de los choques de lluvia sobre la deserción

	TDI med		TDI sec	
	Modelo 1	Modelo2	Modelo 3	Modelo 4
Lluvia	0.3204* (.1668)		0.1915 (.1359)	
Lluvia extrema		0.5089** (.2402)		0.5671*** (.2081)
Ln transferencias/h	-1.6414*** (.2625)	-1.6510*** (.2599)	-1.2502*** (.2223)	-1.1785*** (.2124)
IDF	-0.0568*** (.0114)	-0.0574*** (.0114)	-0.0595*** (.0122)	-0.0596*** (.0121)
EGEF 1000/h	0.0037 (.0025)	0.0037 (.0026)	0.0053** (.0025)	0.0055** (.0025)
% Población rural	0.4179*** (.1089)	0.4247*** (.1075)	0.1280 (.0793)	0.1273 (.0792)
Régimen subsidiado	-0.0072 (.0087)	-0.0084 (.0087)	-0.0093 (.0077)	-0.0101 (.0078)
Secuestrados	0.0932* (.0519)	0.0939* (.0516)	0.0374 (.0391)	0.0390 (.0389)
Homicidios 1000/h	0.0030 (.0027)	0.0029 (.0027)	0.0044** (.0021)	0.0043** (.0020)
% Matrícula no oficial	-0.0773** (.0337)	-0.0787** (.0337)	-0.0221 (.0350)	-0.0229 (.0347)
TE media	0.0164** (.0070)	0.0166** (.0070)		
TE secundaria			0.0127** (.0064)	0.0127** (.0064)
Constante	5.8970 (8.2626)	5.8190 (8.3217)	18.5777*** (6.3087)	17.7403*** (6.2759)
R-squared	0.0523	0.0527	0.0346	0.0361
Prob>F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Observaciones	7601	7601	7601	7601

Nota: * indica significancia al 10%, ** indica significancia al 5%, *** indica significancia al 1%.
Fuente: Cálculos propios

La tabla 3 presenta el impacto de los choques de lluvia sobre la deserción escolar. En este caso, los choques de lluvia tienen efectos positivos sobre la TDI de la educación media y la educación secundaria. Efectivamente, un choque de pluviosidad de al menos una desviación

estándar conduce a un aumento de 0.32 pp en la TDI de la educación media y de 0.01 pp en la TDI de la educación secundaria (Modelos 1 y 3). No obstante, en este último caso el coeficiente estimado no es significativamente distinto de cero. Por su parte, el impacto estimado de los choques extremos de lluvia sobre la TDI es mayor que el impacto general del choque. Además, es estadísticamente significativo, tanto en la educación media como en la educación secundaria (Modelos 2 y 4). En este sentido, los municipios que experimentaron choques extremos de lluvia sufrieron un aumento de 0.50 pp en la TDI de la educación media y 0,56 pp en la TDI de la educación secundaria, en comparación con los municipios donde no se presentaron este tipo de alteraciones climáticas.

La tabla 4 muestra que las desviaciones positivas de las precipitaciones, con respecto a la media histórica, tienen efectos negativos sobre el promedio municipal del puntaje del examen Saber 11. Así, los choques de lluvia causan una disminución de 0.25 puntos en el área de matemáticas y de 0.57 puntos en el área de lectura (Modelos 1 y 3). Mientras que los choques extremos de lluvia conducen a una disminución de 0.24 y 0.78 puntos en los exámenes de matemáticas y lectura respectivamente (Modelos 2 y 4). Además, en este caso se incluyeron los rezagos de los choques como variables explicativas en los modelos de regresión, debido a que las medidas de desempeño académico son el resultado de un proceso dinámico, por tanto, podrían verse afectadas por la intensidad de los choques pasados. Efectivamente, las estimaciones muestran que los choques de lluvia ocurridos un periodo atrás, tienen un efecto negativo y significativo sobre los resultados del examen Saber 11. Incluso, en cada uno de los modelos estimados el efecto rezagado es mayor que el efecto contemporáneo, a excepción del modelo 4.

Para conocer los mecanismos que transmiten los impactos adversos de los choques climáticos sobre los resultados educativos se estimaron dos grupos de modelos econométricos. En primer lugar, la tabla 5 muestra el efecto de los daños en infraestructura física, causados por eventos originados a partir del exceso de precipitaciones (avalanchas, deslizamientos, inundaciones y vendavales), sobre cada uno de los resultados educativos. Existen varios daños causado por este tipo de eventos como, por ejemplo, cantidad de personas muertas, número de personas heridas, viviendas destruidas o averiadas, hectáreas cultivadas afectadas, centros educativos destruidos o averiados y vías de comunicación afectadas.

Tabla 4. Impacto de los choques de lluvia sobre el rendimiento académico

	Matemáticas		Lectura	
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Lluvia	-0.2531*** (.0942)		-0.5788*** (.0814)	
Lluvia t-1	-0.5521*** (.0757)		-0.7032*** (.0622)	
Lluvia extrema		-0.2424* (.1242)		-0.7814*** (.1200)
Lluvia extrema t-1		-0.5994*** (.0917)		-0.6179*** (.0816)
Ln transferencias/h	2.3899*** (.1780)	2.5549*** (.1737)	3.1702*** (.1630)	3.3972*** (.1633)
IDF	0.0778*** (.0076)	0.0787*** (.0077)	0.0164** (.0066)	0.0190*** (.0067)
EGEF 1000/h	0.0083** (.0042)	0.0088** (.0043)	0.0052 (.0041)	0.0057 (.0040)
% Población rural	-1.1383*** (.0874)	-1.1706*** (.0888)	-1.0924*** (.0771)	-1.1425*** (.0791)
Régimen subsidiado	-0.0513** (.0203)	-0.0515** (.0209)	-0.0165** (.0081)	-0.0175** (.0089)
Secuestrados	-0.0889*** (.0260)	-0.0847*** (.0258)	-0.0878*** (.0180)	-0.0845*** (.0174)
Homicidios 1000/h	-0.0033** (.0014)	-0.0034** (.0014)	-0.0023** (.0011)	-0.0024** (.0011)
% Matrícula no oficial	0.1189*** (.0247)	0.1234*** (.0247)	0.1049*** (.0234)	0.1101*** (.0234)
TE media	-0.0140*** (.0036)	-0.0143*** (.0037)	-0.0119*** (.0033)	-0.0125*** (.0034)
Constante	77.4037*** (6.6986)	76.8760*** (6.8229)	66.0044*** (5.7612)	65.5733*** (5.9401)
R-squared	0.3186	0.3164	0.4939	0.4867
Prob>F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Observaciones	6521	6521	6521	6521

Nota: * indica significancia al 10%, ** indica significancia al 5%, *** indica significancia al 1%.
Fuente: Cálculos propios

Sin embargo, para explorar el mecanismo del ingreso familiar se usan los daños en viviendas y hectáreas cultivadas debido a que estos dos recursos representan activos muy importantes

para el bienestar de las familias. Para explorar el canal asociado al aumento de los costos educativos se usan los daños en centros educativos y vías de comunicación.

Tabla 5. Impacto de los daños causados por las lluvias sobre los resultados educativos

	TCN		TDI		Rendimiento académico	
	Med	Sec	Med	Sec	Mat	Lec
Vivienda	-0.0001 (.0001)	-0.0002 (.0002)	0.0001 (.0001)	0.0001 (.0001)	0.0000 (.0001)	-0.0001** (.0001)
R-squared	0.0957	0.0526	0.0516	0.0345	0.1726	0.2507
Hectáreas	-0.0001 (.0001)	0.0000 (.0001)	0.0001 (.0001)	0.0001 (.0001)	-0.0001** (.0000)	-0.0001** (.0000)
R-squared	0.0957	0.0522	0.0517	0.0346	0.1732	0.2504
Centros educativos	-0.0145 (.0178)	0.0128 (.0266)	0.0205 (.0261)	0.0376** (.0191)	-0.0448* (.0234)	-0.0189 (.0194)
R-squared	0.0956	0.0523	0.0516	0.0345	0.1732	0.2502
Vías	-0.0048 (.0119)	-0.0227* (.0177)	0.0015 (.0120)	-0.0025 (.0113)	-0.0358** (.0143)	-0.0267*** (.0103)
R-squared	0.0956	0.0524	0.0516	0.0342	0.1744	0.2514

Nota: * indica significancia al 10%, ** indica significancia al 5%, *** indica significancia al 1%.

No se muestran los coeficientes de las variables de control

Fuente: Cálculos propios

El resultado de las estimaciones muestra que el impacto de los choques de lluvia sobre la TCN y la TDI podría estar explicado por el aumento del costo de la educación debido a la destrucción de centros educativos y al deterioro de las vías de comunicación, que dificultan el acceso de los niños al sistema educativo (Columnas 2 y 4). Sin embargo, estos efectos no son significativos en el nivel de educación media (Columnas 1 y 3). Por tanto, el aumento del costo educativo afecta únicamente la cobertura y la permanencia escolar en la educación secundaria. Por su parte, el impacto negativo de los choques de lluvia sobre las pruebas de desempeño académico está explicado tanto por la disminución del ingreso familiar como por el aumento del costo de la educación (Columnas 5 y 6). No obstante, el aumento del costo de

la educación parece ser el mecanismo más importante debido al tamaño de sus coeficientes en comparación con los coeficientes de las variables asociadas al ingreso familiar. Adicionalmente, los daños en centros educativos y vías de comunicación afectan en mayor medida los resultados del examen Saber 11 en el área de matemáticas que en el área de lectura.

Tabla 6. Impacto de los choques de lluvia sobre los mecanismos

	VA/h	IT/h	TMI 1000/h
Lluvia	-0.0634*** (.0106)	-0.0511*** (.0119)	0.3262*** (.0552)
R-squared	0.1463	0.5662	0.3539
Prob>F	0.0000	0.0000	0.0000
Observaciones	5437	7611	7613
Lluvia extrema	-0.0821*** (.0126)	-0.0550*** (.0143)	0.2353*** (.0568)
R-squared	0.1464	0.5656	0.3501
Prob>F	0.0000	0.0000	0.0000
Observaciones	5437	7611	7613

Nota: * indica significancia al 10%, ** indica significancia al 5%, *** indica significancia al 1%.

No se muestran los coeficientes de las variables de control

Fuente: Cálculos propios

En segundo lugar, la tabla 6 muestra el impacto de los choques de lluvia sobre el valor agregado per cápita, los ingresos tributarios per cápita y la tasa de mortalidad infantil por cada 1000 niños. Estas variables se usaron como proxy para explorar el mecanismo del ingreso municipal y el mecanismo de la salud. En este sentido, los municipios afectados por choques de lluvia sufrieron una disminución de 6,34% en el valor agregado per cápita y de 5,1% en los ingresos tributarios per cápita, con respecto a los municipios que no experimentaron el choque. Así mismo, los choques extremos de lluvia condujeron a una disminución de 8,21% en el valor agregado per cápita y 5,5% en los ingresos tributarios per cápita (Columnas 1 y 2). De otro lado, los municipios que experimentaron choques de lluvia presentaron mayores tasas de mortalidad infantil con respecto a aquellos municipios con un

menor nivel de precipitaciones anuales (Columna 3). Por tanto, es posible que los impactos negativos de los choques de lluvia sobre los resultados educativos estén explicados, además, por un deterioro en las condiciones de salud de los niños afectados y por el empeoramiento de las condiciones económicas del municipio.

Para dar forma a este argumento se realizaron estimaciones con el fin de medir el impacto de estos dos mecanismos sobre los resultados educativos. La tabla 7 muestra que el valor agregado per cápita y los ingresos tributarios per cápita están relacionados positivamente con la TCN de la educación media y el rendimiento académico en las áreas de matemáticas y lectura. Sin embargo, estas variables no tienen un efecto significativo sobre el abandono escolar y la TCN de la educación secundaria. En cambio, un aumento de la tasa de mortalidad infantil está asociado a una reducción de la cobertura educativa y el rendimiento académico y, a un aumento de la deserción escolar. Lo anterior corrobora que los mecanismos del ingreso y la salud infantil son importantes para explicar los impactos de los choques de lluvia sobre los resultados educativos en los municipios de Colombia.

Tabla 7. Impacto de los mecanismos sobre los resultados educativos

	TCN		TDI		Rendimiento académico	
	Med	Sec	Med	Sec	Mat	Lec
Ln valor agregado/h	1.4378*** (.3441)	0.7317 (.5650)	-0.2208 (.4857)	0.2923 (.4634)	1.1807*** (.2152)	0.9621*** (.1598)
Ln Ing. Tributarios/h	1.3831*** (.2625)	0.3606 (.3167)	0.0631 (.2501)	0.1470 (.2179)	1.2764*** (.1543)	0.5930*** (.1011)
TMI por 1000/n	-0.1810** (.0714)	-0.3117*** (.0958)	0.1283** (.0520)	0.1428** (.0561)	-0.2013*** (.0317)	-0.2029*** (.0231)
Constante	36.2791** (15.7012)	31.6154 (20.6482)	10.5339 (13.4360)	19.1900 (12.5349)	66.0641*** (7.1503)	37.6704*** (5.3931)
R-squared	0.1146	0.0438	0.0565	0.0455	0.3512	0.4899
Prob>F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Observaciones	5433	5433	5426	5426	5428	5428

Nota: * indica significancia al 10%, ** indica significancia al 5%, *** indica significancia al 1%.

No se muestran los coeficientes de las variables de control

Fuente: Cálculos propios

7. Conclusiones y recomendaciones

La educación es muy importante para el desarrollo económico porque permite a las personas adquirir un conjunto de habilidades indispensables para la formación de capital humano. Sin embargo, la población en los países en vía de desarrollo enfrenta continuamente una serie de riesgos que dificultan la acumulación de capital humano. Uno de los factores que ha cobrado mayor relevancia en los últimos años, debido a sus impactos adversos sobre el bienestar de la población, es el aumento de la frecuencia y la intensidad de los choques climáticos. Estos fenómenos tienen la capacidad de reducir el ingreso de los hogares, destruir la infraestructura educativa y afectar la salud de los estudiantes, causando impactos, directos e indirectos, sobre la cobertura educativa, la permanencia escolar y el desempeño académico. En este contexto, este trabajo de investigación proporciona evidencia empírica del impacto de los choques de lluvia sobre los resultados educativos en los municipios de Colombia y explora la manera como estos se transmiten.

Los principales resultados muestran que los choques de lluvia tienen un impacto negativo sobre la TCN de la educación secundaria. Así mismo, los choques de lluvia conducen a un aumento en las tasas de deserción de la educación secundaria y la educación media. Por tanto, la población que habita en municipios donde se presentan choques lluviosos tiende a sacar a sus hijos de la escuela y a no matricularlos para el siguiente año. No obstante, el impacto estimado es relativamente más grande en la deserción que en la cobertura. Adicionalmente, los choques de lluvia tienen impactos adversos sobre el desempeño académico de los estudiantes que finalizan la educación media. El puntaje de matemáticas y lectura del examen Saber 11 responde negativamente ante choques contemporáneos y rezagados en el nivel de precipitaciones. Estos resultados tienen importantes implicaciones sobre el desarrollo económico regional. Por un lado, se corrobora que, efectivamente, los choques climáticos interrumpen la formación de capital humano. Por otro lado, el aumento del nivel de precipitaciones afecta negativamente el rendimiento académico. La interrupción de los procesos de formación de capital humano y la disminución del desempeño académico tienen importantes consecuencias sobre las trayectorias educativas y laborales de la población.

Con respecto a los mecanismos, los resultados de las estimaciones indican que la TCN de la educación secundaria disminuye debido a los daños causados sobre las vías de comunicación.

De manera similar, la TDI de la educación secundaria aumenta principalmente debido a los daños causados sobre la infraestructura educativa. Por su parte, el rendimiento académico disminuye debido a la reducción del ingreso familiar, la destrucción de los centros educativos y los daños causados sobre las vías de comunicación. Además, factores como el ingreso municipal y las condiciones de salud de los niños también podrían estar explicando los impactos adversos de los choques de lluvia en los resultados educativos.

El aporte de esta investigación, en términos académicos, consiste en presentar evidencia empírica con el fin de contribuir a la construcción de nuevo conocimiento en el campo de la economía de la educación en los países en desarrollo. Además, hasta donde se sabe, este trabajo es la primera aproximación empírica acerca del impacto de los choques climáticos sobre los resultados educativos en Colombia. En términos prácticos, estos resultados tienen importantes implicaciones para el diseño de políticas públicas. Primero, los choques climáticos aumentan los costos de acceso al sistema educativo, causando un aumento de la deserción y una disminución de la cobertura. Por tanto, los gobernantes locales deben preocuparse por garantizar la calidad de la infraestructura educativa y las vías de comunicación, mediante la inversión en políticas de prevención, gestión y mitigación del riesgo. En segundo lugar, los choques climáticos pueden afectar la educación a través de una reducción del ingreso familiar. Este resultado toma mayor relevancia si se tiene en cuenta que una parte considerable de la población colombiana tiene restricciones para acceder al mercado de crédito, trabaja en la informalidad o depende de la producción agrícola. En este sentido, las políticas orientadas a compensar las reducciones de ingreso y suavizar el consumo podrían mitigar el impacto de los choques climáticos. En tercer lugar, el efecto de los choques de lluvia sobre la cobertura y la deserción escolar difiere entre los estudiantes de la educación secundaria y la educación media. Así mismo, los mecanismos que transmiten el efecto son diferentes para cada uno de los niveles educativos. Para los estudiantes de educación media es más importante el mecanismo del ingreso, mientras que para los estudiantes de educación secundaria priman los efectos generados sobre las condiciones de salud y los costos educativos. Este hallazgo puede estar ligado a que los estudiantes de educación media enfrentan un mayor costo de oportunidad al permanecer en el sistema educativo. De esta manera, las políticas encaminadas a prevenir y mitigar el efecto de los

choques climáticos sobre la cobertura y el abandono escolar deben tener en cuenta estas diferencias.

Es recomendable realizar futuras investigaciones orientadas a ampliar el panorama de los impactos adversos de los choques climáticos sobre la educación en el país. Una posible limitación de la investigación es que las estimaciones no hacen diferenciación entre los choques de lluvia ocurridos en los años que se presentó el fenómeno de La Niña y los choques ocurridos en los otros años. Los impactos adversos de los choques de lluvia sobre los resultados educativos podrían estar explicados en mayor medida por el fenómeno de la niña. Por tanto, es recomendable explorar el impacto que pueden tener algunos fenómenos específicos (La Niña, El Niño, avalanchas, inundaciones) sobre los resultados educativos. De igual manera, es importante realizar investigaciones empíricas que permitan obtener conclusiones a nivel individual (individuos, familias, hogares), debido a que este trabajo se enfoca únicamente en los resultados educativos agregados. Así mismo, es recomendable explorar el mecanismo correspondiente al trabajo infantil. En esta investigación no se analizó este mecanismo debido a la disponibilidad de los datos adecuados para medir esta variable. Finalmente, es recomendable estudiar las condiciones socioeconómicas bajo las cuales se intensifican los impactos de los choques climáticos. Estos impactos pueden ser heterogéneos dependiendo de la vocación productiva del municipio, el grado de descentralización, el desempeño fiscal, la intensidad del conflicto y la inversión en prevención y reducción del riesgo.

Referencias

- Alderman, H., Hoddinott, J., & Kinsey, B. (2006). Long term consequences of early childhood malnutrition. *Oxford Economic Papers*, 58(3), 450-474. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/oep/gpl008>
- Aurori, M., Nguyen, C., & Ben-Youssef, A. (2015). Natural Disasters, Household Welfare, and Resilience: Evidence from Rural Vietnam. *World Development*, 70, 59-77. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.12.017>
- Baez, J. E., & Santos, I. V. (2007). *Children's Vulnerability to Weather Shocks: Natural Disaster as a Natural Experiment*. New York: Social Science Research Network.
- Baez, J. E., Lucchetti, L., Genoni, M. E., & Salazar, M. (2016). Gone with the Storm: Rainfall Shocks and Household Wellbeing in Guatemala. *The Journal of Development Studies*, 1-19. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1080/00220388.2016.1224853>
- Baez, J., de la Fuente, A., & Santos, I. (2010). *Do Natural Disasters Affect Human Capital? An Assessment Based on Existing Empirical Evidence*. Bonn: IZA Discussion Paper No. 5164.
- Becker, G. (1964). *Human Capital*. New York: Columbia University Press for the.
- Björkman-Nyqvist, M. (2013). Income shocks and gender gaps in education: Evidence from Uganda. *Journal of Development Economics*, 105, 237-253. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdeveco.2013.07.013>
- Buonomo-Zabaleta, M. (2011). The impact of child labor on schooling outcomes in Nicaragua. *Economics of Education Review*, 30(6), 1527-1536. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2011.08.008>
- 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. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2006.09.010>

- Caruso, G., & Miller, S. (2015). Long run effects and intergenerational transmission of natural disasters: A case study on the 1970 Ancash Earthquake. *Journal of Development Economics*, 117, 134-150. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdeveco.2015.07.012>
- Chandra, A., MacNamara, K. E., Dargush, P., Caspe, A.-M., & Dalabajan, D. (2017). Gendered vulnerabilities of smallholder farmers to climate change in conflict-prone areas: A case study from Mindanao, Philippines. *Journal of Rural Studies*, 50, 45-59. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.12.011>
- Datar, A., Liu, J., Linnemayr, S., & Stecher, C. (2013). The impact of natural disasters on child health and investments in rural India. *Social Science & Medicine*, 76, 83-91. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.10.008>
- de Janvry, A., Finan, F., Sadoulet, E., & Vakis, R. (2006). Can conditional cash transfer programs serve as safety nets in keeping children at school and from working when exposed to shocks? *Journal of Development Economics*, 79(2), 349-373. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2006.01.013>
- Dercon, S. (2004). Growth and shocks: evidence from rural Ethiopia. *Journal of Development Economics*, 74(2), 309-329. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2004.01.001>
- Eckstein, D., Künzel, V., Schäfer, L., & Wings, M. (2019). *Global Climate Risk Index 2020*. Bonn: Germanwatch. Obtenido de <http://www.germanwatch.org>
- EvaDeuchert, & ChristinaFelfe. (2015). The tempest: Short- and long-term consequences of a natural disaster for children's development. *European Economic Review*, 80, 280-294. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2015.09.004>
- Felbermayr, G., & Gröschl, J. (2014). Naturally negative: The growth effects of natural disasters. *Journal of Development Economics*, 111, 92-106. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2014.07.004>
- Fishman, R., Carrillo, P., & Russ, J. (2019). Long-term impacts of exposure to high temperatures on human capital and economic productivity. *Journal of Environmental*

- Economics and Management*, 93, 221-238. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2018.10.001>
- Foster, A. D. (1995). Prices, Credit Markets and Child Growth in Low-Income Rural Areas. *The Economic Journal*, 105(430), 551-570. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/2235017>
- Frankenberg, E., McKee, D., & Thomas, D. (2005). Health Consequences of Forest Fires in Indonesia. *Demography*, 42(1), 109-129. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/1515179>
- Gibbs, B. G., & Heaton, T. B. (2014). Drop out from primary to secondary school in Mexico: A life course perspective. *International Journal of Educational Development*, 36, 63-71. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijedudev.2013.11.005>
- Guha-Sapir, D., Hargit, D., & Hoyois, P. (2004). *Thirty year of natural disasters 1974-2003: The numbers*. Louvain: Presses universitaires de Louvain.
- Hanushek, E. A. (1979). Conceptual and Empirical Issues in the Estimation of Educational Production Functions. *The Journal of Human Resources*, 14(3), 351-388. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/145575>
- Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2008). The Role of Cognitive Skills in Economic Development. *Journal of Economic Literature*, 46(3), 607-668. doi:10.1257/jel.46.3.607
- He, H. (2016). Child labour and academic achievement: Evidence from Gansu Province in China. *China Economic Review*, 38, 130-150. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2015.12.008>
- Heady, C. (2003). The Effect of Child Labor on Learning Achievement. *World Development*, 31(2), 385-398. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(02\)00186-9](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(02)00186-9)
- Heyneman, S. P., & Loxley, W. A. (1983). The Effect of Primary-School Quality on Academic Achievement Across Twenty-nine High- and Low-Income Countries. *American Journal of Sociology*, 88(6), 1162-1184. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/2778968>

- Hoddinott, J., & Kinsey, B. (2001). Child Growth in the Time of Drought. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 63(4), 409-436. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/1468-0084.t01-1-00227>
- Hyland, M., & Russ, J. (2019). Water as destiny – The long-term impacts of drought in sub-Saharan Africa. *World Development*, 115, 30-45. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.11.002>
- Jacoby, H. G., & Skoufias, E. (1997). Risk, Financial Markets, and Human Capital in a Developing Country. *Review of Economics Studies*, 64, 311-335. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/2971716>
- Jensen, R. (2000). Agricultural Volatility and Investments in Children. *The American Economic Review*, 90(2), 399-404. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/117258>
- Lounkaew, K. (2013). Explaining urban–rural differences in educational achievement in Thailand: Evidence from PISA literacy data. *Economics of Education Review*, 37, 213-225. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.econedurev.2013.09.003>
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- Maccini, S., & Yang, D. (2009). Under the Weather: Health, Schooling, and Economic Consequences of Early-Life Rainfall. *American Economic Review*, 99(3), 1006-1026. doi:10.1257/aer.99.3.1006
- Makiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407-432.
- Masozera, M., Bailey, M., & Kerchner, C. (2007). Distribution of impacts of natural disasters across income groups: A case study of New Orleans. *Ecological Economics*, 63(2-3), 299-306. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.06.013>
- McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). *The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology*. Boston : American Meteorological Society.

- Mincer, J. (1958). Investment in human capital and personal income distribution. *Journal of Political Economy*, 66(4), 281-302. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/1827422>
- Mottaleb, K.-A., Mohanty, S., Hoang, H.-T.-K., & Rejesus, R. M. (2013). The effects of natural disasters on farm household income and expenditures: A study on rice farmers in Bangladesh. *Agricultural Systems*, 121, 43-52. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2013.06.003>
- Nguyen, C. V., & Pham, N. M. (2018). The impact of natural disasters on children's education: Comparative evidence from Ethiopia, India, Peru, and Vietnam. *Review of Development Economics*, 22, 1561-1589. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/rode.12406>
- Onigbinde, L. (2018). *The Impacts of Natural Disasters on Educational Attainment: Cross-Country Evidence from Macro Data*. San Francisco: Working paper.
- Paudel, J., & Ryu, H. (2018). Natural disasters and human capital: The case of Nepal's earthquake. *World Development*, 111, 1-12. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.06.019>
- Rivkin, S. G., Hanushek, E. A., & Kain, J. F. (2005). Teachers, Schools, and Academic Achievement. *Econometrica*, 73(2), 417-458. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2005.00584.x>
- Rosenzweig, M. R., & Evenson, R. (1977). Fertility, Schooling, and the Economic Contribution of Children of Rural India: An Econometric Analysis. *Econometrica*, 45(5), 1065-1079. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/1914059>
- Rush, J. V. (2018). The Impact of Natural Disasters on Education in Indonesia. *Economics of Disasters and Climate Change*, 2, 137-158. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s41885-017-0022-1>
- Sawada, Y., & YoshitoTakasaki. (2017). Natural Disaster, Poverty, and Development: An Introduction. *World Development*, 94, 2-15. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.035>

- Schultz, T. W. (1961). Investment in Human Capital. *American Economic Review*, 51(1), 1-17. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/1818907>
- Shah, M., & Steinberg, B. M. (2017). Drought of Opportunities: Contemporaneous and Long-Term Impacts of Rainfall Shocks on Human Capital. *Journal of Political Economy*, 125(2), 527-561. doi:10.1086/690828
- Thai, T. Q., & Falaris, E. M. (2014). Child Schooling, Child Health, and Rainfall Shocks: Evidence from Rural Vietnam. *The Journal of Development Studies*, 50(7), 1025-1037. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1080/00220388.2014.903247>
- Todd, P. E., & Wolpin, K. I. (2003). On the Specification and Estimation of the Production Function for Cognitive Achievement. *The Economic Journal* , 113(485), 3-33. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00097>
- Tzannatos, Z. (2003). Child labor and school enrollment in Thailand in the 1990s. *Economics of Education Review*, 22(5), 523-536. Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S0272-7757\(03\)00041-4](https://doi.org/10.1016/S0272-7757(03)00041-4)
- WMO. (2012). *Standardized Precipitation Index User Guide*. Geneva: World Meteorological Organization.
- Zimmermann, L. (2020). Remember when it rained – Schooling responses to shocks in India. *World Development*, 126, 1-10. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104705>

Anexos

Anexo 1. Estadísticas descriptivas

Variable	Obs.	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
TCN secundaria	7628	67.2631	20.3763	1.3914	100
TCN media	7628	36.0100	15.3892	0.0000	100
TDI secundaria	7631	5.0092	4.0469	0.0000	92.8082
TDI media	7631	3.7259	4.3388	0.0000	100
Puntaje matemáticas	7633	45.8780	4.0739	28.0000	67.6700
Puntaje lectura	7633	46.4170	3.3999	30.0300	59.2400
% matrícula no oficial	7635	3.2955	6.3734	0.0000	63.1633
Extra edad secundaria	7628	33.9133	18.2376	3.7253	865.3543
Extra edad media	7628	36.3736	18.5583	0.0000	776.6854
Precipitación anual	7637	1912.4990	1366.5330	0.0000	11993.8300
Precipitación media	1091	1883.1320	1183.8420	5.4200	10581.6800
SPI	7637	0.0715	0.9975	-2.5830	2.6182
Viviendas afectadas	7637	126.8660	505.7764	0.0000	12971
Hectáreas afectadas	7637	69.0437	687.1350	0.0000	33302
Centros educativos afectados	7637	0.2865	1.6861	0.0000	72
Vías afectadas	7637	0.7203	3.5362	0.0000	193
Valor agregado/h	5455	12300000	30000000	1230242	907000000
Ingresos tributarios/h	7622	160776	236890	0.0000	4699306
Transferencias/h	7622	587312	316834	0.0000	6760564.
IDF	7637	67.4658	8.6447	0.0000	94.1900
EGEF 100000/h	7637	25.5484	81.4829	0.0000	1442.4800
% Población rural	7637	55.9210	24.0289	0.0900	98.2900
Cobertura régimen subsidiado	7637	96.8190	6.5769	0.0000	100
TMI 1000/niños	7637	19.9343	7.7894	6.0600	68.9300
Secuestrados	7637	0.3890	1.5363	0.0000	37
Homicidios 100000/h	7637	26.8286	33.2884	0.0000	485.7900

Fuente: Cálculos propios