



**UNIVERSIDAD
TORCUATO DI TELLA**

UNIVERSIDAD TORCUATO DI TELLA
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
MAESTRÍA EN ECONOMÍA APLICADA

Shocks del clima en el crecimiento económico. Un estudio de replicación.

Alumno: Jorge Garicoche

Tutor: Hernán Ruffo

Fecha: ...

Shocks del clima en el crecimiento económico. Un estudio de replicación.

Resumen

En este trabajo se verifica el impacto del clima, a través de la temperatura y la precipitación, en el crecimiento económico. Se propone replicar el hallazgo de Dell, Jones y Olken (2012) quienes encuentran que la temperatura reduce sustancialmente el crecimiento económico en países pobres; mientras que la precipitación no incide de manera significativa. Concretamente, encuentran que el incremento de 1°C de la temperatura en un año dado reduce el crecimiento económico alrededor de 1,3 puntos porcentuales en los países más pobres.

Para el efecto de replicar el estudio, se realizan estimaciones con regresiones de panel utilizando las mismas especificaciones del artículo de referencia. Se toman datos del Penn World Table 9.0 y el portal de conocimiento sobre cambio climático del Banco Mundial con lo que se construye un panel con 182 países para el periodo 1960 – 2014. El trabajo propone algunas innovaciones en las definiciones de países pobres y países con temperatura y precipitación alta que difieren a las consideraciones realizadas por Dell, Jones y Olken (2012).

La investigación encuentra que en los países pobres un aumento de 1% de la temperatura reduce la tasa de crecimiento económico en promedio 1,2 puntos porcentuales, resultado similar al de Dell, Jones y Olken (2012), aunque no presenta la misma significancia estadística, lo cual lleva a discutir sobre la importancia de la desagregación de datos por zonas.

Palabras Clave: crecimiento económico, clima, pobreza, replicación

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	3
MÉTODOS.....	4
ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DE DATOS.....	6
RESULTADOS	10
DISCUSIÓN.....	14
CONCLUSIONES	14
BIBLIOGRAFÍA.....	16
ANEXO I.	18

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se verifica el impacto del clima, a través de los factores climáticos como la temperatura y la precipitación, en el crecimiento económico. A partir de los datos del Penn World Table 9.0 y el portal de conocimiento sobre cambio climático del Banco Mundial se construye un panel con 182 países para el periodo 1960 – 2014, con esto se propone replicar el hallazgo de Dell, Jones y Olken (2012), quienes encuentran que la temperatura reduce sustancialmente el crecimiento económico en países pobres; mientras que la precipitación no incide de manera significativa.

Las condiciones climáticas juegan un rol fundamental en la toma de decisiones de los seres humanos; así pues, cuando se presenta el verano se tiende a vacacionar o un día de lluvia hace que muchas personas desistan de lo que tenían previsto, mientras que por otro lado el taxista aumenta su producción con relación a otros días; productores del campo se muestran atentos a los pronósticos climáticos que se superponen con la temporada de siembra y cosecha. Estas situaciones y muchas otras más permiten plantear la hipótesis de que el clima afecta al ritmo de la evolución del crecimiento de una economía. Dicha hipótesis ha llamado la atención de varios economistas que buscaron explicar las fuentes del crecimiento económico a partir de su relación con zonas climáticas, encontrando que las zonas templadas tienen mayor crecimiento (Sachs & Warner, 1997; Fankhauser y Tol, 2005; Nordhaus, 2006; Tol, 2009; Akram, 2012).

Precisando aún más la relación, Dell, Jones y Olken (2009, 2012) encuentran que la temperatura puede explicar el 23% del ingreso de la variación del ingreso nacional per capita en una muestra de corte – países y que el incremento de 1°C de la temperatura en un año dado reduce el crecimiento económico alrededor de 1,3 puntos porcentuales en los países más pobres. Por otra parte, existen trabajos que concluyen que el clima probablemente no afecte al crecimiento de la economía global en los próximos 40 años (Mendelsohn, 2009), o que la afectación es solo a una limitada fracción de la economía, específicamente al sector primario, al turismo y a la energía (Pearce et al, 1996). Con relación a esto, Costinot, Donaldson y Smith (2016) verifican que el mercado del sector agrícola es el que generalmente sufre los mayores impactos, Akram (2012) menciona que la agricultura es el más vulnerable a sufrir consecuencias del clima.

Para el caso de Latinoamérica la CEPAL (2015) ha estudiado los cambios extremos en la temperatura y la precipitación y como afectan estos factores climáticos a diversos rubros de agricultura. Una cuestión interesante se plantea en lo hallado por Galindo (2009) que menciona que en México el aumento de la temperatura tiene un impacto de forma cóncava en el rendimiento de cultivos, es decir primero tiene un impacto positivo y luego se torna negativo.

Por otra parte, debe mencionarse que el término “cambio climático” por lo general es definido como el calentamiento global producido por las actividades humanas medido por las emisiones de gases de efectos invernadero. Esto dado que diversos estudios relacionan al clima en el crecimiento económico desde el punto de vista del cambio climático (Islam, 2003; Knight y Schor, 2014; Millner y Dietz, 2011; Lecocq & Shalizi, 2007; Eboli, Parrado, & Roson, 2009).

En cuanto al resultado encontrado por Dell, Jones y Olken, (2012), este pone en evidencia que el impacto del factor climático temperatura afecta en el crecimiento económico de los países pobres. A partir de este hallazgo, la investigación se plantea replicar la metodología utilizada por los autores con fuentes de datos distintas y extendiendo el periodo de la muestra. Concretamente, la investigación busca responder las preguntas de ¿el clima, a partir de las temperaturas y precipitaciones, impacta en el crecimiento económico? Y ¿en cuánto afecta el impacto a los países más pobres? Para el efecto, el trabajo propone algunas innovaciones en las definiciones de países pobres y países con temperatura y precipitación alta.

El trabajo se encuentra ordenado de la siguiente manera: primeramente, se presenta una sección de Métodos donde se mencionan las fuentes y el modelo a utilizar, seguidamente se describen y analizan los datos, luego en la sección Resultados se presentan las estimaciones y principales hallazgos de la investigación. Además, se presenta una breve discusión sobre el alcance y las limitaciones del estudio y finalmente se llega a las conclusiones.

MÉTODOS

El trabajo utiliza el método de replicación para verificar el hallazgo de Dell, Jones y Olken, (2012). Es decir, se toma el mismo método econométrico que utilizaron los citados autores, a partir de bases de datos distintas e innovando en la definición de variables como país pobre, país con temperatura y/o precipitación muy alta. En la investigación de referencia se utilizan datos del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita de la base de datos de Indicadores de Desarrollo del Banco Mundial y el Penn World Table 6.2 (Heston, Summers, y Aten, 2006) y datos de temperatura y precipitación de Terrestrial Air Temperature and Precipitation: 1900-2006 Gridded Monthly Time Series, Version 1.01 (Willmott & Matsuura, 2007), con lo que obtuvieron datos históricos del periodo 1950 - 2003 del clima (temperatura y precipitación) y del crecimiento económico de 125 países con al menos 20 años de registro de datos.

Por su parte, en esta investigación se obtiene el PIB de la base de datos del Penn World Table (PWT) 9.0, y en esta base se incorpora el concepto de PIB Per Cápita encadenado en USD de Poder de Paridad Adquisitivo (PPA), el cual hace referencia a las comparaciones en el tiempo entre países. Feenstra, Inklaar y Timmer (2015) mencionan que esto permite una corrección adecuada para cambiar los precios de referencia y los tipos de cambio de modo a captar el cambio del PPA en el tiempo. Los datos de temperatura y precipitación se toman del Portal de Conocimiento sobre Cambio Climático del Banco Mundial. El periodo por analizar abarca a los años comprendidos entre 1960 y 2014.

Construida la base de datos, desde las fuentes mencionados, la investigación toma como marco empírico lo descrito por Dell, Jones y Olken (2012) siguiendo a Bond, Leblebicioglu y Schiantarelli (2010). La misma consiste en describir a una economía simple como:

$$Y_{it} = e^{\beta T_{it}} A_{it} L_{it} \quad (1)$$

$$\frac{\Delta A_{it}}{A_{it}} = g_i + \gamma T_{it} \quad (2)$$

Donde:

Y_{it} : Es la producción de cada país i en el periodo t

L_{it} : Población de cada país i en el periodo t

A_{it} : Es la productividad del trabajo de cada país i en el periodo t

T_{it} : Es la temperatura promedio (luego también se agrega precipitación) de cada país i en el periodo t .

Tal como mencionan Dell, Jones y Olken (2011) en la ecuación (1) se captura el “efecto nivel” del clima en la producción (por ejemplo, en el rendimiento de los cultivos), mientras que en la ecuación (2) captura el “efecto crecimiento” del clima (por ejemplo, el efecto de la temperatura en características tales como instituciones que influyen en el crecimiento de la productividad).

Tomando logaritmo de la ecuación (1) y derivando respecto del tiempo, se tiene una ecuación dinámica del crecimiento:

$$g_{it} = g_i + (\beta + \gamma)T_{it} - \beta T_{it-1} \quad (3)$$

Donde g_{it} es la tasa del crecimiento per cápita. Debe notarse que en la ecuación (3) es posible captar tanto el “efecto nivel” como el “efecto crecimiento”. Ambos efectos influyen en la tasa de crecimiento en el periodo inicial del shock. Ahora, el efecto nivel se revierte eventualmente una vez que el clima vuelve a su estado anterior, tal como ejemplifica los autores a quienes se busca replicar, un shock del clima puede impactar en la reducción en los rendimientos agrícolas, pero una vez que el clima vuelve alrededor de su valor promedio, los rendimientos se recuperan. Por otra parte, el efecto crecimiento que aparece en el periodo del shock no necesariamente se revierte tal como una falta de innovación deja a un país permanentemente más atrás, esto es identificado como la suma de efectos de la temperatura a lo largo del tiempo y puede ser estudiada a través de las ecuaciones descritas con rezagos más generales.

Para estimar el efecto, se corren regresiones de panel con la forma:

$$g_{it} = \theta_i + \theta_{rt} + \sum_{j=0}^L \rho_j T_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Donde θ_i es el efecto fijo del país, θ_{rt} son los efectos fijos del tiempo, estos interactúan de manera separada de las dummies de región y de nivel de pobreza de países en las especificaciones. El término ε_{it} es el error agrupado por países, se sigue el agrupamiento de clusterización de Cameron, Gelbach y Miller (2011), T_{it-j} es el vector de la temperatura y precipitación promedio de cada país con L rezagos

Primeramente, se debe estimar la ecuación (4) sin rezagos partiendo de una hipótesis nula de que las variables climáticas (temperatura y precipitación) no afectan al crecimiento económico, esto sería:

$$H_0(L = 0): \rho_0 = 0$$

Si rechaza esta hipótesis, significaría que no existen efectos, ni de nivel en el producto ni de crecimiento. Ahora, si $\rho_0 \neq 0$, se podrían estimar regresiones con rezagos siguiendo la literatura de rezagos distributivos (distributed-lag) de modo a verificar el impacto en el tiempo. En este punto se puede separar (y testear) el efecto inmediato de las variables climáticas:

$$H_0(L > 0): \rho_0 = 0$$

Y el efecto acumulado:

$$H_0(L > 0): \sum_{j=0}^L \rho_j = 0$$

Esta investigación se concentra en replicar la ecuación (4) sin rezagos, pues el objetivo se centra en verificar si las variables climáticas tienen impacto en el crecimiento económico.

En la ecuación (4) se introducen controles como la interacción de los factores climáticos con la condición de pobreza (o no) de un país o si el país posee una estructura donde su producción agrícola es importante. En este sentido, el estudio de referencia define a un país como pobre, mediante una variable dummy, cuando este se encuentra por debajo de la mediana del PIB per cápita ajustado por poder de paridad de compra en el primer año que aparece en la muestra. Además, considera a un país con mucha precipitación y/o alta temperatura, cuando el país se encuentra por encima de la mediana del promedio de estas variables para el periodo 1950 – 2003. Mientras que en este trabajo se propone considerar los cuartiles como medida de estratificación de los países; así pues, un país es pobre cuando se encuentra en el cuartil más bajo del PIB per cápita ajustado por Poder de Paridad Adquisitivo encadenado del primer año que aparece en la muestra. Para la definición de país con alta temperatura y país con mucha precipitación, también se utiliza el criterio de los cuartiles, con lo que países que caen en la mencionada categoría son aquellos que se encuentra en el cuarto cuartil de la distribución de dichas variables.

En cuanto a la definición de país agrícola, se toma la misma del estudio de referencia, es decir se considera a un país con una importante participación agrícola si en el año 1995 se encontraba por encima de la mediana de la distribución del porcentaje de participación de la agricultura en el PIB.

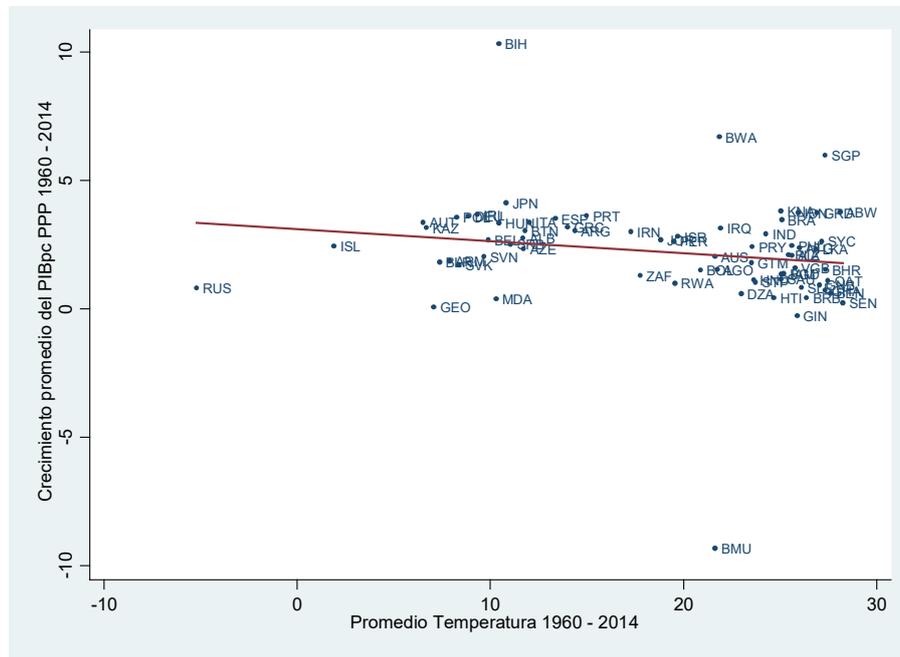
ANÁLISIS DESCRIPTIVOS DE DATOS

La base de datos construida a partir de los datos económicos del Penn World Table 9.0 y los datos de temperatura y precipitación se toman del Portal de Conocimiento sobre Cambio Climático del Banco Mundial, lo cual permite contar con unas 4.551 observaciones durante el periodo comprendido entre los años 1960 – 2014 de 185 países. Estos son comprendidos en 6 regiones, las cuales son i) Europa Central y Asia Central (EECA, por sus siglas en inglés), ii) Latinoamérica y el Caribe (LAC), Medio Oriente y África del Norte (MENA), Sudeste Asiático (SEAS), África Subsahariana (SSAF), Europa Occidental, Oceanía, Estados Unidos y Canadá (WEOFF).

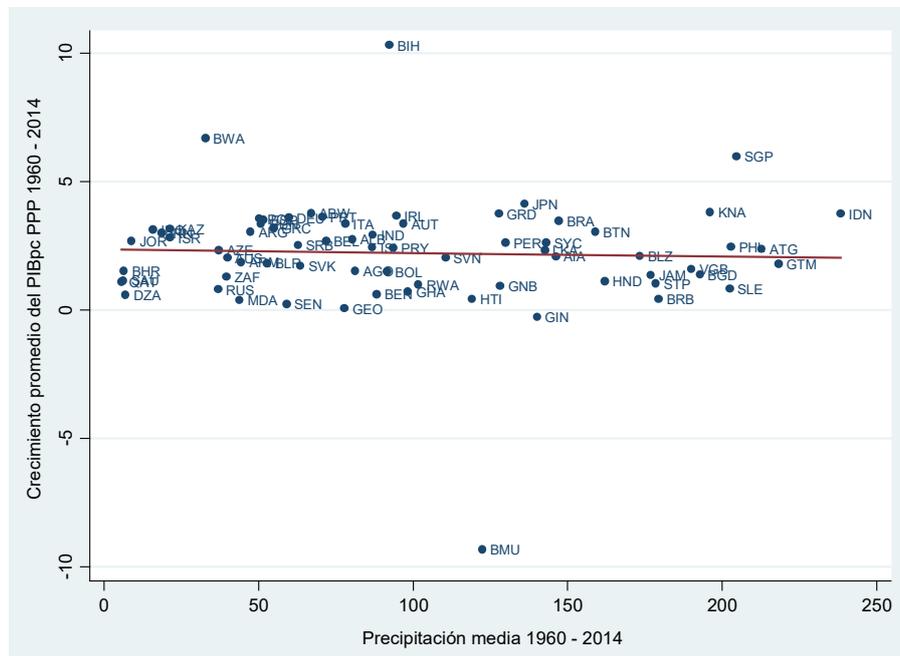
A partir de los datos se encuentra, como se verifica en el siguiente gráfico, que existe una cierta relación inversa entre el promedio del crecimiento del ingreso per cápita y la temperatura, teniendo en cuenta el periodo en estudio. Es decir, parece ser que en la medida que un país sea más caluroso, esta presenta una tasa de crecimiento promedio del PIB per cápita menor. Sin embargo, se resalta que se observa una importante dispersión de puntos, lo cual pone en descubierto que quizás dicha relación no sea significativa. En lo que respecta a la precipitación y el ingreso per cápita, la relación no es tan clara.

Gráfico 1: Relación entre el promedio de factores climáticos y la tasa de crecimiento del PIB per cápita. Periodo 1960 – 2014

Panel a: Temperatura promedio y tasa de crecimiento promedio del PIB per cápita



Panel b: Precipitación promedio y tasa de crecimiento promedio del PIB per cápita



Fuente: Elaboración propia con datos del PWT 9.0 y el Portal de Conocimiento sobre Cambio Climático del Banco Mundial

El crecimiento promedio anual del PIB per cápita en el mundo, en el periodo 1960 – 2014, fue de 2,26%; mientras que la temperatura promedio fue de 19,52° y la precipitación promedio fue de 101,46 milímetros. Al discriminar por regiones se tiene que el Sudeste Asiático (SEAS) y

Europa del Este, Oceanía, Estados Unidos y Canadá (WEOFF) tienen tasas de crecimiento promedio del ingreso per cápita similares, siendo estas las más altas. Sin embargo, los factores climáticos de dichas regiones son llamativamente diferentes tal como se observa en la Tabla 1, lo cual podría sugerir que existen efectos fijos a nivel de regiones o incluso de países que inciden en la tasa de crecimiento del PIB per cápita

Tabla 1: Promedio de la tasa de crecimiento del PIB per cápita, temperatura y precipitación por regiones. Periodo 1960 - 2014

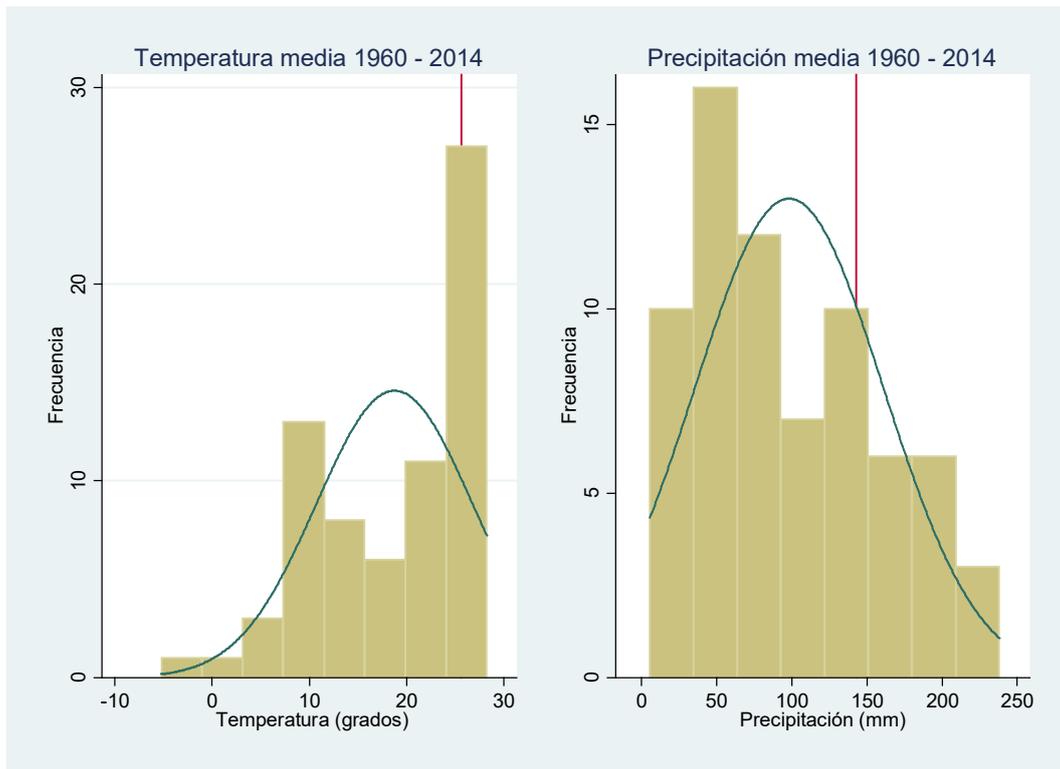
Región	Tasa de crecimiento del PIB pc (%)	Temperatura (grados Celsius)	Precipitación (milímetros)
EECA	2.72	8.39	58.84
LAC	1.65	23.66	142.70
MENA	2.07	22.11	11.72
SEAS	3.22	22.43	168.27
SSAF	1.43	24.48	105.80
WEOFF	3.13	11.24	70.17
MUNDIAL	2.26	19.52	101.46

Fuente: Elaboración propia con datos del PWT 9.0 y el Portal de Conocimiento sobre Cambio Climático del Banco Mundial

Además, la revisión de la literatura mencionada en la introducción encuentra que la agricultura es el sector más vulnerable a los efectos de factores climáticos como la temperatura y la precipitación. Respecto a esto, se considera a los efectos de este estudio una participación importante de dicho sector, cuando se encuentra por encima del 8,30% del PIB, siendo este el valor de corte de la mediana de la distribución.

Por otra parte, en el trabajo un país se considera como caluroso cuando este se encuentra por encima del percentil 75 en la distribución de la temperatura promedio de los países para el periodo 1960 – 2014, siendo el valor de corte 25,61 grados. De manera análoga se determina a un país con alta precipitación, siendo el valor de corte 143,01 milímetros. En el siguiente gráfico se observa la distribución de los factores climáticos considerados.

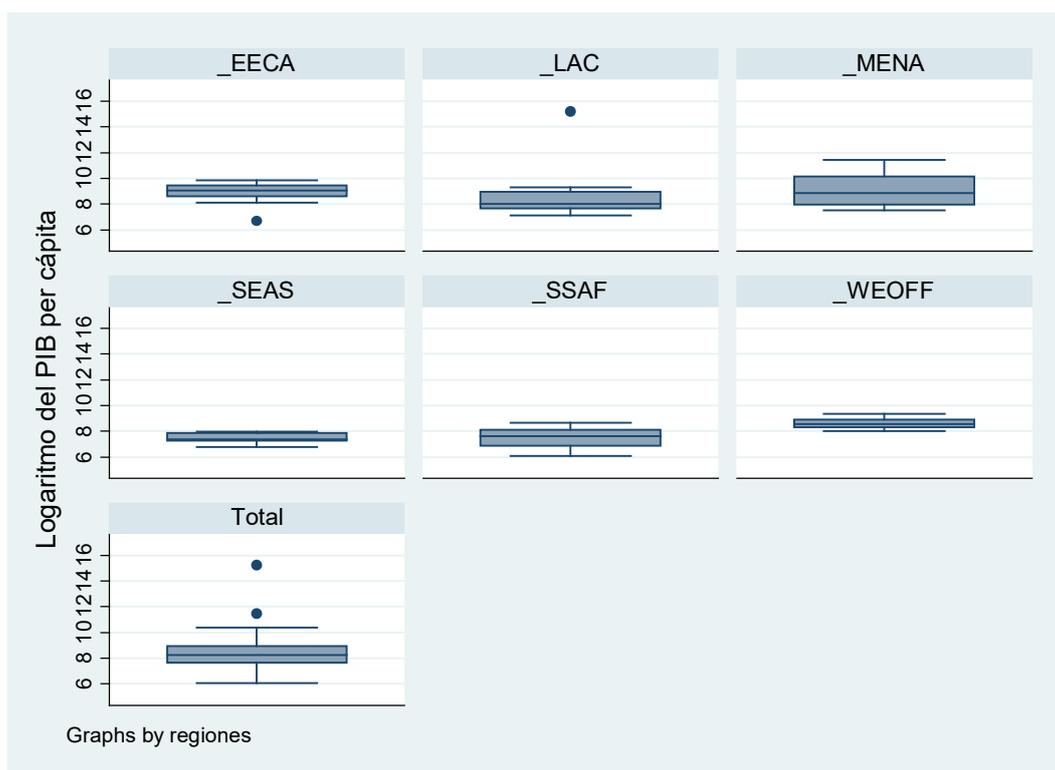
Gráfico 2: Distribución de la media de temperatura y precipitación de los países. Periodo 1960 - 2014



Fuente: Elaboración propia con datos del Portal de Conocimiento sobre Cambio Climático del Banco Mundial

Así también, resulta importante considerar la distribución del ingreso, de modo a definir a un país como pobre según la metodología propuesta. En ese sentido, a los efectos de este estudio, un país es pobre cuando el ingreso per cápita ajustado por poder de paridad de compra encadenado se encuentra por debajo del percentil 25 en el primer año que aparece en la base de datos, en promedio el ingreso de estos países es de 1.388,46 USD PPA. En el siguiente gráfico se puede observar la distribución total y discriminada por regiones.

Gráfico 3: Distribución del ingreso per cápita ajustado por poder de paridad adquisitivo por regiones



Fuente: Elaboración propia con datos del PWT 9.0

RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados hallados por Dell, Jones y Olken (2012) y los de este trabajo. Las estimaciones han sido realizadas con regresiones de panel siguiendo la forma descrita en la ecuación (4), las especificaciones incluyen efectos fijos de países, de región por año y país pobre por año. En cuanto al error, este es ajustado por clusterización a nivel de países. La variable dependiente es la tasa anual de crecimiento económico (g).

En la columna (1) se encuentra la primera especificación donde se intenta explicar a la tasa anual de crecimiento económico solo en función de la temperatura, mientras que la columna (2) se agrega la interacción de la temperatura con la condición de país pobre. Por su parte, en la columna (3) se incorpora a la precipitación y a la interacción de esta con un país pobre. La interacción de la temperatura con países calurosos y la precipitación con aquellos países en donde esta es alta son agregadas en especificación de la columna (4). En la columna (5) se considera a la temperatura y la precipitación y la interacción de estas con las dummies respectivas que identifican a un país como pobre y a un país con importancia de la agricultura en su estructura económica. En la Tabla 2 se presentan los resultados hallados por Dell, Jones y Olken (2012); mientras que en la Tabla 3 se observan las estimaciones propias de esta investigación.

Tanto en los resultados presentados en la Tabla 2 y en los de esta investigación, se encuentra en la especificación (1) que la temperatura no es significativa en la determinación de la tasa anual de crecimiento económico; sin embargo, se verifican diferencias en los signos

encontrados. Por su parte, incorporada la interacción de la temperatura con la condición de país pobre (Columna 2) se verifica significancia estadística, en ambos resultados. En el efecto total de la temperatura en países pobres, los signos se encuentran en la misma dirección indicando un impacto negativo en el crecimiento económico de estos países, se debe mencionar que las magnitudes estimadas del impacto difieren. Así pues, el aumento en 1% de la temperatura reduce la tasa de crecimiento en 0,797 puntos porcentuales, siendo este resultado menor a lo hallado por Dell, Jones y Olken (2012) en la misma especificación. En cuanto a la precipitación, se verifica que este no tiene un impacto significativo en el efecto total en los países pobres.

En los resultados que se muestran en la columna (3), cuando se agrega la precipitación y la interacción de esta con la condición de país pobre, el efecto de la temperatura en el crecimiento económico no presenta grandes variaciones con relación a la estimación de la especificación (2), tanto en el caso del artículo de referencia y en esta replicación.

Al considerar la interacción de los factores climáticos con la condición de un país con temperatura alta se tiene que el efecto de la temperatura en los países pobres baja con relación a las especificaciones anteriores, es decir el aumento en 1% de la temperatura reduce la tasa de crecimiento en 0,496 puntos porcentuales. Esto difiere a lo hallado por Dell, Jones y Olken (2012) en donde el resultado de la especificación de la columna (4) indica que el efecto de la temperatura en los países pobres aumenta con relación a las estimaciones de columnas anteriores.

Por su parte, cuando se incorpora la interacción de los factores climáticos con la condición de un país con importancia de la agricultura en su economía (en esta especificación no se considera la condición de país de con temperatura alta) se encuentra que el aumento en 1% de la temperatura reduce la tasa de crecimiento de los países pobres en 2,750 puntos porcentuales. La magnitud del efecto es ampliamente mayor a todas las especificaciones anteriores, lo cual difiere con lo hallado por Dell, Jones y Olken (2012) donde los resultados no son muy dispersos.

Ahora bien, al promediar los resultados de las especificaciones, los efectos hallados en el artículo de referencia y en este trabajo son similares. Pues se tiene que en los países pobres un aumento de 1% de la temperatura reduce la tasa de crecimiento económico en promedio 1,2 puntos porcentuales. Sin embargo, en los resultados de Dell, Jones y Olken (2012) el efecto de la temperatura es significativa para los países pobres, mientras que en los hallados en esta investigación no. En cuanto a la precipitación, en ambos estudios no se encuentran significancias.

Tabla 2: Resultados hallados por Dell, Jones y Olken (2012)

Variable dependiente: Tasa anual de crecimiento económico (g)					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Temperatura	-0.325 (0.285)	0.261 (0.312)	0.262 (0.311)	0.172 (0.294)	0.561* (0.319)
Temperatura interactúa con...					
Dummy país pobre		-1.655*** (0.485)	-1.610*** (0.485)	-1.645*** (0.483)	-1.806*** (0.456)
Dummy país con temperatura alta				0.237 (0.568)	
Dummy país con mucha agricultura					-0.371 (0.409)
Precipitación			-0.083* (0.050)	-0.228*** (0.074)	-0.105** (0.053)
Precipitación interactúa con...					
Dummy país pobre			0.153* (0.078)	0.160** (0.075)	0.145* (0.087)
Dummy país con Precipitación alta				0.185** (0.078)	
Dummy país con mucha agricultura					0.010 (0.085)
Observaciones	4924	4924	4924	4924	4924
Within R-squared	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
R-squared	0.22	0.22	0.22	0.22	0.24
Efecto de la temperatura en países pobres		-1.394*** (0.369)	-1.347*** (0.361)	-1.473*** (0.396)	-1.245*** (0.404)
Efecto de la precipitación en países pobres			0.069 (0.052)	-0.0677 (0.071)	0.0401 (0.083)

Nota: Todas las especificaciones incluyen efectos fijos (FE) de países, FE región X año, FE país pobre X año. En paréntesis errores estándares robustos, ajustados por clusterización a nivel de países. La muestra incluye a países con al menos 20 años de observación de la tasa de crecimiento económico. Pobre es definido por una dummy para países que se encuentren por debajo de la mediana del PIBpc PPP en el primer año que aparece en la muestra. País con temperatura alta es definido por una dummy para países que se encuentra por encima de la mediana de la temperatura en el año 1950. País con mucha agricultura es definida por una dummy para países que se encuentran por encima de la mediana de la participación del sector agricultura en el PIB en el año 1995. La temperatura se encuentra en grados Celsius y la precipitación en 100 milímetros.

* significancia al 10%; **significancia al 5%; *** significancia al 1%

Fuente: Dell, Jones y Olken (2012)

Tabla 3: Resultados hallados por la investigación estimada a partir de datos del PWT 9.0 y el Portal de Conocimiento de Cambio Climático del Banco Mundial

Variable dependiente: Tasa anual de crecimiento económico (g)					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Temperatura	0.970 (0.608)	1.380** (0.704)	1.402* (0.725)	1.548** (0.720)	0.294 (0.671)
Temperatura interactúa con...					
Dummy país pobre		-2.178* (-1.223)	-2.151* (-1.223)	-2.043* (1.206)	-3.044* (1.703)
Dummy país con temperatura alta				-1.554 (1.344)	
Dummy país con mucha agricultura					2.144** (1.029)
Precipitación			0.008 (0.017)	0.014 (0.015)	-0.007 (0.013)
Precipitación interactúa con...					
Dummy país pobre			0.005 (0.023)	0.007 (0.023)	0.026 (0.024)
Dummy país con Precipitación alta				-0.015 (0.022)	
Dummy país con mucha agricultura					0.007 (0.013)
Observaciones	3,523	3,523	3,523	3,523	2,925
Within R-squared					
R-squared	0.171	0.171	0.171	0.172	0.274
Efecto de la temperatura en países pobres		-0.797 (1.034)	-0.749 (1.010)	-0.496 (1.005)	-2.750 (1.526)
Efecto de la precipitación en países pobres			0.013 (0.018)	0.020 (0.017)	0.020 (0.026)

Nota: Todas las especificaciones incluyen efectos fijos (FE) de países, FE región X año, FE país pobre X año. En paréntesis errores estándares robustos, ajustados por clusterización a nivel de países. La muestra incluye a países con al menos 20 años de observación de la tasa de crecimiento económico. Pobre es definido por una dummy para países que se encuentren por debajo del primer cuartil del PIBpc PPP encadenado en el primer año que aparece en la muestra. País con temperatura alta es definido por una dummy para países que por encima del cuarto cuartil de la temperatura en el año 1960. País con mucha agricultura es definida por una dummy para países que se encuentran por encima de la mediana de la participación del sector agricultura en el PIB en el año 1995. La temperatura se encuentra en grados Celsius y la precipitación en 100 milímetros.

* significancia al 10%; **significancia al 5%; *** significancia al 1%

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN

Los resultados hallados en este trabajo ponen de relieve el impacto de la temperatura en el crecimiento económico de los países pobres, los mismos van en la misma dirección que los hallados por Dell, Jones y Olken (2012). Sin embargo, la magnitud del efecto no es la misma; de hecho, en el presente trabajo el efecto total de la temperatura en los países pobres no es significativo como en el artículo de referencia. Debe señalarse que una limitante en este trabajo es que los datos de factores climáticos, principalmente el de la temperatura, son datos agregados por países, lo que hace que se tengan datos como los de Rusia que en promedio presenta una temperatura de $-5,22^{\circ}$; mientras que para el mismo país en la base de datos utilizada en el artículo de referencia el promedio es de $4,97^{\circ}$; la diferencia radica en que en esta última la temperatura se encuentra ponderada por la población, dado que los datos son celdas obtenidas a partir de satélite, lo que permite que la región de Siberia tenga menos impacto en el promedio anual de Rusia, Alaska en el de Estados Unidos, o zonas del Ártico o Sub Ártico en la temperatura promedio de Canadá, entre otros.

Además, los datos de Producto Interno Bruto per cápita del PWT 9.0 presentan una diferencia importante en relación con versiones anteriores, en el sentido que esta permite una corrección adecuada para cambiar los precios de referencia y los tipos de cambio de modo a captar la variación del poder de paridad adquisitivo en el tiempo

Las consideraciones expuestas acerca de los datos podrían explicar las diferencias de magnitudes y significancia de los resultados. Lo cual pone de relieve la importancia de contar con datos de menor agregación y georreferenciados no solo de la temperatura y la precipitación, sino también de la actividad económica. Esto permitiría estudiar en detalle el efecto de factores climáticos en las zonas geográficas y en los sectores económicos. Además, se ha estudiado el impacto de la temperatura y la precipitación en el crecimiento económico; sin embargo, existen otros factores climáticos como el nivel de la marea que puede afectar considerablemente a actividades económicas de zonas costeras, como la pesca y el turismo.

CONCLUSIONES

En el trabajo se explora la relación entre las series históricas de las fluctuaciones de los factores climáticos, precisamente la temperatura y la precipitación, y la tasa de crecimiento económico. Se verifica que la temperatura como factor climático afecta de manera significativa en el crecimiento económico, pero similar a lo hallado por Dell, Jones y Olken (2012) el impacto se da en los países pobres y aquellos cuyo sector de agricultura es importante en la estructura económica.

La investigación encuentra que, en los países pobres un aumento de 1% de la temperatura reduce la tasa de crecimiento económico en promedio 1,2 puntos porcentuales. Esto es interesante dado que aun cuando la base de datos es distinta, las definiciones de país pobre y país con temperatura alta y el periodo del análisis difiere del trabajo realizado Dell, Jones y Olken (2012), el resultado promedio de las estimaciones es similar.

Por lo tanto, la replicación realizada en este trabajo refuerza la idea de que la temperatura afecta al crecimiento económico en los países pobres. La replicación como método no es muy utilizado en las ciencias económicas; sin embargo, temas de relevancia para el periodo actual y

aún más para el futuro, requieren de comprobaciones que sea verificadas una y otra vez de modo a que las evidencias de las investigaciones sean sólidas y puedan incidir en lo que corresponda, especialmente en lo que refiere a decisiones de políticas públicas que afectará a generaciones venideras.

Futuras investigaciones deberían ahondar en las causas del efecto negativo de la temperatura en los países pobres, agregar otros factores climáticos, explorar relaciones a nivel de sectores económicos y frecuencias más cortas (días, meses), registrar las mejores practicas acerca de la mitigación y manejo de los riesgos e impactos surgentes del mencionado efecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Akram, N. (2012). Is climate change hindering economic growth of Asian economies? . *Asia-Pacific Development Journal*, 19(3), 1-18.
- Bond, S. R., Leblebicioglu, A., & Schiantarelli, F. (2010). Capital Accumulation and Growth: A New Look at the Empirical Evidence. *Journal of Applied Econometrics*, 25(7), 1073–1099.
- Cameron, C., Gelbach, J., & Miller, D. (2011). Robust Inference with Multi-way Clustering. *Journal of Business and Economic Statistics*, 29(2), 238-249.
- Caribe, C. E. (2015). *The economics of climate change in Latin America and the Caribbean. Paradoxes and challenges of sustainable development*. Santiago, Chile: United Nations.
- Costinot, A., Donaldson, D., & Smith, C. (2016). Evolving Comparative Advantage and the Impact of Climate Change in Agricultural Markets: Evidence from 1.7 Million Fields around the World. *Journal of Political Economy*, 205 - 248.
- Dell, M., Jones, B., & Olken, B. (2009). Temperature and Income: Reconciling New Cross-Sectional and Panel Estimates. *American Economic Review*, 99(2), 198–204. doi:10.1257/aer.99.2.198
- Dell, M., Jones, B., & Olken, B. (Julio de 2012). Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century . *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), 66-95. doi:10.1257/mac.4.3.66
- Eboli, F., Parrado, R., & Roson, R. (2009). Climate Change Feedback on Economic Growth: Explorations with a Dynamic General Equilibrium Model . *Environment and Development Economics*, 515-533.
- Fankhauser, S., & Tol, R. (2005). On climate change and economic growth. *Resource and Energy Economics*(27), 1-17. doi:10.1016/j.reseneeco.2004.03.003
- Feenstra, R., Inklaar, R., & Timmer, M. (2015). The Next Generation of the Penn World Table. *American Economic Review*, 105(10), 3150-3182.
- Galindo, L. M. (2009). *The Economics of Climate Change in Mexico*. Mexico DF.
- Heston, A., Summers, R., & Aten, B. (2006). *Penn World Table Version 6.2*,. Center for International Comparisons of Production, Income and Prices at the University of Pennsylvania. Obtenido de <http://dc1.chass.utoronto.ca/pwt62/>
- Islam, S. (2003). Climate change and economic growth: computational experiments in adaptive economic modelling. *International Journal of Global Environmental Issues*, 47-73.
- Knight, K. W., & Schor, J. B. (2014). Economic Growth and Climate Change: A Cross-National Analysis of Territorial and Consumption-Based Carbon Emissions in High-Income Countries. *Sustainability*, 6, 1-10.

- Lecocq, F., & Shalizi, Z. (Noviembre de 2007). How Might Climate Change Affect Economic Growth In Developing Countries ? A Review Of The Growth Literature With A Climate Lens. (4315). Obtenido de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/7260>
- Mendelsohn, R. (2009). *Climate Change and Economic Growth*. World Bank, Commission on Growth and Development. Washington, DC.: World Bank. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10986/28000>
- Millner, A., & Dietz, S. (2011). *Adaptation to climate change and economic growth in developing countries*. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, Working Papers.
- Nordhaus, W. (2006). Geography and Macroeconomics: New Data and Findings. *Proceedings of the National Academy of Science*(103), 3510-3517.
- Nordhaus, W., & Tobin, J. (1973). Is Growth Obsolete? En M. Moss, *The Measurement of Economic and Social Performance* (págs. 509-564). National Bureau of Economic Research, Inc. Obtenido de <http://www.nber.org/chapters/c3621.pdf>
- Pearce, D., Cline, W., Achanta, A., Fankhauser, S., Pachauri, R., & Tol, R. V. (1996). The Social Costs of Climate Change: Greenhouse Damage and the Benefits of Control. En J. Bruce, H. Lee, & E. Haites, *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions -- Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (págs. 179-224). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sachs, J. D., & Warner, A. (1997). Sources of Slow Growth in African Economies. *Journal of African Economies*(6), 335-76.
- Tol, R. (2009). The Economic Effects of Climate Change. *Journal of Economic Perspectives*, 23(2), Journal of Economic Perspectives—.
- Willmott, C. J., & Matsuura, K. (2007). *Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Monthly and Annual Time Series (1950 - 2006)*. Obtenido de http://climate.geog.udel.edu/~climate/html_pages/README.ghcn_ts2.html
- World Bank. (2017). *World Development Indicators*. Washington, D.C: The World Bank. Obtenido de <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>
- World Bank. (25 de 02 de 2018). *Climate Change Knowledge Portal for Development Practitioners and Policy Makers*. Obtenido de <http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm>

ANEXO I.

Tabla 4: Promedio 1960 -2014 de la tasa de crecimiento del PIB per cápita, la temperatura y la precipitación

País	Tasa de Crecimiento del PIBpc	Temperatura	Precipitación	País	Tasa de Crecimiento del PIBpc	Temperatura	Precipitación	País	Tasa de Crecimiento del PIBpc	Temperatura	Precipitación
Albania	2,75	1,17	80,26	British Virgin I	1,59	25,77	190,10	Paraguay	2,41	23,57	93,49
Algeria	0,59	22,98	6,92	Georgia	0,07	7,07	77,70	Peru	2,63	19,50	129,87
Angola	1,52	21,74	81,30	Germany	3,60	8,86	59,73	Philippines	2,46	25,61	202,88
Anguilla	2,09	25,61	146,18	Ghana	0,72	27,34	98,35	Poland	3,56	8,27	50,15
Antigua and Barb	2,37	26,01	212,87	Greece	3,17	14,00	54,71	Portugal	3,62	14,99	70,56
Argentina	3,05	14,38	47,33	Grenada	3,75	26,92	127,72	Qatar	1,11	27,49	5,53
Armenia	1,86	7,87	44,34	Guatemala	1,81	23,53	218,26	Republic of Mold	0,38	10,30	43,83
Aruba	3,76	28,10	66,97	Guinea	-0,27	25,88	140,09	Russian Federati	0,80	-5,22	36,82
Australia	2,03	21,63	39,82	Guinea-Bissau	0,93	27,04	128,15	Rwanda	0,99	19,55	101,66
Austria	3,38	6,52	96,94	Haiti	0,42	24,68	119,04	Saint Kitts and	3,81	25,05	196,15
Azerbaijan	2,34	11,73	37,10	Honduras	1,13	23,65	161,99	Sao Tome and Pri	1,03	23,74	178,56
Bahrain	1,53	27,38	6,37	Hungary	3,35	10,45	50,77	Saudi Arabia	1,15	25,05	6,15
Bangladesh	1,39	25,19	192,86	Iceland	2,44	1,90	86,81	Senegal	0,23	28,26	59,00
Barbados	0,42	26,38	179,43	India	2,92	24,28	86,96	Serbia	2,51	11,05	62,75
Belarus	1,82	7,36	52,73	Indonesia	3,74	25,94	238,37	Seychelles	2,64	27,17	143,01
Belgium	2,70	9,89	71,80	Iran (Islamic Re	3,00	17,28	18,52	Sierra Leone	0,83	26,12	202,46
Belize	2,11	25,45	173,41	Iraq	3,13	21,93	15,74	Singapore	5,97	27,34	204,64
Benin	0,61	27,62	88,18	Ireland	3,67	9,33	94,53	Slovakia	1,72	8,37	63,47
Bermuda	-9,34	21,64	122,38	Israel	2,81	19,71	21,21	Slovenia	2,04	9,66	110,45
Bhutan	3,05	11,80	158,92	Italy	3,36	12,03	77,98	South Africa	1,28	17,77	39,57
Bolivia (Plurina	1,51	20,89	91,52	Jamaica	1,36	25,07	176,99	Spain	3,52	13,35	51,36
Bosnia and Herze	10,32	10,43	92,24	Japan	4,13	10,82	136,06	Sri Lanka	2,33	26,86	142,63
Botswana	6,70	21,86	32,69	Jordan	2,69	18,83	8,81				
Brazil	3,48	25,10	147,13	Kazakhstan	3,15	6,68	21,23				