



**ESTADO
DE LA NACIÓN**

Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2020

Investigación de base

Efectos medibles y esperables del
cambio climático sobre el
crecimiento económico y el medio
ambiente

Investigador:

Carlos Chaverri Morales

San José | 2020



333.772.6
C512e

Chaverri Morales, Carlos

Efectos medibles y esperables del cambio climático sobre el crecimiento económico y el medio ambiente : investigación de base / Carlos Chaverri Morales. -- Datos electrónicos (1 archivo : 1310 kb). -- San José, C.R. : CONARE - PEN, 2020.

ISBN 978-9930-540-57-2
Formato PDF, 36 páginas.

Investigación de Base para el Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible 2020.

1. CAMBIO CLIMÁTICO. 2. CRECIMIENTO ECONÓMICO. 3. MEDIO AMBIENTE.
4. VALOR AGREGADO. 5. AIRE. 6. COSTA RICA. I. Título.



Indice

Presentación.....	4
Hechos relevantes.....	4
Resumen Ejecutivo.....	4
Introducción.....	5
Antecedentes.....	7
Datos.....	9
Datos sobre el cambio climático en Costa Rica.....	9
Datos sobre el crecimiento económico en Costa Rica y otras variables.....	13
Metodología.....	15
Modelo econométrico.....	17
Ecuaciones para PIB total y valor agregado sectorial.....	17
Principales resultados.....	18
Contabilidad del crecimiento.....	20
Comentarios finales.....	21
Bibliografía.....	22
Anexos.....	25

Presentación

Esta investigación se realizó para el capítulo de Armonía con la Naturaleza del *Informe Estado de la Nación 2020*.

Las cifras de esta investigación pueden no coincidir con las consignadas en el *Informe Estado de la Nación 2020* en el capítulo respectivo, debido a revisiones posteriores. En caso de encontrarse diferencia entre ambas fuentes, prevalecen las publicadas en el Informe.

Hechos relevantes

- Un informe del Banco Mundial estableció que, de aquí al año 2050, el cambio climático podría generar el desplazamiento interno de cerca de 140 millones de personas que habitan en regiones densamente pobladas del mundo. En América Latina, la cifra alcanzará los 17 millones si no se toman medidas en este tema.
- De acuerdo con estimaciones preliminares, el costo monetario de los eventos extremos ocurridos durante el 2019 y asociado al cambio climático representaron cerca de \$100 billones. Se estima además que estos daños al 2050 podría representar cerca del 3% del PIB de los países con ingresos más bajos.¹
- Durante el año 2017, la Contraloría General de la República, advirtió la necesidad de estimar los costos de variabilidad y cambio climático en el corto, mediano y largo plazo con la finalidad de acceder a recursos económicos de fuentes nacionales o internacionales para enfrentarlos año a año.

Resumen Ejecutivo

Los datos relativos al comportamiento de la temperatura y la precipitación media anual para el caso Costa Rica entre los años 1960 y 2017 evidencian una tendencia al alza en el primer caso y una tendencia a la baja en el segundo caso.

Particularmente los datos mensuales disponibles a partir del año 1960 permiten identificar cambios importantes en los patrones de comportamiento históricos. Por ejemplo, los meses de estación seca diciembre, enero y febrero tienden a registrar temperaturas más altas en comparación con lo observado para el lapso 1900-1959.

Con respecto a los niveles de precipitación promedio, a partir de 1960 se logra identificar que los meses de la estación lluviosa (mayo a octubre) tienden a registrar cifras promedio menores a lo que se registró durante el período 1900-1959.

¹ <https://www.eiu.com/n/global-economy-will-be-3-percent-smaller-by-2050-due-to-lack-of-climate-resilience/>

La posibilidad de contar con datos históricos de variables climáticas permite además cuantificar el efecto de esas variaciones sobre el crecimiento económico. En ese sentido el estudio utiliza la anomalía de temperatura (desviaciones de la temperatura media anual de un año con respecto a un período de referencia) como variable *proxy* del cambio climático y cuantificar los efectos sobre la tasa de crecimiento del PIB real.

Con datos anuales a partir del año 1960 y hasta el año 2017, se estima que un aumento en la anomalía de temperatura de un 1° C disminuye la tasa de crecimiento de la economía costarricense en 0.71 p. p

A nivel sectorial se encuentra evidencia de que ante un incremento de 1°C en la anomalía de temperatura, el valor agregado de los sectores industria (incluyendo la construcción) y la manufactura disminuye en 2.10 p. p y 1.93 p.p respectivamente.

Para el caso de la agricultura, se encuentra evidencia de un efecto negativo, pero no significativo estadísticamente ante incremento de la anomalía de temperatura y para el caso de los servicios un efecto positivo, pero tampoco significativo.

Adicionalmente, mediante el uso de la contabilidad del crecimiento, se estima un nivel de producto potencial o de largo plazo de Costa Rica corregido por variables climáticas. Esto identifica cuáles son los factores que aportan más (o menos) a la tasa de crecimiento de largo plazo. Como resultado se estima que la anomalía de temperatura le ha restado de forma acumulada alrededor de 0.06 p.p a la capacidad de crecimiento de largo plazo de la economía costarricense.

Introducción

Costa Rica es una economía pequeña y abierta cuyo crecimiento económico se ve afectado por choques macroeconómicos internos y externos. En las últimas décadas, las crisis financieras mundiales, los choques de demanda y de oferta ha impactado la dinámica del crecimiento y con ello han ralentizado el proceso de desarrollo económico.

En los últimos años a la discusión sobre los determinantes del crecimiento se ha sumado el tema del cambio climático, sin embargo, son pocas las referencias disponibles a nivel nacional que hayan estudiado a profundidad el efecto de dicha variable sobre el crecimiento económico general y sectorial (ver por ejemplo León, 2017).

Es por eso por lo que respuestas a preguntas tales como, ¿cuál ha sido el impacto del cambio climático sobre el crecimiento económico? ¿Cómo se ve afectado el crecimiento de las actividades clave de la economía local ante el fenómeno del cambio climático? podrían permitir no solamente tener una medida del efecto del cambio climático al crecimiento económico del país sino además con base en los resultados se podrían determinar planes de adaptación y mitigación de mediano y largo plazo.

Naturalmente, una parte fundamental en este ejercicio radica en definir adecuadamente a que nos referimos como cambio climático en este estudio. De acuerdo con la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1994) este se refiere a “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

Este se puede manifestar de forma directa, a través de incrementos de la temperatura promedio de la atmósfera (calentamiento global), la disminución de los niveles de precipitación, disminución o incrementos de los niveles de humedad relativa, entre otros. De forma indirecta, dichos efectos se manifiestan a través del incremento del nivel de los océanos, de la disminución de la calidad de los ecosistemas y alteración del medio ambiente en general.

Es común que los términos *cambio climático* y *variabilidad climática* se utilicen de forma indistinta para referirse a los fenómenos previamente descritos, sin embargo el concepto “variabilidad climática” hace referencia a las variaciones atmosféricas más extremas que exceden “una condición considerada normal” en una región o área geográfica, como lo es el caso de tifones, huracanes y ciclones tropicales que se dan con mayor intensidad, frecuencia o incluso fuera de las épocas tradicionales de ocurrencia; sequías más extensas y severas (como la sufrida en el corredor Centroamericano en 2018) y frentes fríos más frecuentes.

Diversas organizaciones internacionales han llamado la atención acerca de los efectos adversos económicos y sociales del cambio climático. Por un lado, las pérdidas de productividad tanto del factor trabajo y de las cosechas agrícolas debido al calor extremo, la destrucción del acervo de capital por efecto de los eventos climáticos extremos mermaría el crecimiento económico y con ello la dinámica del desarrollo económico del país.

Lo anterior podría desencadenar problemas sociales tales como aumento del desempleo estructural y consecuentemente agudizar los de pobreza y la desigualdad; el cambio climático podría además provocar el desplazamiento de poblaciones (migraciones dentro del país o hacia afuera) y propiciar la propagación de enfermedades, que incrementaría los costos sobre el sistema productivo y la salud pública.

Con base en lo anterior el presente estudio tiene como objetivo estimar el efecto del cambio climático sobre el crecimiento económico y el medio ambiente de Costa Rica. Para ello se recurre al uso de modelos econométricos de series de tiempo que utilizan como variable *proxy* del cambio climático la anomalía de temperatura para el período comprendido entre los años 1960 y 2017.

La anomalía de temperatura se define como la diferencia de la temperatura media anual, con respecto a un período base. En este caso se toma como referencia el promedio observado entre 1903 y 1959.

El estudio no pretende llevar a cabo un estudio tipo costo beneficio o costo efectividad para evaluar aspectos más específicos relacionados con los efectos del cambio climático o la evaluación de políticas para mitigar su impacto.

La identificación de los efectos del cambio climático sobre el crecimiento económico permite ampliar la información disponible que existe sobre este tema en el país para apoyar el diseño de políticas públicas y la evaluación de estrategias de mitigación y adaptación a los impactos del cambio climático sobre el crecimiento económico de largo plazo del país.

Antecedentes

En los últimos años son muchos los estudios a nivel mundial que han documentado el efecto del cambio climático sobre la actividad económica. Para cuantificar el efecto se suele utilizar como variable proxy la temperatura media de un país o una región controlando por otras variables relacionados con la actividad económica como por ejemplo los niveles de precipitación, variables institucionales, variables regionales, entre otras.

La evidencia empírica hallada sugiere una relación negativa entre la tasa de crecimiento del PIB (o del PIB per cápita) y el cambio climático en países que actualmente tienen un nivel de temperatura superior al promedio mundial, para otros países (aquellos con temperaturas por debajo del promedio mundial) la relación suele ser negativa pero no significativa y en algunos casos la relación hallada ha sido positiva y significativa, evidenciando la existencia de efectos no lineales.

Para estimar los efectos se suelen utilizar regresiones de datos de panel que controlan por efectos fijos y aleatorios. Otros estudios han desarrollado modelos más complejos que incluyen relaciones dinámicas entre la economía y el medio ambiente (por ejemplo, Nordhaus (1992, 2018)).

Los trabajos pioneros sobre cambio climático y crecimiento económico inician con Nordhaus (1975, 1977, 1992, 1994 y 2018). Utilizando el modelo Dinámico Económico-Climático Integrado (DICE, por sus siglas en inglés) el premio Nóbel en economía, estima que un incremento de 3° C en la temperatura media a nivel mundial conllevaría a una reducción del ingreso mundial de 2.1%; en un escenario más adverso (un aumento de 6° C), se podría llegar a tener una pérdida de hasta un 8.5% del ingreso mundial para el año 2100.

Previamente Nordhaus (2006), evidenció que el 20% de las diferencias de ingresos entre África y las regiones industriales con niveles de ingreso más altos del mundo pueden explicarse entre otras cosas por variables geográficas que incluyen temperatura y precipitación, así como elevación, calidad del suelo y distancia de la costa.

Por su parte, Tol (2014) lleva a cabo una recopilación de los resultados de diversos estudios acerca del efecto del cambio climático sobre el crecimiento económico. El autor documenta que para el período comprendido entre 1994 y 2006 los estudios sugieren que un incremento de 1°C en la temperatura media conlleva a pérdidas de entre -4.8% y -2.5% del PIB en diversos países.

En una investigación reciente, los autores Newell, Perst y Sexon (2018) utilizaron modelos de rotación climática para estimar el efecto del cambio climático sobre el crecimiento. Los investigadores concluyen que pueden existir diferencias sustantivas en los resultados si se cuantifica el efecto sobre el nivel del PIB o la tasa de crecimiento. Los resultados sugieren que existen efectos no lineales sobre los niveles del PIB y estiman que las pérdidas globales del PIB se ubican entre un 1 y 2% para el año 2100.

Las diferencias entre los ingresos de los países también pueden ayudar a explicar los efectos del cambio climático sobre el crecimiento. En esa línea, Burke, Hsiang y Miguel (2015) encontraron que ser un país de ingresos altos o bajos podría ser un factor fundamental. Los autores concluyen que: "en promedio, el ingreso en el 40% de los países con ingresos más bajos podría disminuir un 75% para el año 2100 en relación con un mundo sin cambio climático, mientras que el 20% de los países con ingresos más altos podrían experimentar un ligero aumento de los ingresos". Esto se explica de acuerdo con los autores porque los países con ingresos más altos generalmente tienen temperaturas más bajas.

Con un modelo de regresión con datos de panel controlando por efectos fijos, Dell, Jones y Olken (2012), concluyen que el efecto neto de un aumento de la temperatura de 1° C disminuye la tasa de crecimiento de los países pobres en 1,39 puntos porcentuales.

Usando como referencia el marco del modelo de crecimiento de Solow-Swan, Choinière y Horowitz (2006) estimaron que un aumento del uno por ciento en la temperatura está asociado con una disminución en el PIB per cápita de entre 2.0 y 3.5 por ciento.

En otro estudio, Hsiang (2010), utilizando la variación media de la temperatura en una muestra de 28 países de la cuenca del Caribe para el período 1970-2006, encontró evidencia que sugiere que la producción nacional cae en 2.5 puntos porcentuales ante un aumento de la temperatura de 1 ° C.

Finalmente, en un estudio reciente, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2015) concluye que: "Las estimaciones agregadas ponen el costo económico de un aumento de temperatura de 2.5 ° C (probablemente alrededor de 2050) para la región (América Latina) entre 1,5% y 5% del PIB actual de la región. Estos efectos agregados son una combinación de muchos tipos diferentes de impactos a nivel sectorial y regional".

Como se ve previamente para el caso costarricense son pocos los estudios que han cuantificado los efectos sobre el crecimiento económico de forma global.

Por ejemplo, León (2017) utiliza un modelo sencillo de optimización intertemporal para cuantificar los efectos macroeconómicos del fenómeno de El Niño; encuentra que un choque climático adverso tiene un efecto positivo y significativo sobre la inflación y un efecto negativo y significativo sobre la brecha del producto. Por su parte la Contraloría General de la República (2017) estimó que entre los años 1988 y 2010, "los costos de estos fenómenos climáticos extremos variaron entre 0,30% y 1,72% del PIB por año."

A nivel sectorial destaca el trabajo de Ordaz, Ramírez, Mora et al. (2010). Los investigadores estudian los efectos del cambio climático sobre la agricultura y encuentran que este “ocasiona reducciones en la producción, los rendimientos y el valor en la renta de la tierra de los agricultores de Costa Rica”.

Datos

La presente sección se subdivide en dos partes. La primera aborda los datos disponibles para cuantificar las tendencias en términos del cambio climático en Costa Rica. La segunda parte describe brevemente los datos relacionados con el crecimiento económico y otras variables necesarias para la estimación de los impactos.

Datos sobre el cambio climático en Costa Rica

Uno de los problemas fundamentales a la hora de analizar las tendencias de variables climáticas y su impacto sobre el crecimiento económico tiene que ver con la disponibilidad de datos. A nivel mundial diversas instituciones, como el Banco Mundial y la Universidad de West Anglia (entre otros) publican datos anuales de temperatura y precipitación desde el año 1900 para distintas regiones y países.

A nivel nacional, el Instituto Meteorológico Nacional (en adelante IMN) dispone de bases de datos con una desagregación provincial e incluso regional desde los años 70. Sin embargo, en esta investigación se utilizan los datos generados por Willmott y Matsuura (2020) del Departamento de Geografía y Ciencias Espaciales de la Universidad de Delaware.

Dicha base datos consiste en una serie de datos mensuales que inicia en el año 1900 hasta el 2017². Lo anterior permite analizar con mayor profundidad las tendencias del cambio climático en el país.

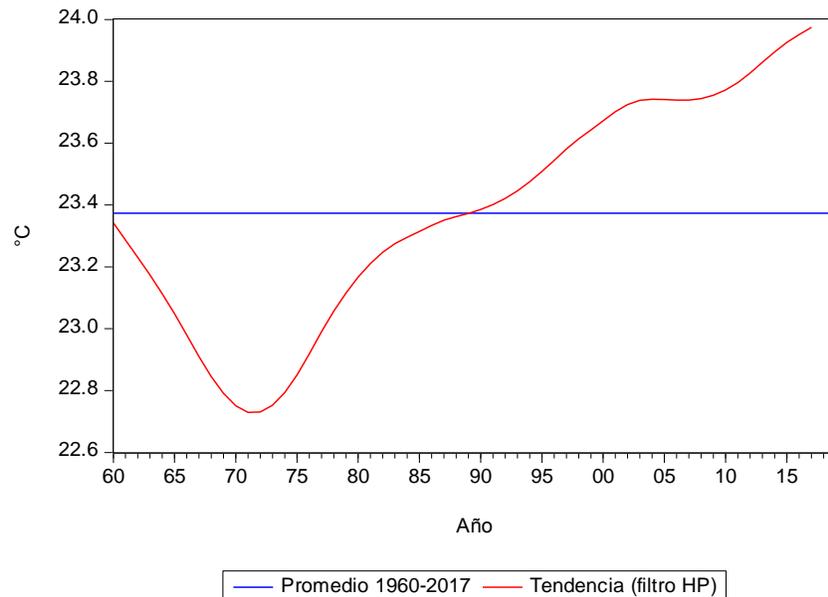
Particularmente para el caso de Costa Rica, se estima que entre los años 1900 y 2017 la temperatura media anual fue de 23.28°C. Congruente con las tendencias observadas a nivel mundial este patrón ha cambiado; entre 1960 y 2017 la temperatura media se incrementó en 0.19° C con respecto al periodo 1900-1960. Además, la temperatura promedio por década tiende a ser mayor que la previa, y la tendencia³ (Gráfico 1) muestra un claro comportamiento creciente, particularmente a partir de la década de los 70's.

² La actualización de la base de datos del año 2020 incluirá cifras al 2018.

³ Estimada con un filtro estadístico.

Gráfico 1

Costa Rica: Temperatura del aire. 1960-2017



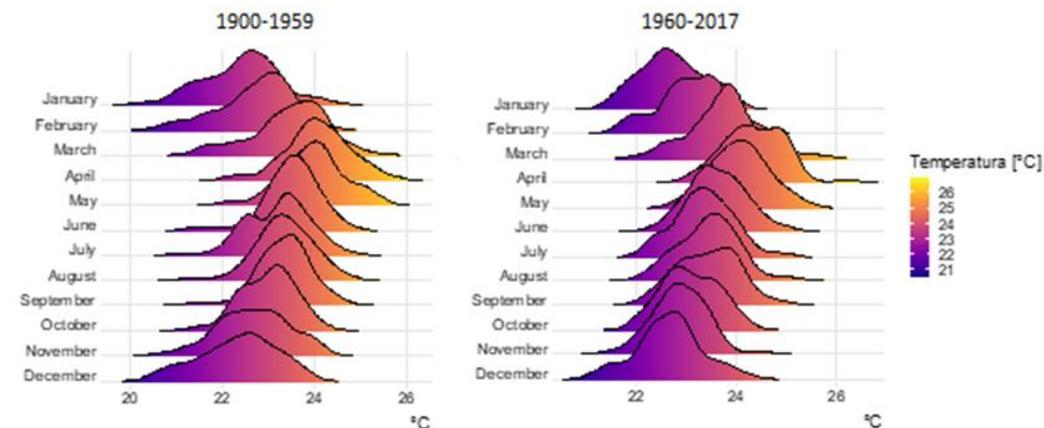
Fuente: Elaboración propia.

La mayor disponibilidad de datos también permite llevar a cabo un análisis más detallado de las variaciones de la temperatura por mes. Esto se puede constatar en el gráfico 2 en donde se lleva a cabo una comparación entre las distribuciones de la temperatura por mes para el periodo 1900-1959 y las correspondientes al periodo 1960-2017.

Como se puede apreciar las distribuciones de los meses de enero, febrero, marzo, abril y diciembre muestran las variaciones más significativas con colas más amplias hacia la derecha.

Gráfico 2

Costa Rica: Distribución temperatura por mes.1900-2017

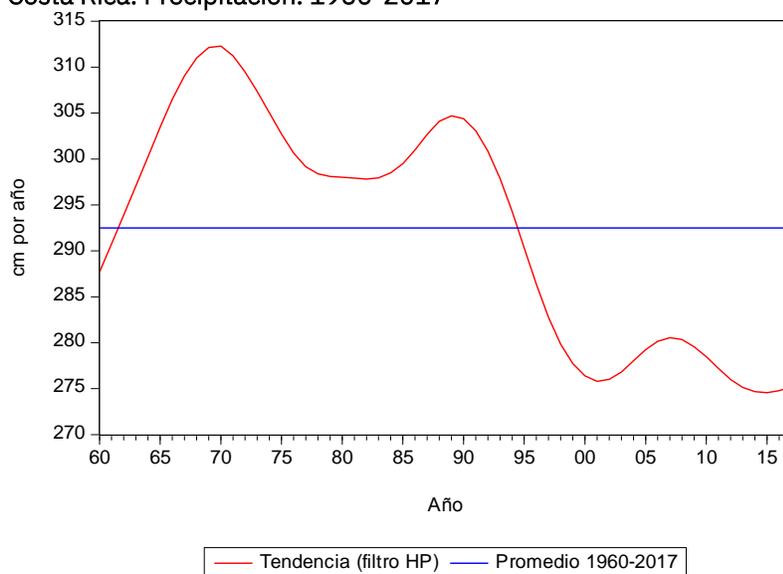


Fuente: Elaboración propia.

Al comparar las temperaturas medias de dichos meses en ambos periodos, se estima que la mayor variación se ha registrado durante el mes de febrero, donde la temperatura media se ha incrementado en 0.36°C, seguido del mes de diciembre cuya temperatura media se incrementó en 0.31°C. La media de los meses de enero, marzo y abril, se incrementó en 0.29°C, 0.28°C y 0.27°C, respectivamente.

Los datos sobre las precipitaciones también muestran tendencias interesantes. Como se aprecia en el gráfico 3 a partir de los años 70 es identificable una tendencia a la baja en el nivel de precipitación promedio por mes, situación que se vuelve más drástica a partir de inicios de los años 90.

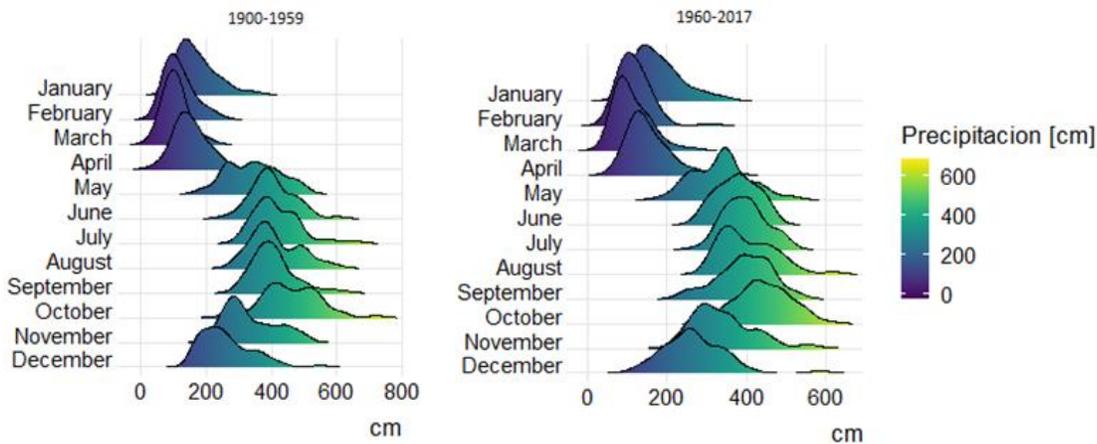
Gráfico 3
Costa Rica: Precipitación. 1960-2017



Fuente: Elaboración propia.

Las distribuciones por mes ratifican lo anterior, como se puede apreciar en el gráfico 4. Llama la atención que son los meses de la época seca (enero a abril; noviembre y diciembre) los que registran un incremento en los promedios mensuales y los meses de la época lluviosa (mayo a octubre) una disminución más marcada. Por ejemplo, los promedios de los meses de junio y julio registraron una disminución de 26.45 y 20.25 cms en comparación con el período 1900-1959.

Gráfico 4
Costa Rica: Precipitación promedio por mes.1900-2017

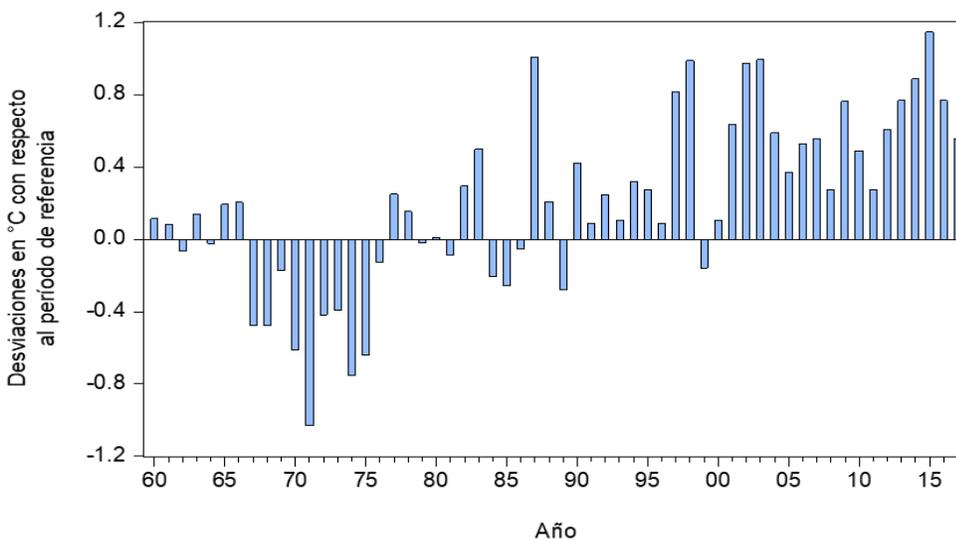


Fuente: Elaboración propia.

A partir de la información anterior, se puede estimar la anomalía de temperatura. Esta como se mencionó previamente se define como la diferencia en la temperatura media de un año con respecto a la de un período de referencia. Esta variable resulta fundamental en esta investigación dado que posteriormente se va a utilizar como *proxy* del cambio climático par estimar los efectos sobre el crecimiento económico.

Si el resultado es positivo, esto indica que la temperatura de un año en particular es más “cálida” con relación al promedio del periodo de referencia. Si es negativo, el año es más “fresco” que la del período de referencia.

Gráfico 5
Costa Rica: Anomalía de temperatura. 1960-2017

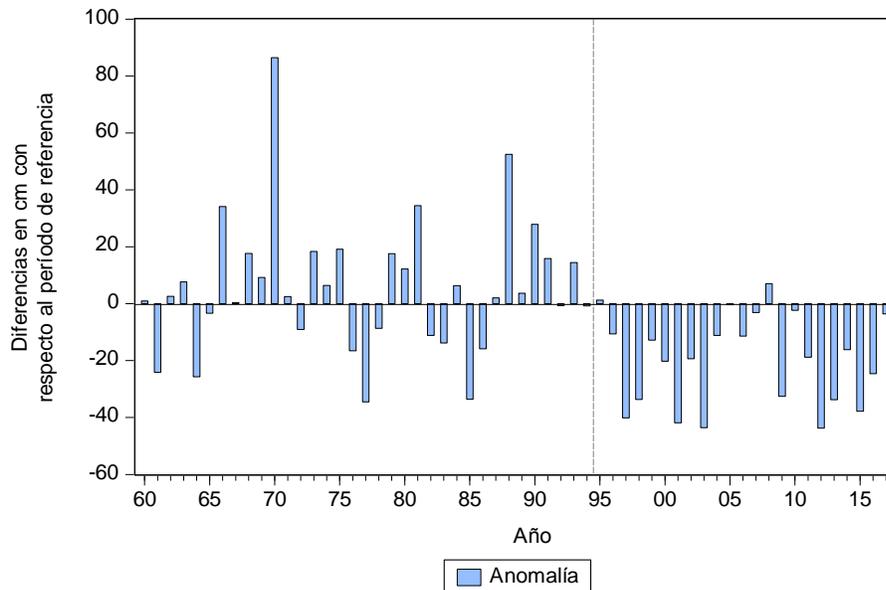


Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de Costa Rica, la anomalía de temperatura registró un valor promedio de 0.19° C durante el periodo 1960-2017, alcanzando un valor máximo de 1.16° C durante el año 2015 y valor mínimo de -1.03°C en el año 1971. Como se aprecia, desde el año 2000 la anomalía de temperatura ha sido positiva, registrándose de esta forma 17 años consecutivos con años más cálidos. Dicho comportamiento coincide con el déficit de precipitaciones observado durante el mismo periodo de acuerdo con la anomalía de precipitaciones (gráfico 6).

Gráfico 6

Costa Rica: Anomalía de precipitación. 1960-2017



Fuente: Elaboración propia.

Datos sobre el crecimiento económico en Costa Rica y otras variables

Analizar el cambio climático y sus efectos sobre la actividad económica requiere de una cantidad amplia de datos. Si bien el país cuenta con un acervo extenso de estadísticas macroeconómicas y de alta calidad recopiladas y elaboradas por el Banco Central de Costa Rica, en este trabajo se utilizan datos de dos fuentes secundarias. La primera es la base de datos Penn World Table ver 9.1 (Feenstra, Inklaar y Timmer, 2020) elaborada por la Universidad de Groninga y la segunda, es la base de indicadores del desarrollo mundial (WDI) elaborada por el Banco Mundial⁴.

La razón para usar estas bases de datos es simple, en primer lugar, se busca asegurar la comparabilidad de los resultados a nivel regional o mundial, y en segundo lugar disponer de series de tiempo lo suficientemente extensas para tener suficientes grados de libertad para las estimaciones econométricas.

Los modelos para estimar requieren de variables auxiliares relacionadas con el crecimiento en particular datos sobre el acervo de capital, el capital humano y el crecimiento del principal socio

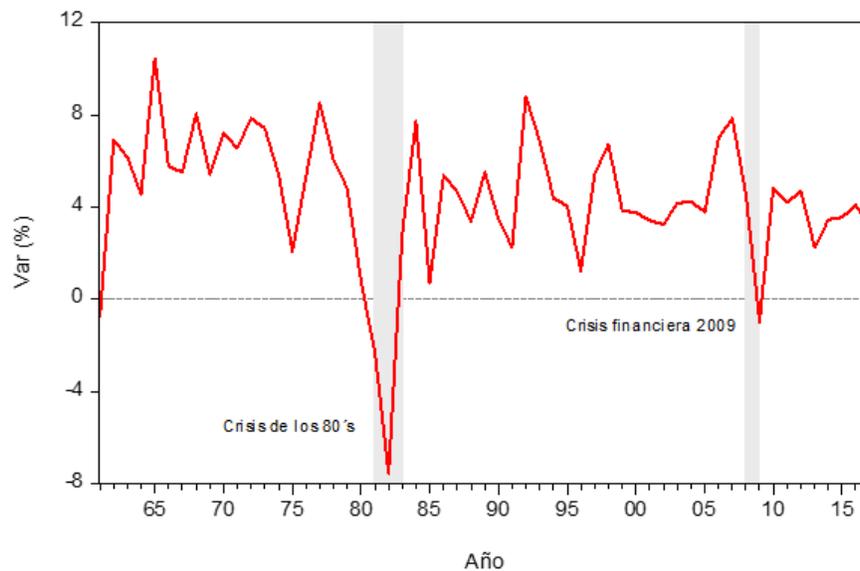
⁴ En el anexo 3, se muestra la comparación de los datos de crecimiento publicados por el Banco Central de Costa Rica y los obtenidos de la base de datos WDI del Banco Mundial

comercial de Costa Rica, Estados Unidos. La homogenización de cifras en las bases previamente citadas permite disponer de esos datos para el período de referencia.

Como se aprecia en el gráfico, según la información disponible el crecimiento económico de la economía costarricense registró un valor promedio de 4.44% con una desviación estándar de +- 2.96 puntos porcentuales. La tasa máxima de crecimiento se alcanzó de 10.45% en el año 1965 y un mínimo de -7.56% en el año 1982 (crisis de los años 80). Este comportamiento se infiere al utilizar la serie de PIB real en millones de dólares del año 2011.

Gráfico 7

Costa Rica: Crecimiento del PIB real. 1960-2017



Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento del crecimiento del PIB local se vio acompañado por un crecimiento promedio del acervo de capital de 5.04% y del capital humano de 3.06%. Estas variables son fundamentales en el ejercicio que se realiza posteriormente para estimar la contabilidad del crecimiento con el efecto de variables climáticas.

En lo que respecta al crecimiento sectorial, la actual apertura de las cuentas nacionales publicadas por el Banco Central de Costa Rica, no permiten tener series de tiempo más allá del año 1991. Por esta razón, también se utilizan datos del Banco Mundial, para tener series al menos desde el año 1970 del valor agregado de los sectores agricultura, silvicultura y pesca, industria (incluye la construcción), manufactura y servicios.

Descarta en la información del cuadro 1, el dinamismo experimentado por el sector servicios con una tasa de crecimiento promedio de 4.49%, seguido de la industria (3.95%), la manufactura y el valor agregado de sector agricultura, silvicultura y pesca.

Cuadro 1
Estadísticos descriptivos del valor agregado sectorial.1960-2017

	Agricultura, silvicultura y pesca	Industria (incluye construcción)	Manufactura	Servicios
Promedio	3.09	3.95	3.61	4.49
Mediana	4.05	3.73	3.34	4.73
Máximo	10.06	12.48	12.73	10.64
Mínimo	-5.52	-13.48	-11.40	-4.61
Desv. Std	3.73	4.87	4.72	2.68
Skewness	-0.42	-0.91	-0.59	-1.13
Kurtosis	2.62	5.11	4.45	5.99
Jarque-Bera	1.67	15.54	6.98	28.02
Probabilidad	0.43	0.00	0.03	0.00
Observaciones	48	48	48	48

Fuente: Elaboración propia.

Metodología

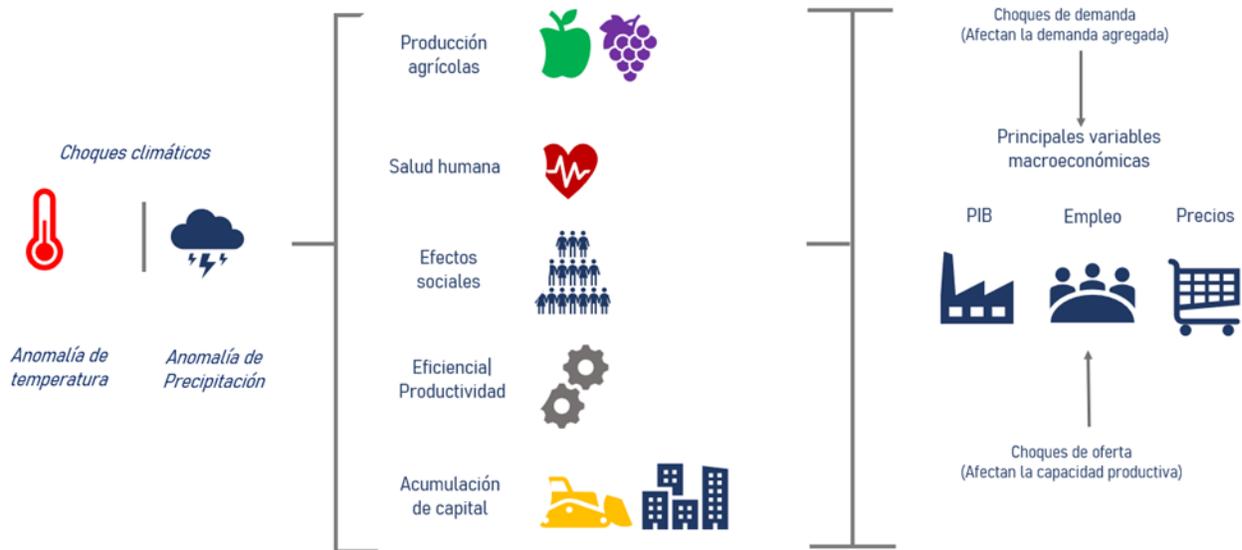
En el presente trabajo el efecto del cambio climáticos sobre el crecimiento económico se estima mediante el uso de modelos de series de tiempo. Al emplear esta metodología se trata de capturar no solamente el efecto directo (o causal) sino que además con la inclusión de variables relacionadas con el crecimiento se evita el sesgo de las magnitudes estimadas (efectos estimados) por omisión de variables, un problema muy común en econometría.

El diagrama 1, recoge visualmente la estrategia empírica que se sigue. Primero, se debe de identificar una variable que aproxime el cambio climático, como se ha mencionado a lo largo del trabajo, esta variable es la anomalía de temperatura, estos “choques” climáticos van a tener efectos sobre diversos sectores entre ellos, efectos sobre las producciones agrícolas, la salud humana, efectos sociales (migraciones), la eficiencia y la productividad de los factores de producción y sobre la acumulación de capital. Sobre este último el efecto adverso se da por la destrucción del capital físico principalmente.

Estos efectos que son difícil de cuantificar de forma individual en el corto plazo pueden manifestarse a lo largo del tiempo como choques de demanda (que afecta la demanda agregada de la economía) o de oferta (afectan la capacidad productiva) y finalmente esto se traduce en variaciones de la producción agregada (PIB), el empleo, los precios, entre otras variables.

La estrategia en este caso radica en identificar cuanto le ha afectado a la producción observada (en el corto plazo) y que efectos estructurales (de largo plazo) ha tenido el cambio climático.

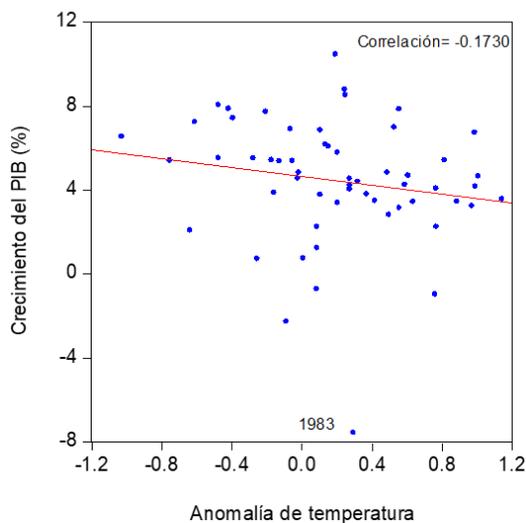
Diagrama 1
Marco de referencia para el análisis del cambio de climático



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 8 se puede establecer una correlación negativa (-0.17) entre la tasa de crecimiento del PIB y la anomalía de temperatura, sin embargo, la correlación no significa causalidad y esta relación debe de ser comprobada de forma empírica, el proceso para evaluar esto se describe en la siguiente sección.

Gráfico 8
Diagrama de dispersión entre la tasa de crecimiento del PIB y la anomalía de temperatura.



Fuente: Elaboración propia

Modelo econométrico

A continuación, se describen los modelos a estimar para cuantificar el efecto del cambio climático sobre el crecimiento económico y el crecimiento del valor agregado sectorial.

Ecuaciones para PIB total y valor agregado sectorial

La especificación general tiene la siguiente forma funcional:

$$\hat{y}_i = \beta_0 + \beta_1 atemp + \beta_2 aprecip + \beta_3 \hat{k} + \beta_4 \hat{l} + \beta_5 \widehat{yusa} + \beta_6 D + \beta_7 \mu_t \quad (1)$$

Donde \hat{y}_i representa la tasa de crecimiento del PIB total o la tasa de crecimiento del valor agregado sectorial en términos reales según corresponda, *atemp* es la anomalía de temperatura (expresada en grados centígrados); para evitar el sesgo por variables omitidas, la estimación incluye como variables de control o auxiliares la anomalía de precipitación (*aprecip*) y tres variables determinantes del crecimiento económico de Costa Rica: \hat{k} que es la tasa de crecimiento de la formación de capital, \hat{l} la tasa de crecimiento del capital humano y la variable \widehat{yusa} que es el crecimiento del PIB de Estados Unidos, principal socio comercial de la economía costarricense. Finalmente se incluyen una serie de variables dicotómicas (D) para corregir por eventos extraordinarios asociadas con las series utilizadas según corresponda.

La hipótesis nula para la estimación es:

$$H_o = \beta_1 < 0$$

La especificación (1) se repite para estimar el efecto sobre el valor agregado de los distintos sectores productivos mencionados en la sección previa.

Para la estimación de los efectos estructurales se utiliza el enfoque de la función de producción. Para ello se utiliza de una versión modificada de la función de producción siguiendo la metodología propuesta por Choinière y Horowitz (2000).

La especificación propuesta por los autores es la siguiente:

$$y_t = A_t k_t^\alpha h_t^{1-\alpha} T^{-\gamma} P^\omega \quad (2)$$

La ecuación (2) es una ecuación de tipo Cobb-Douglas muy utilizada en economía y particularmente en estudios sobre el crecimiento económico. En ella, y_t es la producción agregada, A representa la productividad total de los factores que se considera exógeno, k y h el capital físico y humano, respectivamente. T es la anomalía de temperatura promedio y P la anomalía de precipitación. Nótese que la ecuación (2) se restringe a que $\alpha + (1 - \alpha) = 1$, por lo que las variables T y P funcionan como choques exógenos al crecimiento.

Llevado a cabo una serie de derivaciones con respecto al tiempo, la ecuación (1) se puede reexpresar en tasas de crecimiento; la ecuación (3) permite identificar los parámetros relevantes para entender la dinámica del crecimiento.

$$y_t = a + \alpha k + (1 - \alpha)h - \gamma t + \omega p \quad (3)$$

Estimar el crecimiento económico de esta forma tiene la ventaja de que se puede determinar cuánto le aportan a la tasa de crecimiento el crecimiento del capital y del capital humano, así como los choques exógenos de carácter climático. Esto es lo que se conoce como contabilidad del crecimiento.

Principales resultados

En el cuadro 2 se resumen los principales resultados de la estimación de la ecuación (1). En la columna (1) se reportan los resultados para el PIB total, como se puede apreciar se estima un efecto negativo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento del PIB del cambio climático.

La interpretación de los resultados de la columna (1) es la siguiente: Un incremento de 1° C en la anomalía de temperatura disminuye la tasa de crecimiento del PIB total en 0.71 puntos porcentuales, manteniéndose todo lo demás constante.

En la columna (2) se tienen los resultados del modelo estimado para el valor agregado del sector agricultura, silvicultura y pesca, el efecto estimado es negativo (-0.10 p.p), pero resultó ser no significativo desde el punto de vista estadístico⁵. Las columnas (3) y (4) reportan resultados similares, el caso de la manufactura el efecto es negativo y significativo (-1.93) y para el caso de la industria (incluyendo la construcción) el efecto estimado es de -2.10. La interpretación de los resultados es similar al del PIB total, ante un incremento de 1°C en la anomalía de temperatura, el crecimiento del valor agregado de los sectores previamente citados disminuiría en la magnitud de los parámetros estimados.

Finalmente, para el caso de los servicios, si bien el efecto estimado es positivo (0.09), este resultado no es significativo estadísticamente.

⁵ Este es un resultado relevante por dos cosas, primero por que como lo indican Lanfranchi, Gianneto y De Páscale (2014) pueden existir otras variables más relevantes para cuantificar el efecto del cambio climático sobre la agricultura por ejemplo la calidad de los suelos, sin embargo, esa información no se encuentra disponible. Lo segundo tiene que ver con la significancia estadística, el resultado efectivamente encuentra evidencia de un efecto negativo el hecho de que no se puede comprobar estadísticamente no significa que no exista.

Cuadro 2

Costa Rica: Efectos del cambio climático sobre el crecimiento económico⁶
1960-2017

	PIB total	Valor agregado Agricultura, silvicultura y pesca	Valor agregado Manufactura	Valor agregado Industria (incluye construcción)	Valor agregado servicios
<i>Anomalía de temperatura</i>	-0.71*** (-1.84)	-0.10 (-0.08)	-1.93*** (-1.81)	-2.10** (2.23)	0.09 (0.26)
Variables de control					
<i>Anomalía de precipitación</i>	0.01 (0.68)	0.03 (1.39)	0.01 (0.42)	0.01 (0.35)	0.02 (1.59)
<i>Capital</i>	0.31** (2.06)	-0.26 (-0.82)	0.55*** (2.01)	0.72* (3.32)	0.58* (3.67)
<i>Capital humano</i>	0.26* (3.03)	-0.02 (-0.14)	0.27 (1.37)	0.35** (2.01)	0.11 (1.28)
<i>Crecimiento PIB EUA</i>	0.29* (2.55)	1.01* (4.50)	0.54*** (1.94)	0.60** (2.34)	-0.02 (-0.15)
<i>Constante</i>	1.61** (2.13)	2.16 (1.26)	-0.59 (-0.43)	-1.52 (1.40)	1.85 (1.77)
R2	0.83	0.44	0.69	0.80	0.84
<i>Estadístico F</i>	20.05	4.57	9.30	16.63	0.78
<i>Prob(Estadístico F)</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Estadístico DW</i>	1.74	2.28	1.95	2.35	1.69
Obs	56	48	48	48	48

Fuente: Elaboración propia.

A partir de lo anterior se pueden establecer diversos escenarios de impacto. Para lo anterior en el cuadro 3, se utilizan los coeficientes estimados para cuantificar los efectos ante distintos escenarios de aumentos en la anomalía de temperatura.

Por ejemplo, para el caso del PIB total, un incremento de 0.50 °C en la anomalía de temperatura, implicaría, ceteris paribus una disminución de la tasa de crecimiento de 0.36 p.p; un escenario adverso que implique un incremento de 1.75 °C en la anomalía , conllevaría a una disminución de 1.24 p.p.

⁶ Las pruebas econométricas usuales para el análisis de series de tiempo: pruebas de raíz unitaria, pruebas de quiebre estructural, estabilidad de los coeficientes estimados pueden ser consultadas en el anexo XX.

Cuadro 3
Escenarios de impacto

Anomalía (incrementos en °C)	PIB total	Valor agregado Agricultura, silvicultura y pesca	Valor agregado Manufactura	Valor agregado Industria (incluye construcción)	Valor agregado servicios
0.50	-0.36	-0.05	-0.97	-1.05	0.05
0.75	-0.53	-0.08	-1.45	-1.58	0.07
1.25	-0.89	-0.13	-2.41	-2.63	0.11
1.5	-1.07	-0.15	-2.90	-3.15	0.14
1.75	-1.24	-0.18	-3.38	-3.68	0.16

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de la manufactura dicho incremento representaría una disminución de 3.38 p. p y de 3.68 p.p en el caso de la industria.

Contabilidad del crecimiento

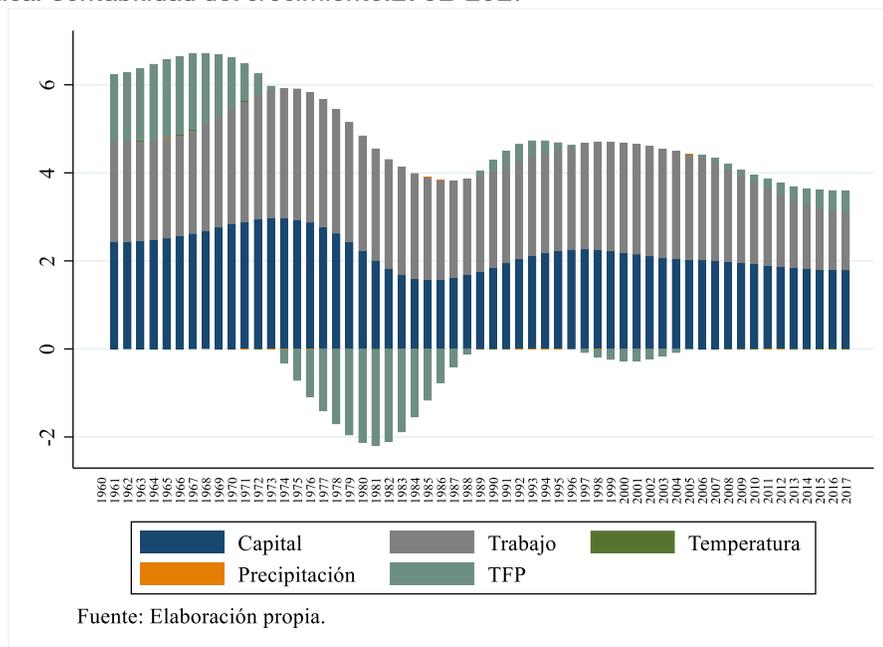
Finalmente, en el gráfico 9 se destaca el efecto de los choques climáticos sobre el crecimiento económico de largo plazo. Este método es ampliamente utilizado en el análisis del crecimiento económico porque permite identificar las fuentes del crecimiento.

Como se puede apreciar entre 1960 y 2017 las principales fuentes del crecimiento de la economía costarricense fueron el capital físico y humano; la productividad total de los factores ó PTF ha fluctuado entre períodos de grandes contracciones (década de los 70's y mediados de los 80 's). Lo relevante en este caso es observar cómo sistemáticamente desde los años 70, la evolución de la anomalía de temperatura ha restado al crecimiento de largo plazo de la economía costarricense.

Mediante la metodología propuesta por Choinière y Horowitz (op.cit) se estima un crecimiento potencial promedio entre el año 1961 y 2017 de 4.54%, sin embargo, los choques de climáticos asociados con la anomalía de temperatura han restado cerca de 0.06 puntos porcentuales al producto potencial; los choques asociados a las precipitaciones han afectado en menor medida el crecimiento potencial (0.01 p.p)⁷

⁷ Estos dos efectos son acumulados entre el año 1961 y 2017.

Gráfico 9
Costa Rica: Contabilidad del crecimiento.1961-2017



Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

Comentarios finales

Los resultados preliminares obtenidos en este trabajo permiten identificar que un incremento a 1° C en la anomalía de temperatura anual tendría efectos negativos sobre el crecimiento del PIB total, se estima que este efecto es de 0.71 puntos porcentuales.

A nivel sectorial se encontró evidencia de una relación negativa entre el cambio climático y el crecimiento del valor agregado sectorial, sin embargo, a pesar de comprobar empíricamente dicha relación no en todos los casos es estadísticamente significativa (esto no quiere decir que no exista tal afectación). Por ejemplo, se estima que para el caso del valor agregado agrícola el efecto es de -0.10 puntos porcentuales, pero no significativo estadísticamente. Para el caso de la industria y la manufactura negativo y significativo (-1.93 y -2.10). En el caso de los servicios el efecto estimado es positivo, pero no significativo.

Adicionalmente mediante el enfoque de la función de producción se estima que el cambio climático le ha restado fuerza al crecimiento potencial de la economía costarricense. De forma acumulada entre 1961 y 2017, los choques asociados al aumento de la anomalía de temperatura han disminuido en 0.06 p.p el crecimiento potencial o de largo plazo.

Los resultados anteriores deben de servir como referencia para ampliar la discusión de los efectos del cambio climático sobre el crecimiento económico. A su vez, dichos resultados abren espacio para desarrollar agenda de investigación que incluya modificaciones a las estimaciones actuales y el desarrollo de nuevas metodologías.

En relación con lo primero, un ejercicio posible y factible es de descontar del acervo de capital el efecto económico de los eventos extremos que ha sufrido el país en los últimos años, para ello se recomienda utilizar la base de datos elaborada por la Comisión Nacional de Emergencias, la cual tiene una valoración monetaria de dichos efectos. En relación con lo segundo, se deben de llevar a cabo más estudios sectoriales que permitan identificar efectos más desagregados de tal forma que facilite el desarrollo de políticas públicas focalizadas. El reto indudablemente es el acceso a información.

La adaptación de la agenda de desarrollo al cambio climático y la mitigación y adaptación a sus efectos es una necesidad actual. Lo anterior debe de incluir acciones de carácter global y otras de carácter local. A nivel global se deben de continuar los esfuerzos para la reducción de emisiones de CO₂ y de gases de efecto invernadero.

A nivel local la agenda de desarrollo y el consecuente diseño de política pública debe de incluir varias acciones. En primer lugar, se requiere la identificación de la población en riesgo producto del cambio climático. Por ejemplo, el creciente dinamismo de las actividades relacionadas con el turismo ha llevado a un incremento del desarrollo de proyectos inmobiliarios en las zonas costeras del país dejando como resultado un gran número de habitantes residiendo en zonas de alto riesgo y vulnerables ante el incremento del nivel de los océanos.

En segundo lugar, no se puede negar que cualquier efecto sobre el crecimiento económico va a tener repercusiones de carácter social. Un menor crecimiento se asocia con problemas de desempleo y desigualdad, en un país en donde estos problemas se vienen agudizando de manera importante en los años es necesario incorporar los efectos estimados dentro de cualquier valoración de riesgos política social del país.

Bibliografía

Banco Mundial. (Abril 15, 2020). Global Climate Data Portal.

Recuperado de: http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=climate_data

Barrios, S., Bertinelli, L., & Strobl, E. (2006). Climatic change and rural-urban migration: The case of Sub-Saharan Africa. *Journal of Urban Economics*, 60(3), 357-371. doi:10.1016/j.jue.2006.04.005

Burke, M., Hsiang, S., & Miguel, E. (2015). Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature*, 527(7577), 235-9. Doi:10.1038/nature15725

Bond, St., Leblebicioglu, A. and Schiantarelli, F. (2010), Capital accumulation and growth: a new look at the empirical evidence, *Journal of Applied Econometrics*, 25, issue 7, p. 1073-1099.

Climate Action Tracker (Abril 16, 2020). Costa Rica Pledges and Targets.

Recuperado de: <https://climateactiontracker.org/>

Choinière, C, & Horowitz, J. (2000). A Production Function Approach to the GDP-Temperature Relationship. Department of Agricultural and Resource Economics. The University of Maryland.

Dell, M., Jones, B., & Olken, B. (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

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2015). The economics of climate change in Latin America and the Caribbean. Paradoxes and challenges of sustainable development. Working Paper. Sustainable Development and Human Settlements Division.

Feenstra, Robert C., Robert Inklaar and Marcel P. Timmer (2015), "The Next Generation of the Penn World Table" *American Economic Review*, 105(10), 3150-3182, disponible para descargar en www.ggdc.net/pwt

Hamilton, J. (1994). *Time series analysis*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

Hsiang, S. (2010). Temperatures and cyclones strongly associated with economic production in the Caribbean and Central America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Recuperado de: <http://www.pnas.org/content/107/35/15367.abstract>

Imbach, P., Beardsley, M., Bouroncle, C., Medellín, C., Läderach, P., Hidalgo, H., Donatti, C. (2017). Climate change, ecosystems and smallholder agriculture in Central America: An introduction to the special issue. *Climatic Change: An Interdisciplinary, International Journal Devoted to the Description, Causes and Implications of Climatic Change*, 141(1), 1-12. doi:10.1007/s10584-017-1920-5

National Aeronautics and Space Administration. (2014, Nov 18). What Is Climate Change? Recuperado de: <https://www.nasa.gov>

Newell, Prest & Sexton (2018). The GDP Temperature Relationship: Implications for Climate Change Damages. *Resources for the Future*. Working Paper. Recuperado de: <http://www.rff.org/>

Nordhaus, W (1973). 'World Dynamics: Measurement Without Data', *Economic Journal* 83 (332): 1156-83.

Nordhaus, W (1974). 'Resources as a Constraint on Growth', *American Economic Review* 64(2): 22-26.

Nordhaus, W (1977). 'Economic Growth and Climate: The Carbon Dioxide Problem', *American Economic Review* 67(1): 341-46.

- Nordhaus, W (1992). 'The 'DICE' Model: Background and Structure of a Dynamic Integrated Climate-Economy Model of the Economics of Global Warming', Cowles Foundation Discussion Papers No. 1009, Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University.
- Nordhaus, W (1994). *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*, MIT Press.
- Nordhaus, W (2018). 'Projections and Uncertainties about Climate Change in an Era of Minimal Climate Policies', *American Economic Journal: Economic Policy* 10(3): 333-60.
- Nordhaus, W. (2006). The "Stern review" on the economics of climate change. Working Paper Series, 12741(12741).
- Stener, T. (2015). Higher costs of climate change. *Nature Magazine*. Vol 527. Pages 177-178. Recuperado de: <https://www-nature-com>
- Stock, J., & Watson, M. (2011). *Introduction to econometrics* (3rd ed. ed., The Addison-Wesley series in economics). Boston: Addison-Wesley.
- Tol, R. (2014). Correction and update: The economic effects of climate change. *The Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 221-225. doi:10.1257/jep.28.2.221
- Willmott, C. J. y K. Matsuura (2019). *Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Monthly and Annual Time Series (1900 - 2017*, Recuperado de: http://climate.geog.udel.edu/~climate/html_pages/README.ghcn_ts2.html

Anexos

Anexo 1

Costa Rica: Temperatura promedio por mes

	1900-2017 (A)	1900-1959 (B)	1960-2017 (C)	Δ en °C
Enero	22.56	22.42	22.71	0.29
Febrero	22.93	22.75	23.11	0.36
Marzo	23.63	23.49	23.77	0.28
Abril	24.22	24.09	24.36	0.27
Mayo	24.02	23.98	24.07	0.09
Junio	23.57	23.54	23.61	0.07
Julio	23.28	23.22	23.35	0.14
Agosto	23.40	23.35	23.45	0.10
Setiembre	23.39	23.35	23.43	0.09
Octubre	23.04	23.00	23.08	0.09
Noviembre	22.77	22.68	22.87	0.19
Diciembre	22.50	22.35	22.66	0.31
Promedio	23.28	23.18	23.37	0.19

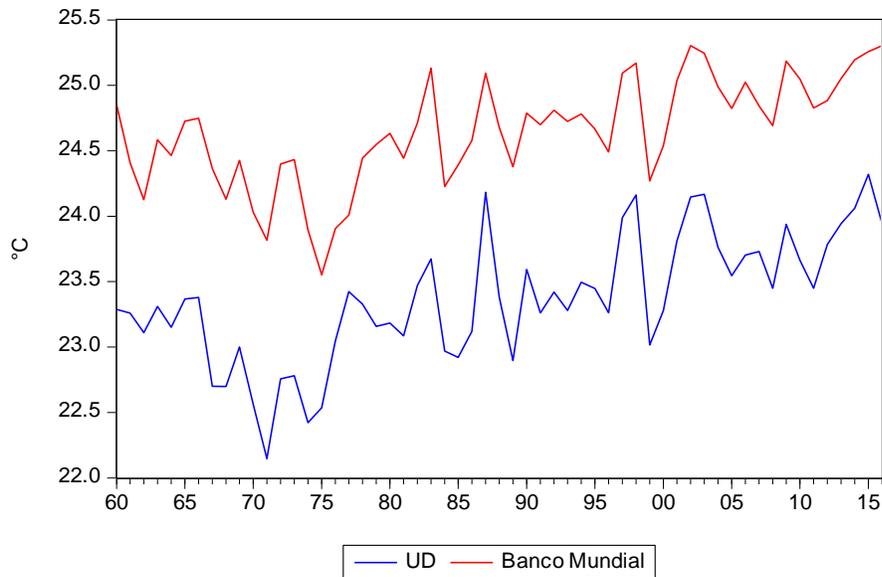
Anexo 2

Costa Rica: Precipitación promedio por mes

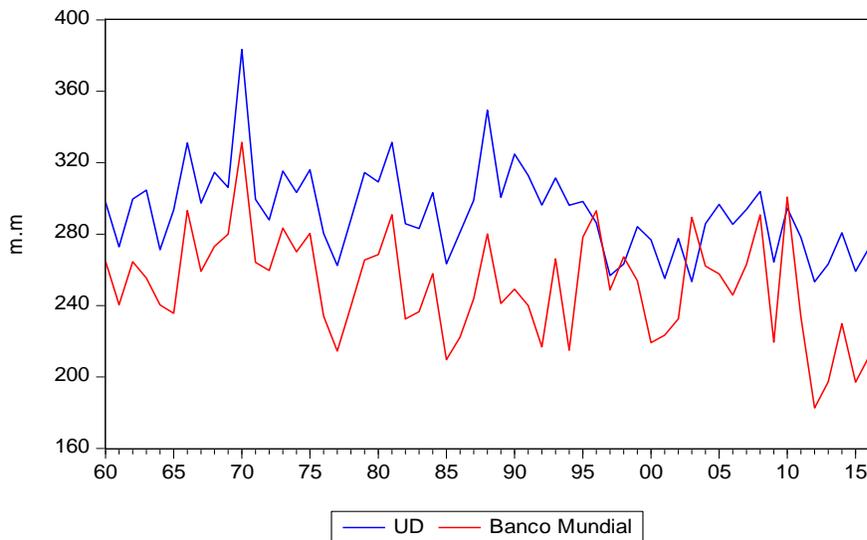
	1900- 2017	1900-1959	1960- 2017	Δ en mm
Enero	173.08	168.72	177.59	8.87
Febrero	115.91	115.27	116.56	1.29
Marzo	107.46	104.08	110.95	6.86
Abril	152.88	150.09	155.76	5.67
Mayo	339.97	345.02	334.75	-10.27
Junio	389.48	402.48	376.03	-26.45
Julio	404.57	414.52	394.27	-20.25
Agosto	405.22	409.86	400.42	-9.44
Setiembre	399.43	404.18	394.52	-9.67
Octubre	452.29	461.69	442.57	-19.12
Noviembre	336.94	334.39	339.58	5.19
Diciembre	263.80	260.80	266.91	6.11
Promedio	295.09	297.59	292.49	-5.10

Anexo 3 Comparativo de Cifras

Costa Rica: Temperatura media anual
1960-2017



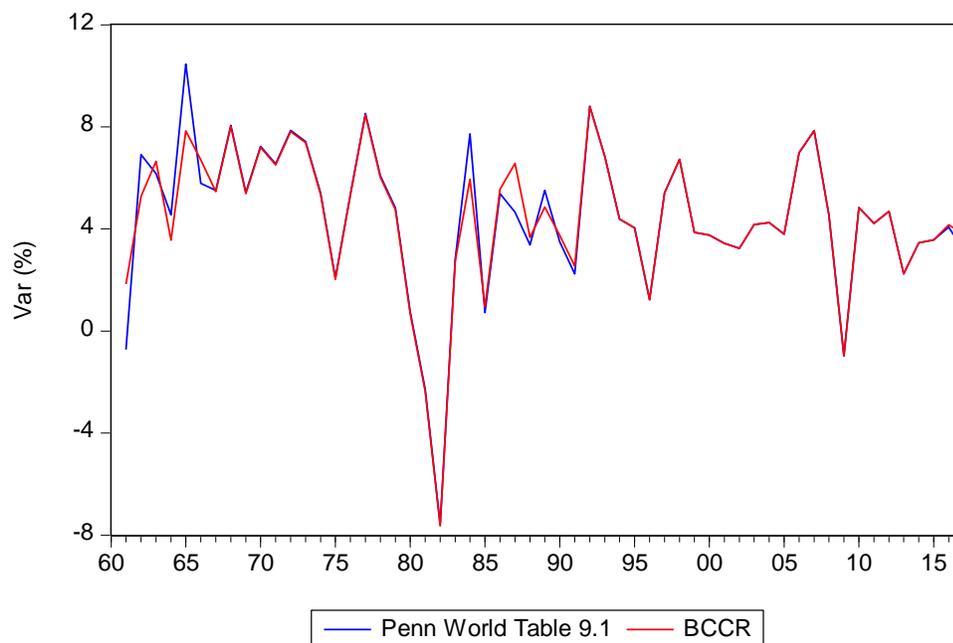
Costa Rica: Precipitación media anual
1960-2017



Estadísticos descriptivos comparativos

	Temperatura		Precipitación	
	Universidad Delaware	Banco Mundial	Universidad Delaware	Banco Mundial
Promedio	23.37	24.65	292.48	251.18
Mediana	23.37	24.69	293.80	253.85
Máximo	24.32	25.30	383.38	331.47
Mínimo	22.15	23.55	253.26	182.64
Desv. Std.	0.48	0.41	24.46	29.39
Skewness	-0.13	-0.44	0.91	0.05
Kurtosis	2.69	2.74	5.07	2.90
Jarque-Bera	0.40	1.97	18.14	0.05
Probabilidad	0.82	0.37	0.00	0.97
Observaciones	57	57	57	57

Costa Rica: Crecimiento económico
1960-2017



	Penn World Table 9.1	BCCR
Promedio	4.44	4.42
Mediana	4.55	4.54
Máximo	10.45	8.80
Mínimo	-7.56	-7.63
Desv. Std.	2.96	2.79
Skewness	-1.29	-1.61
Kurtosis	6.61	7.84
Jarque-Bera	46.73	80.35
Probabilidad	0.00	0.00
Observaciones	57	57

Anexo 4 Modelos con anomalía de temperatura PIB total

Pruebas de raíz unitaria

Null Hypothesis: GDP_GROWTH has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.686423	0.0001
Test critical values:		
1% level	-4.130526	
5% level	-3.492149	
10% level	-3.174802	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.
Null Hypothesis: TEMP_ANOMALYDEF has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.409533	0.0002
Test critical values:		
1% level	-4.130526	
5% level	-3.492149	
10% level	-3.174802	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Modelo ampliado

Dependent Variable: GDP_GROWTH

Method: Least Squares

Date: 05/29/20 Time: 11:15

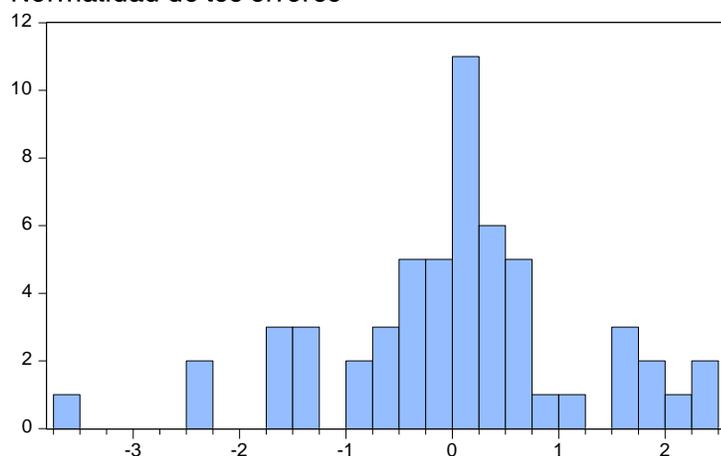
Sample (adjusted): 1962 2017

Included observations: 56 after adjustments

HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.608239	0.751856	2.139026	0.0380
TEMP_ANOMALYDEF	-0.707344	0.383944	-1.842311	0.0722
PRECIP_ANOMALYDE...	0.007304	0.010814	0.675454	0.5029
CAPITAL_G	0.311004	0.151254	2.056168	0.0457
OCUPEN_G	0.258273	0.085237	3.030069	0.0041
Y_CRECUSA	0.286616	0.112176	2.555060	0.0142
D65	3.779797	0.258033	14.64849	0.0000
D75	-3.385156	0.744166	-4.548928	0.0000
D82	-8.990419	0.803970	-11.18253	0.0000
D81	-6.055358	0.487321	-12.42580	0.0000
D85	-5.118775	0.704292	-7.267970	0.0000
CRISIS	-1.408552	0.821410	-1.714798	0.0934
R-squared	0.833707	Mean dependent var	4.528831	
Adjusted R-squared	0.792134	S.D. dependent var	2.898547	
S.E. of regression	1.321516	Akaike info criterion	3.582846	
Sum squared resid	76.84182	Schwarz criterion	4.016850	
Log likelihood	-88.31968	Hannan-Quinn criter.	3.751108	
F-statistic	20.05391	Durbin-Watson stat	1.748885	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Normalidad de los errores



Series: Residuals	
Sample 1962 2017	
Observations 56	
Mean	-1.52e-16
Median	6.66e-16
Maximum	2.374502
Minimum	-3.700162
Std. Dev.	1.182000
Skewness	-0.384290
Kurtosis	3.823965
Jarque-Bera	2.962479
Probability	0.227356

Correlación serial

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.948312	Prob. F(1,43)	0.3356
Obs*R-squared	1.208362	Prob. Chi-Square(1)	0.2717

Heterocedasticidad

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.502483	Prob. F(11,44)	0.8913
Obs*R-squared	6.249671	Prob. Chi-Square(11)	0.8562
Scaled explained SS	5.447734	Prob. Chi-Square(11)	0.9076

Valor agregado Agricultura, Silvicultura y Pesca.

Modelo ampliado

Dependent Variable: AGRI

Method: Least Squares

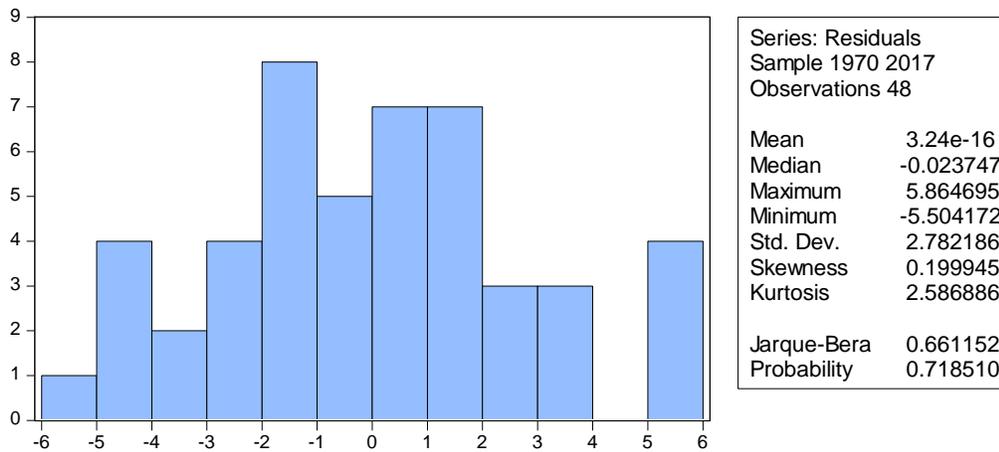
Date: 06/02/20 Time: 11:42

Sample (adjusted): 1970 2017

Included observations: 48 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.162350	1.721964	1.255746	0.2165
TEMP_ANOMALYDEF	-0.096202	1.219309	-0.078899	0.9375
PRECIP_ANOMALYDE...	0.030729	0.022113	1.389610	0.1723
CAPITAL_G	-0.260697	0.319623	-0.815638	0.4195
OCUPEN_G	-0.020629	0.149099	-0.138357	0.8907
Y_CRECUSA	1.012082	0.225014	4.497852	0.0001
D85	-9.588134	3.484159	-2.751922	0.0089
NAOI	-1.638128	1.350869	-1.212647	0.2324
R-squared	0.444767	Mean dependent var		3.094670
Adjusted R-squared	0.347601	S.D. dependent var		3.733777
S.E. of regression	3.015818	Akaike info criterion		5.196631
Sum squared resid	363.8063	Schwarz criterion		5.508498
Log likelihood	-116.7191	Hannan-Quinn criter.		5.314486
F-statistic	4.577395	Durbin-Watson stat		2.286663
Prob(F-statistic)	0.000788			

Normalidad de los errores



Correlación serial

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.899927	Prob. F(2,38)	0.4151
Obs*R-squared	2.170685	Prob. Chi-Square(2)	0.3378

Heterocedasticidad

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.440870	Prob. F(7,40)	0.8704
Obs*R-squared	3.438058	Prob. Chi-Square(7)	0.8417
Scaled explained SS	1.894377	Prob. Chi-Square(7)	0.9655

Valor agregado Industria

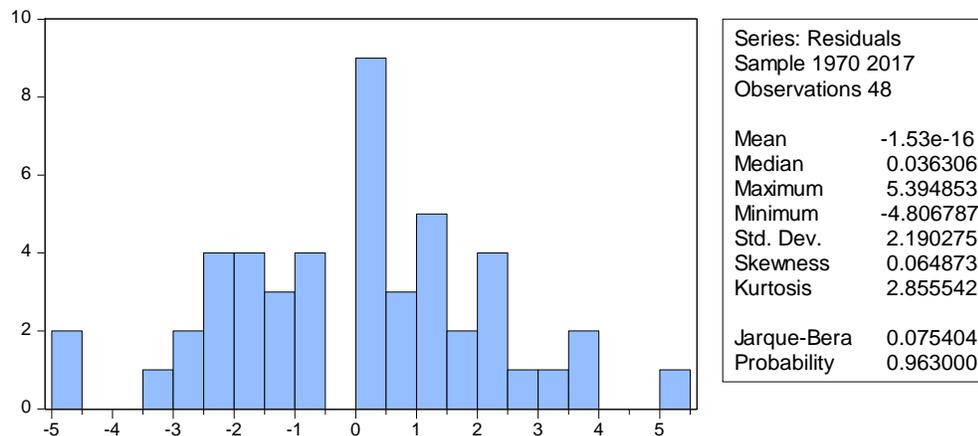
Modelo ampliado

Dependent Variable: IND
 Method: Least Squares
 Date: 06/02/20 Time: 11:03
 Sample (adjusted): 1970 2017
 Included observations: 48 after adjustments
 HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.518772	1.087513	-1.396555	0.1707
TEMP_ANOMALYDEF	-2.095575	0.940231	-2.228786	0.0318
PRECIP_ANOMALYDE...	0.006846	0.019825	0.345330	0.7318
CAPITAL_G	0.716797	0.215689	3.323295	0.0020
OCUPEN_G	0.350039	0.174499	2.005970	0.0520
Y_CRECUSA	0.600499	0.256340	2.342589	0.0245
D82	-11.09367	1.289049	-8.606090	0.0000
D81	-7.057655	1.048707	-6.729863	0.0000
D96	-6.670277	1.271758	-5.244926	0.0000
CRISIS	-2.230161	1.626120	-1.371462	0.1783

R-squared	0.797607	Mean dependent var	3.949500
Adjusted R-squared	0.749672	S.D. dependent var	4.868566
S.E. of regression	2.435880	Akaike info criterion	4.801545
Sum squared resid	225.4734	Schwarz criterion	5.191378
Log likelihood	-105.2371	Hannan-Quinn criter.	4.948863
F-statistic	16.63929	Durbin-Watson stat	2.358434
Prob(F-statistic)	0.000000		

Normalidad de los errores



Correlación serial

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.811100	Prob. F(1,37)	0.1866
Obs*R-squared	2.239895	Prob. Chi-Square(1)	0.1345

Heterocedasticidad

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	1.284533	Prob. F(9,38)	0.2770
Obs*R-squared	11.19672	Prob. Chi-Square(9)	0.2625
Scaled explained SS	6.510530	Prob. Chi-Square(9)	0.6879

Valor agregado Manufactura

Modelo ampliado

Dependent Variable: MAN

Method: Least Squares

Date: 06/01/20 Time: 11:06

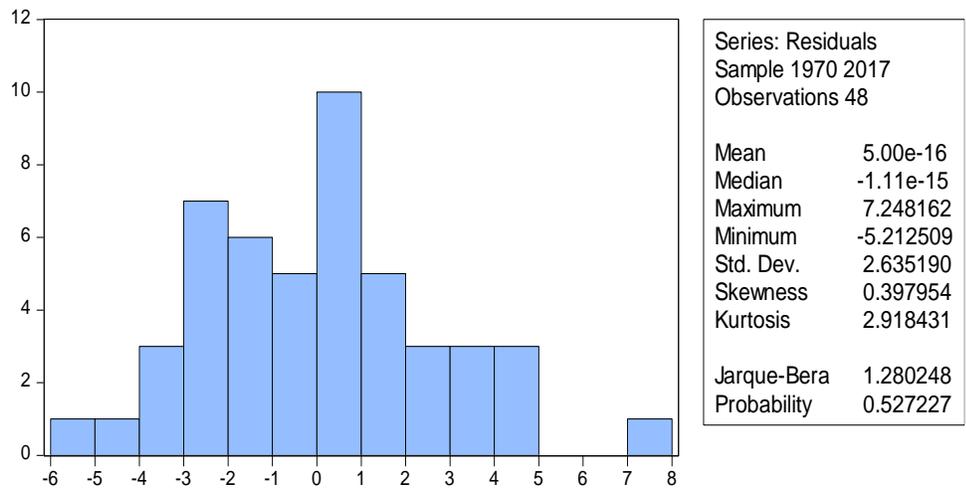
Sample (adjusted): 1970 2017

Included observations: 48 after adjustments

HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.589197	1.356751	-0.434271	0.6665
TEMP_ANOMALYDEF	-1.929271	1.065664	-1.810394	0.0781
PRECIP_ANOMALYDE...	0.009706	0.023214	0.418107	0.6782
CAPITAL_G	0.546258	0.272035	2.008047	0.0518
OCUPEN_G	0.268839	0.196457	1.368440	0.1792
Y_CRECUSA	0.544185	0.280729	1.938468	0.0600
D82	-9.794788	1.537875	-6.369040	0.0000
D81	-3.653473	1.204998	-3.031933	0.0044
D15	-6.971943	0.815779	-8.546361	0.0000
CRISIS	-5.414109	1.903007	-2.845028	0.0071
R-squared	0.687813	Mean dependent var	3.607219	
Adjusted R-squared	0.613875	S.D. dependent var	4.716337	
S.E. of regression	2.930684	Akaike info criterion	5.171401	
Sum squared resid	326.3786	Schwarz criterion	5.561234	
Log likelihood	-114.1136	Hannan-Quinn criter.	5.318720	
F-statistic	9.302455	Durbin-Watson stat	1.953850	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Normalidad de los errores



Correlación serial

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.256016	Prob. F(2,36)	0.2970
Obs*R-squared	3.130905	Prob. Chi-Square(2)	0.2090

Heterocedasticidad

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	1.496940	Prob. F(9,38)	0.1844
Obs*R-squared	12.56358	Prob. Chi-Square(9)	0.1834
Scaled explained SS	7.552907	Prob. Chi-Square(9)	0.5798

Valor agregado Servicios

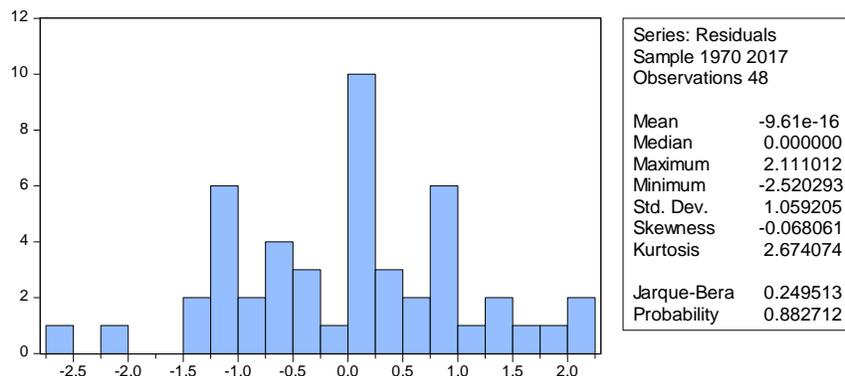
Modelo ampliado

Dependent Variable: SER
 Method: Least Squares
 Date: 06/02/20 Time: 11:38
 Sample (adjusted): 1970 2017
 Included observations: 48 after adjustments
 HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 4.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.852151	1.045638	1.771312	0.0852
TEMP_ANOMALYDEF	0.092883	0.360335	0.257768	0.7981
PRECIP_ANOMALYDE...	0.016435	0.010414	1.578212	0.1235
CAPITAL_G	0.578554	0.157489	3.673604	0.0008
OCUPEN_G	0.112902	0.088134	1.281037	0.2086
Y_CRECUSA	-0.024288	0.160058	-0.151745	0.8803
D75	-5.336692	0.696263	-7.664768	0.0000
D77	3.850433	0.737702	5.219495	0.0000
D80	-5.150382	0.650503	-7.917537	0.0000
D81	-7.854209	0.651841	-12.04927	0.0000
D82	-6.988196	1.232117	-5.671699	0.0000
D95	-2.694825	0.401089	-6.718770	0.0000
CRISIS	-0.886225	1.092864	-0.810920	0.4229

R-squared	0.843510	Mean dependent var	4.489542
Adjusted R-squared	0.789857	S.D. dependent var	2.677548
S.E. of regression	1.227425	Akaike info criterion	3.473527
Sum squared resid	52.73001	Schwarz criterion	3.980311
Log likelihood	-70.36466	Hannan-Quinn criter.	3.665042
F-statistic	15.72142	Durbin-Watson stat	1.689644
Prob(F-statistic)	0.000000		

Normalidad de los errores



Correlación serial

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	2.093113	Prob. F(2,33)	0.1394
Obs*R-squared	5.403583	Prob. Chi-Square(2)	0.0671

Heterocedasticidad

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	0.662586	Prob. F(12,35)	0.7740
Obs*R-squared	8.885693	Prob. Chi-Square(12)	0.7127
Scaled explained SS	3.954482	Prob. Chi-Square(12)	0.9842
