

# El efecto del fenómeno climático en el PBI: 1980-2023

## Resumen

### Angel Pelaez Cruzado

Universidad Nacional Santiago Antúnez  
de Mayolo, Huaraz, Ancash, Perú  
[apelaezc@unasam.edu.pe](mailto:apelaezc@unasam.edu.pe)  
<https://orcid.org/0000-0003-1975-5588>

### José Sifuentes Stratti

Universidad Nacional Santiago Antúnez  
de Mayolo, Huaraz, Ancash, Perú  
<https://orcid.org/0009-0006-8268-3774>

### Roger Rurush Asencio

Universidad Nacional Santiago Antúnez  
de Mayolo, Huaraz, Ancash, Perú  
<https://orcid.org/0009-0000-2234-4080>

### Sebastian Ayala Beas

Universidad Nacional Santiago Antúnez  
de Mayolo, Huaraz, Ancash, Perú  
<https://orcid.org/0000-0003-0565-9704>

El estudio se centró en analizar el fenómeno climático y su impacto en el crecimiento de económico, con el objetivo de comprender y abordar los desafíos ambientales, económicos y sociales que enfrentó el país, durante el periodo comprendido entre 1980 y 2023. Metodológicamente, es una investigación de tipo explicativo y de diseño cuantitativo, no experimental. Para verificar las hipótesis, se utilizó un modelo de regresión lineal doble logarítmico mediante la estimación por mínimos cuadrados ordinarios y los datos fueron recopilados del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología y del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). Los resultados muestran que el fenómeno climático ha tenido un impacto negativo y significativo en el PBI, lo que subraya la necesidad de implementar planes de gestión de desastres, ya que estos pueden reducir la vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos. Asimismo, se evidenció que el fenómeno climático afecta de manera negativa y significativa a los sectores agropecuario, minero y comercial.

**Palabras claves:** Fenómeno climático, temperatura, precipitación, humedad, PBI.

**Cómo citar este artículo:** Pelaez Cruzado, A., Sifuentes Stratti, J., Rurush Asencio, R., & Ayala Beas, S. (2024). El efecto del fenómeno climático en el PBI: 1980-2023. *Economía & Gestión Chaninchaatsiq*, 2(2), Pág. 159–180. <https://doi.org/10.32911/egc.2024.v2.n2.1216>

**Recibido:** 2024-08-17 | **Aceptado:** 2024-11-12

# The effect of the climate phenomenon on PBI: 1980-2023

The study focused on analyzing the climate phenomenon and its impact on the growth of Peru, with the aim of understanding and addressing the environmental, economic and social challenges facing the country. The purpose of the research was to determine the effect of the climate phenomenon on the economic growth (GDP) of Peru during the period between 1980 and 2023. Methodologically, it was a descriptive and quantitative research, of a non-experimental nature. To verify the study hypotheses, a double logarithmic linear regression model was used using ordinary least squares (OLS) estimation, and the data were collected from the National Meteorology and Hydrology Service (SENAMHI) and the Central Reserve Bank of Peru. (BCRP). The results showed that the climate phenomenon has had a negative and significant impact on GDP, which underlines the need to implement disaster management plans, as these can help reduce the vulnerability of communities and economies to climate events. extremes. Likewise, it was evident that the climate phenomenon negatively and significantly affects the agricultural, mining and commercial sectors. Consequently, it is essential to develop effective adaptation and mitigation strategies to protect the well-being of the population and its natural resources.

**Keywords:** Climate phenomenon, temperature, precipitation, humidity, GDP.

## Introducción

Esta investigación se motivó por el resurgimiento de fenómenos climáticos como El Niño Costero (o Niño del Pacífico Oriental) y su impacto en el crecimiento económico del PIB. Este fenómeno, de gran importancia para la costa norte del Perú, se caracteriza por lluvias e inundaciones en la región. Técnicamente,

El Niño Costero se produce por un aumento de la temperatura de la superficie del mar frente a la costa norte del país. Este aumento se debe al debilitamiento de los vientos alisios en el Océano Pacífico ecuatorial, lo que permite la afluencia de agua cálida desde el Océano Pacífico occidental (onda Kelvin cálida) y desplaza las corrientes de agua fría propias del Mar Peruano.

Los pescadores llamaban a estas corrientes “Niño” porque se repiten en diciembre, coincidiendo con la Navidad (SENAMHI, 2014). A diferencia del Niño costero, El Niño global, también conocido como El Niño Oscilación del Sur (ENSO), se refiere a un aumento de las temperaturas de la superficie del mar en el Océano Pacífico central. Este evento no logró influir en la cantidad de precipitaciones registradas en Perú; por ejemplo, en 2015-2016, cuando ocurrió el fenómeno global del Niño, no provocó inundaciones excepcionales en la costa peruana (BCR, 2023).

En los últimos 50 años, el Producto Bruto Interno (PBI) del país se ha visto seriamente afectado por el fenómeno de El Niño, un evento climático que se repite con cierta frecuencia desde periodos preincas. Sin embargo, en las últimas décadas, sus efectos han sido cada vez más devastadores. El Niño no solo perjudica al sector agrícola, reduciendo las cosechas y provocando pérdidas millonarias, sino que también impacta en la pesca. El aumento de la temperatura del mar ahuyenta a los cardúmenes de peces hacia otras zonas, disminuyendo la pesca y encareciendo el precio del pescado. El sector transporte también se ve afectado, pues las intensas lluvias e inundaciones dañan puentes, canales de riego, carreteras y viviendas, ocasionando pérdidas tanto en propiedades públicas como privadas. Las regiones más afectadas por este fenómeno han sido las del norte del Perú: Tumbes, Piura, Chiclayo, Áncash, La Libertad; no obstante, algunas regiones del sur también han experimentado sus consecuencias.

El Perú, debido a su geografía y ubicación en la región tropical de América del Sur, es particularmente vulnerable a los efectos adversos de fenómenos climáticos como El Niño. Estos eventos se manifiestan

a través de extremos como sequías, inundaciones, deslizamientos de tierra y variaciones significativas en las temperaturas, impactando no solo la vida y el bienestar de la población, sino también la economía del país. Como se ha descrito anteriormente, El Niño genera pérdidas económicas sustanciales, especialmente en sectores clave como la agricultura, la minería y el comercio, pilares del Producto Bruto Interno (PBI) del Perú. La agricultura, por ejemplo, se ve afectada por las sequías e inundaciones que destruyen cultivos y afectan la producción de alimentos.

Para comprender el impacto de estos eventos climáticos en la economía peruana, esta investigación se basa en la Teoría de los Ciclos Económicos Reales (RBC), desarrollada por Kydland y Prescott (1982). Esta teoría propone que las fluctuaciones económicas son el resultado de choques reales, como cambios tecnológicos y otros factores exógenos, incluyendo los choques climáticos. En este contexto, la RBC permite analizar cómo las variaciones en variables climáticas como la temperatura, la precipitación y la humedad impactan la productividad y, por ello, el desempeño económico de sectores como la agricultura, mencionada previamente.

Considerando la vulnerabilidad del Perú frente a El Niño y la importancia de comprender su impacto económico, la presente investigación tuvo como objetivo analizar los datos históricos de precipitaciones, temperatura superficial del mar y producción agrícola para obtener evidencia empírica que sirva como base para desarrollar estrategias efectivas de adaptación, como por ejemplo la implementación de sistemas de riego eficientes y la diversificación de cultivos, y mitigación, así como la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la reducción de la deforestación, que protejan el bienestar de la población y sus recursos naturales. Asimismo, esta investigación busca guiar la formulación de políticas públicas más resilientes frente a los desafíos climáticos, tales como políticas de inversión en infraestructura resiliente al cambio climático, sistemas de alerta temprana para eventos climáticos extremos y programas de educación ambiental para la población.

## Revisión de la literatura

El impacto del cambio climático en la economía peruana ha sido objeto de diversos estudios. Pongo et al. (2023) analizaron cómo este fenómeno afecta la actividad económica y la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PBI) del país. Sus resultados indican que el cambio climático está causando daños considerables, especialmente en los sectores agrícola y pesquero, generando pérdidas económicas significativas. Para su análisis, los autores recopilieron opiniones de expertos en economía y medioambiente, así como de actores clave en el sector agrícola y empresarial, para comprender mejor las percepciones y respuestas al cambio climático. Su estudio concluye que el ecosistema peruano es vulnerable a los efectos del calentamiento global.

En la misma línea, Chirinos (2021) realizó un análisis exhaustivo sobre los efectos económicos del cambio climático en el Perú, utilizando datos regionales sobre producción y clima. A diferencia del estudio anterior, este se centra en el análisis cuantitativo del impacto en el ingreso per cápita, concluyendo que el calentamiento global podría reducirlo en un 9% para 2050 y en un 22% para 2100.

Diversas instituciones también han abordado esta problemática. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2014) evaluó cómo el cambio climático afectaría la actividad económica nacional, considerando las potenciales modificaciones en la disponibilidad de recursos naturales y actividades productivas. Por su parte, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2015) analizó los impactos del cambio climático en sectores clave de la economía peruana, incluyendo la agricultura, la minería y la energía hidroeléctrica. Este estudio destaca la necesidad de implementar políticas de adaptación para mitigar los efectos negativos del cambio climático.

A nivel internacional, el informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2021) proporciona un marco global sobre los impactos

del cambio climático, incluyendo efectos económicos, aunque no se centra exclusivamente en el Perú. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2020) también ha analizado en qué medida el cambio climático afecta el crecimiento económico en diferentes países, incluyendo el Perú, resaltando la importancia de políticas de mitigación y adaptación. En este sentido, se sugiere que la acción climática puede aumentar el PBI del Perú en un 2% para 2030 y en un 10% para 2050, promoviendo un crecimiento inclusivo.

## Metodología y recolección de datos

La presente investigación se basa en la recopilación de datos secundarios a través de la revisión documental. Las fuentes de información incluyeron:

Informes de clima: informes del SENAMHI y datos de estaciones meteorológicas en las regiones de estudio.

Reportes económicos del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Estudios previos sobre la relación entre variables climáticas y el PBI sectorial.

Para la recolección de datos se utilizaron fichas de registro que proporcionaron datos históricos de temperatura, precipitación y humedad. Los datos económicos se obtuvieron de las bases de datos del BCRP, INEI y CEPAL, abarcando los sectores agropecuarios, de minería y de comercio.

El análisis de los datos se realizó en las siguientes etapas:

- Verificación de la estacionariedad de las series temporales: Se aplicaron pruebas de raíz unitaria Augmented Dickey-Fuller (ADF) para determinar si existe una relación de equilibrio a largo plazo entre las

variables climáticas y el PBI sectorial.

- Validación del modelo: Se verificó el cumplimiento de los supuestos del modelo econométrico mediante pruebas de normalidad, autocorrelación y heterocedasticidad.

- Estimación de los modelos econométricos.

## Resultados

Se analizaron datos detallados recopilados del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú y del Banco Central de Reserva del Perú. A continuación, se presentan los hallazgos clave y su análisis detallado, destacando las tendencias, relaciones y descubrimientos más relevantes obtenidos durante el estudio.

### Análisis descriptivo

#### Figura 1

Mapa de temperatura máxima anual (1981 – 2010).



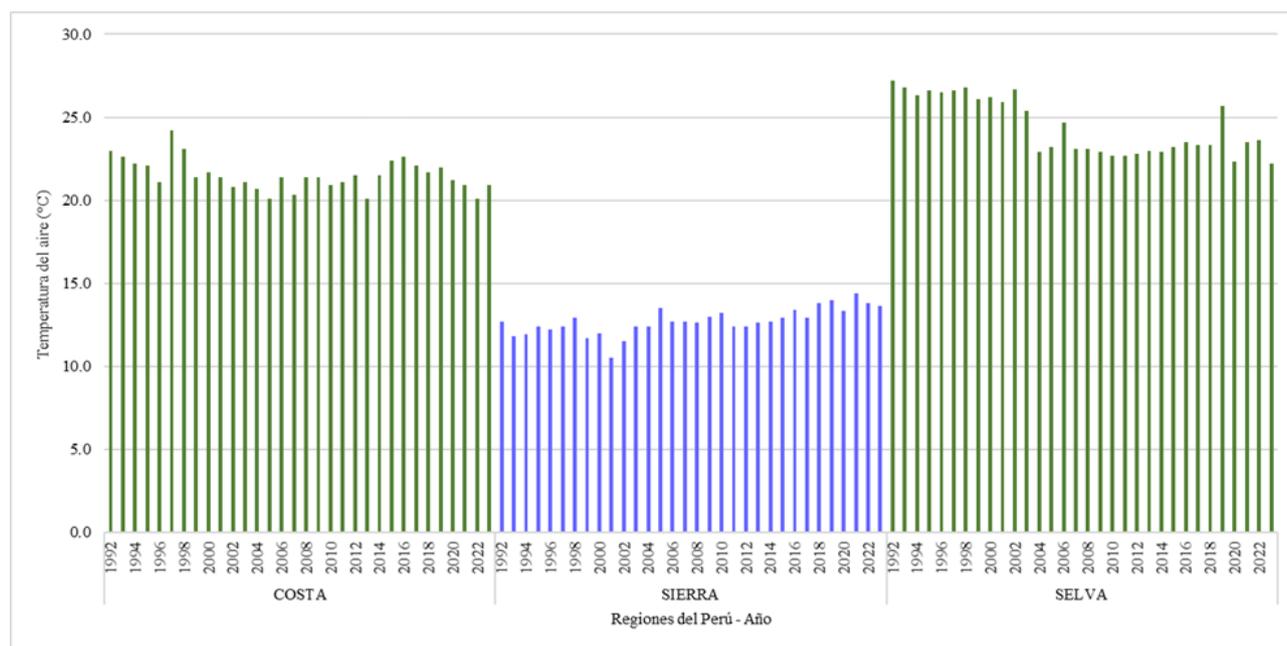
Nota. La figura muestra la temperatura máxima alcanzada en el periodo 1981 – 2010. Datos tomados

de SENAMHI - Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica (2023).

El mapa registra las temperaturas máximas alcanzadas a nivel nacional desde el año 1981 al 2010, donde se aprecia temperaturas altas en la región selva como en el departamento de Loreto. Asimismo, la figura muestra un color rojizo intenso, el cual indica que la temperatura máxima oscila entre 31 °C a 33 °C, aproximadamente. Del mismo modo, la mayor parte del mapa del Perú se torna de color naranja rojizo indicando temperaturas máximas altas (figura 1).

## Figura 2

*Temperatura promedio del aire, por regiones naturales del Perú.*

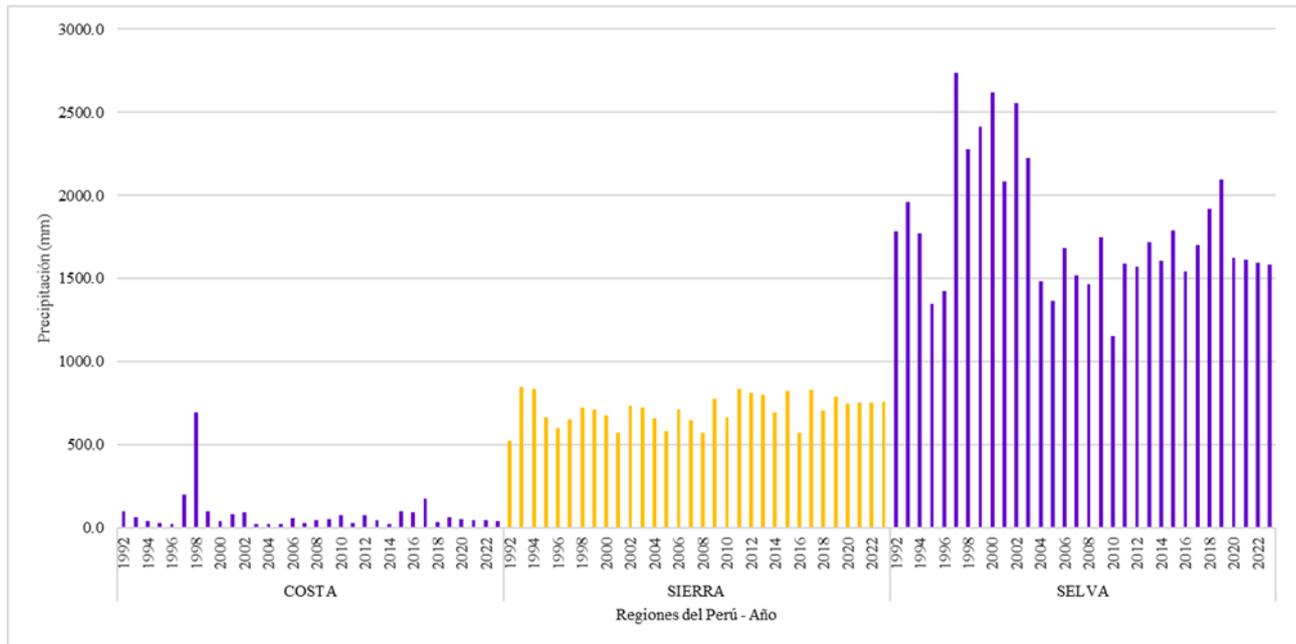


*Nota.* La figura muestra la temperatura promedio por regiones naturales. Datos tomados del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2024).

De la figura 2 se observa que la región sierra presenta una menor temperatura del aire respecto de la región costa y selva. Asimismo, esta región presentó la temperatura promedio más alta en el año 2021 con un valor de 14.4 °C. Sin embargo, la región selva presenta mayor temperatura en el Perú, llegando en 1992 a una temperatura promedio de 27.2 °C.

### Figura 3

Precipitación por regiones naturales del Perú.

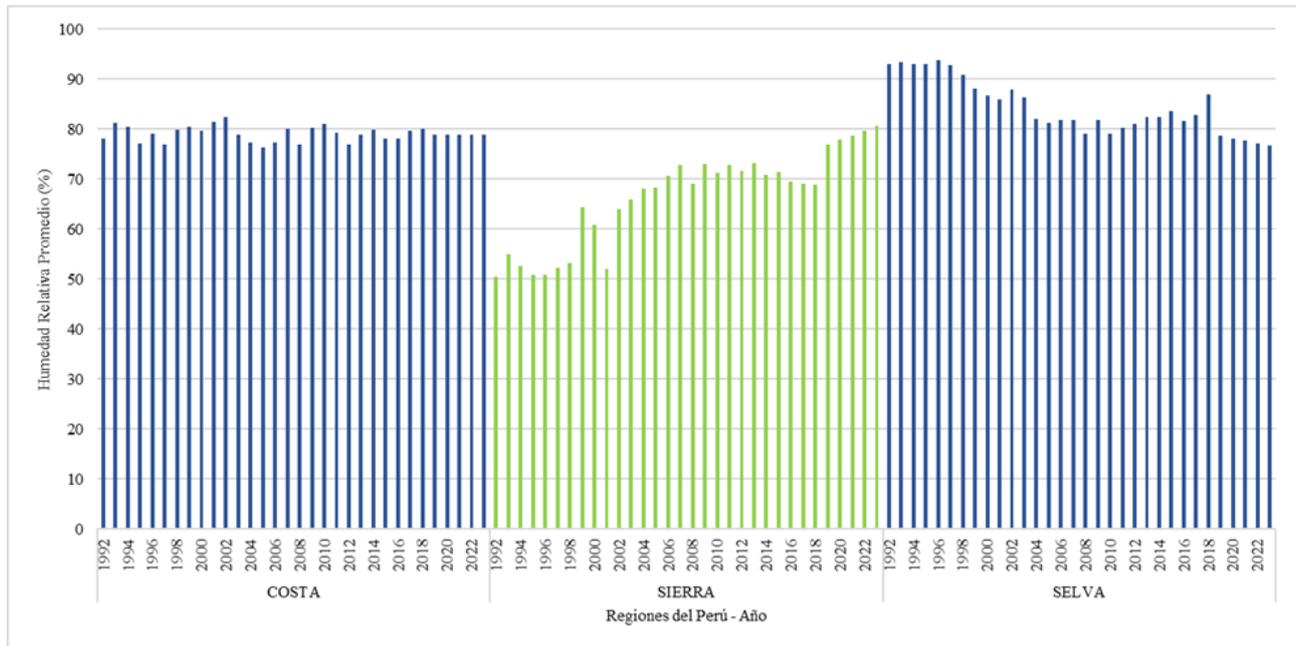


*Nota:* La figura muestra la precipitación por regiones naturales. Datos tomados del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2024).

La figura 3 muestra que la región en la que hay mayor precipitación es en la selva, pues en el año 1997 se registró una precipitación mayor de 2735.9 mm. Asimismo, en la región costa se observa que la afluencia pluvial promedio es mucho menor respecto de las otras regiones, a excepción del año 1998 donde se registró una precipitación promedio muy alta de 696.3 mm.

### Figura 4

Humedad relativa por regiones naturales del Perú.



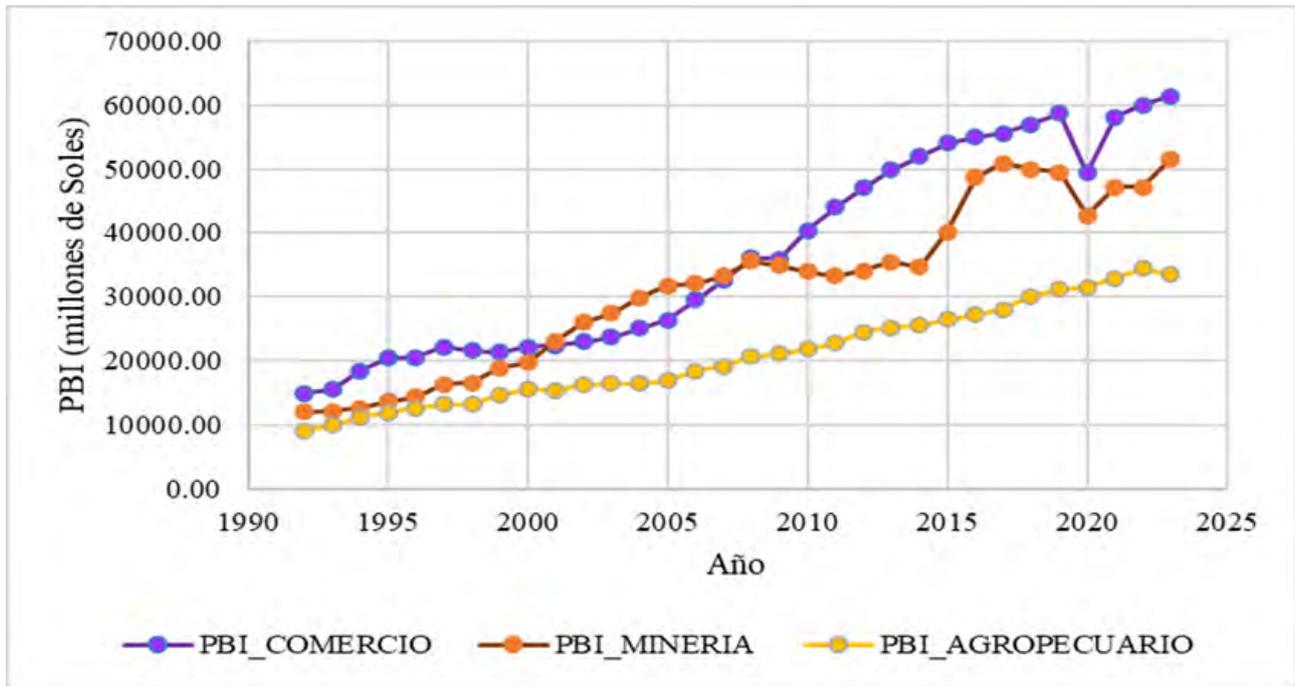
Rafael Franco Ruiz

*Nota.* La figura muestra la humedad relativa por regiones naturales. Datos tomados del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2024).

De la figura anterior, respecto de la humedad relativa, se observa que en la costa se ha mantenido el porcentaje de humedad a lo largo de los años; sin embargo, en la región sierra se observa una tendencia creciente, registrándose una humedad relativa promedio en el 2023 de 80.58%. Por otro lado, en la selva se presenta una tendencia decreciente, registrándose en el año 2023 una humedad relativa promedio de 76.62%, siendo la más baja a lo largo de la serie.

**Figura 5**

*Producto Bruto Interno (en millones de soles) por sectores a nivel nacional.*

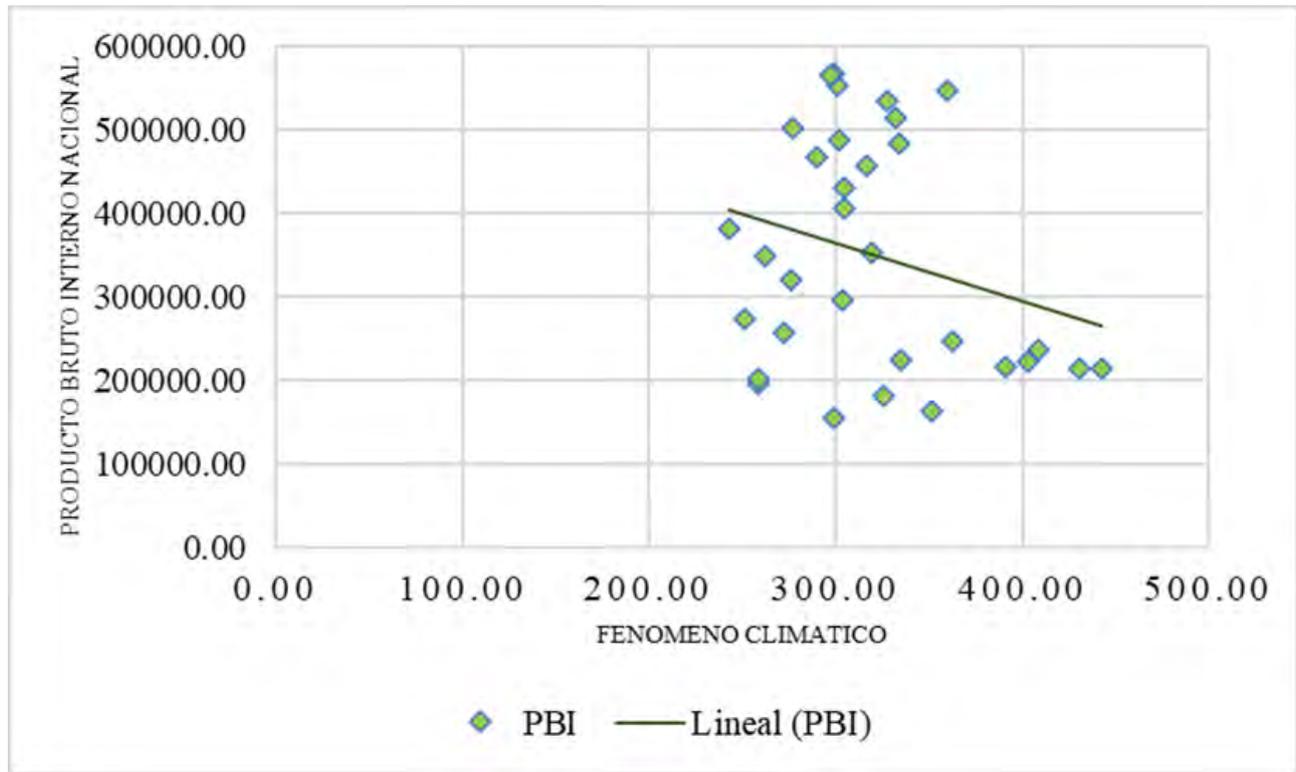


*Nota.* La figura muestra el comportamiento del PBI en los diferentes sectores. Datos tomados del Banco Central de Reserva del Perú (2024).

De la figura 5 se aprecia una evolución generalmente creciente del PBI respecto de los sectores agropecuario, minero y comercio a lo largo de los años. Es necesario resaltar que el crecimiento económico en el sector comercio desde el año 2009 ha evolucionado significativamente respecto de los demás sectores considerados en el estudio. Así, se observa una caída en el año 2020 debido a la pandemia por COVID – 19 que afrontó el Perú, afectándose las actividades económicas por el confinamiento a nivel nacional.

### Figura 6

Relación del fenómeno climático (media anual de precipitaciones) y el PBI en millones de soles.



Rafael Franco Ruiz

Nota. La figura muestra la relación del PBI y el fenómeno climático. Datos tomados del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú y del Banco Central de Reserva del Perú (2024).

La figura 6 muestra que el fenómeno climático y el crecimiento económico tienen una relación inversa, indicando que mientras disminuyen los indicadores respecto del fenómeno climático se ve refleja un incremento del PBI.

**Análisis Inferencial:** Se utilizó un modelamiento econométrico para relacionar el fenómeno climático con el crecimiento económico, este modelo permitió estimar las relaciones entre las variables.

Modelo econométrico:

$$PBI = \alpha + \beta * FC + \varepsilon$$

**Donde:**

**PBI:** Es el Producto Bruto Interno del Perú

**FC:** Es el fenómeno climático del Perú

$\alpha$ : Es la constante

$\beta$ : Es el coeficiente de la variable fenómeno climático

$\varepsilon$ : Es el error aleatorio

Para constatar esta hipótesis, se utilizó un modelo de regresión lineal simple. Este modelo permite estimar el coeficiente  $\beta$ , que representa el impacto del fenómeno climático en el PBI.

Si el coeficiente  $\beta$  es significativo, entonces se puede concluir que el fenómeno climático ha tenido un impacto significativo en el PBI.

### Análisis de la prueba de raíz unitaria

**Tabla 1**

*Prueba de raíz unitaria de la variable fenómeno climático.*

Null Hypothesis: LOGFENOMENO has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=7)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented test statistic	Dickey-Fuller	-3.621427	0.0442
Test critical values:	1% level	-4.284580	
	5% level	-3.562882	
	10% level	-3.215267	

*Nota.* De la tabla 1 se observa una probabilidad de 0.04, siendo menor al nivel de significancia al 5%, por ello se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que la

serie del fenómeno climático no presenta raíz unitaria; es decir, la variable fenómeno climático cumple el supuesto de estacionariedad, lo que se traduce que las estimaciones siguientes de los modelos econométricos son consistentes.

**Tabla 2**

*Prueba de raíz unitaria de la variable crecimiento económico.*

Null Hypothesis: D(LOGPBI) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=7)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented test statistic	Dickey-Fuller test	-5.986514	0.0002
Test critical values:	1% level	-4.296729	
	5% level	-3.568379	
	10% level	-3.218382	

*Nota.* De la tabla 2 se observa una probabilidad de 0.0002, siendo menor al nivel de significancia al 5%, por ello se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que la serie del PBI no presenta raíz unitaria; es decir, la variable del crecimiento económico cumple el supuesto de estacionariedad, lo que se traduce en que las estimaciones siguientes de los modelos econométricos son consistentes.

Las hipótesis específicas se constataron de manera similar que la hipótesis general. Para ello, se utilizó el siguiente modelo econométrico:

$$PBI\_Sector = \alpha + \beta * FC + \varepsilon$$

**Donde:**

**PBI sector:** Es el PBI de los sectores (agropecuario, minero y comercio)

**FC:** Es una variable que representa el fenómeno

climático.

$\alpha$ : Es la constante

$\beta$ : Es el coeficiente de la variable fenómeno climático

$\varepsilon$ : Es el error aleatorio

### **Especificación del modelo econométrico**

$$\ln(PBI_t) = 24.88 - 2.08 * \ln(FC_t)$$

A partir de lo anterior, se determina que el fenómeno climático influye significativamente en el crecimiento económico del Perú; es decir, se evidencia un incremento del 1% en indicadores del fenómeno climático, el cual disminuirá el PBI en 2.08%. Por ello, es necesario invertir en infraestructura resistente al clima, en sistemas de alerta temprana, planes de gestión de desastres y en prácticas sostenibles que puedan reducir la vulnerabilidad de las comunidades ante los eventos climáticos extremos.

El modelo propuesto con los indicadores correspondientes supone una transformación logarítmica de los datos. Posteriormente, se evalúa los supuestos con base en un modelo econométrico de regresión log-log. Para ello se verificó todos los supuestos como normalidad, heterocedasticidad y autocorrelación serial. Si se identificaron problemas de autocorrelación, el modelo se corrigió utilizando un modelo de regresión

robusto. Como resultado, los parámetros estimados son consistentes y eficientes.

Respecto del fenómeno climático, se analizó la prueba individual z-Statistic teniendo un valor de probabilidad; es decir, el p-valor de 0.0018, siendo menor al nivel de significancia al 5% (0.05), de tal manera se concluyó que el fenómeno climático ha afectado negativa y significativamente en el PBI; además, es un factor relevante que se relaciona directamente afectando significativamente al crecimiento económico del país.

Ahora bien, evaluando la robustez del modelo econométrico formulado, es necesario conocer si los datos incluidos en el modelo provienen de una distribución normal.

El modelo econométrico con los indicadores correspondientes supone una transformación logarítmica de los datos. Luego se evaluó los supuestos en base a un modelo econométrico de regresión log-log. Se verificaron los supuestos como normalidad, heterocedasticidad y autocorrelación serial. Como resultado, los parámetros estimados son consistentes y eficientes. A continuación, se muestran los resultados como modelo de regresión econométrica.

**Tabla 3**

*Modelo econométrico de regresión doble logarítmico.*

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
LOG(FENÓMENO_CLIMÁTICO)	-2.078259	0.666823	-3.116660	0.0018
C	24.88531	3.839882	6.480748	0.0000

*Nota.* La tabla muestra los coeficientes, significancia y otros componentes del modelo econométrico, bajo validación de supuestos. Datos tomados del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP).

### Especificación del modelo econométrico

$$\ln(PBI_{\text{ Agropecuario}_t}) = 18.72 - 1.51 * \ln(FC_t)$$

A partir de lo anterior, se determina que el fenómeno climático influye significativamente en el sector agropecuario, específicamente en el crecimiento económico del PBI; es decir, se evidencia un incremento del 1% en indicadores del fenómeno climático, el cual disminuirá el crecimiento económico en el sector agropecuario en 1.51%. Por ello, es necesario promover la diversificación de cultivos y razas ganaderas resistentes

al clima a fin de reducir la vulnerabilidad del sector agropecuario ante los eventos climáticos extremos. Esto puede incluir la introducción de variedades de cultivos más resistentes a la sequía, la inundación o las altas temperaturas, así como el uso de razas de ganado adaptadas a condiciones climáticas adversas. Además, invertir en tecnología agrícola avanzada, como sistemas de riego eficientes, técnicas de conservación de suelos, sistemas de alerta temprana y pronóstico del clima, ayudará a los agricultores a gestionar mejor los riesgos climáticos y optimizar la producción.

**Tabla 4**

*Modelo econométrico de regresión doble logarítmico.*

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
LOG(FENÓMENO_CLIMÁTICO)	-1.507085	0.720881	-2.090616	0.0366
C	18.72234	4.151176	4.510129	0.0000

*Nota.* La tabla muestra los coeficientes, la significancia y otros componentes del modelo econométrico, bajo validación de supuestos. Datos tomados del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP).

Respecto del fenómeno climático, se analizó la prueba individual z-Statistic, teniendo un valor de probabilidad; es decir, el p- valor de 0.0366 evidencia ser menor al nivel de significancia de 5% (0.05), de tal manera se concluye que el fenómeno climático ha afectado negativa y significativamente al sector agropecuario. Además, del modelo se determina que el fenómeno climático en el Perú es un factor relevante que se relaciona directamente y que afecta de modo significativo al sector agropecuario del país.

disminuirá el crecimiento económico en el sector minero en 1.46%. Por ello, es necesario implementar medidas de gestión del agua para mejorar la eficiencia en el uso de recursos hídricos y reducir la dependencia de fuentes de agua vulnerables a los cambios climáticos. Esto puede incluir la recirculación del agua, la captura y reutilización de agua pluvial, y la implementación de prácticas de conservación del agua, así como la construcción de infraestructuras mineras resilientes al clima para proteger las operaciones de los impactos ante eventos climáticos extremos.

### Especificación del modelo econométrico

$$\ln(PBI_{\text{ Minería}_t}) = 18.77 - 1.46 * \ln(FC_t)$$

A partir de lo anterior, se determina que el fenómeno climático influye significativamente en el sector minero, específicamente en el crecimiento económico del sector en el Perú; es decir, a un incremento del 1% en indicadores del fenómeno climático se

**Tabla 5***Modelo econométrico de regresión doble logarítmico.*

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
LOG(FENÓMENO_CLIMÁTICO)	-1.461732	0.688614	-2.122716	0.0338
C	18.76529	3.965366	4.732297	0.0000

*Nota.* La tabla muestra los coeficientes, significancia y otros componentes del modelo econométrico. Datos tomados del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y del Banco central de Reserva del Perú (BCRP) (1990-2025).

Respecto al fenómeno climático, se analizó la prueba individual z-Statistic, teniendo un valor de probabilidad; es decir, un p- valor de 0.0338, siendo menor al nivel de significancia al 5% (0.05), de tal manera se afirma que el fenómeno climático ha afectado negativa y significativamente en el sector minero. Además, del modelo econométrico se observa que el fenómeno climático en el Perú es un factor relevante que se relaciona directamente y que afecta significativamente al sector minero del país.

### **Especificación del modelo econométrico**

$$\ln(PBI\_Comercio_t) = 23.54 - 2.24 * \ln(FC_t)$$

A partir de lo anterior, se determina que el fenómeno climático influye significativamente en el

sector comercio, específicamente en el crecimiento del sector económico en el Perú; es decir, a un incremento del 1% en indicadores del fenómeno climático se disminuirá el crecimiento económico en el sector comercio en 2.24%. Por ello es necesario promover la diversificación de productos y servicios ofrecidos por las empresas comerciales para adaptarse a diferentes condiciones climáticas y cambios en la demanda del consumidor. Esto puede incluir la ampliación de la gama de productos estacionales y la introducción de servicios que sean relevantes en diferentes condiciones climáticas. Asimismo, se debe construir y mantener infraestructuras resilientes al clima como la construcción de edificios comerciales con estándares de resistencia a tormentas, sistemas efectivos de drenaje y sistemas de energía de respaldo.

**Tabla 6***Modelo econométrico de regresión doble logarítmico.*

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
LOG(FENÓMENO_CLIMÁTICO)	-2.235211	0.784108	-2.850643	0.0044
C	23.53995	4.515265	5.213414	0.0000

*Nota.* La tabla muestra los coeficientes, significancia y otros componentes del modelo econométrico, bajo validación de supuestos. Datos tomados del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y el Banco central de reserva del Perú (BCRP).

Respecto del fenómeno climático, se analizó la prueba individual z-Statistic teniendo un valor de probabilidad; es decir, el p - valor de 0.004 fue menor al nivel de significancia al 5% (0.05), por ello se

rechaza la hipótesis nula y se concluye que el fenómeno climático ha afectado negativa y significativamente al sector comercio. Del modelo se precisa que el fenómeno climático en el Perú es un factor relevante que se relaciona directamente y que afecta de modo significativo al sector comercio del país.

## Discusión

Los fenómenos meteorológicos extremos pueden provocar conflictos sociales y aumentar la inestabilidad política, en este sentido, se comprueba que el fenómeno climático influye significativamente en el crecimiento económico del PBI; es decir, a un incremento del 1% en indicadores del fenómeno climático, se disminuirá el PBI en 2.08%.

Respecto al primer objetivo específico, se demostró estadísticamente una relación significativa negativa entre el fenómeno climático y el sector agropecuario. Los fenómenos meteorológicos extremos, como sequías, inundaciones, heladas y granizadas, pueden afectar la producción de cultivos y el rendimiento del ganado. Por ejemplo, las sequías prolongadas pueden reducir la disponibilidad de agua para el riego y el pastoreo, lo que repercute negativamente en la productividad de los cultivos y el ganado. Del mismo modo, las condiciones climáticas adversas también pueden afectar la calidad y cantidad de la cosecha. Por ejemplo, las altas temperaturas pueden provocar una maduración prematura de las plantas y provocar una disminución de la calidad, y las heladas tardías pueden dañar el desarrollo de los cogollos y las flores y así provocar una disminución de la producción. Por último, también pueden dañar la infraestructura agrícola, como los sistemas de riego, los invernaderos, los almacenes y la maquinaria agrícola, esto puede resultar en costos de reparación adicionales y pérdidas financieras para los agricultores.

Respecto del segundo objetivo específico, se demostró estadísticamente una relación significativa negativa entre el fenómeno climático y el crecimiento económico del sector minero. En este sentido, los fenómenos meteorológicos extremos como sequías prolongadas o lluvias intensas, pueden afectar la disponibilidad del agua necesaria para las operaciones mineras. La minería requiere grandes cantidades de agua para operaciones como el procesamiento de minerales, el enfriamiento y el control de polvo. La escasez de agua puede afectar la producción y aumentar los costos

operativos. Además, algunos fenómenos meteorológicos pueden dificultar el transporte de equipos, maquinaria y productos mineros. Esto puede provocar retrasos en la producción y las entregas y aumentar los costos de mantenimiento de la infraestructura logística y de transporte. Además, los fenómenos climáticos extremos pueden aumentar los riesgos ambientales y sociales asociados con las actividades mineras.

Respecto del tercer objetivo específico, se demostró estadísticamente una relación significativa negativa entre el fenómeno climático y el crecimiento económico del sector comercio. Así, los fenómenos climáticos pueden dificultar el acceso a tiendas, a centros comerciales e impedir el transporte de mercancías desde los proveedores hasta los minoristas.

Estos resultados concuerdan con los estudios previos analizados al respecto por Pongo et al. (2023), quienes manifiestan que el impacto del cambio climático afecta la actividad económica. Asimismo, Chirinos (2021) concluye que el calentamiento global podría reducir el ingreso per cápita en un 9% para el 2050 y en un 22% para el 2100.

## Conclusiones

Los resultados de la investigación demuestran que el objetivo de abordar el tema se ha cumplido de modo satisfactorio, en la medida en que los resultados al aplicar el modelo econométrico de regresión doble logarítmico, han demostrado que este fenómeno climático, cada vez que se ha presentado en nuestras costas, ha sido más agresivo, afectando al crecimiento del PBI, específicamente en sectores clave de nuestra economía como son:

- En el sector agropecuario se analizó la prueba individual z-Statistic, teniendo un valor de probabilidad  $p$  0.0366, siendo menor al nivel de significancia al 5% (0.05), concluyéndose que el fenómeno climático ha afectado negativa y significativamente, ante un incremento de 1% del fenómeno climático, lo cual

disminuye el crecimiento económico del sector en 1.51%.

- En el sector minero se analizó la prueba individual z-Statistic, teniendo un valor de probabilidad p 0.0338, siendo menor al nivel de significancia al 5% (0.05), concluyéndose que el fenómeno climático ha afectado negativa y significativamente, ante un incremento de 1% del fenómeno climático, lo cual disminuye el crecimiento económico del sector en 1.46%.

- En el sector comercio se analizó la prueba individual z-Statistic, teniendo un valor de probabilidad p 0.0044, siendo menor al nivel de significancia al 5% (0.05), concluyéndose que el fenómeno climático ha afectado negativa y significativamente, ante un incremento de 1% del fenómeno climático, lo cual disminuye el crecimiento económico del sector en 2.24%.

## Referencias

- Banco Central de Reserva del Perú. (2023). *Reporte de Inflación*. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2023/setiembre/reporte-de-inflacion-setiembre-2023-sintesis.pdf>
- Banco Central de Reserva del Perú. (2023). *Producto Bruto Interno (PBI) y Crecimiento*. <https://www.bcrp.gob.pe/apps/pbi-y-crecimiento/pbi.html>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2015). *La economía del cambio climático en el Perú: Resultados y conclusiones*. CEPAL.
- Banco Mundial. (2022). Addressing Climate Risks and Harnessing Decarbonization Can Bring Inclusive Growth to Peru.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (1998). *El fenómeno del Niño: su naturaleza y los riesgos asociados a su presencia recurrente*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/25288>
- Chirinos, R. G. (2021). *Efectos económicos del cambio climático en el Perú*. Banco Central de Reserva del Perú.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2014). La economía del cambio climático en el Perú. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/36970-estudio-economico-america-latina-caribe-2014-desafios-la-sostenibilidad>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2022). *Panorama de la economía peruana 1950 - 2021*. [https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1843/libro.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1843/libro.pdf)
- Kydland, F. E., & Prescott, E. C. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, 50(6), 1345-1370. <https://doi.org/10.2307/1913386>
- Peña, T., & Cecilia, L. (2019). *Eventos El Niño y su impacto en la pesquería de anchoveta en Perú*. <http://hdl.handle.net/10045/112564>
- Pongo Águila, O. E., Trancón Peña, I. I., & Rivas Peña, C. A. (2023). El cambio climático y su influencia en el crecimiento económico Perú 2015-2020. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 5700–5743. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4853](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4853)
- Pontificia Universidad Católica del Perú. (2023). *¿En qué consiste el cambio climático?* <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/sobre-clima-de-cambios/que-es-el-cambio-climatico/en-que-consiste-el-cambio-climaticos/>
- Prescott, E. C. (1986). Theory ahead of business cycle measurement. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 25, 11-44. [https://doi.org/10.1016/0167-2231\(86\)90026-3](https://doi.org/10.1016/0167-2231(86)90026-3)

- Plosser, C. I. (1989). Understanding real business cycles. *Journal of Economic Perspectives*, 3(3), 51-77. <https://doi.org/10.1257/jep.3.3.51>
- Rocha, f. (1998). *El impacto mundial del fenómeno “El Niño” (ENSO) DE 1877-1878*. [https://www.imefen.uni.edu.pe/Temas\\_interes/ROCHA/FEN\\_1877-1878.pdf](https://www.imefen.uni.edu.pe/Temas_interes/ROCHA/FEN_1877-1878.pdf)
- Ruiz de Castilla, L. (2010). *Análisis económico del cambio climático en la agricultura de la región Piura - Perú. Caso: Principales productos agroexportables*. <https://n9.cl/7ytb7>
- Senamhi. (2014). *El fenómeno El Niño en el Perú*. Lima. [https://issuu.com/senamhi\\_peru/docs/el\\_nino](https://issuu.com/senamhi_peru/docs/el_nino)
- Senamhi. (2024). *Fenómeno El Niño*. <https://www.senamhi.gob.pe>
- Sinia Ministerio del Ambiente. (2023). *Efecto del ciclón Yaku y su recorrido*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/efecto-ciclon-yaku-recorrido>
- Takahashi, K. (2017). *Fenómeno El Niño: “Global” vs “Costero”*. Boletín técnico: Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño, Instituto Geofísico del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5101>
- Van der Borght, R; Samaniego, R; Galindo, J y Alatorre, L (2023). *Los efectos del cambio climático en la actividad económica de América Latina y el Caribe*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/67979-efectos-cambio-climatico-la-actividad-economica-america-latina-caribe#:~:text=Los%20resultados%20indican%20que%20C%20en,se%20reverten%20a%20mediano%20plazo.>