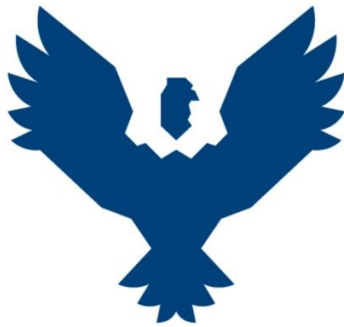




# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y  
CONTABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA



TESIS:

---

**EL IMPACTO DE LA TEMPERATURA EN EL DESARROLLO  
ECONÓMICO DE LOS HOGARES AGRÍCOLAS DE LA REGIÓN  
DEL CUSCO, 1997-2019**

---

**Presentado por:**

Bach. Leyde Diana Chaiña Pinedo

*Tesis para optar por el título profesional de  
Economista.*

Asesor:

Dr. Aurelio Vargas Jibaja

CUSCO-PERÚ

2021



### **Presentación**

Señor decano de la Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables; y señores miembros del jurado de la Escuela Profesional de Economía, en lo que respecta al cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos, se pone a vuestra consideración la presente investigación intitulada “EL IMPACTO DE LA TEMPERATURA EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DE LOS HOGARES AGRÍCOLAS DE LA REGIÓN DEL CUSCO, 1997-2019” con la finalidad de optar por el título profesional de Economista.



## Resumen

El sector agrícola es uno de los sectores económicos más importantes de la Región del Cusco; sin embargo, también es uno de los más afectados por el calentamiento global de los últimos 100 años. La investigación estudia el efecto de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la región del Cusco con un enfoque en la incidencia de la pobreza y los efectos adversos de mediano plazo. Se utiliza información del Terrestrial Air Temperature and precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01 junto con información de ingresos provenientes de la Encuesta Nacional de Hogares para el período 1997-2019. La investigación es de tipo explicativa, con un enfoque cuantitativo, un diseño no experimental y un alcance aplicado. El impacto se mide a través de la estimación de un modelo de regresión de efectos fijos de doble vía que permite controlar por factores constantes en el tiempo y entre individuos. Los resultados sugieren que la temperatura ha tenido un efecto negativo y estadísticamente significativo en los ingresos de los agricultores. Se estima que un incremento de 1° C en la temperatura puede reducir el nivel de ingreso entre 6,279 y 7,065 soles al año. También se ha encontrado evidencia de un efecto negativo más pronunciado en la agricultura de subsistencia y efectos nivel en el mediano plazo evidencia de la gran variabilidad en la producción e ingresos agrícolas causada por la temperatura año a año.

*Palabras Clave:* Cambio climático, agricultura, región del Cusco, efectos nivel, regresión



### Abstract

The agricultural sector is one of the most important economic sectors in the Cusco Region; however, it is also one of the most affected by global warming in the last 100 years. This research studies the effect of temperature on the economic development of agricultural households in the Cusco region with a focus on the incidence of poverty and medium-term adverse effects. We use information from the Terrestrial Air Temperature and precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01 together with income information from the National Household Survey for the period 1997-2019. The research is explanatory, with a quantitative approach, a non-experimental design and an applied scope. We measure impact through the estimation of a two-way fixed effects regression model that allows for controlling constant factors over time and between individuals. The results suggest that temperature has had a negative and statistically significant effect on farmers' income. It is estimated that an increase of 1 ° C in temperature can reduce the income level between 6,279 and 7,065 soles per year. Evidence has also been found of a more pronounced negative effect in subsistence agriculture and level effects in the medium term, evidence of the great variability in agricultural production and income caused by temperature year to year.

*Keywords:* Climate change, agriculture, Cusco region, level effects, regression



### **Agradecimientos**

Agradezco a la Universidad Andina del Cusco, mi casa de estudio, la cual me formo profesionalmente brindándome docentes de calidad, de la cual aprendí bastante.

A mi Escuela Profesional de Economía por haberme brindado los conocimientos durante toda mi carrera universitaria con excelentes docentes de los cuales siempre estaré agradecida.

A mi asesor de tesis el Mgt. Aurelio Vargas Jibaja por su orientación, paciencia y buena voluntad de arduo trabajo.

A mis dictaminantes: Mgt. Angel Ochoa Cartagena y Mgt. Erick Mijail Martinez Rojas por todo el tiempo que dieron para corregirme y motivarme en la elaboración de mi tesis.

Bach. Leyde Diana Chaiña Pinedo.



## Dedicatoria

A mis adorados padres Aquiles y Doris que, con su constante presión, motivación y apoyo infinito hicieron en mí una persona de bien, me enseñaron todo y me dieron una educación de calidad, por su amor incondicional y por todas las enseñanzas que me servirán en el futuro.

A mis queridos hermanos Eluid y Dniela, que siempre brindaron su apoyo incondicional para cuando lo necesite.

A mis familiares y amigos (as) por sus enseñanzas y palabras de motivación.

Leyde Diana Chaiña Pinedo.



## Índice

Presentación.....	ii
Resumen .....	iii
Abstract.....	iv
Agradecimientos.....	v
Dedicatoria .....	vi
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras .....	xi
Capítulo I. Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del Problema .....	1
1.2. Formulación del Problema.....	3
1.2.1. Problema General .....	3
1.2.2. Problemas Específicos .....	3
1.3. Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1. Objetivo General .....	3
1.3.2. Objetivos Específicos .....	3
1.4. Justificación de la investigación .....	4
1.4.1. Relevancia social .....	4
1.4.2. Implicancias prácticas .....	4
1.4.3. Valor teórico .....	4
1.4.4. Utilidad metodológica.....	4
1.4.5. Viabilidad o factibilidad .....	5
1.5. Delimitación de la investigación .....	5
1.5.1. Delimitación Temporal .....	5
1.5.2. Delimitación Espacial .....	6
1.5.3. Delimitación Conceptual .....	6
Capítulo II. Marco Teórico.....	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	16
2.1.3. Antecedentes Locales .....	22
2.2. Bases Teóricas .....	23
2.2.1. Teoría de la convergencia y adaptación de la temperatura (Dell, Jones, & Olken, 2009) .....	23
2.2.2. Modelo de producción y fluctuaciones de temperatura (Bond, Leblebicioglu, & Schiantarelli, 2010).....	25
2.2.3. Teoría del efecto no lineal de la temperatura (Burke, Hsiang, & Miguel, 2015) .....	26



2.2.4.	Teoría del crecimiento unificado (Galor, 2008) .....	28
2.2.5.	Teoría del crecimiento de etapas lineales (Rostow, 1994) .....	29
2.2.6.	Teoría del crecimiento desequilibrado (Hirschman, 1979).....	30
2.3.	Marco Conceptual.....	32
2.4.	Formulación de Hipótesis .....	34
2.4.1.	Hipótesis General.....	34
2.4.2.	Hipótesis Específicas .....	34
2.5.	Variables.....	34
2.5.1.	Variables de investigación .....	34
2.5.2.	Conceptualización de las variables .....	34
2.5.3.	Operacionalización de variables .....	36
Capítulo III. Método de Investigación.....		37
3.1.	Tipo de Investigación .....	37
3.2.	Enfoque de Investigación .....	37
3.3.	Diseño de la Investigación.....	37
3.4.	Alcance de la Investigación.....	37
3.5.	Población y Muestra de la Investigación.....	38
3.5.1.	Población .....	38
3.5.2.	Muestra .....	38
3.6.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	38
3.6.1.	Técnicas .....	38
3.6.2.	Instrumentos.....	38
3.7.	Procesamiento de datos .....	39
Capítulo IV: Diagnóstico de la región Cusco.....		40
4.1.	Aspectos geográficos.....	40
4.2.	Características de los agricultores .....	41
4.3.	Empleo.....	43
4.4.	Pobreza .....	45
4.5.	Ingresos.....	46
4.6.	Temperatura.....	49
Capítulo V: Resultados de la investigación.....		52
5.1.	Data y estadísticas descriptivas .....	52
5.2.	Modelo económico de temperatura .....	53
5.3.	Estimación empírica .....	54
5.4.	Resultados.....	55
5.5.	Diagnósticos de regresión.....	58
Capítulo VI: Discusión de los resultados .....		62





6.1. Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos .....	62
6.2. Limitaciones del estudio .....	63
6.3. Comparación crítica con la literatura existente .....	64
Conclusiones.....	69
Recomendaciones .....	70
Referencias Bibliográficas.....	71
Anexos.....	73
Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	73
Anexo 2. Resultados de regresión .....	74
Anexo 3. Diagnósticos de regresión .....	81



## Índice de tablas

TABLA 1 — Operacionalización de variables .....	36
TABLA 2 — Nivel educativo: 1997-2019.....	41
TABLA 3 — Estado civil: 1997-2019 .....	42
TABLA 4 — Estado de la Población Económicamente Activa .....	43
TABLA 5 — Estrato por número de viviendas: 1997-2019 .....	46
TABLA 6 — Ingreso por género: 1997-2019 .....	47
TABLA 7 — Estadísticos descriptivos .....	52
TABLA 8 — Resultados del modelo de temperatura .....	56
TABLA 9 — Modelo de temperatura con retrasos .....	57
TABLA 10 — Test de homoscedasticidad .....	59
TABLA 11 — Multicolinealidad de los modelos .....	61



### Índice de figuras

FIGURA 1. Cambios en el crecimiento y temperatura en el mediano plazo .....	8
FIGURA 2. Proyecciones de ingresos a nivel de país con y sin efectos de temperatura del cambio climático.....	10
FIGURA 3. Mapa de la Región del Cusco .....	40
FIGURA 4. Sexo: 1997-2019 .....	41
FIGURA 5. Distribución de edades: 1997-2019 .....	42
FIGURA 6. Densidad de horas trabajadas en la actividad principal, 1997-2019.....	43
FIGURA 7. Densidad de horas trabajadas en la actividad principal por sexo, 1997-2019	44
FIGURA 8. Densidad de horas trabajadas en la actividad principal por zona de residencia, 1997-2019.....	44
FIGURA 9. Densidad de los ingresos agrícolas por autoconsumo, 1997-2019 .....	45
FIGURA 10. Densidad de los ingresos agrícolas, 1997-2019.....	47
FIGURA 11. Gráfico de dispersión temperatura - ingresos por año: 1997-2019.....	47
FIGURA 12. Gráfico de dispersión temperatura - ingresos por grupo de provincias: 1997-2019 .....	48
FIGURA 13. Gráfico de dispersión cambio en la temperatura – cambio en el ingreso: 1997-2019 .....	48
FIGURA 14. Temperatura por provincias en la Región Cusco: 1997-2019 .....	49
FIGURA 15. Diferencia en la temperatura por provincias en la Región Cusco: 1997-2019 .....	50
FIGURA 16. Estimación lowess de temperatura en la región Cusco: 1997-2019 .....	50
FIGURA 17. Gráfico de residuos vs valores ajustados .....	59
FIGURA 18. Gráfico P-norm .....	60
FIGURA 19. Gráfico-Qnorm .....	61



## Capítulo I. Introducción

### 1.1. Planteamiento del Problema

El calentamiento global es un fenómeno que está afectado a todos los países del mundo. Tan solo en los últimos 100 años, la temperatura mundial se ha incrementado en un promedio de  $0.86^{\circ}\text{C}$  (Global Climate Change Institute, 2020). Este incremento de temperatura tiene efectos de amplio alcance y tiene la capacidad de afectar numerosas dimensiones de la economía, tales como la producción agrícola, la producción industrial e incluso la estabilidad política de una región (Dell, Jones, & Olken, 2012).

En el caso del Perú, se han proyectado incrementos en la temperatura y alteraciones en la precipitación que puede tener efectos negativos en la economía nacional, en particular, se ha proyectado un aumento de la temperatura mínima del aire entre  $0.4$  y  $1.4^{\circ}\text{C}$  en la parte del sector surandino al año 2030, y al menos un evento de El Niño de gran magnitud en los siguientes 20 años. En el caso de la cuenca del río Urubamba, que atraviesa a la región del Cusco, se ha proyectado que para el año 2100, las temperaturas máximas aumenten entre  $1.9$  y  $3.0^{\circ}\text{C}$ , con un incremento de la precipitación entre 10% a 24% en verano y una reducción de 50% en invierno (Morales, Merino, Cruzado, Montes, & Gutiérrez, 2012).

Asimismo, se espera que el efecto económico en el PBI sectorial del Cusco muestre una reducción de 0.98% anual en el PBI regional agrícola, con una posterior reducción total de 37% de los beneficios agrícolas al 2030. (Morales, Merino, Cruzado, Montes, & Gutiérrez, 2012). Estas cifras son especialmente alarmantes cuando se toma en consideración que los agricultores viven principalmente en zonas rurales y realizan autoconsumo de su propia producción. Para la muestra de estudio, el ingreso por agricultura tiene un promedio de 2501 soles para el período de estudio, por otro lado, el 7.3% de los agricultores realiza autoconsumo, representando 1694 soles de autoconsumo



en promedio para la muestra seleccionada (INEI, 2020). Es decir, la actividad agrícola es el sector con mayor sensibilidad a los impactos por eventos extremos exacerbados por el incremento de la temperatura en la región Cusco.

A pesar de las graves consecuencias económicas del incremento de la temperatura en la región del Cusco, poco se ha estudiado acerca del efecto concentrado que puede tener el incremento de la temperatura en las familias más pobres y que realizan en su mayoría actividades agrícolas. A nivel local solo se tienen estimaciones macroeconómicas del efecto en el PBI sectorial (Morales, Merino, Cruzado, Montes, & Gutiérrez, 2012) y en la producción agrícola agregada (Guzmán, 2015). Paralelamente a los estudios locales antes mencionados, la literatura internacional (Burke, Hsiang, & Miguel, 2015) y (Dell, Jones, & Olken, 2012) han enfatizado la importancia de los efectos de crecimiento y efectos de nivel en los shocks de temperatura en la economía de la región, enfoque que no ha sido aplicado ni estudiado a nivel local hasta la fecha.

En resumen, se vuelve relevante estudiar el efecto que han tenido los shocks de temperatura en la economía regional cusqueña por dos motivos: Primero, el incremento de la temperatura tiene la capacidad de generar efectos perjudiciales para el crecimiento de la economía de la región Cusco, especialmente en sectores como la Agricultura, Minería y Turismo. Segundo, la literatura especializada no ha investigado este problema utilizando el enfoque de efectos de crecimiento y nivel aplicado a nivel internacional, generando una brecha de conocimiento local para entender el efecto de la temperatura en el desarrollo económico.

Dada la gran importancia de la investigación, tanto a nivel empírico como a nivel práctico, se plantea estudiar el efecto de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la región del Cusco con un enfoque en la incidencia de la pobreza, la agricultura y los efectos adversos de mediano plazo. El impacto se mide a través de la



estimación de un modelo de regresión de *efectos fijos de doble vía* que permite controlar por factores constantes en el tiempo y entre individuos. Finalmente, se espera que la investigación contribuya a formular políticas ambientales que permitan reducir el efecto del cambio climático en la región del Cusco en el mediano (próximos 10 años) y largo plazo (próximos 50 años).

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es el impacto de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco durante el período 1997-2019?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cómo afecta la temperatura al desarrollo económico de los hogares agrícolas más pobres de la Región del Cusco durante el período 1997-2019?
- ¿Cuál es el efecto de mediano plazo de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco durante el período 1997-2019?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo General**

Identificar el impacto de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco durante el período 1997-2019.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Averiguar cómo afecta la temperatura al desarrollo económico de los hogares agrícolas más pobres de la Región del Cusco durante el período 1997-2019.
- Identificar el efecto de mediano plazo de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco durante el período 1997-2019.



## **1.4. Justificación de la investigación**

### **1.4.1. Relevancia social**

La investigación tiene relevancia social ya que además de conocer el efecto de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco, también se plantea identificar el efecto en los hogares agrícolas más pobres de la Región. Este análisis permitirá conocer la vulnerabilidad de los hogares agrícolas pobres frente al calentamiento global y el incremento de la temperatura en la región del Cusco

### **1.4.2. Implicancias prácticas**

La investigación realiza un análisis histórico del impacto de la temperatura en el desarrollo económico, con los resultados de la investigación, se pueden plantear políticas medioambientales focalizadas en los hogares agrícolas mayormente agrícolas y los hogares agrícolas más pobres de la región del Cusco.

### **1.4.3. Valor teórico**

La investigación busca determinar la validez del modelo de producción y fluctuaciones de temperatura de (Bond, Leblebicioglu, & Schiantarelli, 2010) al comparar los efectos de “crecimiento” y “nivel” de la temperatura en el desarrollo económico de la región del Cusco.

### **1.4.4. Utilidad metodológica**

La utilidad metodológica de la investigación radica en el uso de un modelo de efectos fijos como estrategia de identificación del efecto de la temperatura en el desarrollo económico, este enfoque metodológico permite aislar el efecto de la temperatura a través de los años y a través de los individuos para establecer relaciones causales entre la variable dependiente y la variable independiente.



#### **1.4.5. Viabilidad o factibilidad**

La investigación es factible ya que se cuenta con información detallada de los ingresos de la Encuesta Nacional de Hogares de INEI para el período 1997-2019. Asimismo, se tiene información histórica de la temperatura de diez estaciones meteorológicas<sup>1</sup> de la región del Cusco del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, que incluye a las siguientes:

- Pongo de Mainique
- Pichari
- San Pablo - La Convención
- Calca
- Acjanaco
- Nuevo Pisac
- Marcapata
- Sibinacocha
- Payapunku
- Huayhuahuasi

#### **1.5. Delimitación de la investigación**

##### **1.5.1. Delimitación Temporal**

La investigación se limita al periodo 1997-2019, se elige este periodo debido a que la información de la Encuesta Nacional de Hogares se encuentra en la base de datos “Microdatos” de INEI en este período de tiempo.

---

<sup>1</sup> Se considera solo a Estaciones Meteorológicas Automáticas para el análisis descriptivo de la investigación.





### 1.5.2. Delimitación Espacial

La investigación se delimita a la región del Cusco que cuenta con diez estaciones meteorológicas instaladas en diferentes puntos de la región y que permiten conocer la variación de temperatura durante el período de estudio.

### 1.5.3. Delimitación Conceptual

La investigación está delimitada por dos conceptos relevantes en la literatura especializada. Primero, las *fluctuaciones de temperatura* que delimitan la extensión de la variable independiente y segundo, la *tasa de crecimiento* que es el indicador clave en el modelo de producción y fluctuaciones de temperatura de (Bond, Leblebicioglu, & Schiantarelli, 2010).



## Capítulo II. Marco Teórico

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

- **Antecedente 1.** *Choques de temperatura y crecimiento económico: evidencia del último medio siglo:* (Dell, Jones, & Olken, Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century, 2012) *American Economic Journal: Macroeconomics* 2012, 4(3)

En esta investigación, se utilizan las fluctuaciones históricas de temperatura dentro de los países para identificar sus efectos sobre los resultados económicos agregados. Primero se construyen datos de temperatura y precipitación para cada país y año en el mundo desde 1950 hasta 2003 y se combina este conjunto de datos con datos sobre la producción agregada. Luego se examina la relación histórica entre los cambios en la temperatura y precipitación de un país y los cambios en su desempeño económico. La principal estrategia de identificación utiliza las fluctuaciones de la temperatura y la precipitación de un año a otro para identificar sus efectos. Al utilizar las fluctuaciones de temperatura, se aísla el efecto de las características de los países que no varían en el tiempo.

Los investigadores encuentran tres resultados principales. Primero, las estimaciones muestran grandes efectos negativos de las temperaturas más altas sobre el crecimiento, pero solo en los países pobres. En los países más pobres, se estima que un aumento de 1°C en la temperatura en un año determinado reduce el crecimiento económico en ese año en alrededor de 1.3 puntos porcentuales. En los países ricos, los cambios de temperatura no tienen un efecto notable y sólido sobre el crecimiento. Los cambios en las precipitaciones tienen efectos relativamente leves sobre el crecimiento nacional tanto en los países ricos como en los pobres.

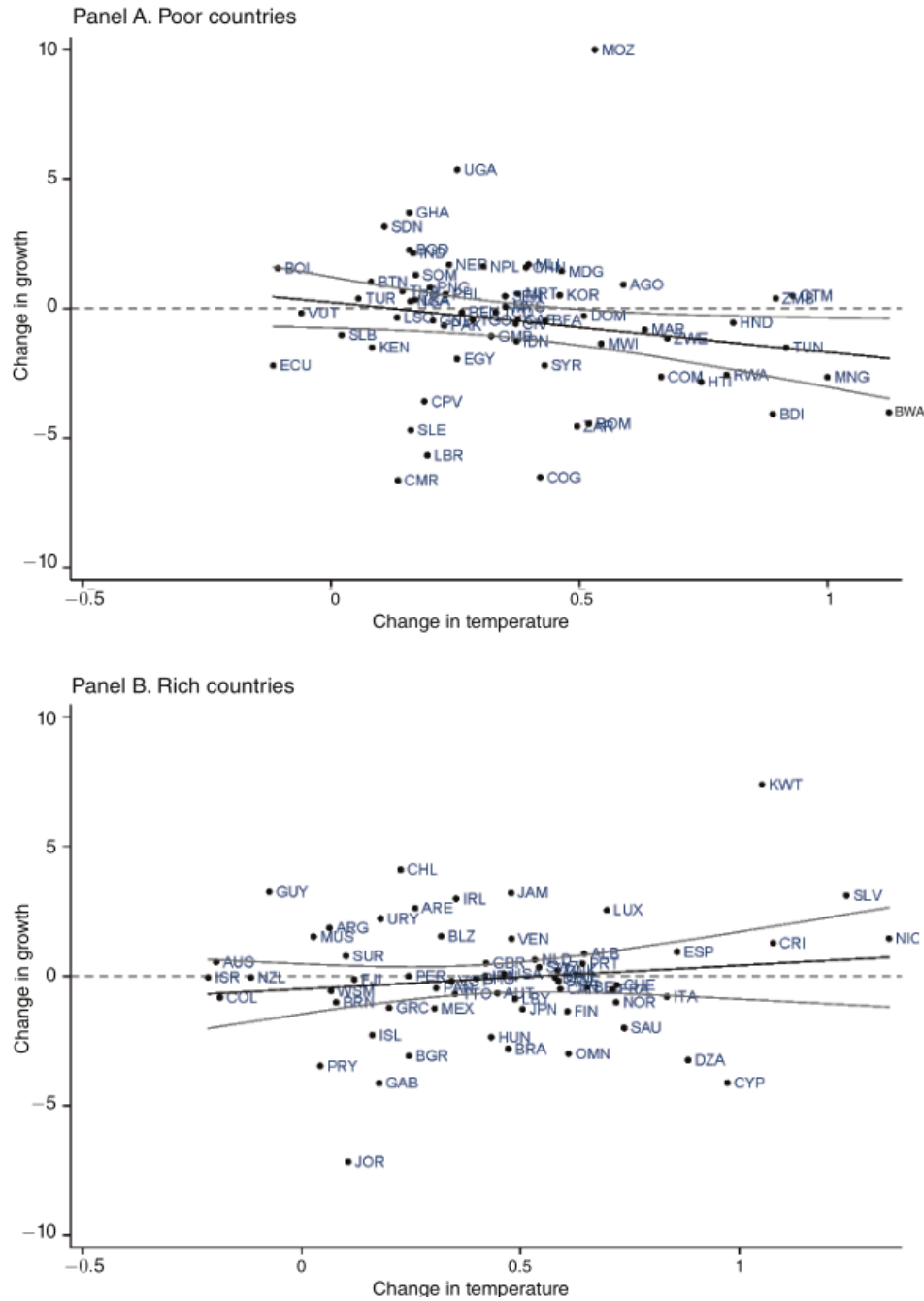


FIGURA 1. Cambios en el crecimiento y temperatura en el mediano plazo

Notas: La línea continua muestra una regresión lineal simple y la línea de color más clara muestra el intervalo de confianza del 95 por ciento en la línea de regresión. Fuente: (Dell, Jones, & Olken, Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century, 2012)

En este sentido, se puede observar en la figura 1 que no hay un impacto importante de los cambios en temperatura en el mediano plazo para países ricos (Panel B), dado que la estimación es plana para cualquier valor del cambio en la temperatura, por otro lado,



se puede observar en el Panel A que la temperatura afecta negativamente al crecimiento económico en países pobres, reforzando los resultados encontrados en la investigación.

En segundo lugar, se distinguen dos posibles formas en que la temperatura podría afectar la actividad económica: influencia en el nivel de producción al afectar los rendimientos agrícolas; o influencia en la capacidad de una economía para crecer, por ejemplo, afectando inversiones o instituciones que influyen en el crecimiento de la productividad. Al observar múltiples rezagos de temperatura, se examina si los choques parecen tener impactos temporales o persistentes en la producción económica. Los resultados proporcionan alguna evidencia de que las temperaturas más altas pueden reducir la tasa de crecimiento en los países pobres, no simplemente el nivel de producción. Dado que incluso los efectos del crecimiento pequeños tienen grandes consecuencias a lo largo del tiempo, los efectos del crecimiento, si persisten a mediano plazo, implicarían grandes impactos del calentamiento.

En tercer lugar, se encuentra evidencia pruebas de que la temperatura afecta numerosas dimensiones de las economías de los países pobres y de manera compatible con los posibles efectos del crecimiento. Se encuentra efectos adversos de los años cálidos en la producción industrial. Asimismo, las temperaturas más altas conducen a la inestabilidad política en los países pobres. Estos efectos quedan fuera del enfoque principalmente agrícola de gran parte de la investigación económica sobre el cambio climático y subrayan los desafíos en la construcción de estimaciones agregadas de los impactos climáticos a partir de un conjunto limitado de canales de transmisión.

- **Antecedente 2.** *Efecto global no lineal de la temperatura sobre la producción económica:* (Burke, Hsiang, & Miguel, 2015) *Nature 2015*

Según la investigación, hay una creciente evidencia que demuestra que las condiciones climáticas pueden tener un impacto profundo en el funcionamiento de la

sociedad moderna, pero los efectos en la actividad económica parecen inconsistentes. Los elementos productivos fundamentales de las economías modernas, como los trabajadores y la agricultura, tienen una respuesta no lineal a la temperatura local incluso en los países ricos. En contraste, la literatura encuentra que la productividad macroeconómica agregada de países ricos no responde a la temperatura, mientras que los países pobres responden solo de manera lineal.

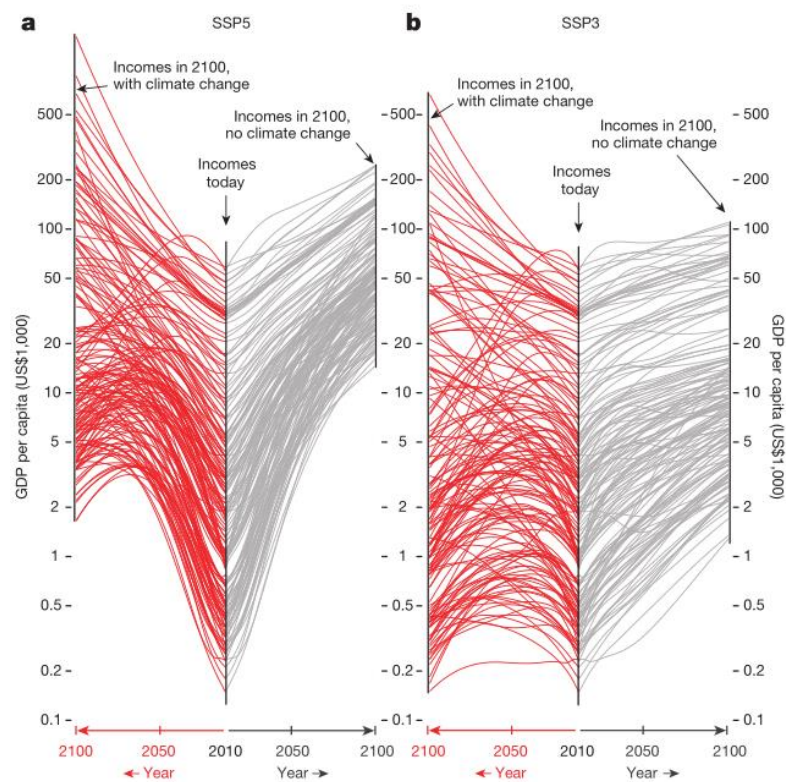


FIGURA 2. Proyecciones de ingresos a nivel de país con y sin efectos de temperatura del cambio climático

*Notas:* Proyecciones hasta 2100 para dos escenarios socioeconómicos consistentes con el cambio climático de RCP8.5 "como siempre": a, SSP5 supone un alto crecimiento de referencia y una rápida convergencia de ingresos; b, SSP3 supone un crecimiento de referencia bajo y una convergencia lenta. El centro de cada panel es 2010, cada línea es una proyección del ingreso nacional. La derecha (gris) son los ingresos según los supuestos del SSP de referencia; la izquierda (rojo) son los ingresos que representan los efectos no lineales del calentamiento proyectado. *Fuente:* (Burke, Hsiang, & Miguel, 2015)

La figura 2 muestra que las proyecciones de la distribución de ingresos para el 2100 varían de sobremanera dependiendo de la incidencia del clima, en particular, una mayor incidencia climática amplía la distribución de ingresos a valores más extremos en



escenarios SSP5 y SSP3 (línea roja), proporcionando la primera evidencia del efecto negativo del cambio climático a nivel mundial.

También menciona que resolver este conflicto entre las observaciones micro y macro es fundamental para comprender el papel de la riqueza en los sistemas humanos y naturales acoplados y para anticipar el impacto global del cambio climático. Se unifican estos resultados aparentemente contradictorios contabilizando la no linealidad en la escala macro. Se demuestra que la productividad económica general es no lineal en temperatura para todos los países, con un pico de productividad a una temperatura promedio anual de 13°C y un fuerte descenso a temperaturas más altas. La relación es globalmente generalizable, inalterada desde 1960.

Estos resultados proporcionan la primera evidencia de que la actividad económica en todas las regiones está acoplada al clima global y establece una base empírica para moderar la pérdida económica en respuesta al cambio climático, con importantes implicaciones. Si la adaptación futura imita la adaptación pasada, se espera que el calentamiento absoluto remodele la economía global al reducir los ingresos globales promedio aproximadamente un 23% para 2100 y ampliar la desigualdad de ingresos global, en relación con escenarios sin cambio climático.

Finalmente, los investigadores indican que si las sociedades continúan funcionando como lo han hecho en el pasado reciente, se espera que el cambio climático remodele la economía global al reducir sustancialmente la producción económica global y posiblemente amplificar las desigualdades económicas globales existentes. Adaptaciones como una innovación sin precedentes podría reducir estos efectos, pero el conflicto social o el comercio interrumpido ya sea por restricciones políticas o pérdidas correlacionadas en todo el mundo podrían ser exacerbadas.



- **Antecedente 3.** *Temperatura e ingresos: conciliación de nuevas estimaciones transversales y de panel:* (Dell, Jones, & Olken, 2009) *American Economic Review: Papers & Proceedings 2009, 99:2*

La investigación proporciona dos resultados principales acerca de la relación clima-ingresos. En primer lugar, se proporciona evidencia transversal novedosa al considerar la relación temperatura-ingreso, utilizando no solo datos entre países, sino también datos subnacionales a nivel municipal para 12 países de las Américas. Se encuentra que existe una relación negativa entre los ingresos y la temperatura cuando se observa dentro de los países, e incluso cuando se observa dentro de los estados dentro de los países. La relación transversal dentro del país es sustancialmente más débil que la correlación entre países, pero sigue siendo estadísticamente significativa y de una magnitud económicamente importante, con un aumento de 1°C en la temperatura se asocia una disminución de 1.2 a 1.9 por ciento en el ingreso per cápita municipal. El hecho de que la relación transversal se mantenga dentro de los países, así como entre países, sugiere que las características de país omitidas no están impulsando por completo la relación transversal entre temperatura e ingresos.

En segundo lugar, se proporciona un marco teórico para reconciliar estos fuertes efectos transversales de la temperatura con los efectos aún más fuertes de la temperatura a corto plazo que se muestran en los modelos de panel. Se construye un panel de ingresos y clima a nivel país-año y se examina qué sucede con la senda de crecimiento nacional cuando los países tienen años inusualmente cálidos o fríos. El hallazgo principal es que, en los países pobres durante el período 1950-2003, un aumento de 1 grado Celsius en la temperatura en un año dado redujo el crecimiento económico en 1,1 puntos porcentuales. Además, los efectos estimados de la temperatura en horizontes temporales de 10 o 15 años son similares a la estimación de panel anual, lo que sugiere que estos efectos



representan cambios en las tasas de crecimiento, más que efectos de nivel en los ingresos. Estos efectos de la temperatura sobre el crecimiento son lo suficientemente grandes como para que, en ausencia de fuerzas compensatorias, rápidamente producirían una relación mucho más pronunciada de la que realmente se observa entre la temperatura e ingresos: si 1°C adicional reduce el crecimiento en 1,1 puntos porcentuales, entonces solo tomaría 8 años de diferencias sostenidas de temperatura para explicar la relación transversal general entre la temperatura y los ingresos que se observa en el mundo de hoy.

- **Antecedente 4.** *Cuantificando los daños económicos del cambio climático:* (Auffhammer, 2018) *Journal of Economic Perspectives* 2018, 32:4

El objetivo de esta investigación es arrojar luz sobre cómo los economistas han calculado el “costo social del carbono” con fines regulatorios y proporcionar una descripción general de las estimaciones utilizadas en el pasado y en la actualidad.

La investigación indica que los esfuerzos involucrados y los recursos públicos destinados a comprender cómo los cambios de temperatura se traducen en impactos económicos son desproporcionadamente menores, en comparación con la literatura del medio ambiente. Asimismo, la mayoría de los modelos principales se desarrollan y mantienen con poco o ningún apoyo de financiamiento público. Indican que es preocupante porque el diseño de políticas óptimas en el contexto de abordar la mayor falla del mercado ambiental en requiere una comprensión del costo externo impuesto por las emisiones adicionales de gases de efecto invernadero.

Mencionan que estimar este número está lejos de ser sencillo por dos razones principales: primero, el cambio climático es un fenómeno global y, por lo tanto, las emisiones locales provocan daños globales, cuya cuantificación es un desafío ya que los daños varían en el espacio y el tiempo. En segundo lugar, los gases de efecto invernadero





son de larga duración, lo que significa que las emisiones de hoy afectarán a generaciones dentro de cientos de años.

La investigación se centra en los lugares de esta literatura que los economistas empíricos pueden tener el mayor valor agregado: específicamente, la calibración y estimación de las funciones de daño económico, que mapean los patrones climáticos transformados por el cambio climático en beneficios y daños económicos. Recientemente se ha utilizado una amplia variedad de métodos econométricos para parametrizar las funciones de (clima) respuesta (resultado económico). El documento busca proporcionar una descripción general accesible y completa de cómo piensan los economistas sobre la parametrización de las funciones de daño y la cuantificación de los daños económicos del cambio climático.

- **Antecedente 5.** *El calentamiento global ha aumentado la desigualdad económica global:* (Diffenbaugh & Burke, 2019) *Proceedings of the National Academy of Sciences 2019, 116:20*

El documento indica que investigaciones recientes han identificado vías por las cuales los cambios en el clima pueden afectar los componentes fundamentales de la producción económica. El trabajo empírico ha incluido análisis sectoriales de agricultura, productividad laboral y salud humana, así como análisis de indicadores agregados como el producto bruto interno (PBI). Una idea clave es la respuesta no lineal de muchos resultados al cambio de temperatura, con las regiones más frías a menudo beneficiándose en años cálidos y las regiones más cálidas siendo dañadas. Como resultado, la evidencia empírica combinada con las proyecciones del cambio climático futuro sugiere que, aunque algunos países ricos en regiones más frías podrían beneficiarse de un calentamiento adicional, es probable que la mayoría de los países pobres sufran.



Los esfuerzos para aplicar enfoques empíricos para cuantificar explícitamente el patrón espacial de los impactos agregados se han centrado principalmente en el cambio climático futuro, y la cuantificación de los impactos históricos se limita a sectores económicos y resultados específico, o al PIB mundial. Asimismo, varios investigadores han notado que el calentamiento regional más robusto ha ocurrido generalmente en regiones de latitudes más bajas que actualmente son relativamente pobres, estos análisis no han intentado cuantificar los impactos distributivos de cambio de temperatura.

En esta investigación, se utilizan trabajos anteriores que vinculan el crecimiento económico y las fluctuaciones en la temperatura para cuantificar el impacto del forzamiento histórico antropogénico del clima en la distribución global del PIB per cápita a nivel de país. Se utilizan las simulaciones de modelos climáticos históricos y naturales del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP5) para cuantificar la trayectoria de temperatura de diferentes países en ausencia de forzamiento antropogénico. Luego se combinan estas trayectorias de temperatura contrafactuales a nivel de país con funciones de respuesta de temperatura-PIB no lineales derivadas empíricamente para calcular el PIB per cápita contrafactual de países individuales durante el último medio siglo. Finalmente, se utilizan esas trayectorias económicas contrafactuales a nivel de país para calcular el impacto del forzamiento antropogénico histórico sobre la desigualdad económica a nivel de país ponderada por la población, teniendo en cuenta tanto la incertidumbre en la relación entre la temperatura y el crecimiento económico como la incertidumbre en la respuesta climática al forzamiento histórico.

Los investigadores indican que con frecuencia se ha observado que los países ricos se han beneficiado de manera desproporcionada de las actividades que han causado el calentamiento global, mientras que los países pobres sufren de manera desproporcionada los impactos. Los resultados muestran que, además de los beneficios directos del uso de



combustibles fósiles, es probable que muchos países ricos se hayan vuelto aún más ricos por el calentamiento global resultante. Asimismo, los países pobres no solo no han compartido todos los beneficios del consumo de energía, sino que muchos ya se han empobrecido (en términos relativos) por el consumo de energía de los países ricos. Dada la magnitud de las penalizaciones al crecimiento inducidas por el calentamiento que ya han sufrido los países pobres, se puede esperar que la expansión de las fuentes de energía bajas en carbono proporcione un beneficio secundario sustancial para el desarrollo (al frenar las penalizaciones futuras del crecimiento inducidas por el calentamiento), además de los principales beneficios de un mayor acceso a la energía.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

- **Antecedente 1.** *Producción agrícola alimentaria y cambio climático: un análisis económico en el departamento de Puno, Perú:* (Tonconi, 2015) *DIESIA 2015*, 33:2

La investigación analiza el efecto del cambio climático en la producción agrícola alimentaria de los productores de la Región de Puno. Se utilizan dos enfoques principales, primero, se realiza un análisis de series de tiempo utilizando el modelo de cointegración para el período 1960-2010. Asimismo, se utiliza un enfoque ricardiano con data del Censo Nacional Agropecuario en el 2012. El primer enfoque utiliza data de temperaturas promedio, máximas y mínimas, precipitación medida en milímetros obtenidas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

Sus resultados indican que las variables climáticas como la temperatura máxima, mínima y promedio anual influyen en el rendimiento de la producción agrícola alimentaria, especialmente en la papa, habas, quinua, cebada, trigo, maíz y cañihua. Por otro lado, el cambio climático tiene un efecto negativo sobre las ganancias agrícolas, ya que un incremento en un grado Celsius implica una disminución de 320 US\$ por hectárea.



Para el año 2035, se espera que el impacto económico sea aún mayor y represente el 14.14% de las ganancias de los productores agrarios.

- **Antecedente 2.** *El Cambio Climático y Sus Efectos en el Perú:* (Vargas P. , 2009)  
*Banco Central de Reserva del Perú D.T. N°2009-14*

La investigación realiza un análisis del impacto de cambio climático en el crecimiento económico del Perú utilizando el marco teórico propuesto por (Dell, 2008) que propone que las variaciones climáticas afectan a la producción agregada a través del nivel de la producción o stock (pérdida de cultivos y daños a la infraestructura) e impactando el crecimiento de la productividad.

En relación a los resultados, se encuentra que “un aumento de 2°C en la temperatura máxima y 20% en la variabilidad de las precipitaciones al 2050, generaría una pérdida de 6% respecto al PBI potencial en el año 2030, mientras que en el año 2050 estas pérdidas serían superiores al 20%; reduciéndose estas pérdidas a menos de la tercera parte en caso se adopten políticas globales que estabilicen las variables climáticas al 2030”. En este sentido, se proponen las siguientes recomendaciones:

-Fomentar proyectos relacionados a la producción de electricidad por fuente hidroeléctrica y eólica, conversión de combustibles fósiles a menos contaminantes y la mejora de la eficiencia de procesos industriales y manejo de residuos.

-Fomentar proyectos relacionados a la producción de electricidad por fuente hidroeléctrica y eólica, así como la conversión de combustibles fósiles a menos contaminantes.

-Fomentar proyectos ambientales en la actividad forestal que abarquen la conservación y reforestación de bosques, el fomento de sistemas agroforestales.

Aplicar políticas a favor de la conservación y manejo de cuencas que incluya una gestión adecuada del agua y la mejora del sistema de riego agrario.



- **Antecedente 3.** *Efectos socioeconómicos del cambio climático en el Perú (2006-2011):* (Ramírez, 2012) *Investigaciones Sociales* 28-2012

La investigación busca identificar y determinar el efecto socioeconómico del cambio climático en el Perú durante el período 2006-2011 utilizando una metodología cualitativa que incluye en método de análisis delphi a expertos. El método Delphi o técnica Delphi; también conocido como Estimate-Talk-Estimate o ETE) es una técnica o método de comunicación estructurada, originalmente desarrollado como un método de pronóstico interactivo y sistemático que se basa en un panel de expertos. La técnica también se puede adaptar para su uso en reuniones cara a cara, y luego se llama mini-Delphi o Estimate-Talk-Estimate (ETE).

En general, se encuentra que el proceso de cambio climático ocurre con una gran velocidad e intensidad, lo que ha causado un incremento en la temperatura ambiental de  $0.74^{\circ}\text{C}$  en los últimos 100 años. Asimismo, mencionan que se ha puesto énfasis en explorar y proponer medidas y proyectos de mitigación, pero también se deben considerar políticas de adopción con medidas de ajuste de los sistemas naturales y humanos en respuesta a las perturbaciones generadas por el cambio climático. También recalcan que el Perú es un país vulnerable al cambio climático, pero con una baja influencia en la mitigación del calentamiento mundial, lo que debe llevar a implementar medidas complementarias de mitigación.

- **Antecedente 4.** *Cambios recientes en la temperatura del aire superficial mensual en Perú, 1964-2014:* (Vicente-Serrano, López-Moreno, & Correa, 2017) *International Journal of Climatology* 38:1

En este estudio, se analizan las tendencias recientes mensuales y anuales de la temperatura del aire en el Perú durante el período 1964-2014, con base en un nuevo conjunto de datos de alta resolución compilados en cuadrícula que utilizó observaciones



de todas las estaciones meteorológicas disponibles. Los objetivos del estudio son (1) cuantificar la tendencia en las temperaturas máxima, mínima y media del aire y (2) evaluar la respuesta de los cambios de temperatura del aire al gradiente altitudinal en el Perú.

Se utilizaron los registros completos de temperatura del aire disponibles en el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). La temperatura del aire se mide mediante termómetros de máximo / mínimo ubicados dentro de las pantallas Stevenson siguiendo las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial. Este conjunto de datos incluyó más de 300 estaciones que cubren vastas áreas del país, con la excepción de la selva amazónica en el norte y el este, donde la densidad de población es muy baja y, por lo tanto, las estaciones meteorológicas son escasas. En contraste, la zona costera y la mayoría de los Andes tienen una buena cobertura de estaciones que miden la temperatura del aire. Un aspecto importante de la red de temperatura en Perú es que la cobertura de las series de datos disponibles varía considerablemente a lo largo del tiempo en todo el país. Antes de la década de 1960, había muy pocos datos disponibles en Perú. Sin embargo, 1964 fue un año marcadamente de transición, en el que se instalaron una serie de nuevas estaciones meteorológicas en todo el territorio. Para la segunda mitad de la década de los sesenta, más de 100 estaciones estaban disponibles en Perú, y este número se mantuvo durante la década de los setenta, pero disminuyó en la de los ochenta, como consecuencia de la inestabilidad social y política del país. Si bien el número de estaciones aumentó considerablemente durante la década de 1990 y principios de la de 2000, se mantuvo constante desde entonces.

Los resultados principales sugieren una tendencia general de calentamiento en la temperatura del aire superficial en todo el Perú, aunque con una clara variación espacial y estacional. Los resultados también revelan algunas diferencias en las tendencias



detectables entre las temperaturas del aire máxima y mínima. Las tendencias de temperatura máxima del aire aumentaron principalmente durante el verano austral (DJF), pero las tendencias de temperatura mínima del aire en la estación fría mostraron un patrón opuesto, registrándose el calentamiento más fuerte en el invierno austral (JJA). Además, las tendencias de la temperatura máxima del aire exhibieron una clara dependencia del calentamiento de la elevación, con el calentamiento más fuerte registrado en sitios muy elevados. Por el contrario, esta dependencia se ve debilitada por las tendencias de temperatura mínima del aire, ya que se observaron menores magnitudes de cambio e incluso una tendencia de enfriamiento en elevaciones altas durante la mayoría de los meses del año. Para las tendencias de la temperatura media del aire, no existen claras diferencias estacionales espaciales y temporales en todo el Perú.

- **Antecedente 5.** *Una vista combinada de la climatología y las tendencias de la precipitación y la temperatura en los Andes del sur del Perú:* (Imfeld, Sedlmeier, Katrin, & Stefanie, 2020) *In International Journal of Climatology* 1:20

En los Andes del sur del Perú, las comunidades dependen en gran medida de las condiciones climáticas debido a la agricultura principalmente de secano y a la importancia de los glaciares y el deshielo como recurso de agua dulce. Las tendencias a largo plazo y la variabilidad interanual de la precipitación o la temperatura afectan gravemente las condiciones de vida. Este estudio evalúa las climatologías estacionales de precipitación y temperatura y las tendencias en el período 1965 / 66-2017 / 18 para los Andes del sur del Perú utilizando datos de estaciones homogeneizados y con control de calidad y nuevos datos de observación en cuadrículas.

Las observaciones climáticas utilizadas en este estudio provienen de observaciones de estaciones manuales proporcionadas por el servicio meteorológico peruano SENAMHI. Para un período de 1965 a 2013, se seleccionaron cuidadosamente



series de tiempo de temperatura y precipitación máxima y mínima, se controló la calidad y se homogeneizaron los dos proyectos Climandes y DECADE. Para el control de calidad, se ha utilizado un software de control de calidad estándar en combinación con una inspección visual. Dentro del proyecto Climandes, la homogeneización se ha realizado con el software HOMER semiautomático de última generación, mientras que dentro del proyecto DECADE se ha aplicado el método totalmente automático ACMANT. Para proporcionar un análisis de tendencias actualizado, la serie de tiempo homogeneizada se ha ampliado con las observaciones más recientes para los años 2014-2018. Por lo tanto, los datos posteriores a 2013 no están homogeneizados, pero no teníamos conocimiento de ningún cambio en las estaciones y una inspección visual de los datos no reveló ninguna ruptura.

En esta región, la precipitación exhibe un ciclo anual fuerte con meses de invierno muy secos y la mayor parte de la precipitación cae de primavera a otoño. Espacialmente, se observa un gradiente noreste-suroeste en la primavera austral, relacionado con un inicio más temprano de la temporada de lluvias en la parte noreste del área de estudio. Las variaciones estacionales de la temperatura máxima son débiles con un máximo anual en la primavera austral, lo que se relaciona con una menor cobertura de nubes en la primavera austral en comparación con el verano.

Por el contrario, las temperaturas mínimas muestran variaciones estacionales más grandes, posiblemente mejoradas por cambios en la radiación entrante de onda larga después del ciclo de precipitación. Las tendencias de precipitación desde 1965 exhiben una baja consistencia espacial excepto en el verano austral, cuando en la mayor parte del área de estudio se observa un aumento de la precipitación, y en la primavera austral, cuando las estaciones en la región centro-occidental del área de estudio registran una disminución de la precipitación. Todas las tendencias estacionales y anuales en la





temperatura máxima son mayores que las tendencias en la temperatura mínima. La temperatura máxima muestra fuertes tendencias en el invierno y la primavera austral, mientras que las tendencias de temperatura mínima son más fuertes en el invierno austral. Suponemos que estas tendencias están relacionadas con los cambios de precipitación, ya que la disminución (aumento) de la precipitación en primavera (verano) puede mejorar las tendencias de temperatura máxima (mínima) a través de cambios en la cobertura de nubes. Sin embargo, El Niño (ENOS) tiene efectos modificadores sobre la precipitación y la temperatura y, por lo tanto, conduce a mayores tendencias en las temperaturas máximas.

### 2.1.3. Antecedentes Locales

- **Antecedente 1.** *Estudio de la Economía del Cambio Climático en las regiones de Cusco y Apurímac: (Morales, Merino, Cruzado, Montes, & Gutiérrez, 2012) PACC – Serie de Investigación Regional*

La investigación busca estimar el potencial impacto económico del cambio climático en sectores priorizados de la región Cusco al año 2030, debido a que es una de las regiones más vulnerables ante los efectos del cambio climático, a causa de su situación geográfica y sus características demográficas predominantemente rurales. La sensibilidad frente al cambio climático se debe a que las actividades económicas están basadas en la extracción de recursos naturales, especialmente débiles ante el cambio climático.

Su conclusión principal indica que hay sectores especialmente afectados, incluyendo al sector agricultura y al sector transporte, ambos son sensibles a los cambios en la temperatura y la precipitación en el corto plazo y en el largo plazo. En el caso del sector turismo, se encuentra un efecto de 0.0022 puntos porcentuales, acumulado al 2030 implica una reducción del 2% del PBI en restaurantes y hoteles. Asimismo, el sector minero es uno de los sectores más sensibles a los eventos extremos y conflictos



socioambientales, lo que generaría una paralización de entre 2 y 8 días que afectaría al PBI en 1.4% y 2.8 de la región Cusco.

- **Antecedente 2.** *Impacto económico del cambio climático en la agricultura en la Región Cusco, Perú: una aproximación a través del modelo Ricardiano* (Guzmán, 2015) *Proyecto Breve CIES AI-PBCus-T07-01-2013*

La investigación estima el impacto económico del cambio climático en la agricultura de la Región Cusco, para lo cual se utiliza el Modelo Ricardiano y data de los dos censos agropecuarios: El Censo Nacional Agropecuario de 1994 y 2012; así como la data del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología para el período 1984 – 2012 a nivel de centros poblados localizados en un rango de 20 kilómetros de radio de un total de 10 estaciones meteorológicas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

Entre los principales resultados, se encuentra evidencia que tanto la temperatura como la precipitación se asocian de manera no-lineal con el desempeño agrícola, en particular, se verifica que hay una relación invertida entre la temperatura en época de crecimiento y la precipitación pluvial en época de siembra. “Esto sugiere que a medida que se incrementa la temperatura y la precipitación, también se incrementa el desempeño agrícola bajo secano, es decir, la mayoría de los efectos negativos se concentran en la agricultura bajo secano”.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Teoría de la convergencia y adaptación de la temperatura (Dell, Jones, & Olken, 2009)**

Esta teoría busca reconciliar la relación de corte transversal con las estimaciones de tipo panel de efecto de la temperatura en el crecimiento económico utilizando la relación de convergencia y adaptación.



Primero, las fuerzas de convergencia pueden empujar a los países y regiones rezagados hacia la frontera. Los efectos de convergencia compensan los efectos de la temperatura, de modo que la convergencia limita las diferencias de ingresos transversales que pueden mantenerse. Si las tasas de convergencia son mayores dentro de los países que entre ellos, entonces el efecto a largo plazo del clima será más atenuado dentro de los países que entre ellos. Si bien los datos sobre la convergencia dentro del país para gran parte del mundo son limitados, una convergencia más rápida dentro que entre países es consistente con la menor variación de ingresos dentro de los países y es natural dadas mayores oportunidades para la migración, la provisión de bienes públicos, transferencias y intercambio de ideas dentro de los países.

En segundo lugar, durante períodos más prolongados, las regiones pueden adaptarse a su clima. Las estimaciones de crecimiento del panel reflejan las respuestas a los choques climáticos. En la medida en que los individuos ajusten su comportamiento a los cambios de temperatura permanentes, por ejemplo, cambiando a cultivos, industrias y tecnologías más apropiados y migrando lejos de entornos difíciles por completo en el corto plazo, la siguiente ecuación muestra el crecimiento de ingreso per cápita:

$$\frac{\log y_i(t)}{dt} = g + \gamma(T_i(t) - \bar{T}_i) + (\gamma + \rho)\bar{T}_i + \varphi(\log y^*(t) - \log y_i(t))$$

Donde  $\log y_i(t)$  es el ingreso per cápita en el área geográfica  $i$  en el tiempo  $t$ .  $T_i(t)$  es la temperatura en el área  $i$  en el tiempo  $t$ .  $\bar{T}_i$  es la temperatura promedio en el área  $i$ , y  $(\log y^*(t))$  es el nivel de ingreso a la que el área converge. El parámetro  $\gamma$  captura el efecto de corto plazo del shock de temperatura en el crecimiento. El parámetro  $\rho$  captura el grado de adaptación en el largo plazo del nivel de temperatura promedio.

### **El mecanismo de convergencia**

De acuerdo con este mecanismo, el parámetro  $\gamma$  que captura el efecto de corto plazo del shock de temperatura en el crecimiento se aproxima al parámetro  $\rho$  que captura el



grado de adaptación en el largo plazo. Los efectos de convergencia compensan los efectos de la temperatura, de modo que la convergencia limita las diferencias de ingresos transversales que pueden mantenerse. Si las tasas de convergencia son mayores dentro de los países que entre ellos, entonces el efecto a largo plazo del clima será más atenuado dentro de los países que entre ellos.

### **El mecanismo de adaptación**

Según este mecanismo, a largo plazo, las áreas pueden adaptarse a condiciones geográficas difíciles. Las tecnologías, las habilidades y el capital físico pueden adaptarse a un régimen climático dado. Además, la población puede reaccionar, ya sea a través de la fertilidad, las tasas de mortalidad o la migración, alterando así la intensidad local per cápita de los factores de producción. En la medida en que los individuos ajusten su comportamiento a los cambios de temperatura permanentes, por ejemplo, cambiando a cultivos, industrias y tecnologías más apropiados y migrando lejos de entornos difíciles por completo.

### **2.2.2. Modelo de producción y fluctuaciones de temperatura (Bond, Leblebicioglu, & Schiantarelli, 2010)**

Este modelo busca estimar el efecto de las fluctuaciones de temperatura en una economía, se considera el modelo de economía simple:

$$Y_{it} = e^{\beta T_{it}} A_{it} L_{it}$$

Donde  $Y$  es el output agregado,  $L$  mide la población,  $A$  mide la productividad del trabajo y  $T$  mide el clima. La ecuación captura el “efecto nivel” del clima en la producción, o el efecto de la temperatura actual en la agricultura. Por otro lado, la siguiente ecuación:

$$\Delta A_{it}/A_{it} = g_i + \gamma T_{it}$$



Caputra el “efecto de crecimiento del clima”, es decir, el efecto de la temperatura en instituciones, lo que puede influenciar el crecimiento de la productividad. Tomando logaritmo en la función de producción y diferenciando con respecto al tiempo, se tiene la siguiente ecuación dinámica de crecimiento:

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

Donde  $g_{it}$  es la tasa de crecimiento per cápita. El “efecto nivel” aparece en la ecuación a través de  $\beta$  mientras que el “efecto de crecimiento” aparece a través de  $\gamma$ . Esta ecuación de crecimiento permite la identificación separada de los efectos del nivel y los efectos del crecimiento mediante la revisión de las perturbaciones meteorológicas transitorias. En particular, ambos efectos influyen en la tasa de crecimiento en el período inicial del shock. La diferencia es que el efecto de nivel eventualmente se invierte cuando el clima regresa a su estado anterior. Por ejemplo, un choque de temperatura puede reducir los rendimientos agrícolas, pero una vez que la temperatura vuelve a su valor promedio, los rendimientos agrícolas se recuperan. Por el contrario, el efecto de crecimiento aparece durante el choque climático y no se revierte. La falta de innovación en un período deja al país permanentemente retrasada. El efecto de crecimiento se identifica como la suma de los efectos de la temperatura a lo largo del tiempo.

### **2.2.3. Teoría del efecto no lineal de la temperatura (Burke, Hsiang, & Miguel, 2015)**

Numerosos componentes productivos básicos de una economía muestran una relación no lineal con la temperatura diaria o horaria. Por ejemplo, la oferta de mano de obra, la productividad de la mano de obra y el rendimiento de los cultivos disminuyen abruptamente más allá de los umbrales de temperatura ubicados entre 20° C y 30° C. Sin embargo, no está claro cómo estos descensos abruptos a nivel micro se reflejan en datos más generales a nivel macro. Cuando la producción se integra en regiones extensas (por ejemplo, países) o en unidades de tiempo largas (por ejemplo, años), existe una amplia



distribución de temperaturas momentáneas a las que los componentes individuales de la economía (por ejemplo, cultivos o trabajadores) están expuestos. Si solo las ubicaciones más calientes en los momentos provocan una brusca disminución en la producción, cuando se combinan con muchos momentos más fríos y altamente productivos, sumarían un nivel agregado de producción que solo disminuye modestamente cuando aumenta la temperatura promedio agregada. Esta teoría proporciona el marco teórico para generalizar la relación microeconómica en una relación macroeconómica, donde se tiene la siguiente función de producción agregada:

$$Y(\bar{T}) = \sum_i Y_i(\bar{T}) = \sum_i \int_{-\infty}^{\infty} f_i(T) * g_i(T - \bar{T}) dT$$

A medida que T aumenta y el país se calienta en promedio,  $n_i$  aumenta gradualmente para todas las unidades productivas. Este número creciente de horas más allá del umbral de temperatura impone pérdidas graduales pero crecientes en la producción total Y (T):

La ecuación (1) predice que Y (T) es una función cóncava suave (Fig.1f) con una derivada que es la derivada promedio de  $f_i(T)$  ponderada por el número de horas unitarias en cada industria a cada temperatura diaria. También predice que Y (T) alcanza su pico a una temperatura menor que el valor umbral en  $f_i(T)$ , si la pendiente de  $f_i(T)$  por encima del umbral es menor que la pendiente por debajo del umbral, asumido por evidencia a microescala. Estas predicciones difieren fundamentalmente de las nociones de que las respuestas macro deberían reflejar de cerca las micro respuestas altamente no lineales 6,16. Es importante destacar que, si bien las pérdidas de productividad agregadas deberían ocurrir al mismo tiempo que los cambios de temperatura, estos cambios también podrían influir en la trayectoria a largo plazo de la producción de una economía.



#### 2.2.4. Teoría del crecimiento unificado (Galor, 2008)

La teoría del crecimiento unificado se desarrolló como un modelo alternativo al de la teoría del crecimiento endógeno para capturar las regularidades empíricas clave en los procesos de crecimiento y su contribución al aumento trascendental de la desigualdad entre las naciones en los últimos dos siglos. La teoría del crecimiento unificado fue propuesta por primera vez por Oded Galor y sus coautores, quienes pudieron caracterizar en un solo sistema dinámico una transición de fase de una época de estancamiento malthusiano a una era de crecimiento económico sostenido. Debido a la evolución de las variables de estado latente durante la época malthusiana, el equilibrio malthusiano estable finalmente se desvanece y el sistema converge gradualmente hacia un equilibrio de estado estacionario de crecimiento moderno.

El equilibrio de estado estacionario de Malthus se caracteriza por un ritmo lento de progreso tecnológico y crecimiento de la población, donde el impacto potencial del progreso tecnológico en el nivel de vida se compensa a largo plazo con el crecimiento de la población. Por el contrario, durante el régimen de crecimiento moderno, el progreso tecnológico desencadena la inversión en capital humano junto con una disminución de la fertilidad, lo que estimula aún más el progreso tecnológico y permite un crecimiento sostenido en el nivel de vida.

La teoría captura las fases fundamentales del proceso de desarrollo: (i) la época malthusiana que prevaleció durante la mayor parte de la historia humana, (ii) el escape de la trampa malthusiana, [4] (iii) el surgimiento del capital humano como un elemento central en el proceso de crecimiento, (iv) el inicio de la disminución de la fecundidad, (v) los orígenes de la era moderna de crecimiento económico sostenido, y (vi) las raíces de la divergencia en el ingreso per cápita entre naciones en los últimos dos siglos .



La teoría del crecimiento unificado sugiere que durante la mayor parte de la existencia humana, el progreso tecnológico se vio compensado por el crecimiento de la población y los niveles de vida estuvieron cerca de la subsistencia en el tiempo y el espacio. Sin embargo, la interacción reforzada entre la tasa de progreso tecnológico y el tamaño y la composición de la población ha aumentado gradualmente el ritmo del progreso tecnológico, aumentando la importancia de la educación en la capacidad de las personas para adaptarse al entorno tecnológico cambiante. El aumento en la asignación de recursos a la educación provocó una disminución de la fecundidad que permitió a las economías asignar una mayor proporción de los frutos del progreso tecnológico a un aumento constante del ingreso per cápita, en lugar de al crecimiento de la población, allanando el camino para el surgimiento de crecimiento económico sostenido. La teoría sugiere además que las variaciones en las características biogeográficas, así como las características culturales e institucionales, han generado un ritmo diferencial de transición del estancamiento al crecimiento entre países y, en consecuencia, divergencia en su ingreso per cápita durante los últimos dos siglos.

#### **2.2.5. Teoría del crecimiento de etapas lineales (Rostow, 1994)**

El modelo de etapas lineales de crecimiento es un modelo económico que supone que el crecimiento económico solo puede lograrse mediante la industrialización. El crecimiento puede verse restringido por las instituciones locales y las actitudes sociales, especialmente si estos aspectos influyen en la tasa de ahorro y las inversiones. Por tanto, este modelo considera que las limitaciones que impiden el crecimiento económico son internas de la sociedad.

Según el modelo de etapas lineales de crecimiento, una inyección masiva de capital correctamente diseñada junto con la intervención del sector público conduciría en última instancia a la industrialización y el desarrollo económico de una nación en





desarrollo. El modelo de etapas de crecimiento de Rostow es el ejemplo más conocido del modelo de etapas lineales de crecimiento. Rostow identificó cinco etapas por las que los países en desarrollo tenían que pasar para alcanzar un estatus de economía avanzada: (1) Sociedad tradicional, (2) Condiciones previas para el despegue, (3) Despegue, (4) Conducir hacia la madurez, (5) Edad de alto consumo masivo. Sostuvo que el desarrollo económico podría ser liderado por ciertos sectores fuertes; esto contrasta, por ejemplo, con el marxismo que afirma que los sectores deben desarrollarse por igual. Según el modelo de Rostow, un país necesitaba seguir algunas reglas de desarrollo para alcanzar el despegue: (1) La tasa de inversión de un país debe aumentarse al menos al 10% de su PIB, (2) Una o dos empresas manufactureras es necesario establecer sectores con una alta tasa de crecimiento, (3) Debe existir o crearse un marco institucional, político y social para promover la expansión de esos sectores. Las teorías de la modernización económica, como el modelo de etapas de Rostow, se han inspirado en gran medida en el modelo de Harrod-Domar, que explica de forma matemática la tasa de crecimiento de un país en términos de la tasa de ahorro y la productividad del capital.

#### **2.2.6. Teoría del crecimiento desequilibrado (Hirschman, 1979)**

El crecimiento desequilibrado es una vía natural de desarrollo económico. Las situaciones en las que se encuentran los países en un momento determinado reflejan sus decisiones de inversión anteriores y su desarrollo. En consecuencia, en cualquier momento, los programas de inversión deseables que no sean paquetes de inversión equilibrados aún pueden promover el bienestar. La inversión desequilibrada puede complementar o corregir los desequilibrios existentes. Una vez realizada dicha inversión, es probable que aparezca un nuevo desequilibrio que requiera inversiones compensatorias adicionales. Por tanto, no es necesario que el crecimiento se produzca de forma equilibrada.



La teoría generalmente se asocia con Hirschman. Presentó una formulación teórica completa de la estrategia. Los países subdesarrollados muestran características comunes: bajos niveles de INB per cápita y lento crecimiento del INB per cápita, grandes desigualdades de ingresos y pobreza generalizada, bajos niveles de productividad, gran dependencia de la agricultura, una estructura industrial atrasada, una alta proporción de consumo y bajos ahorros, altas tasas de crecimiento demográfico y cargas de dependencia, alto desempleo y subempleo, atraso tecnológico y dualismo {existencia de sectores tanto tradicionales como modernos}. En un país menos desarrollado, estas características conducen a recursos escasos o infraestructura inadecuada para explotar estos recursos. Con la falta de inversores y empresarios, los flujos de efectivo no pueden dirigirse a varios sectores que influyen en el crecimiento económico equilibrado.

Hirschman sostiene que el desequilibrio deliberado de la economía de acuerdo con la estrategia es el mejor método de desarrollo y si la economía debe seguir avanzando, la tarea de la política de desarrollo es mantener la tensión, las desproporciones y el desequilibrio. El crecimiento equilibrado no debe ser el objetivo, sino el mantenimiento de los desequilibrios existentes, que se pueden ver en las pérdidas y ganancias. Por tanto, la secuencia que se aleja del equilibrio es precisamente un patrón ideal para el desarrollo. El desarrollo desigual de varios sectores a menudo genera condiciones para un desarrollo rápido. Las industrias más desarrolladas brindan a las industrias no desarrolladas un incentivo para crecer. Por tanto, el desarrollo de los países subdesarrollados debe basarse en esta estrategia.

El camino del crecimiento desequilibrado se describe en tres fases:

- Complementario
- Inversión inducida
- Economías externas



La teoría indica que los programas de inversión deseables siempre existen dentro de un país que representan una inversión desequilibrada para complementar el desequilibrio existente. Estas inversiones crean un nuevo desequilibrio que requiere otra inversión de equilibrio. Un sector siempre crecerá más rápido que otro, por lo que la necesidad de un crecimiento desequilibrado continuará, ya que las inversiones deben complementar el desequilibrio existente. Hirschman afirma que “para que la economía siga avanzando, la tarea de la política de desarrollo es mantener las tensiones, las desproporciones y el desequilibrio”. Esta situación existe para todas las sociedades, desarrolladas o subdesarrolladas.

### 2.3. Marco Conceptual

- **Temperatura:** La temperatura es una propiedad física de la materia que expresa cuantitativamente el calor y el frío. Es la manifestación de la energía térmica, presente en toda la materia, que es la fuente de la ocurrencia de calor, un flujo de energía, cuando un cuerpo está en contacto con otro que está más frío. (Burke, Hsiang, & Miguel, 2015)
- **Desarrollo Económico:** Es el proceso por el cual una nación mejora el bienestar económico, político y social de sus ciudadanos. Esto significa un enfoque en la innovación, las habilidades y la infraestructura, así como en el crecimiento económico general. (Bond, Leblebicioglu, & Schiantarelli, 2010)
- **Cambio climático:** El cambio climático describe un cambio en las condiciones promedio, como la temperatura y la lluvia, en una región durante un largo período de tiempo. En conjunto, el calentamiento global y sus efectos se conocen como cambio climático (Burke, Hsiang, & Miguel, 2015)
- **Calentamiento global:** El aumento de la temperatura promedio del sistema climático de la Tierra, llamado calentamiento global, está impulsando cambios



en los patrones de lluvia, clima extremo, llegadas de estaciones y otros efectos adversos. (Burke, Hsiang, & Miguel, 2015)

- Fluctuaciones de temperatura: Las fluctuaciones térmicas son desviaciones aleatorias de un sistema de su estado promedio, que ocurren en un sistema en equilibrio. Todas las fluctuaciones térmicas se hacen más grandes y más frecuentes a medida que aumenta la temperatura, e igualmente disminuyen a medida que la temperatura se acerca al cero absoluto. (Dell, Jones, & Olken, 2012)
- Shocks de temperatura: El choque de temperatura es un tipo de variación rápidamente transitoria. Por definición, es una variación provocada por un cambio rápido de temperatura de un determinado punto. (Dell, Jones, & Olken, 2012)
- Nivel de ingresos: Los ingresos son dinero que recibe un individuo o empresa, generalmente a cambio de proporcionar un bien o servicio o mediante la inversión de capital. (INEI, 2014)
- Tasa de crecimiento del ingreso: Es la variación anual de los ingresos que recibe un individuo o empresa en el período  $t-1$  y  $t$ . (Bond, Leblebicioglu, & Schiantarelli, 2010)
- Nivel de crecimiento del ingreso anual de los hogares agrícolas más pobres: Es el nivel de ingreso anual que recibe un hogar agrícola  $i$  que se encuentra en situación de pobreza en el período  $t$ . (Bond, Leblebicioglu, & Schiantarelli, 2010)
- Tasa de crecimiento del ingreso anual de los hogares agrícolas: Es la variación en el ingreso anual de los hogares agrícolas entre el período  $t$  y el período  $t-1$ . (Bond, Leblebicioglu, & Schiantarelli, 2010)



- Modelo de efectos fijos: es una técnica de estimación empleada en una configuración de datos de panel que permite controlar las características individuales no observadas invariantes en el tiempo que pueden correlacionarse con las variables independientes observadas. (Wooldridge, 2014)

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

Un incremento en la temperatura limita el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco durante el período 1997-2019.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

- Un incremento en la temperatura afecta negativamente al desarrollo económico de los hogares agrícolas más pobres de la Región del Cusco durante el período 1997-2019.
- Un incremento en la temperatura un efecto negativo de mediano plazo en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco durante el período 1997-2019.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Variables de investigación**

Las variables de la presente investigación son las siguientes:

#### **Variable dependiente**

- Desarrollo económico

#### **Variable Independiente:**

- Temperatura

### **2.5.2. Conceptualización de las variables**

#### **Variable dependiente**



- **Desarrollo económico:** Es el proceso por el cual una nación mejora el bienestar económico, político y social de sus ciudadanos. Esto significa un enfoque en la innovación, las habilidades y la infraestructura, así como en el crecimiento económico general. (Bond, Leblebicioglu, & Schiantarelli, 2010). Se mide a través de las tasas de crecimiento de los ingresos a corto y mediano plazo.

**Variable Independiente:**

- **Temperatura:** La temperatura es una propiedad física de la materia que expresa cuantitativamente el calor y el frío. Es la manifestación de la energía térmica, presente en toda la materia, que es la fuente de la ocurrencia de calor, un flujo de energía, cuando un cuerpo está en contacto con otro que está más frío. (Burke, Hsiang, & Miguel, 2015). Se mide a través de las fluctuaciones de temperatura que son desviaciones aleatorias de un sistema de su estado promedio, que ocurren en un sistema en equilibrio. Todas las fluctuaciones térmicas se hacen más grandes y más frecuentes a medida que aumenta la temperatura, e igualmente disminuyen a medida que la temperatura se acerca al cero absoluto. (Dell, Jones, & Olken, 2012)



### 2.5.3. Operacionalización de variables

A continuación, se presenta la tabla de operacionalización de las variables de investigación:

TABLA 1 — Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador
Variable Dependiente: Desarrollo económico	Es el proceso por el cual una nación mejora el bienestar económico, político y social de sus ciudadanos. Esto significa un enfoque en la innovación, las habilidades y la infraestructura, así como en el crecimiento económico general. (Bond, Leblebicioglu, & Schiantarelli, 2010)	Es el cambio en el crecimiento de los ingresos de los hogares agrícolas de la región del Cusco subdividido en hogares más pobres, hogares agrícolas y promedio de los últimos 5 años.	Económica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nivel de crecimiento del ingreso anual de los hogares agrícolas más pobres</li><li>• Tasa de crecimiento del ingreso anual de los hogares agrícolas</li><li>• Tasa de crecimiento del ingreso promedio de los últimos 5 años</li></ul>
Variable Independiente: Temperatura	La temperatura es una propiedad física de la materia que expresa cuantitativamente el calor y el frío. Es la manifestación de la energía térmica, presente en toda la materia, que es la fuente de la ocurrencia de calor, un flujo de energía, cuando un cuerpo está en contacto con otro que está más frío. (Burke, Hsiang, & Miguel, 2015)	Se mide a través de las fluctuaciones de temperatura de año a año que tienen influencia sobre el nivel de ingreso anual.	Ambiental	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fluctuaciones de temperatura en Celsius entre el año t y el año t-1</li></ul>

Fuente: Elaboración propia



## Capítulo III. Método de Investigación

### 3.1. Tipo de Investigación

La investigación es de tipo aplicada, según (Vargas Z. , 2009) “son experiencias de investigación con propósitos de resolver o mejorar una situación específica o particular, para comprobar un método mediante la aplicación de un modelo teórico o práctico”. En este sentido, la presente investigación busca establecer el efecto de la temperatura en el desarrollo económico a través de la verificación de hipótesis con un modelo econométrico que permita capturar las relaciones entre ambas variables de investigación.

### 3.2. Enfoque de Investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que la medición del fenómeno de estudio y los indicadores de la variable dependiente y la independiente son de naturaleza numérica (Sampieri, 2014). En el caso de la variable dependiente, el desarrollo económico se mide a través de la tasa de crecimiento de los ingresos, mientras que la variable independiente se mide a través de las fluctuaciones de temperatura en grados Celsius.

### 3.3. Diseño de la Investigación

La investigación sigue un diseño no experimental, este tipo de diseños, de acuerdo con (Carrasco, 2013) los estudios no experimentales “no manipulan intencionalmente al fenómeno de estudio, asimismo el investigador no tiene control sobre las variables de investigación”. Este es el caso de la presente investigación, ya que no es posible realizar algún tipo de manipulación a las fluctuaciones de temperatura o a la tasa de crecimiento de los ingresos de la región Cusco.

### 3.4. Alcance de la Investigación

La investigación es de tipo explicativa. De acuerdo con la definición de (Carrasco, 2013), la investigación explicativa “responde a la interrogante ¿por qué?, es decir con este estudio podemos conocer por qué un hecho o fenómeno de la realidad tiene tales y cuales





características, cualidades, propiedades”. Este es el caso de la investigación ya que se busca establecer la influencia que ha tenido la temperatura en el desarrollo económico y también se busca identificar los mecanismos causales entre ambas variables.

### **3.5. Población y Muestra de la Investigación**

#### **3.5.1. Población**

La población de estudio está compuesta por los hogares agrícolas/viviendas de la región del Cusco, que según los datos de INEI son un total de 182,000 unidades agropecuarias de acuerdo a la información del Censo Nacional Agropecuario 2012 que fue actualizada con la Encuesta Nacional Agropecuaria 2018. (INEI, 2018)

#### **3.5.2. Muestra**

Dado que se utiliza a la Encuesta Nacional de Hogares como la principal fuente de información, se reportan las características del muestreo realizado para la región del Cusco y el número de viviendas según la ficha técnica de la encuesta. El muestreo es de tipo probabilístico, de áreas, estratificado, multietápica e independiente en cada departamento de estudio. El tamaño de la muestra asignado a la región del Cusco es de 322 hogares/viviendas agrícolas (INEI, 2018) particulares en promedio por año de estudio. Es decir, se cuenta con 6,762 observaciones para el período de estudio de la investigación.

### **3.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas**

La principal técnica utilizada en la investigación es la Encuesta, en particular, se utiliza la Encuesta Nacional de Hogares elaborada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática y disponible en Microdatos en su portal web.

#### **3.6.2. Instrumentos**

El instrumento utilizado es el cuestionario, que, en el caso de la Encuesta Nacional de Hogares, se divide en diferentes módulos, siendo los más importantes los siguientes:



- Módulo Sumarias: Cuestionario de variables calculadas que permite identificar el ingreso promedio de los hogares agrícolas de la región Cusco.
- Módulo 100: Cuestionario de características del hogar que incluye información georeferenciada a nivel de conglomerado.
- Módulo 200: Cuestionario de características de los miembros del hogar que incluye variables de género, educación, edad, entre otros.

### **3.7. Procesamiento de datos**

El procesamiento de datos se realizará utilizando Stata MP 16.0 con el cual se plantea realizar el modelo econométrico planteado en la investigación.



## Capítulo IV: Diagnóstico de la región Cusco

### 4.1. Aspectos geográficos

La región del Cusco “es un departamento peruano ubicado en el sureste del país. Su capital y ciudad más poblada es la homónima Cuzco. Limitando al norte con los departamentos de Junín y de Ucayali, al este con Madre de Dios, al sureste con Puno, al sur con Arequipa y al oeste con Apurímac y Ayacucho.” El territorio de la región comprende un sector de la región andina en la parte meridional y zonas cubiertas por la selva amazónica.



FIGURA 3. Mapa de la Región del Cusco

La región cuenta con un área total de 71 986,50 km<sup>2</sup> con una población de 1 205 527 habitantes y se organiza en trece (13) provincias: Cusco, Acomayo, Anta, Calca, Canas, Canchis, Chumbivilcas, Espinar, La Convención, Paruro, Paucartambo, Quispicanchi y Urubamba.



#### 4.2. Características de los agricultores

La presente sección estudia las características (sociales, educativas, entre otros) de los agricultores de la Región Cusco que participaron en la Encuesta Nacional de Hogares durante el período 1997-2019. La figura 4 muestra la composición de sexo entre los agricultores estudiados, se puede observar que hay una ligera mayoría de varones en comparación con las mujeres, este se debe en particular al esfuerzo físico que requiere la agricultura, así como los estereotipos en las actividades agrícolas.

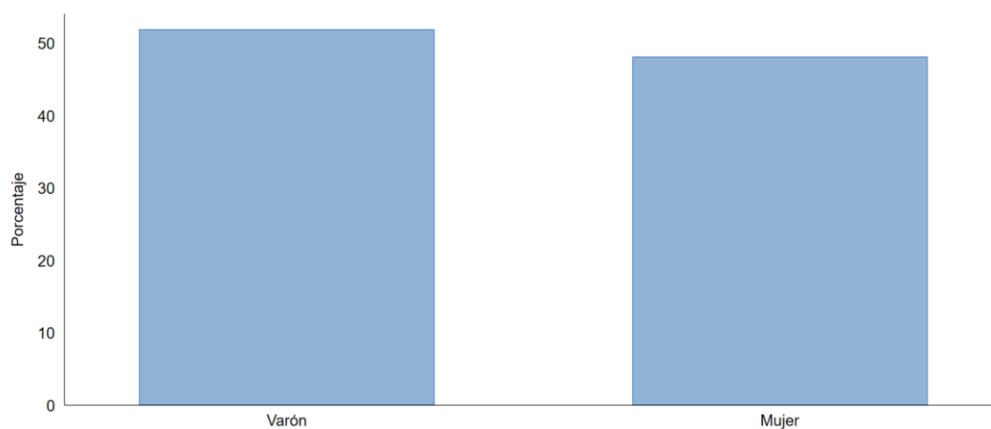


FIGURA 4. Sexo: 1997-2019

*Fuente:* Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019 – Instituto Nacional de Estadística e Informática

La tabla 2 presenta el nivel educativo para los agricultores de la región. Se puede observar que una gran mayoría de agricultores indica no tener nivel educativo (sin nivel), también se observa una proporción importante de agricultores que tienen primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta y secundaria completa.

TABLA 2 — Nivel educativo: 1997-2019

Nivel educativo	Freq.	Percent	Cum.
Sin nivel	2,935	17.89	17.89
Educación Inicial	13	0.08	17.97
Primaria incompleta	5,161	31.46	49.43
Primaria completa	2,545	15.51	64.94
Secundaria incompleta	3,550	21.64	86.58
Secundaria completa	1,696	10.34	96.92
Sup. no Univ. Incompleta	146	0.89	97.81
Sup. no Univ. Completa	160	0.98	98.78
Sup. Univ. Incompleta	149	0.91	99.69
Sup. Univ. Completa	49	0.3	99.99
Post-Grado Universitario	1	0.01	99.99
Total	16,405	100	



*Fuente:* Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019 – Instituto Nacional de Estadística e Informática

La figura 5 muestra la distribución de edades para los agricultores de la región. Se observa que hay una proporción importante de agricultores que tienen entre 14 y 20 años. Después de los 20 años, la distribución de edades tiene la forma de una distribución normal.

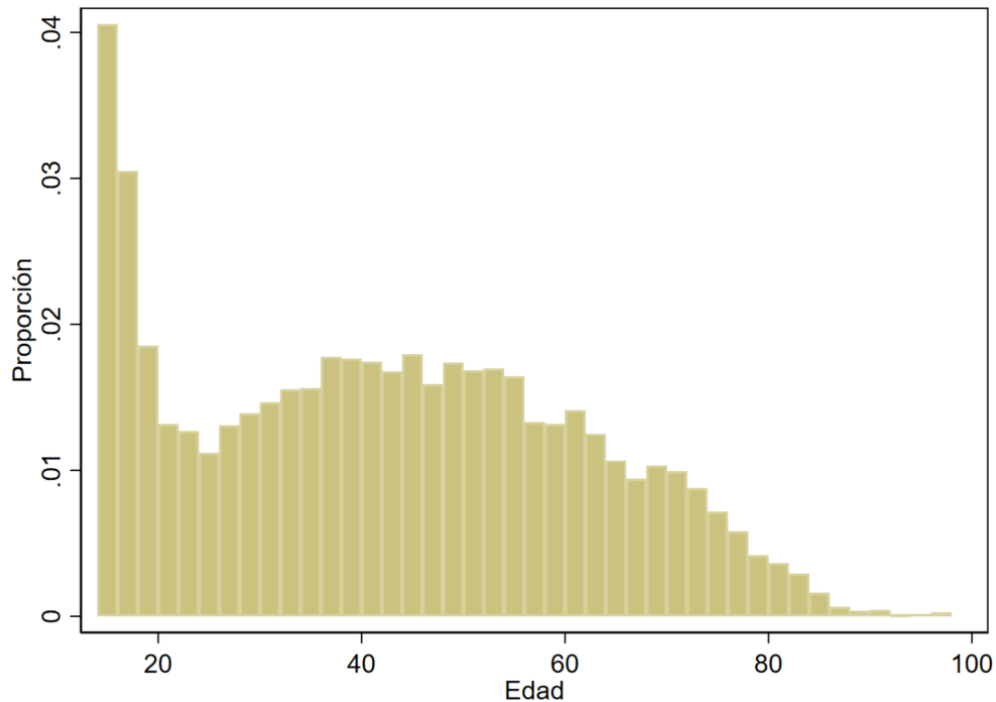


FIGURA 5. Distribución de edades: 1997-2019

*Fuente:* Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019 – Instituto Nacional de Estadística e Informática

La tabla 3 muestra el estado civil de los agricultores encuestados. Se puede apreciar que la gran mayoría de agricultores se encuentran solteros, casados o son convivientes con un 24.97%, 40.91% y 22.91% respectivamente. También se aprecia una menor proporción de viudos, divorciados y separados.

TABLA 3 — Estado civil: 1997-2019

Estado civil	Freq.	Percent	Cum.
Conviviente	3,758	22.91	22.91
Casado	6,712	40.91	63.82
Viudo	1,350	8.23	72.05
Divorciado	18	0.11	72.16
Separado	472	2.88	75.03
Soltero	4,096	24.97	100
Total	16,406	100	

*Fuente:* Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019 – Instituto Nacional de Estadística e Informática

### 4.3. Empleo

La tabla 4 presenta el estado de la PEA en la muestra de análisis. Se puede observar que el porcentaje de Ocupados es de 90.97%, el porcentaje de No PEA es de 8.3% y los desocupados abiertos y ocultos representan el 0.73% del total.

TABLA 4 — Estado de la Población Económicamente Activa

Estado PEA	Freq.	Percent	Cum.
Ocupado	15,547	90.97	90.97
Desocupado Abierto	71	0.42	91.39
Desocupado Oculito	53	0.31	91.7
No PEA	1,419	8.3	100
Total	17,090	100	

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019– Instituto Nacional de Estadística e Informática

La figura 6 muestra la densidad de horas trabajadas en la actividad agrícola para el período 1997-2019. Se puede observar que, al ser una actividad independiente, los agricultores trabajan desde 20 horas hasta 50 horas a la semana. En particular, la distribución tiene su pico en las 45 horas en promedio, indicando que una gran cantidad de agricultores trabaja 8 horas a la semana o menos.

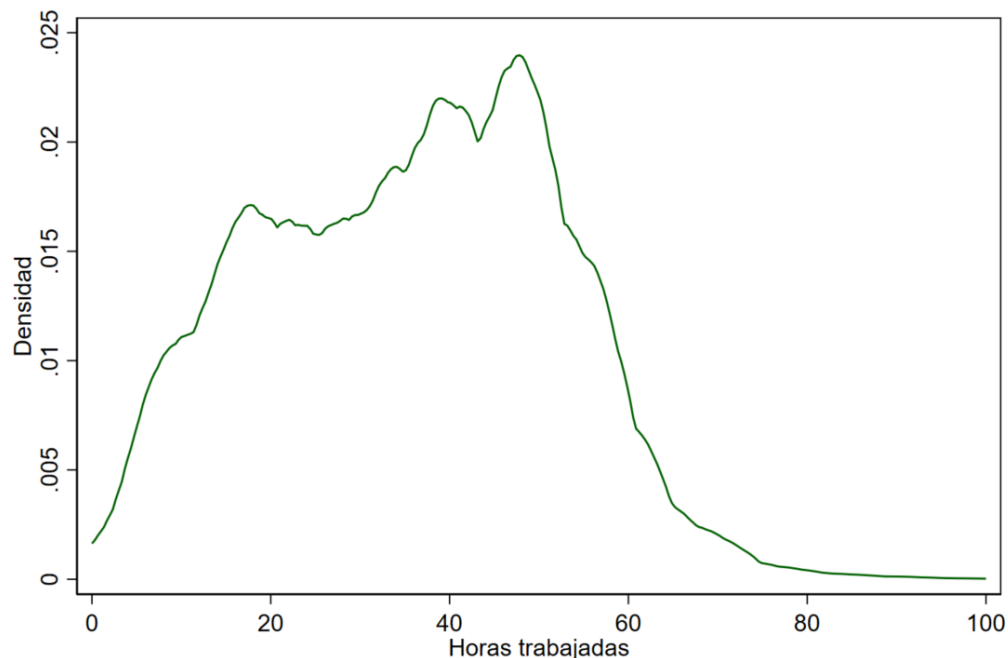


FIGURA 6. Densidad de horas trabajadas en la actividad principal, 1997-2019

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019– Instituto Nacional de Estadística e Informática



La figura 7 presenta la densidad de horas trabajadas en la actividad principal por sexo. Se puede apreciar que las mujeres trabajan entre 15 y 40 horas en promedio (línea anaranjada) y los varones trabajan entre 20 y 50 horas (línea verde); sin embargo, una mayor proporción de varones trabaja entre 45 y 50 horas dado que este es el punto en el eje x que tiene una mayor masa.

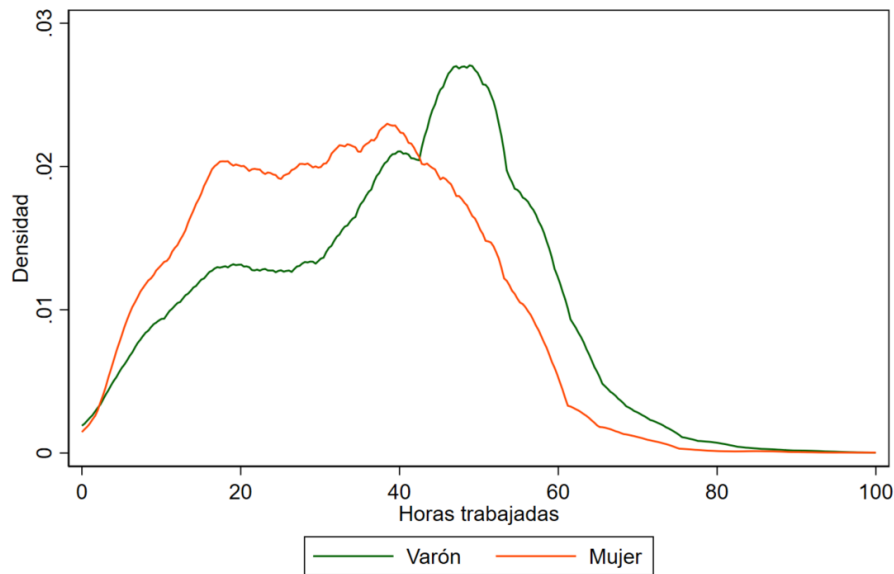


FIGURA 7. Densidad de horas trabajadas en la actividad principal por sexo, 1997-2019

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019– Instituto Nacional de Estadística e Informática

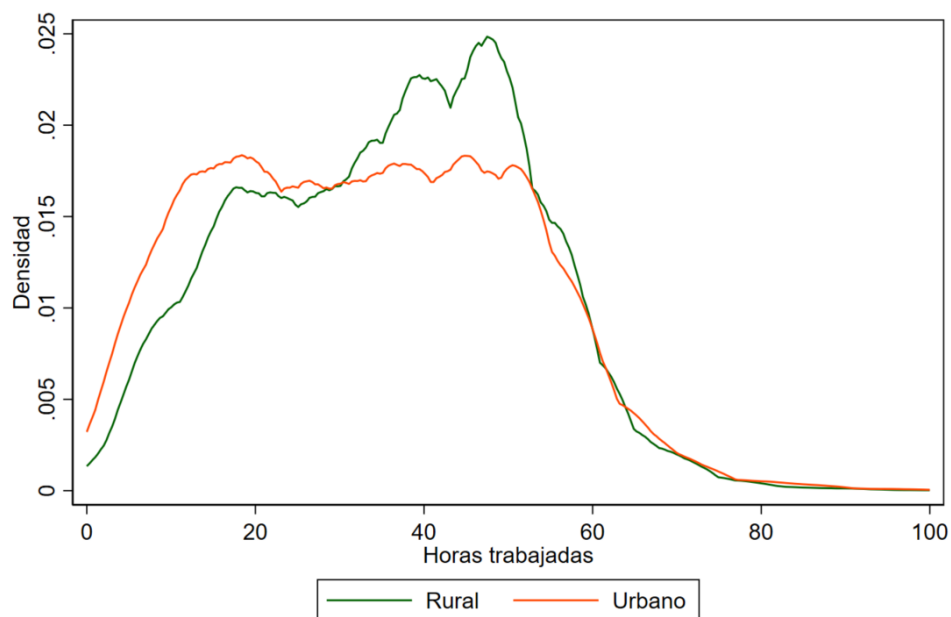


FIGURA 8. Densidad de horas trabajadas en la actividad principal por zona de residencia, 1997-2019



*Fuente:* Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019– Instituto Nacional de Estadística e Informática

La figura 8 presenta la densidad de horas trabajadas en la actividad agrícola por zona de residencia. Se puede apreciar que los agricultores que se encuentran en estratos considerados “urbanos” (i.e. Anta) trabajan entre 20 y 50 horas de forma homogénea. En cambio, los agricultores de la zona “rural” trabajan en mayor proporción entre las 40 y 50 horas.

#### 4.4. Pobreza

La figura 9 presenta la densidad de los ingresos agrícolas por autoconsumo y sin autoconsumo. Se considera al autoconsumo como un proxy de pobreza dado que está asociado a la agricultura de subsistencia. En particular, se puede apreciar que hay una mayor concentración de ingresos entre 0 y 1000 soles para agricultores que no realizan autoconsumo, mientras que se encuentra más distribuida para los agricultores que realizan autoconsumo.

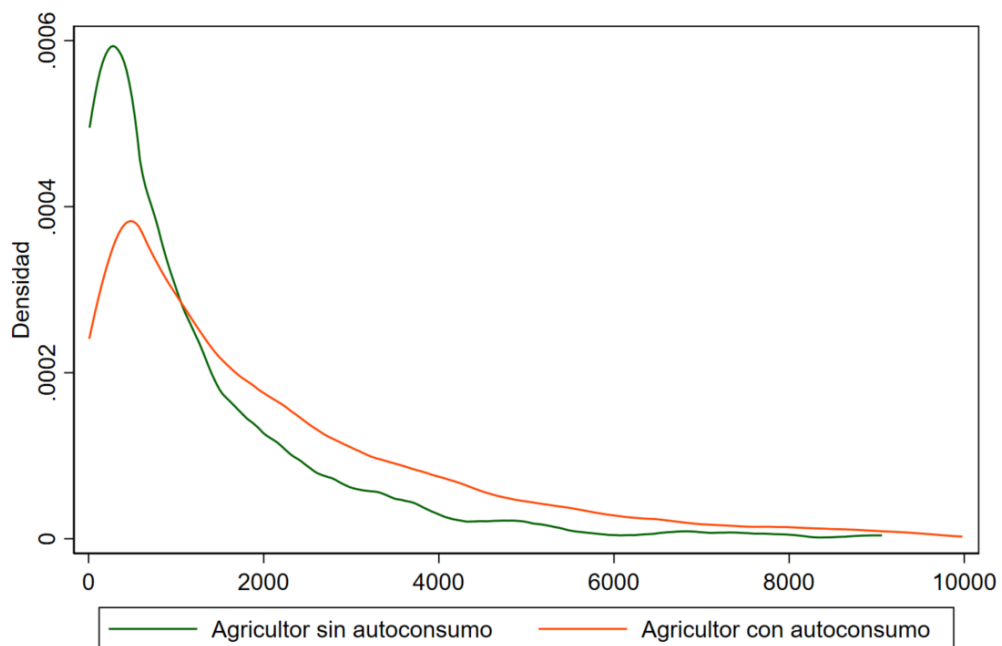


FIGURA 9. Densidad de los ingresos agrícolas por autoconsumo, 1997-2019

*Fuente:* Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019– Instituto Nacional de Estadística e Informática

La tabla 5 presenta el estrato organizado por número de viviendas. Se considera a la zona urbana cuando una vivienda tiene entre 401 a más de 100,000 viviendas; y a la zona rural





si está en un Área de Empadronamiento Rural, de la tabla se puede apreciar que muy pocos agricultores viven en la zona urbana, ya que representan menos del 20%. Por otro lado, hay una gran proporción de agricultores que viven en Áreas de Empadronamiento Rural en la región del Cusco.

TABLA 5 — Estrato por número de viviendas: 1997-2019

Estrato	Freq.	Percent	Cum.
Mayor de 100,000 viviendas	8	0.05	0.05
De 20,001 a 100,000 viviendas	238	1.39	1.44
De 10,001 a 20,000 viviendas	37	0.22	1.66
De 4,001 a 10,000 viviendas	397	2.32	3.98
401 a 4,000 viviendas	1,346	7.88	11.85
Menos de 401 viviendas	1,209	7.07	18.93
Área de Empadronamiento Rural - AER Compuesto	11,081	64.84	83.77
Área de Empadronamiento Rural - AER Simple	2,774	16.23	100
Total	17,090	100	

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019– Instituto Nacional de Estadística e Informática

#### 4.5. Ingresos

La figura 10 presenta la densidad de los ingresos agrícolas comparada con una densidad normal. Se puede apreciar que la densidad de los ingresos se encuentra a la izquierda de la densidad normal, lo que indica que la mayoría de agricultores tiene una concentración de ingresos relativamente baja. También se puede observar que la distribución va disminuyendo hasta no representar una gran proporción en 8000 soles para adelante.

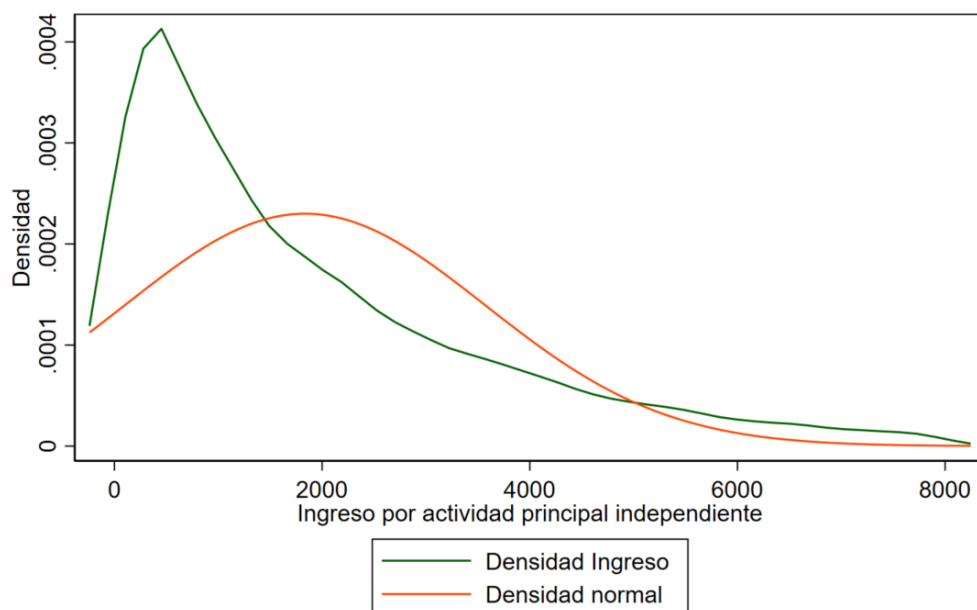




FIGURA 10. Densidad de los ingresos agrícolas, 1997-2019

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019– Instituto Nacional de Estadística e Informática

La tabla 6 presenta el nivel de ingreso por género para el período 1997-2019, se puede verificar que los varones tienen niveles de ingreso más altos en comparación con las mujeres, existiendo una brecha de 877 soles para el período de estudio.

TABLA 6 — Ingreso por género: 1997-2019

Ingreso agrícola	Obs	Promedio	S.D.
Varón	5647	2740.84	4023.63
Mujer	1547	1863.25	3397.596

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019– Instituto Nacional de Estadística e Informática

En relación a los gráficos de dispersión. La figura 11 estudia la dispersión entre los ingresos y la temperatura para cada año de la muestra. Se puede apreciar que ha habido un incremento de los ingresos para años más recientes, también se visualiza una tendencia descendente entre los ingresos y la temperatura, indicando que, a mayor temperatura, se reducen los ingresos.

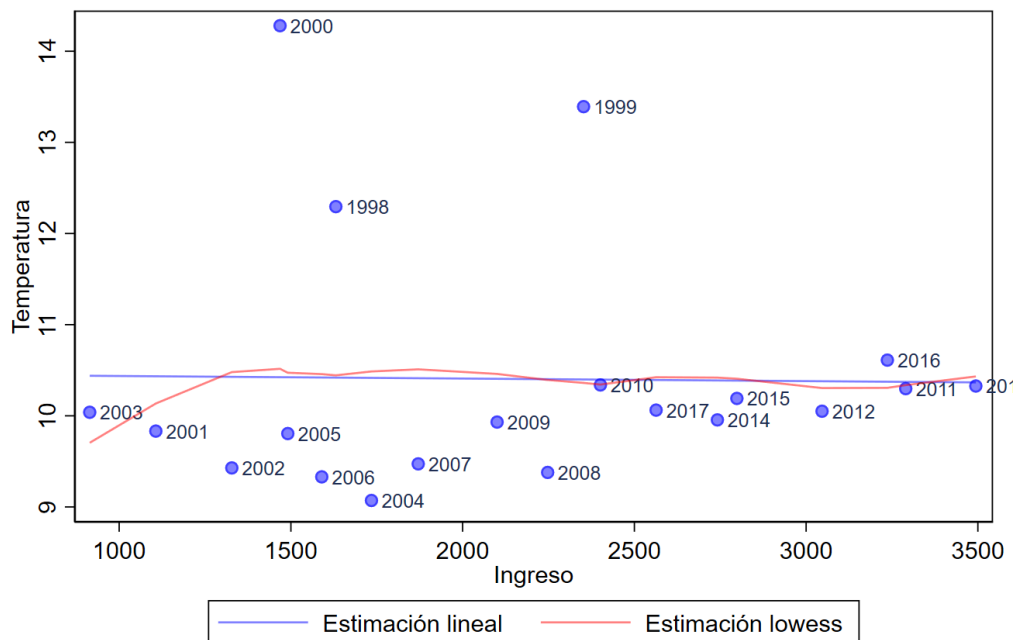


FIGURA 11. Gráfico de dispersión temperatura - ingresos por año: 1997-2019

Notas: La regresión local corresponde a una estimación lowess. La estimación lineal corresponde a un modelo lineal. Fuente: Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01, Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019



La figura 12 presenta el gráfico de dispersión para la temperatura e ingresos por grupos de provincias-año. De acuerdo con el gráfico, se puede apreciar tres grupos de provincias con niveles de temperatura similares, donde todos presenta relaciones constantes o negativas.

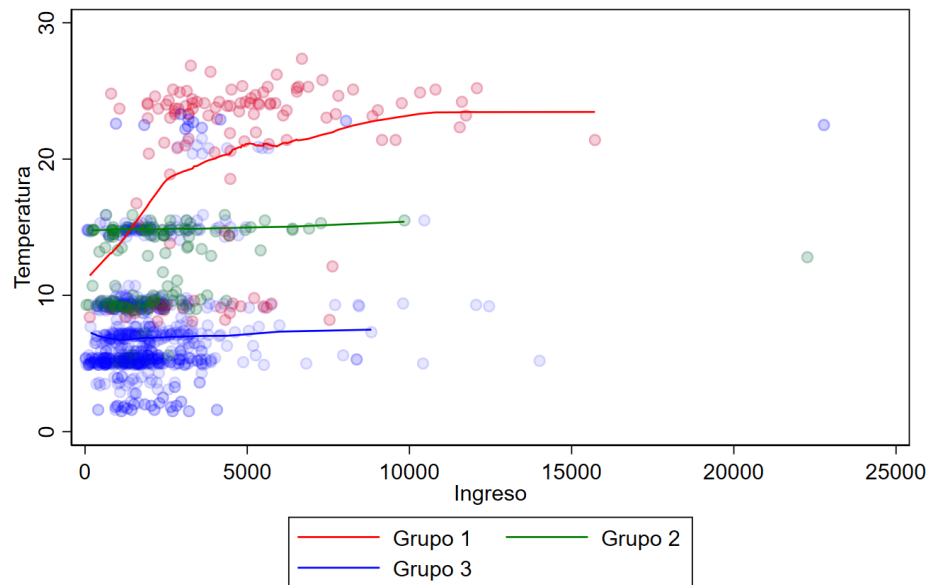


FIGURA 12. Gráfico de dispersión temperatura - ingresos por grupo de provincias: 1997-2019

Notas: La regresión local corresponde a una estimación lowess. Fuente: Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01, Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019

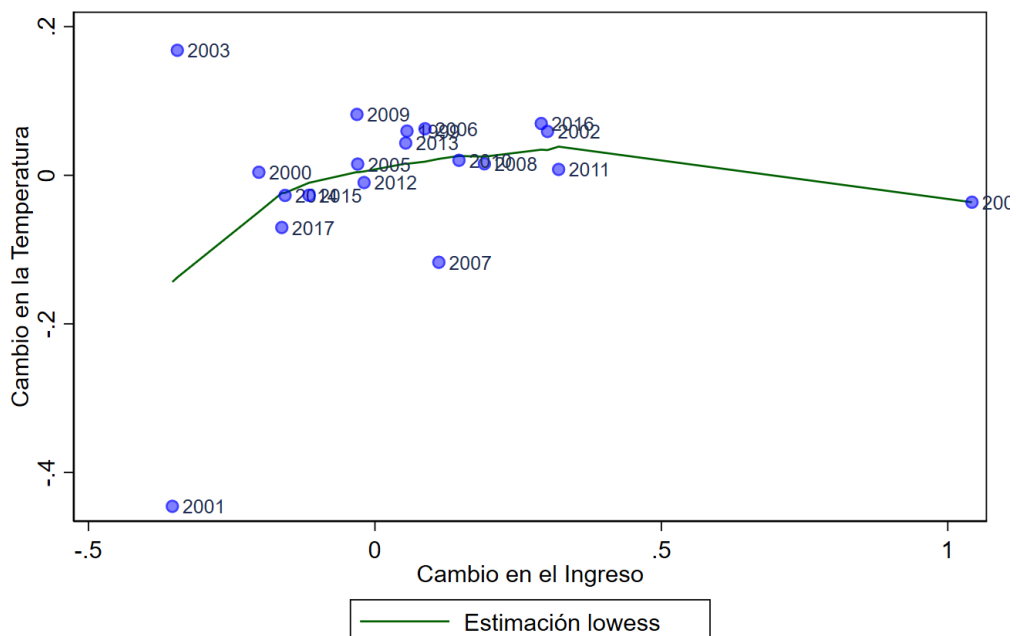


FIGURA 13. Gráfico de dispersión cambio en la temperatura – cambio en el ingreso: 1997-2019

Notas: La regresión local corresponde a una estimación lowess. Fuente: Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01, Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019



También se estudia el efecto de un cambio en la temperatura en un cambio en el ingreso. Se puede apreciar en la figura 13 que esta relación es homogénea para la mayoría de años, exceptuando a los años 2001, 2003 y 2006.

#### 4.6. Temperatura

En esta sección se incluyen figuras que estudian el comportamiento de la temperatura a través del tiempo. La figura 14 presenta la temperatura por provincias para las provincias que se encuentran en el rango de la base de datos de la *Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01*. Se puede apreciar que se tiene información para 9 provincias del Cusco, las que se dividieron en provincias con menos de 10 grados de temperatura y con más de 10 grados de temperatura. Incluyendo a Acomayo, Espinar, Chumbivilcas, Canchis, Quispicanchi, Paucartambo, Urubamba, Calca y La Convención.

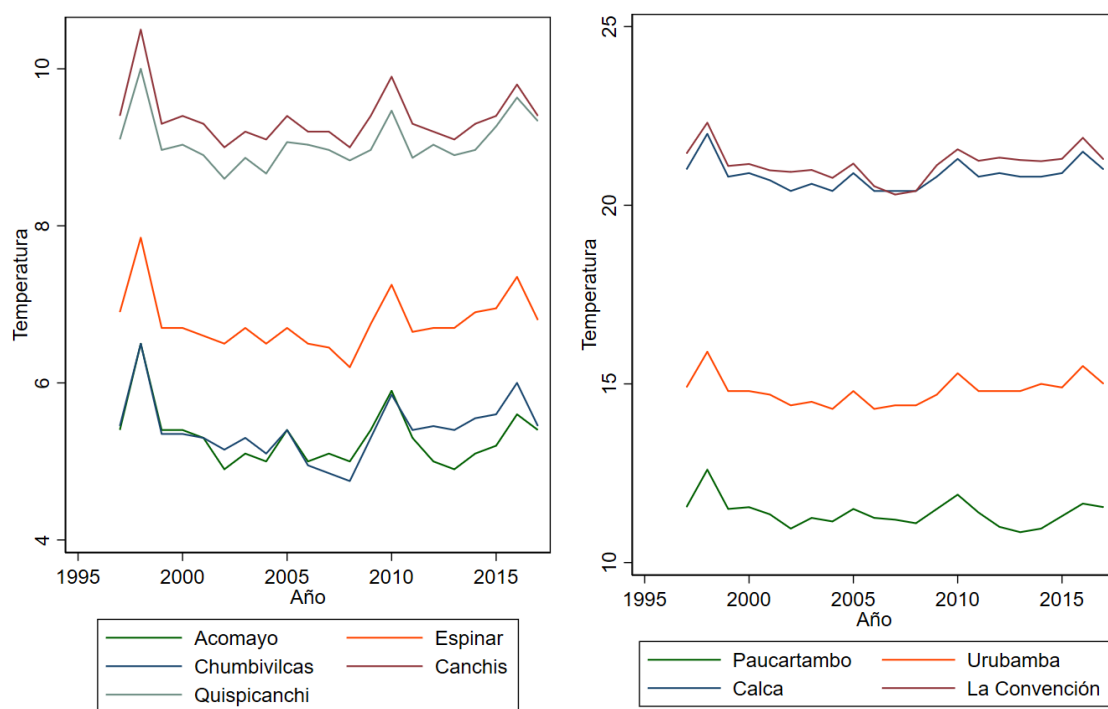


FIGURA 14. Temperatura por provincias en la Región Cusco: 1997-2019

Fuente: Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01



La figura 15 presenta la diferencia en la temperatura por provincias de la región Cusco, en particular, se aprecia que tanto las provincias cálidas como las frías han tenido una variación similar en el período de estudio, indicando que las temperaturas varían de la misma forma para toda la región.

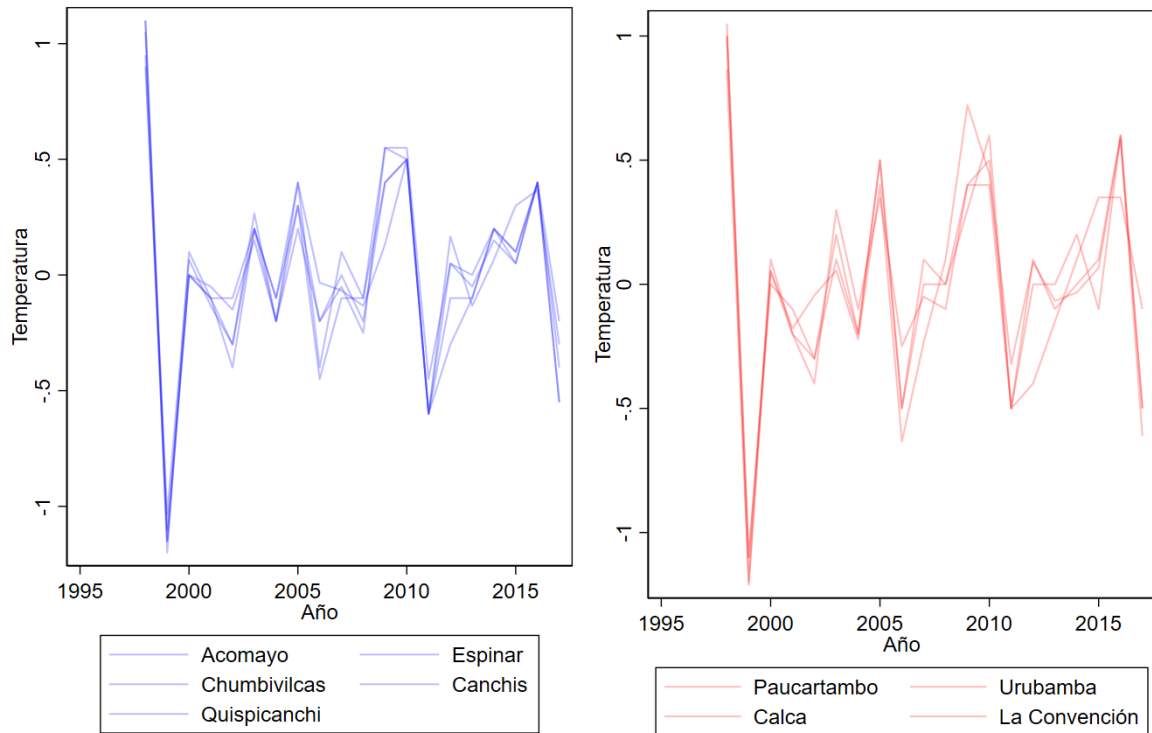


FIGURA 15. Diferencia en la temperatura por provincias en la Región Cusco: 1997-2019

Fuente: Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01

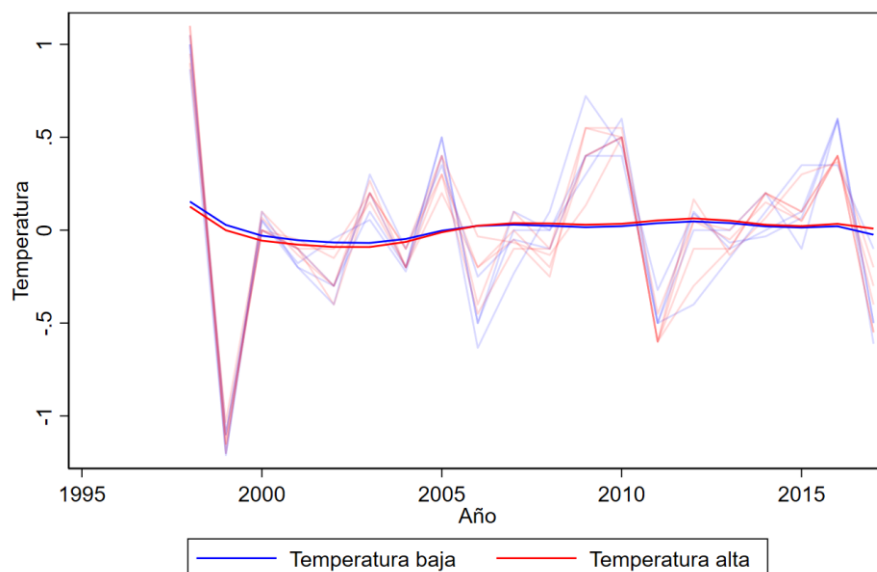


FIGURA 16. Estimación lowess de temperatura en la región Cusco: 1997-2019

Notas: La regresión local utilizada corresponde a una estimación lowess. Fuente: Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01



La figura 16 presenta una estimación de regresión local para la temperatura en la Región del Cusco, como se mencionó anteriormente, hay variaciones de año a año que son similares para todas las provincias. Sin embargo, la tendencia indica que las temperaturas se han mantenido constantes durante el período de estudio, a pesar de su gran variabilidad de año a año.



## Capítulo V: Resultados de la investigación

### 5.1. Data y estadísticas descriptivas

La data histórica de temperatura se obtiene de *Terrestrial Air Temperature and precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01* (Matsuura & Willmott, 2019). Esta base de datos provee de datos mensuales de temperatura promedio a una resolución de  $0.5 \times 0.5$  grados (aproximadamente  $56 \text{ km} \times 56 \text{ km}$  en el ecuador). Los valores se interpolan para cada nodo de la cuadrícula de un promedio de 20 estaciones meteorológicas diferentes, con correcciones de elevación. La data de ingresos agrícolas proviene de la Encuesta Nacional de Hogares. Esta encuesta permite identificar el ingreso por actividad principal independiente para las personas cuya ocupación es netamente agrícola. La encuesta nacional de hogares también nos permite identificar a aquellos agricultores que en algún año hayan realizado autoconsumo (dimensión de pobreza entre los agricultores de la región)

Se utiliza el módulo de Stata *geonear* para combinar la data de temperatura con la data de ingresos agrícolas, el módulo *geonear* empareja a la ubicación georeferenciada de los agricultores (coordenadas x y y) con la cuadrícula de  $0.5 \times 0.5$  grados de temperatura más próxima. Esto permite tener información de los ingresos de cada agricultor y de su temperatura promedio a una resolución de  $56 \text{ km} \times 56 \text{ km}$ .

La tabla 7 resume los estadísticos descriptivos para los ingresos del agricultor, las características del agricultor y la temperatura promedio. Se puede observar que el ingreso por agricultura tiene un promedio de 2501 soles para el período de estudio, por otro lado, el 7.3% de los agricultores realiza autoconsumo, representando 1694 soles de autoconsumo en promedio para la muestra seleccionada.

TABLA 7 — Estadísticos descriptivos

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.
<i>(1) Ingresos del agricultor</i>			
Ingreso por actividad principal	7,429	2501	3868
Porcentaje de autoconsumo	8,733	7.3%	26.0%



Ingreso por autoconsumo	7,402	1694	1574
<i>(2) Características del agricultor</i>			
Porcentaje Sexo	16,406	48%	50%
Edad	16,406	41.84	19.05
Nivel educativo	16,406	3.7	1.7
Horas de trabajo por semana	17,082	35	16
<i>(3) Temperatura</i>			
Temperatura Promedio (Celcius)	462	14.32	9.04

*Notas:* Todos los valores reportados son promedio para el período 1997-2019. Autoconsumo se define como una dummy para una persona que consumió alguna vez de su propia producción agrícola. Temperatura está en grados Celsius e Ingreso anual e ingreso por autoconsumo en soles. Nivel educativo es una variable categórica, donde 1 = Sin nivel, 2 = Primaria incompleta, 3 = Primaria Completa, 4 = Secundaria Incompleta, 6 = Secundaria Completa *Fuente:* Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019, Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01

En relación a las características del agricultor, se observa que el 48% de agricultores son varones y tienen 41 años de edad en promedio. El nivel educativo se encuentra entre la primaria completa y la secundaria incompleta y trabajan un promedio de 35 horas a la semana. Finalmente, la temperatura promedio para la región ha sido de 14.32 grados centígrados, con una desviación estándar de 9.04 grados.

## 5.2. Modelo económico de temperatura

En esta sección se presenta el marco teórico que sustenta el modelo económico de temperatura. Se sigue la derivación realizada por (Bond, Leblebicioglu, & Schiantarelli, 2010) asumiendo una relación lineal entre el ingreso y la producción. Se considera el siguiente modelo de producción:

$$Y_{it} = P_{it} = e^{\beta T_{it}} A_{it} \dots (1)$$

Donde  $Y$  es el ingreso del productor,  $P$  es el nivel de producción,  $A$  mide la productividad del trabajo y  $T$  mide la temperatura. Se asume que la producción está linealmente asociada al nivel de ingresos. La ecuación 1 captura el *efecto nivel* de la temperatura en los ingresos. Por otro lado, la siguiente ecuación:

$$\Delta A_{it}/A_{it} = g_i + \gamma T_{it} \dots (2)$$





Captura el *efecto crecimiento* de la temperatura en la productividad de los agricultores. Tomando logaritmos en la función de producción y diferenciando con respecto al tiempo, se tiene la ecuación de crecimiento:

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

Donde  $g_{it}$  captura el efecto de la tasa de crecimiento de los ingresos per cápita. Los *efectos nivel* de la ecuación 1 aparecen a través de  $\beta$ , mientras que los *efectos de crecimiento* aparecen a través de  $\gamma$ . Esta separación realizada en la ecuación 3 nos permite identificar los efectos nivel y crecimiento a través de la examinación de cambios transitorios en la temperatura. En particular, ambos efectos tienen una influencia en los ingresos, pero los efectos nivel se invierten cuando el clima vuelve a su estado anterior ( $\beta T_{it} - \beta T_{it-1}$ ), en cambio, los efectos crecimiento son permanentes ( $\gamma T_{it}$ ).

### 5.3. Estimación empírica

A fin de comprobar las hipótesis de la investigación, y de verificar si la temperatura tiene efectos de crecimiento o nivel en el mediano plazo, se plantea utilizar la siguiente especificación:

$$Y_{it} = \beta T_{rt} + \alpha_i + \omega_t + \lambda_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde:

- $Y_{it}$  es el nivel de ingreso anual en soles del agricultor  $i$  en el año  $t$
- $\beta T_{it}$  es la temperatura en grados Celsius en la cuadrícula de  $0.5 \times 0.5$  grados  $r$  en el año  $t$
- $\alpha_i$  son efectos fijos a nivel de provincia
- $\omega_t$  son efectos fijos a nivel de año
- $\lambda_{it}$  son controles del modelo, que incluyen controles de parentesco y género, mercado laboral y educación:



- Controles de parentesco y género: Incluye la relación de parentesco con el jefe del hogar y el género del agricultor
- Controles de mercado laboral: Incluye las horas trabajadas por semana, el estado en la PEA (empleado, desempleado) y tipo de ocupación (dependiente o independiente) del agricultor.
- Controles de educación y experiencia: Incluye el nivel educativo del agricultor y la edad del agricultor.
- $\varepsilon_{it}$  es el error del modelo de regresión agrupados a nivel de cuadrículas de 0.5 0.5 grados.

Se interpretan los coeficientes de Temperatura (hipótesis general), la interacción de temperatura con autoconsumo (hipótesis específica 1), y otra especificación que agrega retrasos de temperatura al modelo de regresión (hipótesis específica 3) para verificar las hipótesis de la investigación y establecer el tipo de efecto de mediano plazo de la temperatura.

#### **5.4. Resultados**

En esta sección se presentan los principales resultados de la investigación. La tabla 8 presenta la estimación de la especificación de la sección anterior y examina las hipótesis general y específica 1. La columna 1 de la tabla 8 muestra una relación negativa y estadísticamente significativa entre las fluctuaciones de temperatura y el ingreso anual en soles. El coeficiente indica que un incremento de 1°C en la temperatura reduce el nivel de ingreso hasta en 7,065 soles al año, sugiriendo un efecto negativo de la temperatura en el ingreso anual.

La siguiente columna de la tabla 8 (columna 2) añade variables de control del mercado laboral, incluyendo el número de horas trabajadas por semana, así como la situación de empleo o desempleo y el tipo de ocupación. Se puede observar que, incluso controlando por características del mercado laboral, la temperatura tiene aún un efecto negativo en el nivel de



ingreso (reducción de 7,557 soles por 1°C adicional en la temperatura). Asimismo, la columna 3 añade el nivel educativo y edad al modelo de regresión para controlar por características de los agricultores. Se puede observar que la estimación de temperatura se ha reducido en casi 1,000 soles, sin embargo, el efecto aún es negativo y estadísticamente significativo. En conclusión, la evidencia presentada sugiere que el incremento en temperatura tiene un efecto negativo en el nivel de ingresos de los agricultores de la región Cusco (hipótesis general).

TABLA 8 — Resultados del modelo de temperatura

Variable dependiente: Ingreso anual (soles)	(1)	(2)	(3)
Temperatura	-7065.1*** (952.0)	-7557.0*** (972.2)	-6279.2*** (1069.7)
<i>Temperatura interactuado con...</i>			
Autoconsumo dummy	-2570.9*** (151.2)	-2749.9*** (162.4)	-2108.5*** (272.6)
Controles de parentesco y género	Si	Si	Si
Controles de mercado laboral	No	Si	Si
Controles de educación y experiencia	No	No	Si
<i>N</i>	5795	5795	5795

*Notas:* Todas las especificaciones incluyen efectos fijos de tiempo, cuadrículas de 0.5×0.5 grados, provincia, tiempo, cuadrículas de 0.5×0.5 grados×tiempo y autoconsumo×tiempo. Errores estándar agrupados a nivel de cuadrículas de 0.5 0.5 grados. Controles de parentesco y género incluyen el parentesco con el jefe del hogar y el género del agricultor. Controles de mercado laboral incluyen número de horas trabajadas por semana, estado de la PEA, y tipo de ocupación (dependiente o independiente). Controles de educación incluyen el nivel educativo y años cumplidos. Autoconsumo se define como una dummy para una persona que consumió alguna vez de su propia producción agrícola. Temperatura está en grados Celsius e Ingreso anual en soles. \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ . *Fuente:* Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019, Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01

A fin de verificar la hipótesis específica 1 de la investigación, la tabla 8 también presenta la interacción de la temperatura con una variable dummy de autoconsumo. El autoconsumo identifica a todos los agricultores que utilizaron su propia producción para alimentarse. Este concepto está vinculado a la economía de subsistencia y nos permite identificar una dimensión de pobreza entre los agricultores de la región. Las columnas 1-3 de la tabla para el coeficiente de autoconsumo muestran que un incremento de 1°C en la temperatura reduce los ingresos anuales entre 2108 y 2749 soles, sugiriendo que la



temperatura ha afectado con mayor severidad a los agricultores más pobres. Los resultados presentados hasta el momento, aceptan la hipótesis general y la hipótesis específica 1.

Para verificar la validez de la hipótesis específica 3, la tabla 9 considera un modelo más flexible con retrasos en la temperatura para entender de mejor manera a la dinámica del efecto de la temperatura en el mediano plazo. Se incluyen los resultados de estimar la ecuación de temperatura con 1 retraso, 2 retrasos y 4 retrasos, los coeficientes presentados incluyen a las interacciones de la temperatura con el autoconsumo y solo la temperatura.

TABLA 9 — Modelo de temperatura con retrasos

Variable dependiente: Ingreso anual (soles)	1 retraso (1)	2 retrasos (2)	4 retrasos (3)
Temperatura	3516.0*** (771.5)	2781.0*** (660.9)	11472.8*** (1408.4)
R1: Temperatura	-2700.9** (753.8)	-2646.7** (745.1)	-17085.5*** (1988.9)
R2: Temperatura		1663.3*** (328.1)	-1593.2 (918.4)
R3: Temperatura			-1862.3 (2641.6)
R4: Temperatura			10909.4*** (1576.3)
Temperatura×Autoconsumo	-8391.3*** (1438.8)	-5459.2*** (972.5)	-22216.4*** (2680.0)
R1: Temperatura×Autoconsumo	8434.7*** (1425.3)	-1742.8 (1536.1)	14338.0** (4695.0)
R2: Temperatura×Autoconsumo		7276.4*** (1424.7)	12730.4** (3501.2)
R3: Temperatura×Autoconsumo			5093.5* (2353.8)
R4: Temperatura×Autoconsumo			-10021.2*** (1885.7)
Controles	Si	Si	Si
<i>N</i>	5795	5795	5795

*Notas:* Todas las especificaciones incluyen efectos fijos de tiempo, cuadrículas de 0.5×0.5 grados, provincia, tiempo, cuadrículas de 0.5×0.5 grados×tiempo y autoconsumo×tiempo. Errores estándar agrupados a nivel de cuadrículas de 0.5×0.5 grados. Se incluyen controles de parentesco y género, controles de mercado laboral y controles de educación. Autoconsumo se define como una dummy para una persona que consumió alguna vez de su propia producción agrícola. Temperatura está en grados Celsius e Ingreso anual en soles \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ . Fuente: Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019, Terrestrial Air Temperature and



Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01

Una de las predicciones del modelo económico de temperatura es la existencia de *efectos nivel* en el mediano plazo, en particular, si la temperatura del año pasado genera un shock que afecta la producción agrícola de este año, los efectos de nivel eventualmente se revierten una vez que desaparece el shock de temperatura. Por ejemplo, en la columna 1, el efecto de la temperatura (primera fila) es de un incremento en 3516 soles, este efecto es contrarrestado por el efecto temperatura de un periodo anterior (segunda fila), que tiene un valor de -2700 soles. La misma tendencia se aprecia para las columnas 2 y 3, y para las interacciones de temperatura con autoconsumo. Esto sugiere que los efectos de la temperatura en la región del Cusco son mayormente *efectos nivel*, es decir, afectan a la producción en un año en particular, pero no persisten a través del tiempo.

### 5.5. Diagnósticos de regresión

En esta sección se realizan diagnósticos adicionales de regresión de los modelos presentados anteriormente. Los diagnósticos de regresión se utilizan para evaluar los supuestos del modelo e investigar si hay observaciones con una influencia grande e indebida en el análisis. Se realizan los test de normalidad, heteroscedasticidad, y multicolinealidad para el Modelo 1 (Modelo de temperatura) y el Modelo 2 (Modelo de temperatura con retrasos).

La figura 17 muestra los valores ajustados graficados contra los residuos, este gráfico es útil para comprobar el supuesto de linealidad y homocedasticidad. Si el modelo no cumple con el supuesto del modelo lineal, se esperaría ver residuos que son muy grandes (gran valor positivo o gran valor negativo). Para evaluar si se cumple el supuesto de homocedasticidad, buscamos asegurarnos de que no haya un patrón en los residuos y que estén igualmente distribuidos alrededor de la línea  $y = 0$ . Como se puede observar, no se cumple con el supuesto de homocedasticidad debido a que los errores no se encuentran igualmente distribuidos alrededor de la línea  $y = 0$ . Este problema se corrige al utilizar errores estándar robustos en la regresión.

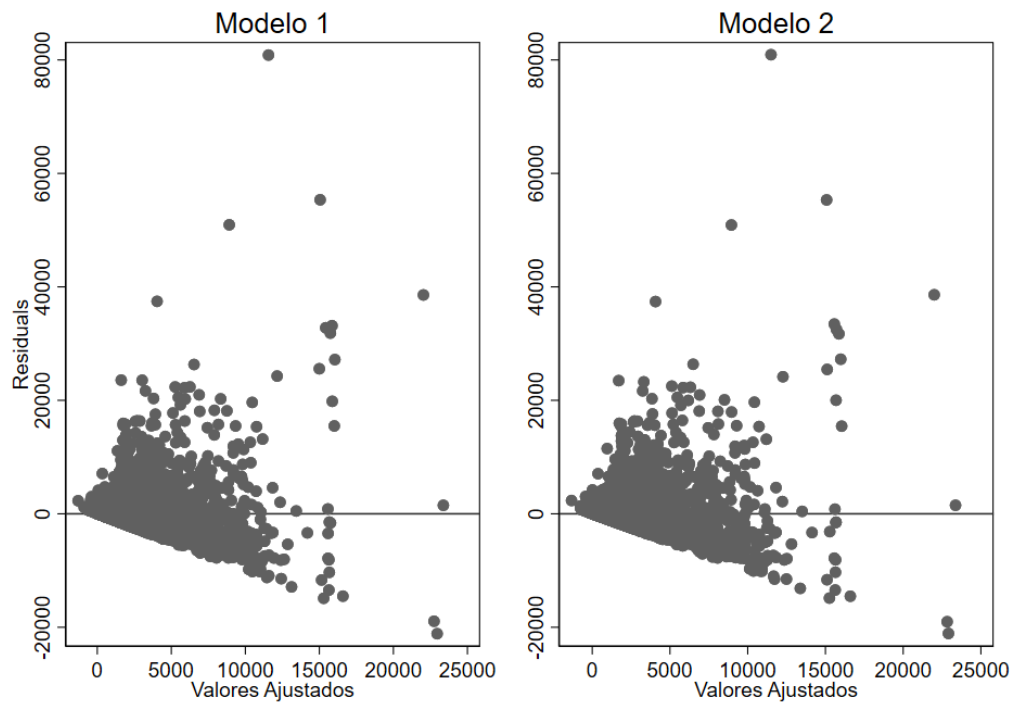


FIGURA 17. Gráfico de residuos vs valores ajustados

*Notas:* Se grafican los residuos vs los valores ajustados. Modelo 1 = Especificación Básica, Modelo 2 = Especificación con cuatro retrasos. *Fuente:* Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019, Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01

La tabla 10 presenta evidencia adicional para evaluar el supuesto de homoscedasticidad. Se utilizan los test de Breusch-Pagan y el test de White (IM test) para verificar este supuesto. Se puede observar que tanto en el modelo de temperatura como en el de retrasos se rechaza la hipótesis de homocedasticidad en el modelo, lo que indica presencia de heterocedasticidad para ambos modelos.

TABLA 10 — Test de homoscedasticidad

Modelo	Chi2	df	p
<i>(1) Modelo 1</i>			
Breusch-Pagan	1145.26	-	0.0000
IM-test	30.50	23	0.1356
<i>(2) Modelo 2</i>			
Breusch-Pagan	3.75	-	0.0527
IM-test	28.90	23	0.1837

*Fuente:* Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019, Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01

El supuesto de normalidad se evalúa en función de los residuos y se puede evaluar mediante un gráfico Q-norm o P-norm comparando los residuos con observaciones normales



"ideales". Las observaciones se deben encontrar a lo largo de la línea de 45 grados en el gráfico Q-norm o P-norm para identificar normalidad en el modelo. De las figuras 18 y 19 se puede observar que se cumple parcialmente el supuesto de normalidad tanto para el modelo de temperatura como para el modelo con retrasos.

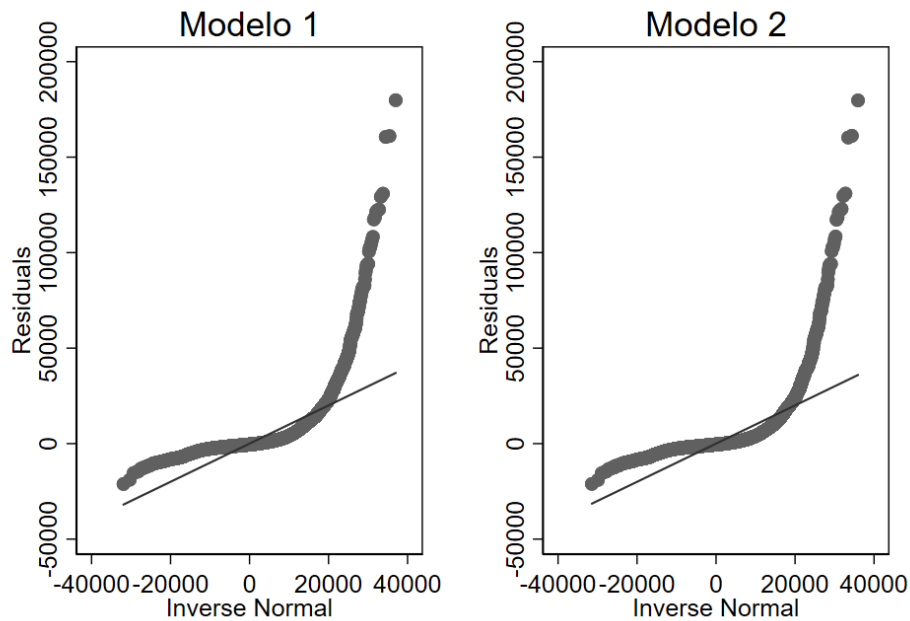


FIGURA 18. Gráfico P-norm

Notas: Modelo 1 = Especificación Básica, Modelo 2 = Especificación con cuatro retrasos. Fuente: Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019, Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01

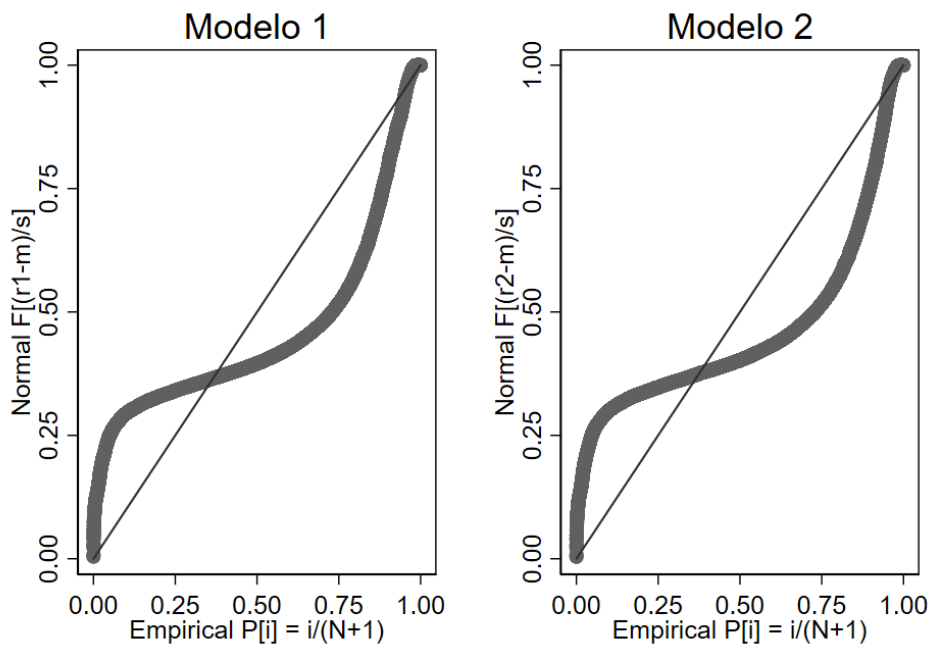




FIGURA 19. Gráfico-Qnorm

*Notas:* Modelo 1 = Especificación Básica, Modelo 2 = Especificación con cuatro retrasos. *Fuente:* Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019, Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01

También se evalúa el supuesto de no multicolinealidad en los modelos, la colinealidad implica que dos variables son combinaciones lineales casi perfectas entre sí. La multicolinealidad involucra más de dos variables. En presencia de multicolinealidad, las estimaciones de regresión son inestables y tienen altos errores estándar. Los factores de variación de la inflación miden la inflación en las variaciones de las estimaciones de los parámetros debido a las colinealidades que existen entre los predictores. Es una medida de cuánto se “infla” la varianza del coeficiente de regresión estimado  $\beta_k$  por la existencia de correlación entre las variables predictoras en el modelo.

TABLA 11 — Multicolinealidad de los modelos

Variable	VIF	1/VIF
Edad del Productor	1.13	0.884
Información de técnicas de cultivo	1.12	0.892
Número de integrantes	1.1	0.905
Educación del productor	1.09	0.915
Información climática	1.08	0.924
Sexo del productor	1.07	0.932
Información del precio	1.03	0.969

*Fuente:* Encuesta Nacional de Hogares 1997-2019, Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01

Un VIF de 1 significa que no hay correlación entre el predictor k-ésimo y las variables predictoras restantes y, por lo tanto, la varianza de  $\beta_k$  no está inflada. Como se puede observar en la tabla 11, ninguna de las variables utilizadas tiene un VIF mayor 2, indicando que no hay presencia de Multicolinealidad en el modelo estimado.





## Capítulo VI: Discusión de los resultados

### 6.1. Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos

La presente investigación ha empleado un modelo económico de temperatura junto con un enfoque de regresión con efectos fijos y controles para poder identificar los efectos de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la región. En particular, se desea conocer el efecto global de la temperatura en los hogares, así como su influencia en los agricultores más pobres y su persistencia en el mediano plazo. A continuación, se realiza una revisión de los problemas de la investigación:

- *PG: ¿Cuál es el impacto de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco durante el período 1997-2019?*

La tabla 8 sugiere que la temperatura ha tenido un efecto negativo y estadísticamente significativo en los ingresos de los agricultores. Se estima que el incremento de 1° C en la temperatura puede reducir el nivel de ingreso entre 6,279 y 7,065 soles al año. Este efecto es robusto a la inclusión de controles de parentesco y género, mercado laboral e incluso educación y experiencia laboral del agricultor, así como a la inclusión de efectos fijos de tiempo, cuadrícula y sus interacciones.

- *PE1: ¿Cómo afecta la temperatura al desarrollo económico de los hogares agrícolas más pobres de la Región del Cusco durante el período 1997-2019?*

La tabla 8 sugiere que la temperatura tiene un efecto más pronunciado en la agricultura de subsistencia. Se estima que el incremento de 1° C en la temperatura puede reducir el nivel de ingreso de los agricultores que realizan autoconsumo entre 2,108 y 2,749 soles al año. Este resultado indica que la temperatura ha afectado con mayor severidad a los agricultores más pobres de la región. Este efecto es robusto a la inclusión de controles de parentesco y género, mercado



laboral y educación y experiencia laboral del agricultor, así como a la inclusión de efectos fijos de tiempo, cuadrícula y sus interacciones

- *PE2: ¿Cuál es el efecto de mediano plazo de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco durante el período 1997-2019?*

La tabla 9 sugiere que la temperatura tiene un *efecto nivel* en el mediano plazo. Según el modelo económico de temperatura, los efectos nivel se generan cuando la temperatura del año  $t - 1$  genera un shock que afecta a la producción en el año  $t$ , pero eventualmente se revierten una vez que desaparece el shock de temperatura. Es decir, la temperatura afecta a los ingresos en el corto plazo, pero no persisten a través del tiempo. Se estima que los shocks de año a año afectan a los ingresos entre 3000 y 2800 soles, evidencia de la gran variabilidad en la producción e ingresos agrícolas causada por la temperatura.

## 6.2. Limitaciones del estudio

La investigación tiene dos limitaciones principales. La primera es la disponibilidad de información agrícola antes de 1997. La ENAHO se registra desde el año 1997 brindándonos información para un período de 22 años; sin embargo, es posible que la temperatura tenga efectos de largo plazo que no pueden ser identificados en la presente investigación por la disponibilidad de data, que requeriría de información de la segunda mitad del siglo XX. La segunda limitación del estudio es la resolución de  $56 \text{ km} \times 56 \text{ km}$  por cuadrícula que brinda el *Terrestrial Air Temperature and precipitation: Gridded Monthly Time Series, Version 5.01*. Es posible que este nivel de resolución este ocultando efectos de la temperatura a un nivel más microeconómico. Se sugiere ampliar la investigación con información de la segunda mitad del siglo XX y con una mayor resolución de temperatura para obtener resultados más precisos.



### 6.3. Comparación crítica con la literatura existente

La investigación ha encontrado que la temperatura afecta negativamente a los ingresos agrícolas de la Región Cusco, afecta con mayor intensidad a los agricultores de subsistencia y genera *efectos nivel* en el mediano plazo. Estos resultados se comparan con la literatura citada en los antecedentes:

A nivel internacional:

- El estudio de (Dell, Jones, & Olken, 2012) encuentra que hay grandes efectos negativos de las temperaturas más altas sobre el crecimiento, pero solo en los países pobres. En los países más pobres, se estima que un aumento de 1°C en la temperatura en un año determinado reduce el crecimiento económico en ese año en alrededor de 1.3 puntos porcentuales. Los resultados presentados muestran una tendencia similar para los agricultores más pobres, en especial para los agricultores que realizan autoconsumo, en línea con los resultados de la investigación.
- La investigación de (Burke, Hsiang, & Miguel, 2015) proporcionan evidencia de que la actividad económica en todas las regiones está acoplada al clima global y establece una base empírica para moderar la pérdida económica en respuesta al cambio climático, mencionan que, si la adaptación futura imita la adaptación pasada, se espera que el calentamiento absoluto remodele la economía global al reducir los ingresos globales promedio aproximadamente un 23% para 2100, esta proyección al 2100 se ajusta con la pérdida de ingresos de los agricultores identificada en la presente investigación (pérdida de hasta 8000 soles anuales)
- Los resultados de (Dell, Jones, & Olken, 2009) proporcionan evidencia transversal novedosa al considerar la relación temperatura-ingreso, utilizando no solo datos entre países, sino también datos subnacionales a nivel municipal para 12 países de las Américas. Se encuentra que existe una relación negativa entre los ingresos y la



temperatura cuando se observa dentro de los países, e incluso cuando se observa dentro de los estados dentro de los países, esta misma relación se observa para los agricultores de diferentes provincias que cuentan con diferentes niveles de temperatura para cada año.

- La conclusión de (Auffhammer, 2018) se centra en la literatura que los economistas empíricos pueden tener el mayor valor agregado: específicamente, la calibración y estimación de las funciones de daño económico. Recientemente se ha utilizado una amplia variedad de métodos econométricos para parametrizar las funciones de (clima) respuesta (resultado económico). La investigación aporta a la literatura empírica al estimar un modelo lineal de temperatura e indicadores económicos en la región Cusco.
- El estudio de (Diffenbaugh & Burke, 2019) indica que los países pobres no solo no han compartido todos los beneficios del consumo de energía, sino que muchos ya se han empobrecido (en términos relativos) por el consumo de energía de los países ricos. La investigación no compara a la región del Cusco con otros departamentos, pero si identifica una mayor incidencia negativa de la temperatura en agricultores más pobres.

A nivel nacional:

- La investigación de (Tonconi, 2015) encuentra que las variables climáticas como la temperatura máxima, mínima y promedio anual influyen en el rendimiento de la producción agrícola alimentaria, especialmente en la papa, habas, quinua, cebada, trigo, maíz y cañihua. Por otro lado, el cambio climático tiene un efecto negativo sobre las ganancias agrícolas, ya que un incremento en un grado Celsius implica una disminución de 320 US\$ por hectárea. Se encuentra una relación muy similar con los ingresos agrícolas en la región, en particular para los ingresos anuales.



- Los resultados de (Vargas, 2009) encuentran que “un aumento de 2°C en la temperatura máxima y 20% en la variabilidad de las precipitaciones al 2050, generaría una pérdida de 6% respecto al PBI potencial en el año 2030, mientras que en el año 2050 estas pérdidas serían superiores al 20%”. Estos resultados son muy similares a las proyecciones de reducción de ingresos presentada en la investigación.
- La conclusión de (Ramírez, 2012) menciona que el proceso de cambio climático ocurre con una gran velocidad e intensidad, lo que ha causado un incremento en la temperatura ambiental de 0.74°C en los últimos 100 años. Asimismo, menciona que se ha puesto énfasis en explorar y proponer medidas y proyectos de mitigación, pero también se deben considerar políticas de adopción con medidas de ajuste de los sistemas naturales y humanos en respuesta a las perturbaciones generadas por el cambio climático. Esta predicción se encuentra en línea con los resultados presentados en las tablas 8 y 9 de la investigación.
- La investigación de (Vicente-Serrano, López-Moreno, & Correa, 2017) sugieren una tendencia general de calentamiento en la temperatura del aire superficial en todo el Perú, aunque con una clara variación espacial y estacional. Los resultados también revelan algunas diferencias en las tendencias detectables entre las temperaturas del aire máxima y mínima. Estas temperaturas halladas tienen un componente de largo plazo que no se posee en la investigación por falta de datos, sin embargo, se observa una tendencia estacional en la temperatura cada año.
- El estudio de (Imfeld, Sedlmeier, Katrin, & Stefanie, 2020) menciona que las comunidades dependen en gran medida de las condiciones climáticas debido a la agricultura principalmente de secano y a la importancia de los glaciares y el deshielo como recurso de agua dulce. Las tendencias a largo plazo y la variabilidad



interanual de la precipitación o la temperatura afectan gravemente las condiciones de vida. Este resultado concuerda con la incidencia negativa que tiene la temperatura en las zonas más pobres de la región Cusco identificada en la presente investigación.

A nivel local:

- Los resultados de (Morales, Merino, Cruzado, Montes, & Gutiérrez, 2012) sugieren que hay sectores especialmente afectados por el cambio climático en la región Cusco, incluyendo al sector agricultura y al sector transporte, ambos son sensibles a los cambios en la temperatura y la precipitación en el corto plazo y en el largo plazo. La investigación ha encontrado que la temperatura tiene efectos especialmente adversos en el sector agrícola, en línea con los resultados del estudio de (Morales, Merino, Cruzado, Montes, & Gutiérrez, 2012).
- La investigación de (Guzmán, 2015) encuentra evidencia que tanto la temperatura como la precipitación se asocian de manera no-lineal con el desempeño agrícola, en particular, se verifica que hay una relación invertida entre la temperatura en época de crecimiento y la precipitación pluvial en época de siembra. En la investigación no se comparan las no-linealidades de la temperatura debido a la falta de datos trimestrales para nuestras estimaciones, sin embargo, es posible estudiar esta no-linealidad de la temperatura en una ampliación de la investigación utilizando información del MIDAGRI.

En cuanto a las teorías citadas en la investigación, también se comparan los resultados con sus predicciones y en particular con el modelo económico de temperatura de (Bond, Leblebicioglu, & Schiantarelli, 2010):

- El modelo económico de temperatura de (Bond, Leblebicioglu, & Schiantarelli, 2010) indica que la temperatura puede tener efectos de crecimiento y efectos nivel,



dependiendo de cómo el calentamiento global afecta al crecimiento económico. En este sentido, los resultados presentados en la tabla 8 sugieren que los efectos de la temperatura en la región del Cusco son mayormente *efectos nivel*, es decir, afectan a la producción en un año en particular, pero no persisten a través del tiempo.

- La teoría de la convergencia y adaptación de (Dell, Jones, & Olken, 2009) indica que los efectos de convergencia compensan los efectos de la temperatura, de modo que la convergencia limita las diferencias de ingresos transversales. Si las tasas de convergencia son mayores dentro de los países que entre ellos, entonces el efecto a largo plazo del clima será más atenuado dentro de los países que entre ellos. Este resultado se puede comprobar comparando el efecto de la temperatura en diferentes provincias o en diferentes estratos. La tabla 8 proporciona evidencia que indica que las tasas de convergencia entre provincias no son muy altas y no compensan los efectos de la temperatura, causando que los agricultores de estratos más pequeños y que realizan autoconsumo sean los más afectados.
- La teoría del efecto no lineal de temperatura de (Burke, Hsiang, & Miguel, 2015) indica que las pérdidas de productividad agregadas deberían ocurrir al mismo tiempo que los cambios de temperatura, estos cambios también podrían influir en la trayectoria a largo plazo de la producción de una economía. La investigación no encuentra evidencia de una pérdida de productividad en el largo plazo, en particular, solo se evidencia un *efecto nivel* que tiene implicancias en la producción y nivel de ingresos de corto plazo.



## Conclusiones

- La temperatura ha tenido un efecto negativo y estadísticamente significativo en los ingresos de los agricultores. Los resultados de la tabla 8 sugieren que un incremento de 1° C en la temperatura puede reducir el nivel de ingreso entre 6,279 y 7,065 soles al año. Este efecto es robusto a la inclusión de controles de parentesco y género, mercado laboral e incluso educación y experiencia laboral del agricultor, así como a la inclusión de efectos fijos. La reducción en los ingresos se debe principalmente a la variabilidad de la temperatura de año a año.
- La temperatura tiene un efecto más pronunciado en la agricultura de subsistencia. Los resultados de la tabla 8 indican que un incremento de 1° C en la temperatura puede reducir el nivel de ingreso de los agricultores que auto-consumen su producción entre 2,108 y 2,749 soles al año. Este resultado indica que la temperatura ha afectado con mayor severidad a los agricultores más pobres de la región. Este efecto es robusto a la inclusión de controles de parentesco y género, mercado laboral y educación y experiencia laboral del agricultor.
- La temperatura tiene un *efecto nivel* en el mediano plazo. Es decir, la temperatura afecta a los ingresos en el corto plazo, pero esta reducción no persiste a través del tiempo. Los resultados de la tabla 9 sugieren que los shocks de año a año afectan a los ingresos entre 3000 y 2800 soles, evidencia de la gran variabilidad en la producción e ingresos agrícolas causada por la temperatura.





### Recomendaciones

- Deben de incorporarse e integrarse políticas de transición y protección en el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego y en el Ministerio del Ambiente para que la adaptación al cambio climático (incremento de la temperatura) sea sostenible en los agricultores. La mayoría de las medidas de adaptación al cambio climático deben estar estrechamente alineadas con las estrategias, políticas y programas existentes (desarrollo agrícola, seguridad alimentaria, mantenimiento de los medios de vida, gestión de recursos, gestión de riesgos) a fin de asegurar una protección adecuada de los agricultores que realizan autoconsumo.
- Existe una demanda creciente para reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero, incluso entre los países en desarrollo, tales como el Perú, que históricamente no ha contribuido a las emisiones y al cambio climático. Esto se debe traducir en presiones e incentivos para promover políticas con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de las operaciones agrícolas y ganaderas y aplicar estrategias de para captura de carbono en las prácticas de uso de la tierra.
- Se recomienda crear estrategias y planes regionales para reducir la incertidumbre de los ingresos anuales de los agricultores, también se debe considerar que la temperatura afecta con mayor intensidad a los agricultores más pobres de la región. Se sugiere que el Gobierno Regional de Cusco y la Gerencia Regional de Agricultura pongan especial énfasis en la agricultura de subsistencia y generar políticas que les permitan acceder a mercados locales en la región del Cusco.



### Referencias Bibliográficas

- Auffhammer, M. (2018). Quantifying Economic Damages from Climate Change. *Journal of Economic Perspectives*, 32(4), 33-52.
- Bond, S., Leblebicioglu, A., & Schiantarelli, F. (2010). Capital Accumulation and Growth: A new look at the empirical evidence. *Journal of Applied Econometrics*, 1073-1099.
- Burke, M., Hsiang, S. M., & Miguel, E. (2015). Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature*, 1-16.
- Carrasco, S. (2013). *Metodología de la investigación científica*. Perú: San Marcos.
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2009). Temperature and Income: Reconciling New Cross-Sectional and Panel Estimates. *American Economic Review: Papers & Proceedings*, 99(2), 198-204.
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2012). Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), 66-95.
- Diffenbaugh, N., & Burke, M. (2019). Global warming has increased global economic inequality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 9808-9813.
- Global Climate Change Institute. (2020). *Global Temperature*. Obtenido de NASA: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>
- Guzmán, E. (2015). *Impacto económico del cambio climático en la agricultura en la Región Cusco, Perú: una aproximación a través del modelo Ricardiano*. Informe Final - Proyecto Breve CIES A1-PBCus-T07-01-2013, CIES.
- Imfeld, N., Sedlmeier, Katrin, G., & Stefanie. (2020). A combined view on precipitation and temperature climatology and trends in the southern Andes of Peru. *International Journal of Climatology*, 1-20.
- INEI. (2014). *Definiciones y Conceptos Censales Básicos*. Obtenido de [https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1541/definiciones.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/definiciones.pdf)
- INEI. (2018). Capítulo 6: Características del Hogar. En INEI, *Perú: Perfil Sociodemográfico 2017* (págs. 355-391). Lima.
- Matsuura, K., & Willmott, C. (2019). *Terrestrial Air Temperature and precipitation: Gridded Monthly Time Series. Version 1.01*. Obtenido de <http://climate.geog.udel.edu/~climate/>
- Morales, R., Merino, E., Cruzado, V., Montes, R. D., & Gutiérrez, M. (2012). *Estudio de la Economía del Cambio Climático en las regiones de Cusco y Apurímac*. Cusco: Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC - Perú.
- Ramírez, D. (2012). Efectos socioeconómicos del cambio climático en el Perú (2006-2011). *Investigaciones Sociales*, 28.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Tonconi. (2015). Producción agrícola alimentaria y cambio climático: un análisis económico en el departamento de Puno, Perú. *IDESIA*, 33(2), 119-136.
- Vargas, P. (2009). *El Cambio Climático y Sus Efectos en el Perú*. Serie de Documentos de Trabajo, Banco Central de Reserva del Perú.



- Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Educación*, 155-165.
- Vicente-Serrano, S., López-Moreno, J., & Correa, K. (2017). Recent changes in monthly surface air temperature over Peru, 1964–2014. *International Journal of Climatology*, 283-306.
- Wooldridge, J. (2014). *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (Quinta ed.). Cengage Learning.



**Anexo 1. Matriz de Consistencia**

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Diseño
<p><b>Problema General</b> ¿Cuál es el impacto de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco durante el período 1997-2019?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Identificar el impacto de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco durante el período 1997-2019.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> Un incremento en la temperatura limita el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco durante el período 1997-2019.</p>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo económico</li> </ul> <p><b>Variable Independiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura</li> </ul>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel de crecimiento del ingreso anual de los hogares agrícolas más pobres</li> <li>Tasa de crecimiento del ingreso anual de los hogares agrícolas</li> <li>Tasa de crecimiento del ingreso promedio de los últimos 5 años</li> </ul> <p><b>Variable Independiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fluctuaciones de temperatura entre el año t y el año t-1</li> </ul>	<p><b>La investigación es no experimental:</b> No se realizará experimentos ni habrá intervención en los fenómenos.</p> <p><b>Es correlacional:</b> busca describir las variables y además conocer la relación entre ellas.</p> <p><b>Tiene un enfoque cuantitativo</b> La recolección de datos se fundamenta en la medición, se analizarán los datos en base a métodos cuantitativos.</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo afecta la temperatura al desarrollo económico de los hogares agrícolas más pobres de la Región del Cusco durante el período 1997-2019?</li> <li>¿Cuál es el efecto de mediano plazo de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco durante el período 1997-2019?</li> </ul>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Averiguar cómo afecta la temperatura al desarrollo económico de los hogares agrícolas más pobres de la Región del Cusco durante el período 1997-2019.</li> <li>Identificar el efecto de mediano plazo de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco durante el período 1997-2019.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Un incremento en la temperatura afecta negativamente al desarrollo económico de los hogares agrícolas más pobres de la Región del Cusco durante el período 1997-2019.</li> <li>Un incremento en la temperatura un efecto negativo de mediano plazo en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región del Cusco durante el período 1997-2019.</li> </ul>			

Fuente: Elaboración propia