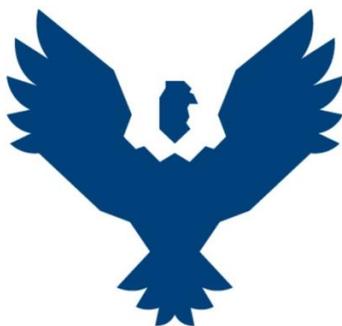




FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS  
Y CONTABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA



**TESIS:**

---

**Temperaturas extremas y su efecto en la demanda de factores de los  
agricultores de subsistencia: Región Cusco, período 2007-2021**

---

**Línea de Investigación: Pobreza, desigualdad y desarrollo regional**

**PRESENTADO POR:**

Bach. Bach. Alex Banderley Escalante Sutta.  
(ORCID: 0009-0000-0885-7779)

Bach. Willians Rodrigo Valdivia Nayhua  
(ORCID: 0009-0003-8382-6229)

Para optar al título profesional de Economista.

**ASESOR:**

Econ. Oscar Israel Lopez Garces  
(ORCID: 0000-0002-5126-2030)

**CUSCO - PERÚ**

**2023**



Datos del autor 1	
Nombres y apellidos	Alex banderley Escalante sutta
Numero de documento de indentidad	48062618
URL de Orcid	ORCID: 0009-0000-0885-7779
Datos del autor 2	
Nombres y apellidos	Willians Rodrigo Valdivia Nayhua
Numero de documento de indentidad	72948283
URL de Orcid	ORCID: 0009-0003-8382-6229
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	Econ. Oscar Israel Lopez Garces
Numero de documento de indentidad	40044110
URL de Orcid	ORCID: 0000-0002-5126-2030
Datos del jurado 1	
Nombres y apellidos	DR. Alberto Quispe palomino
Numero de documento de indentidad	09006262
Datos del jurado 2	
Nombres y apellidos	Mg. Vianey Bellota Cavanaconza
Numero de documento de indentidad	23958882
Datos del jurado 3	
Nombres y apellidos	Mg. Ilberto Galdos Berrio
Numero de documento de indentidad	23930231
Datos del jurado 4	
Nombres y apellidos	DR. Aurelio Vargas Jibaja
Numero de documento de indentidad	23938021
Datos de la investigacion	
Línea de investigacion de la escuela profesional	Pobreza, desigualdad y desarrollo regional



INFORME DE REVISION DE SIMILITUD CON TURNITING

Tesis: “Temperaturas extremas y su efecto en  
la demanda de factores de los agricultores de  
subsistencia: Región Cusco, período 2007-2021”

Autores: Bach. Alex Banderley Escalante Sutta.

Bach. Willians Rodrigo Valdivia Nayhu

Fecha de entrega: 02-ene-2024 08:16p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2266276851

Nombre del archivo: tesis-temperatura-extrema\_-\_observaciones\_levantadas.docx (3.09M)

Total de palabras: 24622

Total de caracteres: 151693

Atentamente



MG. OSCAR ISRAEL LÓPEZ GÁRCES  
Asesor



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS,  
ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA



## TESIS:

---

**Temperaturas extremas y su efecto en la demanda de factores de los agricultores de subsistencia: Región Cusco, período 2007-2021**

---

**Línea de Investigación: Pobreza, desigualdad y desarrollo regional**

### PRESENTADO POR:

Bach. Bach. Alex Banderley Escalante Sutta. - (ORCID: 0009-0000-0885-7779)

Bach. Willians Rodrigo Valdivia Nayhua – (ORCID: 0009-0003-8382-6229)

Para optar al título profesional de Economista.

### ASESOR:

Econ. Oscar Israel Lopez Garces – (ORCID: 0000-0002-5126-2030)

CUSCO - PERÚ

2023

Atentamente  
  
MG. OSCAR ISRAEL LÓPEZ GÁRCES  
Asesor



INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

4%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.uandina.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

www.ilo.org

Fuente de Internet

1%

5

www.mckinsey.com

Fuente de Internet

<1%

6

sr18.ccca.ac.at

Fuente de Internet

<1%

7

hmong.es

Fuente de Internet

<1%

8

1pdf.net

Fuente de Internet

<1%

9

www.econstor.eu

Fuente de Internet

<1%

Atentamente

  
MG. OSCAR ISRAEL LÓPEZ GÁRCES  
Asesor



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: WILLIANS RODRIGO VALDIVIA NAYHUA  
 Título del ejercicio: TESIS RODRIGO VALDIVIA Y ALEX ESCALANTE  
 Título de la entrega: TESIS RODRIGO VALDIVIA Y ALEX ESCALANTE  
 Nombre del archivo: tesis- oficial -temperatura-extrema.docx3.09M  
 Tamaño del archivo: 97  
Total páginas: 24,622  
 Total de palabras: 151,693  
 Total de caracteres: 02-ene.-2024 08:16p. m. (UTC-0500)  
 Fecha de entrega: 2266276851

Identificador de la entre...



Atentamente

MG. OSCAR ISRAEL LÓPEZ GÁRCES  
Asesor



### **Presentación**

Sr. Decano de la facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables, y señores docentes de la Universidad Andina del Cusco, en cumplimiento con lo establecido por el Reglamento Especifico de Grados y Títulos de la facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables de la UAC. Se pone a vuestra consideración la presente investigación titulada: “Temperaturas extremas y su efecto en la demanda de factores de los agricultores de subsistencia: Región Cusco, período 2007-2021”.

Con el objetivo de establecer los impactos económicos de las temperaturas extremas en los rendimientos de cultivos, la productividad total de los factores y los factores de producción de los agricultores de subsistencia en la región del Cusco. Dados los efectos potencialmente disruptivos del cambio climático, la investigación es importante para comprender los posibles márgenes de ajuste y el alcance de la mitigación para beneficiar a estos agricultores.



### **Agradecimiento**

Agradezco principalmente a dios por guiarme y por darme la fortaleza para seguir adelante y por brindarme una buena experiencia en mi vida universitaria, asimismo quiero agradecer a la universidad y a mis docentes que me enseñaron en mi formación académica para convertirme en un profesional, lo que tanto anhelaba.

También quiero agradecer a mi asesor de tesis quien es el Econ. Oscar Israel Lopez Garces, por orientarme con sus conocimientos para la elaboración de este trabajo de investigación.

**Alex Banderley Escalante Sutta**



### **Agradecimiento**

A Dios, por acompañarme todos los días y con su bendición, pueda conseguir todas mis metas trazadas

A mi madre, Virginia Nayhua Huisa, quien más que una buena madre ha sido mi mejor amiga, me ha consentido y apoyado en lo que me he propuesto y sobre todo ha sabido corregir mis errores. Tu madre, eres lo más bello que Dios ha puesto en mi camino y por quienes estoy inmensamente agradecido.

A mi hermano Gabriel por ser parte fundamental de mi crecimiento, familia y amigos por todo su apoyo y sus palabras de aliento.

Al Econ. Oscar Israel Lopez Garces, por su apoyo en todo el recorrido de este trabajo.

A mi compañero, Alex porque sin el equipo que formamos, no hubiéramos logrado esta meta.

Y gracias a todos los que nos brindaron su ayuda en este proyecto.

**Willians Rodrigo Valdivia Nayhua**



### **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a toda mi familia, principalmente a mis padres que siempre estuvieron en los momentos malos y buenos conmigo, por inculcarme principios y valores y por enseñarme a seguir adelante, a no rendirse, ya que ellos siempre han sido el motor que me impulsa a ser mejor persona y ser un profesional.”

También, quiero dedicarle este trabajo de investigación a mi hijo Carlos, que es el mejor regalo que dios me dio en la vida y quien es la inspiración y mi fortaleza para seguir luchando por conseguir mis sueños.

**Alex Banderley Escalante Sutta**



### **Dedicatoria**

Quiero dedicar primero a Dios, por acompañarme en cada etapa de mi vida y brindarme la fortaleza que necesito para el día a día.

A mi madre, que con su amor y apoyo incondicional me impulsaron a desarrollar cada una de mis habilidades para lograr el crecimiento personal y profesional que quiero.

A cada uno de los docentes de la Escuela profesional de Economía, por las enseñanzas y herramientas brindadas dentro de todo el proceso de formación profesional.

Y finalmente a cada una de las personas que motivaron durante todo el desarrollo de éste trabajo de investigación

**Willians Rodrigo Valdivia Nayhua**



## ÍNDICE GENERAL

Presentación.....	10
Agradecimiento.....	11
Agradecimiento.....	12
Dedicatoria .....	13
Dedicatoria .....	14
Índice de tablas .....	17
Índice de figuras .....	17
Resumen .....	18
Abstract .....	19
<i>Keywords:</i> Extreme temperature, NASA, Satellite images, Climate change, Subsistence, Total Factor Productivity .....	19

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema .....	20
1.2 Formulación del Problema.....	23
1.2.1 Problema General.....	23
1.2.2 Problemas Específicos.....	23
1.3 Justificación .....	24
1.3.1 Justificación social .....	24
1.3.2 Justificación económica.....	24
1.3.3 Justificación práctica .....	25
1.3.4 Justificación teórica.....	25
1.3.5 Justificación metodológica .....	25
1.3.6 Viabilidad y factibilidad .....	25
1.4 Objetivos de la investigación.....	26
1.4.1 Objetivo General .....	26
1.4.2 Objetivos Específicos .....	26
1.5 Delimitación de la investigación.....	26
1.5.1 Delimitación Espacial.....	26
1.5.2 Delimitación Temporal.....	26
1.5.3 Delimitación Conceptual .....	26

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación .....	28
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	28
2.1.2 Antecedentes Nacionales .....	29
2.1.3 Antecedentes Locales .....	31
2.2 Bases Teóricas .....	32
2.2.1 Características del agricultor de subsistencia (Morton, 2007).....	32
2.2.2 Modelo del hogar agrícola con mercados incompletos (Taylor & Adelman, 2003).....	34
2.2.3 Modelo ricardiano de clima .....	36
2.2.4 Teoría de la adaptación agrícola (Blanc, 2017) .....	37
2.2.5 Teoría de la heterogeneidad en la temperatura (Miguel, 2015) .....	38
2.2.6 Teoría de la economía circular (Romero-Hernández & Romero, 2018).....	39
2.2.7 Teoría antropogénica del cambio climático (Höök & Tang, 2013) .....	40
2.3 Marco Conceptual.....	42
2.4 Formulación de Hipótesis.....	44
2.4.1 Hipótesis General .....	44
2.4.2 Hipótesis Específicas.....	44



2.5 Variables de estudio .....	44
2.5.1 Variables .....	44
2.5.2 Conceptualización de variables.....	45
2.5.3 Operacionalización de variables .....	46
<b>CAPÍTULO III MÉTODO DE INVESTIGACIÓN</b>	
3.1 Tipo de investigación .....	47
3.2 Enfoque de investigación .....	47
3.3 Diseño de la investigación.....	47
3.4 Alcance de la investigación .....	48
3.5 Población y muestra .....	48
3.5.1 Población .....	48
3.5.2 Muestra .....	48
3.6 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	49
3.6.1 Técnicas .....	49
3.6.2 Instrumentos.....	49
3.7 Procesamiento de datos .....	50
<b>CAPÍTULO IV ANÁLISIS DEL ENTORNO AGRÍCOLA Y TEMPERATURAS EN LA REGIÓN CUSCO</b>	
4.1 Temperatura en la región.....	52
4.2 Producción agrícola.....	54
4.3 Hogar y características individuales.....	60
<b>CAPÍTULO V RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
5.1 Presentación y fiabilidad del instrumento aplicado .....	66
5.2 Resultados respecto a los objetivos específicos.....	67
5.3 Resultados respecto al objetivo general .....	69
5.4 Modelo econométrico y pruebas estadísticas .....	71
5.4.1 Modelo econométrico.....	71
5.4.2 Diagnósticos de regresión.....	72
<b>CAPÍTULO VI DISCUSIÓN</b>	
6.1 Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos .....	77
6.2 Limitaciones del estudio.....	78
6.3 Comparación crítica con la literatura y los antecedentes de la investigación .....	78
6.4 Implicancias del estudio .....	80
CONCLUSIONES .....	82
RECOMENDACIONES .....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
ANEXO 1 - MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	88
ANEXO 2 – RESULTADOS .....	89



### Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de las Variables .....	46
Tabla 2 Preguntas de la Encuesta Nacional de Hogares .....	49
Tabla 3 Resultados de regresión para tierra y trabajo.....	68
Tabla 4 Resultados de regresión para producción y Productividad Total de Factores ...	70

### Índice de figuras

FIGURA 1. Temperatura máxima y mínima anual en la región de Cusco .....	52
FIGURA 2. Temperatura media, máxima y mínima anual en la Región del Cusco, 2007-2021 .....	53
FIGURA 3. Temperatura según mes, 2007-2021 .....	53
FIGURA 4. Ventas agrícolas en soles (valores del 2007), 2007-2021 .....	54
FIGURA 5. Ventas agrícolas en soles (valores del 2007) – Mapa por provincias.....	54
FIGURA 6. Superficie total (campana o permanente) en hectáreas, 2007-2021 .....	55
FIGURA 7. Superficie total (campana o permanente) en hectáreas – Mapa por provincias	55
FIGURA 8. Tierras de secano (proporción), 2007-2021 .....	56
FIGURA 9. Tierras de secano (proporción) – Mapa por provincias.....	57
FIGURA 10. Número de miembros del hogar que tiene la agricultura como principal o segunda actividad 2007-2021.....	57
FIGURA 11. Número de miembros del hogar que tiene la agricultura como principal o segunda actividad – Mapa por provincias.....	58
FIGURA 12. Cosecha Agrícola (ha), 2015-2020.....	58
FIGURA 13. Valor Bruto de la Producción – Principales Productos, 2019.....	59
FIGURA 14. Tamaño del hogar, 2007-2021 .....	60
FIGURA 15. Tamaño del hogar – Mapa por provincias .....	60
FIGURA 16. Edad, 2007-2021.....	61
FIGURA 17. Edad – Mapa por provincias .....	62
FIGURA 18. Proporción de mujeres en actividades agrícolas, 2007-2021 .....	62
FIGURA 19. Proporción de mujeres en actividades agrícolas – Mapa por provincias.....	63
FIGURA 20. Educación, 2007-2021 .....	64
FIGURA 21. Educación, 2007-2021 – Mapa por provincias .....	64
FIGURA 22. Normalidad.....	72
FIGURA 23. Linearidad .....	73
FIGURA 24. Heterocedasticidad.....	74
FIGURA 25. Leverage plot.....	75



## Resumen

El calentamiento global es uno de los desafíos ambientales más importantes que enfrenta el mundo en la actualidad, con un impacto significativo en el ecosistema de nuestro planeta, incluida la agricultura. El aumento de las temperaturas, los cambios en los patrones de precipitaciones y los fenómenos meteorológicos extremos causados por el calentamiento global han afectado el rendimiento de los cultivos, la salud del suelo y la disponibilidad de agua, causando daños significativos a la agricultura. En este contexto, es fundamental comprender los efectos del calentamiento global en la agricultura para mitigar su impacto y encontrar soluciones sostenibles para la producción de alimentos. Para ello, la presente investigación buscó estudiar los efectos de las temperaturas extremas sobre la demanda de factores de los agricultores de subsistencia en la región del Cusco. Se hizo uso de un conjunto de datos globales mensuales de temperatura de la superficie terrestre derivados del instrumento Terra Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) junto con información georeferenciada de la Encuesta Nacional de Hogares de INEI. Se elaboraron formas reducidas que aprovechan la variación within de la temperatura entre localidades. Estas formas reducidas son estimadas a través de OLS, incluyendo efectos fijos a nivel de distrito y un conjunto rico de controles derivados de la ENAHO. Los hallazgos clave indican que las temperaturas extremas pueden provocar una disminución de hasta el 45% en la productividad total de los factores y una caída del 39% en la producción. Parte de esta variación en la productividad se debe a alteraciones en el factor laboral, evidenciándose una disminución del 16% en la cantidad de personas del hogar involucradas en labores agrícolas durante el período estudiado.

*Palabras Clave:* Temperatura extrema, NASA, Imágenes Satelitales, Cambio climático, Subsistencia, Productividad Total de los Factores



### Abstract

Global warming is one of the most important environmental challenges facing the world today, with a significant impact on our planet's ecosystem, including agriculture. Rising temperatures, changes in precipitation patterns, and extreme weather events caused by global warming have affected crop yields, soil health, and water availability, causing significant damage to agriculture. In this context, it is essential to understand the effects of global warming on agriculture to mitigate its impact and find sustainable solutions for food production. To this end, the present research sought to study the effects of extreme temperatures on the demand for factors of subsistence farmers in the Cusco region. Use was made of a set of monthly global land surface temperature data derived from the Terra Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) instrument together with georeferenced information from the INEI National Household Survey. Reduced forms were developed that take advantage of the variation in temperature between locations. These reduced forms are estimated through OLS, including district-level fixed effects and a rich set of controls derived from the ENAHO. Key findings indicate that extreme temperatures can cause up to a 45% decline in total factor productivity and a 39% drop in output. Part of this variation in productivity is due to alterations in the labor factor, showing a 16% decrease in the number of people in the household involved in agricultural work during the period studied.

*Keywords:* Extreme temperature, NASA, Satellite images, Climate change, Subsistence, Total Factor Productivity



## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

### 1.1 Planteamiento del Problema

Un creciente cuerpo de evidencia internacional sugiere que las temperaturas extremas tienen efectos negativos en el rendimiento de los cultivos. Con base en estos hallazgos, las estimaciones actuales sugieren que el cambio climático traerá cambios dramáticos en la agricultura: un calentamiento global de 2°C, como en los pronósticos más optimistas, reduciría la producción agrícola en casi un 25% en todo el mundo (IPCC, 2014). Entre los expuestos a este impacto, los agricultores de subsistencia<sup>1</sup> de los países en desarrollo son los más vulnerables. En particular aquellos que están ubicados en áreas tropicales, donde los cambios en el clima se producirán más rápidamente y serán más intensos, y sus medios de vida dependen más de la agricultura. La agricultura de subsistencia gira en torno a actividades que forman una estrategia de sustento en la que los propios agricultores consumen directamente la producción principal. Estas explotaciones suelen depender mínimamente de los insumos adquiridos y sólo se comercializa una pequeña proporción de su producción. En general, los sistemas agrícolas de subsistencia se describen como "complejos, diversos y propensos a riesgos" (Morton, 2007). La producción suele ser de pequeña escala y a menudo funcionan según sistemas tradicionales o informales de tenencia de la tierra. Por lo general, están situadas en áreas marginales o propensas a riesgos ambientales.

A nivel nacional, los estudios de Aragón et al. (2021) y Tabet & Stopnitzky (2021) encuentran que las altas temperaturas reducen la productividad agrícola, aumentan el área sembrada y cambian la mezcla de cultivos, y mencionan que es probable que la agricultura peruana experimente graves impactos económicos del cambio climático, con patrones

---

<sup>1</sup> Comprende mayoritariamente unidades agrarias menores de 0.5 ha. Dedicadas a la producción de cultivos andinos y nativos, básicamente para la subsistencia.



cambiantes de lluvia y temperatura que obliguen a los agricultores a enfrentar condiciones climáticas anormales. Asimismo, Vicente-Serrano et al. (2018) encuentra que las tendencias de la temperatura máxima del aire aumentaron principalmente durante el verano austral (DJF), pero las tendencias de la temperatura mínima del aire en la estación fría mostraron un patrón opuesto, registrándose el calentamiento más fuerte en el invierno austral (JJA). La evidencia previamente mencionada sugiere que los agricultores de subsistencia de todo el territorio nacional se encuentran propensos a los cambios drásticos en las temperaturas, que han sido documentados por la literatura especializada en la última década.

A nivel local, la región del Cusco no solo cuenta con un gran número de agricultores de subsistencia, sino que se tiene una distribución de temperatura muy divergente, llegando a temperaturas superiores a los 32 grados Celsius en provincias como La Convención y la frontera con Madre de Dios, y temperaturas inferiores a los -4 grados en las fronteras con Arequipa y Puno según el Senhami (2021). Se espera que el efecto económico de la temperatura 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. En particular, los años 2016 y 2017 muestran un incremento sustancial en la temperatura con relación a los años anteriores. Este efecto es aún más alarmante para el año 2020, donde se registraron temperatura media y mínima de hasta dos grados Celsius.

Considerando el contexto que enfrenta la región del Cusco, y la situación de vulnerabilidad que enfrentan los agricultores. La presente investigación busca examinar la



relación entre las temperaturas y la demanda de factores<sup>2</sup> de los agricultores, así como identificar los posibles márgenes de ajuste para los agricultores de subsistencia. Algunos estudios sugieren que una posible respuesta al cambio climático sería la reasignación de la actividad económica en forma de migración, cambios en los patrones comerciales o empleo sectorial (Lachaud et al., 2021), (Zúñiga et al., 2021). Otros estudios, basados en las estrategias de adaptación declaradas por los propios agricultores, enfatizan los cambios en el consumo y los ahorros como posibles respuestas temporales (Nguyen & Scrimgeour, 2021). Sin embargo, se sabe menos sobre el potencial de respuestas productivas (cambios en el uso de insumos y prácticas agrícolas) para atenuar los efectos adversos de las temperaturas extremas (Aragón et al., 2021).

Al enfocarse en el uso de insumos y prácticas agrícolas, es posible abordar limitaciones de los estudios económicos existentes sobre el efecto de la temperatura en la agricultura. Los estudios actuales se centran en resultados como los precios de la tierra, las ganancias y los rendimientos que pueden brindar información sobre los costos asociados con el aumento de las temperaturas. Sin embargo, debido a su dependencia de los precios de mercado, las ganancias y el valor de la tierra no son muy útiles en contextos con mercados agrícolas incompletos Taylor & Adelman (2003) o cuando los ingresos y los costos son difíciles de observar, por ejemplo, debido al autoconsumo o al uso de insumos domésticos.

Esta limitación es particularmente relevante cuando se estudian agricultores de subsistencia en países como el Perú (Acevedo et al., 2020), donde los factores de tierra y trabajo son los insumos más importantes para las decisiones de producción de los agricultores de subsistencia. Considerando las ventajas de estudiar el efecto de la

---

<sup>2</sup> Las demandas de factores son el nivel de minimización de costos de un insumo (factor de producción) como mano de obra o capital, requerido para producir un nivel dado de producción, para costos unitarios de insumos dados (tasa salarial y costo de capital) de los factores de entrada.



temperatura en el uso de insumos agrícolas, y la revisión de antecedentes en Latinoamérica y el Perú (Castro et al., 2020), (Nguyen & Scrimgeour, 2021), la presente investigación propone realizar un análisis empírico de la demanda de factores de tierra y trabajo para los agricultores de subsistencia en la región del Cusco, en especial porque se cuenta con una gran proporción de agricultores de subsistencia, representando el 73% del total de agricultores, con una producción concentrada en la papa (28%), el café (15%) y el maíz amiláceo (12%) representando más del 50% de la producción regional en una superficie agrícola de 407,925 hectáreas.

El análisis empírico del estudio combinó microdatos de encuestas de hogares agrícolas con datos meteorológicos de imágenes satelitales. De manera similar a los estudios recientes sobre el efecto de la temperatura (Dell et al., 2009, 2012), se utiliza un enfoque que aprovechó la variación within del clima dentro de cada localidad. Se espera que los resultados permitan identificar políticas públicas agrícolas en la región que beneficien a los agricultores de subsistencia y los preparen de mejor manera ante fluctuaciones en el clima de la región del Cusco en el corto y mediano plazo.

## **1.2 Formulación del Problema**

### ***1.2.1 Problema General***

¿Cuál es el efecto de las temperaturas extremas en la demanda de factores de los agricultores de subsistencia en la región Cusco durante el período 2007-2021?

### ***1.2.2 Problemas Específicos***

- ¿Cuál es el efecto de las temperaturas extremas en la demanda del factor trabajo de los agricultores de subsistencia en la región Cusco durante el período 2007-2021?



- ¿Cuál es el efecto de las temperaturas extremas en la demanda del factor tierra por los agricultores de subsistencia en la región Cusco durante el período 2007-2021?

### **1.3 Justificación**

#### ***1.3.1 Justificación social***

El estudio a nivel social beneficia a un total de 132, 902 productores agropecuarios en la región del Cusco, mostrando los efectos de la temperatura extrema sobre las demandas de insumos (tierra y mano de obra), así como otros resultados agrícolas, como la productividad total de los factores, los rendimientos y la producción. Por lo tanto, el estudio es de gran importancia ya que permitirá establecer estrategias de corto plazo que puedan ser aplicadas tanto por el gobierno como por los agricultores para limitar los daños que cause el cambio climático.

#### ***1.3.2 Justificación económica***

Desde una perspectiva económica, comprender el efecto de las temperaturas extremas en la demanda de factores en una región en desarrollo como el Cusco es fundamental para reducir el impacto negativo del cambio climático. Las temperaturas extremas pueden tener importantes consecuencias sociales y económicas, incluida una disminución de la productividad laboral, una mayor demanda de energía, una disminución de la producción agrícola y aumentos de precios. Estas consecuencias pueden conducir a la pobreza, al malestar social y a una reducción del crecimiento económico. Por lo tanto, no abordar el impacto negativo de las temperaturas extremas puede generar costos económicos significativos.



### ***1.3.3 Justificación práctica***

A nivel práctico, el trabajo de investigación buscó plantear soluciones a los cambios inesperados en las temperaturas extremas. Especialmente las zonas geográficas con una mayor variabilidad en las altas (y bajas) temperaturas. Y de esta forma beneficiar a los agricultores de subsistencia más vulnerables al cambio climático.

### ***1.3.4 Justificación teórica***

La investigación permitió ampliar los estudios locales en cambio climático y economía campesina. Se utiliza principalmente los modelos de cambio climático y su relación con la agricultura, así como las teorías de la economía campesina y la economía de subsistencia.

### ***1.3.5 Justificación metodológica***

La investigación empleó metodología micro econométrica estándar en la literatura agrícola y del cambio climático. Las fuentes de información permiten construir una base a nivel de agricultor para cada año, junto con indicadores de temperatura extrema para el período de estudio.

### ***1.3.6 Viabilidad y factibilidad***

La investigación fue factible ya que no se tienen limitaciones para la recolección de información. Se combinan microdatos de encuestas de hogares agrícolas realizadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática a través de la Encuesta Nacional de Hogares que se realiza de forma anual con datos meteorológicos de imágenes satelitales, en particular del satélite MOD11C1 de la NASA que tiene un sensor de temperatura incorporado y se encuentra disponible en plataformas Open Data.



## **1.4 Objetivos de la investigación**

### ***1.4.1 Objetivo General***

Determinar el efecto de las temperaturas extremas en la demanda de factores de los agricultores de subsistencia en la región Cusco durante el período 2007-2021.

### ***1.4.2 Objetivos Específicos***

- Determinar el efecto de las temperaturas extremas en la demanda del factor trabajo por los agricultores de subsistencia en la región Cusco durante el período 2007-2021.
- Determinar el efecto de las temperaturas extremas en la demanda del factor tierra por los agricultores de subsistencia en la región Cusco durante el período 2007-2021.

## **1.5 Delimitación de la investigación**

### ***1.5.1 Delimitación Espacial***

La investigación se realizó en toda la región del Cusco que tiene temperaturas variables en prácticamente toda su extensión y tiene un gran porcentaje de agricultores de subsistencia (72% del total de agricultores son de subsistencia según el Atlas de la Superficie Agrícola del Perú de la DIRAGRI).

### ***1.5.2 Delimitación Temporal***

La investigación se realizó durante el período 2007-2021 que se caracteriza por tener una variación importante en la temperatura promedio y de eventos extremos en la región del Cusco durante el período de estudio.

### ***1.5.3 Delimitación Conceptual***

La delimitación conceptual del estudio se centró en el efecto de las temperaturas extremas sobre la demanda de factores en la región del Cusco. El estudio se limita a comprender el impacto de las temperaturas extremas en la producción agrícola, el área de



cultivo, las horas de trabajo agrícola, y cómo son afectadas por las temperaturas cambiantes en la región.



## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

Lachaud et al. (2021) en su investigación “Efectos económicos del cambio climático en la producción y productividad agrícola en América Latina y el Caribe (ALC)” se analiza cómo el cambio climático afectará la producción y productividad agrícola en esta región. Se espera que las temperaturas en América Latina y el Caribe aumenten entre 1,6 °C y 4 °C hacia finales del siglo, y se anticipan variaciones significativas en los patrones de precipitación. El análisis se centra en el efecto del cambio climático sobre la productividad total de los factores (PTF) y la producción agrícola. Para ello, se utilizan datos combinados de la Unidad de Investigación Climática de la Universidad de East Anglia, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, cubriendo 28 países de América Latina y el Caribe durante 54 años (1961-2014). Este estudio proporciona información vital para que los responsables de políticas comprendan el costo de las pérdidas de producción en caso de no implementar estrategias de adaptación al clima eficaces.

Morton (2007) en su investigación “El impacto del cambio climático en la agricultura de pequeña escala y de subsistencia” examinó los impactos del cambio climático en la agricultura de pequeña escala y de subsistencia, que es un sistema de sustento predominante para muchas poblaciones en los países en desarrollo. El estudio propuso un marco conceptual que integró los aspectos biológicos, ambientales y sociales de los impactos del cambio climático e identificó la complejidad, la especificidad de la ubicación y la vulnerabilidad de estos sistemas agrícolas. El estudio también revisó la literatura existente sobre los efectos del cambio climático en la producción agrícola y ganadera, los recursos de suelo y agua, la



salud humana y los medios de vida no agrícolas, y destacó las brechas y desafíos para futuras investigaciones. El estudio concluyó que los pequeños agricultores y los agricultores de subsistencia enfrentarán impactos diversos y difíciles de predecir del cambio climático, que interactuarán con otros factores estresantes no climáticos y reducirán su capacidad de adaptación. El estudio sugirió que se necesitan enfoques interdisciplinarios y participativos para comprender los impactos y generar resiliencia entre estos agricultores.

Zúñiga et al. (2021) en su investigación “Adaptación de la agricultura a las sequías en la agricultura de secano a pequeña escala en Chile” examina cómo los pequeños agricultores chilenos ajustan sus prácticas frente al cambio climático, en especial las sequías. La agricultura de pequeña escala, un sector crucial en Chile, enfrenta desafíos crecientes debido a la mayor frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos. Utilizando datos del Séptimo Censo Nacional Agropecuario y Forestal de Chile y teledetección para identificar sequías, el estudio analiza cómo estas afectan las decisiones de cultivo. Los agricultores en zonas áridas tienden a reducir cultivos de alto riesgo tras sequías, optando por cereales de menor costo y tecnología. En contraste, en áreas con sequías frecuentes, se prefieren legumbres, tubérculos, viñedos y hortalizas. Además, el maíz y los viñedos se cultivan más en zonas cálidas. Estos patrones indican estrategias de adaptación de los agricultores ante un clima más árido, sugiriendo cambios en la elección de cultivos para futuras condiciones climáticas.

### ***2.1.2 Antecedentes Nacionales***

En Aragón et al. (2021) en su investigación “Cambio climático y agricultura: Agricultores y calor extremo” se examina cómo los agricultores responden al calor extremo. Usando microdatos de hogares, se investiga la reacción de los agricultores ante temperaturas extremadamente altas. Analizando datos detallados de hogares agrícolas, el estudio revela



que el calor intenso disminuye la productividad agrícola, incrementa el área de cultivo y modifica la selección de cultivos. Estos resultados sugieren que los agricultores emplean ajustes en los insumos como una táctica inmediata para mitigar los impactos del calor extremo en la producción. Esta adaptación parece ser un complemento a otras estrategias de supervivencia, como la venta de ganado, aunque contribuye a la disminución de los rendimientos, un indicador clave de la productividad agrícola. A través de sus análisis, los autores argumentan la importancia de considerar los ajustes en el uso de la tierra para evaluar adecuadamente los daños relacionados con el cambio climático en la agricultura.

Tambet & Stopnitzky (2021) en su investigación “Agricultura de adaptación y conservación climática entre agricultores peruanos” analiza cómo el cambio climático afecta las prácticas agrícolas en Perú, especialmente en el cultivo de maíz y papa. Con la combinación de datos de la Encuesta Agrícola Nacional de Perú y registros climáticos, se estudian los efectos de anomalías en las lluvias y la temperatura en las decisiones agrícolas. Los resultados indican que, tras años de lluvias abundantes, los agricultores tienden a reducir las prácticas de conservación del suelo, mientras que períodos prolongados de sequía aumentan significativamente su adopción. Además, el uso de plaguicidas crece después de un año de sequía, pero no responde a crisis prolongadas. Las medidas de conservación del agua se reducen después de altas precipitaciones o en periodos de baja volatilidad climática, pero mejoran tras varios años de escasa lluvia. Por último, el uso de fertilizantes es el menos afectado por las fluctuaciones climáticas. Estos hallazgos son importantes para el diseño de políticas que busquen mitigar los riesgos asociados a los patrones climáticos cambiantes en la agricultura

la Riva (2020) en su investigación “Análisis de los efectos de los cambios en la temperatura sobre la seguridad alimentaria de los hogares peruanos” investiga el impacto de



la variabilidad climática, particularmente las variaciones en la temperatura, en la seguridad alimentaria de los hogares que dependen de la agricultura para su subsistencia y desarrollo económico en Perú. El estudio se enfoca en cómo las fluctuaciones de temperatura, junto con otros factores como la precipitación, las características demográficas y las condiciones de la tierra y el agricultor, afectan a la producción agrícola. Los resultados revelan que desviaciones extremas de la temperatura media histórica, ya sean muy altas o muy bajas, tienen un impacto negativo en el rendimiento de cultivos importantes como la papa y el maíz. Además, se identificaron brechas significativas en función del género, la lengua materna, el nivel educativo y el acceso al riego, lo que sugiere que estos factores también juegan un papel importante en la seguridad alimentaria en contextos de cambio climático.

### ***2.1.3 Antecedentes Locales***

Chaiña (2021) en su investigación “El impacto de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la región del Cusco, 1997-2019” analiza cómo las variaciones de temperatura afectan económicamente a los agricultores de Cusco, un sector clave pero vulnerable al calentamiento global. Utilizando datos climáticos y de ingresos (1997-2019), se encuentra que un aumento de 1°C en la temperatura podría reducir los ingresos anuales entre 6,279 y 7,065 soles. Este impacto negativo es más pronunciado en la agricultura de subsistencia, destacando la relación entre variaciones de temperatura y la fluctuación en la producción e ingresos agrícolas.

Guzmán (2016) en su investigación “Impacto económico del cambio climático en la agricultura en la Región Cusco, Perú: una aproximación a través del modelo Ricardiano” evalúa cómo el cambio climático afecta económicamente a más de 9,000 unidades agrícolas familiares en Cusco, utilizando el Modelo Ricardiano y datos del Censo Nacional Agropecuario (1994 y 2012) y del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (1984-



2012). Los resultados indican que temperatura y precipitación influyen de manera no lineal en la agricultura, con impactos mixtos, tanto positivos como negativos. Sin embargo, los efectos negativos son más pronunciados en la agricultura de secano, resaltando su vulnerabilidad al cambio climático. El estudio sugiere que mejorar el acceso y uso de infraestructura de riego podría ser una estrategia efectiva para adaptar y mitigar los efectos del cambio climático en la agricultura familiar de Cusco.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Características del agricultor de subsistencia** (Morton, 2007)

La agricultura de subsistencia, un componente crucial de la agricultura en los países en desarrollo, se caracteriza predominantemente por su naturaleza autosostenible. Según la definición de Barnett et al., la agricultura de subsistencia gira en torno a actividades que forman una estrategia de sustento en la que los propios agricultores consumen directamente la producción principal. Estas explotaciones suelen depender mínimamente de los insumos adquiridos y sólo se comercializa una pequeña proporción de su producción. Esta forma de agricultura no es sólo un medio de producción sino un estilo de vida integral que satisface las necesidades básicas de la familia del agricultor.

En el contexto de los países en desarrollo, la agricultura de subsistencia es a menudo sinónimo de pobreza rural. Sin embargo, esta asociación puede oscurecer las relaciones de mercado más profundas que influyen significativamente en la vida de estos agricultores. A pesar de la penetración global de las relaciones de mercado en la agricultura, muchos agricultores de subsistencia enfrentan desafíos principalmente debido a su marginación en términos de mercado.

Característicamente, los sistemas agrícolas de subsistencia se describen como "complejos, diversos y propensos a riesgos". Las explotaciones suelen ser de pequeña escala y a menudo funcionan según sistemas tradicionales o informales de tenencia de la tierra. Por



lo general, están situadas en áreas marginales o propensas a riesgos ambientales, lo que exacerba los desafíos relacionados con la fertilidad del suelo. Las limitaciones relacionadas con el suelo son generalizadas, graves y crecientes, aunque la diversidad de suelos y las estrategias de gestión de suelos de los agricultores desempeñan un papel crucial en la mitigación de estos desafíos.

Los sistemas de producción en la agricultura de subsistencia son multifacéticos y variados. Implican una mezcla de especies vegetales y animales, integrando varios tipos de interacciones entre estas especies y diversificando los objetivos de producción. Estos sistemas también abarcan una variedad de acuerdos institucionales para la gestión de los recursos naturales. Los riesgos que enfrentan los agricultores de subsistencia son múltiples, incluidos riesgos ambientales como sequías e inundaciones, riesgos biológicos como enfermedades de cultivos y animales, y riesgos económicos como crisis de mercado. Estos riesgos pueden afectar a hogares individuales o comunidades enteras.

Además, los agricultores de subsistencia a menudo participan en actividades adicionales como la caza, la recolección de recursos silvestres y la participación en empleos no agrícolas o no agrícolas. Esta diversificación es esencial para satisfacer sus diversas necesidades, incluidas energía, vestido, salud e ingresos en efectivo, además de sus necesidades alimentarias.

Finalmente, la dimensión social juega un papel central en la agricultura de subsistencia. Las relaciones sociales dentro y entre los hogares, particularmente en lo que respecta a la dinámica de género, influyen profundamente en las decisiones de producción, la gestión del conocimiento y las estrategias de marketing. Esta "centralidad de lo social" subraya la importancia de comprender el contexto social en el que opera la agricultura de subsistencia.



### 2.2.2 Modelo del hogar agrícola con mercados incompletos (Taylor & Adelman, 2003)

Considere un hogar que produce dos cultivos, un cultivo comercial  $q_c$  y un cultivo alimentario  $q_f$  con dos insumos, mano de obra  $q_l$ , y otros insumos como fertilizantes  $q_x$ . La tecnología de producción está representada por  $G(q, z) = 0$ , donde  $q$  es el vector de productos (con valores positivos;  $q_c, q_f > 0$  e insumos (con valores negativos;  $q_l, q_x < 0$ , y  $z$  es un vector de las características estructurales de la familia campesina. Por el lado del consumo, este hogar consume alimentos ( $c_f$ ), un bien manufacturado ( $c_m$ ), y ocio ( $c_l$ ) que es el complemento en tiempo total de su oferta laboral. El hogar tiene una dotación inicial de tiempo  $T_l$ , así como una dotación  $T_i$  de cualquier bien  $i$ . También puede tener una dotación en efectivo o recibir una transferencia  $S$ . El cultivo comercial se vende únicamente en el mercado, y los otros insumos y los bienes manufacturados solo los proporciona el mercado. Para estos productos, el hogar es un tomador de precios.

Se asume que el hogar maximiza una función de utilidad sujeta a una restricción de ingresos en efectivo para los productos comerciables en el mercado (T), una restricción tecnológica y las condiciones de equilibrio para los bienes comerciables y no comerciables:

$$\max_{c, q} U(c, z)$$

Sujeto a las siguientes ecuaciones del modelo:

$$\sum_{i \in T} p_i c_i \leq \sum_{i \in T} p_i (q_i - T_i) + S \text{ Restricción de ingreso de efectivo}$$

$$G(q, z) = 0 \text{ Tecnología de producción}$$

$$p_i = \hat{p}_i \text{ Precios de mercado exógenos}$$

$$q_i + T_i \geq c_i \text{ Equilibrio de nontradables.}$$

Este modelo general se puede modificar para estudiar la presencia de mercados incompletos. En el caso de mercados incompletos, se puede plantear una versión simplificada del modelo, donde, sin pérdida de generalidad, asumimos una función de



producción agrícola con un solo insumo. A este insumo lo llamamos “tierra”, pero puede referirse a cualquier otro insumo variable como la mano de obra. El hogar tiene una dotación de tierra,  $T^e$ . La tierra puede usarse para la producción o “consumirse” en actividades no productivas. La utilidad del hogar es  $U(c, t)$  donde  $c$  es el consumo de un bien de mercado, mientras que  $t$  es la cantidad de tierra utilizada en actividades no productivas. Los hogares obtienen ingresos mediante el arrendamiento de sus tierras y la producción de un bien agrícola. La producción está definida por la función  $G(A, T)$ , donde  $T$  es la cantidad de tierra utilizada en la agricultura y  $A$  es la productividad total de los factores del agricultor.  $A$  es un modificador de la productividad que capta la idea de que los agricultores que usan insumos idénticos pueden tener diferentes niveles de producción debido, por ejemplo, a diferentes habilidades agrícolas, calidad del suelo o exposición a cambios climáticos. En este escenario simplificado, el problema del agricultor se vuelve:

$$\max_T U(c, t)$$

Sujeto a las siguientes ecuaciones del modelo:

$$p * G(A, T) = c$$

$$T + t = T^e$$

La solución de este problema produce una demanda incondicional de tierra que depende no solo de los precios y la productividad, sino también de la dotación de tierra,  $T(A, p, T^e)$ . Además, si la utilidad es suficientemente cóncava (por ejemplo, si los niveles de consumo son bastante bajos o el agricultor tiene una gran aversión al riesgo), entonces  $dT/dA$  puede ser negativo. Este resultado sugiere que, en un contexto con mercados de insumos imperfectos, los choques climáticos negativos, como el calor extremo, podrían resultar en un aumento en el uso de insumos. Esto ocurre porque el agricultor utiliza más insumos para atenuar la caída de la producción agrícola y reducir la caída del consumo. Esta



respuesta es similar a los mecanismos de adaptación para suavizar el consumo, como la venta de activos desechables. La distinción clave es que implica ajustes en las decisiones productivas.

### ***2.2.3 Modelo ricardiano de clima***

El modelo ricardiano mide el impacto del clima en la productividad de las tierras agrícolas al hacer una regresión de los ingresos netos o el valor de las tierras agrícolas en el clima. El análisis ricardiano se realiza a través del espacio, examinando si las granjas en diferentes climas tienen ingresos netos o valores de mercado similares o diferentes. Al medir los impactos utilizando los ingresos netos, el método ricardiano proporciona medidas directas de los impactos sobre el bienestar. Debido a que los análisis transversales no se realizan en un entorno controlado como un laboratorio, el modelo ricardiano también debe incluir en la regresión una serie de variables independientes adicionales que podrían explicar los ingresos netos o el valor de la tierra agrícola, como el acceso a los mercados, suelos, áreas geográficas, características, luz solar, derechos de aguas superficiales y acceso a aguas subterráneas. Si estas variables de control están correlacionadas con el clima y la productividad de la tierra, excluirlas de la regresión sesgará los coeficientes climáticos.

Se puede derivar el modelo ricardiano asumiendo que los agricultores competitivos son agentes que maximizan las ganancias. Cada agricultor elige los productos e insumos que maximizan las ganancias en la finca, sujeto a las variables exógenas que están más allá del control del agricultor (como el clima, los precios del mercado y la distancia al mercado más cercano). Dependiendo de estas variables exógenas, el agricultor escoge el cultivo y la cantidad de cada insumo (fertilizante, pesticida, maquinaria, riego) que maximiza la ganancia. Si las variables exógenas, como el clima, son diferentes, el agricultor elegiría un cultivo diferente y posiblemente diferentes insumos. Mirando a través de una variedad de



climas, habría diferentes cultivos elegidos en cada clima y diferentes insumos aplicados. Los resultados de maximización de beneficios dadas las posibles variables exógenas definen una relación entre el ingreso neto máximo y las variables exógenas. Es esta relación la que estima el modelo ricardiano. La suposición de que los agricultores han optimizado sus elecciones dadas las variables exógenas, a su vez, implica que el modelo ricardiano incorpora la adaptación. Las elecciones del agricultor, incluidos los insumos agrícolas (fertilizantes, insecticidas), la tecnología (maquinaria y semillas) y las opciones de producción (qué cultivos se cultivan), no deben incluirse como variables independientes en la regresión ricardiana porque son endógenas.

#### ***2.2.4 Teoría de la adaptación agrícola (Blanc, 2017)***

Probablemente, la ventaja más importante del enfoque ricardiano es que captura la adaptación al clima a largo plazo. Es decir, describe lo que sucederá una vez que un agricultor haya tenido tiempo de volver a optimizar sus elecciones, lo que sucederá en respuesta directa al cambio climático local. Por el contrario, el estudio de los cambios climáticos capturará solo adaptaciones limitadas porque el clima es una sorpresa para el agricultor, lo que le da pocas posibilidades de adaptarse.

Aunque hay algunos ejemplos en los que los agricultores pueden adaptarse al clima después del hecho cambiando las fechas de siembra o alterando los insumos una vez que ha ocurrido el clima, los pronósticos meteorológicos aún no son lo suficientemente precisos para que los agricultores anticipen el clima y hagan ajustes antes de los resultados climáticos. Los experimentos controlados no capturan la adaptación en absoluto porque tales experimentos están diseñados para permitir que solo el tratamiento (clima o CO<sub>2</sub>) varíe dentro del experimento. Si un enfoque no logra capturar las adaptaciones clave que los agricultores harán en respuesta a su clima local, los resultados serán demasiado pesimistas.



Una de las adaptaciones a nivel de explotación más importantes para la captura es el cambio de cultivo. A medida que cambia el clima, los agricultores deberían alejarse de los cultivos históricos cuya productividad ha caído drásticamente a nuevos cultivos más adecuados para el nuevo clima. Si hay suficientes detalles agrícolas en el modelo económico de las granjas para capturar cómo cambia la productividad de los cultivos locales para cada cultivo a medida que cambia el clima local, el modelo económico puede capturar la adaptación de la granja. El modelo podría predecir que los agricultores dejarán de plantar un cultivo cuya productividad en la finca ha disminuido y pasarán a un nuevo cultivo cuya productividad en la finca es alta en el nuevo clima. Siempre que el investigador haya capturado estos cambios de productividad específicos del cultivo, el modelo económico puede capturar el cambio de cultivo como una adaptación a nivel de finca.

### ***2.2.5 Teoría de la heterogeneidad en la temperatura (Miguel, 2015)***

Según la teoría, 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,  $m_{i2}$  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.

### ***2.2.6 Teoría de la economía circular (Romero-Hernández & Romero, 2018)***

La teoría de la economía circular es un modelo de producción y consumo que se contrapone al enfoque tradicional de la economía lineal, que sigue una ruta de "extraer, fabricar, consumir y desechar". En cambio, la economía circular se esfuerza por redefinir el crecimiento, concentrándose en los beneficios para la sociedad en su conjunto. Funciona bajo los principios de eliminar los residuos y la contaminación desde el diseño, circular los productos y materiales a su máxima utilidad, y regenerar los sistemas naturales. Se trata de un modelo sistémico que desafía la noción de que el crecimiento económico es indefinidamente sostenible en un planeta con recursos finitos.



En el corazón de la economía circular está el diseño de productos y sistemas con una nueva perspectiva. Se pone énfasis en la creación de bienes que sean duraderos, reparables, reutilizables y reciclables. Esto significa que desde la fase de diseño, los productos se conciben para que su ciclo de vida se extienda y su material pueda reintegrarse en la economía después de su uso, minimizando así la generación de residuos. Por ejemplo, en lugar de desechar los productos electrónicos, se podrían diseñar para ser fácilmente desmontados y sus componentes reutilizados o reciclados en nuevos dispositivos.

La economía circular también implica modelos de negocio innovadores que facilitan compartir, alquilar, reutilizar y reciclar. Los modelos de consumo colaborativo, como el carsharing o el intercambio de ropa, son ejemplos de cómo los recursos pueden ser utilizados de manera más eficiente, reduciendo la necesidad de producir bienes nuevos. Estos modelos pueden disminuir la huella de carbono y otros impactos ambientales al extender la vida útil de los productos y maximizar su uso. En términos de infraestructura y sistemas, la economía circular requiere que las empresas y los gobiernos creen y mantengan redes que faciliten la recogida, procesamiento y redistribución de productos usados. Esto podría incluir la inversión en tecnologías de reciclaje avanzadas, sistemas de logística reversa y políticas que fomenten la recuperación y el reciclaje de materiales.

### ***2.2.7 Teoría antropogénica del cambio climático (Höök & Tang, 2013)***

El Calentamiento Global Antropógeno (AGW) se refiere al calentamiento de la atmósfera terrestre como resultado de las actividades humanas. La piedra angular de la teoría AGW es la afirmación de que el rápido aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero desde el inicio de la revolución industrial es la causa principal de los aumentos de temperatura global observados desde finales del siglo XIX. La teoría AGW suele comenzar con la Revolución Industrial, un momento crucial en la historia de la humanidad



que marcó una transición hacia nuevos procesos de fabricación y un aumento significativo en la quema de combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas natural. Esta era provocó un aumento de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), un gas de efecto invernadero que ahora es el foco principal de las discusiones de AGW. La quema de combustibles fósiles para energía y transporte es la mayor fuente de emisiones industriales de gases de efecto invernadero y contribuye significativamente a las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub>.

Los gases de efecto invernadero, incluidos el CO<sub>2</sub>, el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), atrapan el calor en la atmósfera terrestre y regulan nuestro clima. Sin este efecto invernadero natural, la temperatura media de la Tierra sería de unos -18°C, en lugar del promedio actual de 15°C. Sin embargo, la teoría de AGW postula que los aumentos de gases de efecto invernadero inducidos por el hombre están potenciando este efecto invernadero natural, lo que lleva a un calentamiento de la superficie de la Tierra.

La evidencia que respalda la AGW, es extensa e incluye mediciones directas del aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico, el aumento de las temperaturas promedio globales, la reducción de las capas de hielo, el retroceso de los glaciares y el aumento del nivel del mar. Los patrones de calentamiento y fenómenos relacionados son consistentes con la comprensión científica de cómo reacciona la Tierra a los gases de efecto invernadero atmosféricos adicionales. Además, la teoría se ve reforzada por sofisticados modelos climáticos que simulan el clima de la Tierra y predicen cambios futuros. Estos modelos muestran consistentemente que la tendencia al calentamiento del siglo pasado se alinea con el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero debido a la actividad humana, y que los factores naturales por sí solos (como la variabilidad solar y la actividad volcánica) no pueden explicar la magnitud del calentamiento observado.



### 2.3 Marco Conceptual

- **Demanda de factores:** Las demandas de factores son el nivel de minimización de costos de un insumo (factor de producción) como mano de obra o capital, requerido para producir un nivel dado de producción, para costos unitarios de insumos dados (tasa salarial y costo de capital) de los factores de entrada. Una función de demanda de factor expresa la demanda de factor como una función del nivel de producción y los costos de entrada (Varian, 1992).
- **Temperatura extrema:** La temperatura extrema, también llamada temperatura inusual, severo o no estacional; se caracteriza por encontrarse en los extremos de la distribución histórica, en relación con el rango que se ha visto en el pasado. A menudo, los eventos extremos se basan en el historial meteorológico registrado de una ubicación y se definen como situadas en el diez por ciento más inusual (Hansen, 2000).
- **Productividad total de los factores:** La productividad total de los factores (PTF) se refiere a la productividad de todos los insumos tomados en conjunto. La PTF es una medida de la producción de la economía en relación con el tamaño de todos sus insumos de factores primarios. Cuando se compara el crecimiento de la producción económica de una nación a lo largo del tiempo con el crecimiento de su fuerza laboral y su stock de capital (insumos), generalmente se encuentra que el primero excede al segundo. Esto se debe al crecimiento de la PTF, es decir, a la capacidad de combinar los factores (trabajo y capital) de manera más efectiva a lo largo del tiempo. Esto puede deberse a cambios en las cualidades (habilidades más apropiadas o tecnologías integradas) o a mejores métodos de organización. La PTF representa cualquier efecto en la producción total no contabilizado por los insumos. Aborda el motor real del crecimiento de la producción, no contribuido por el crecimiento de la productividad



o insumos como el capital social y la fuerza laboral. La PTF puede interpretarse como un crecimiento a través de la innovación tecnológica y la eficiencia lograda mediante la mejora de las habilidades laborales y la gestión del capital (Charles, 2001).

- **Factores de producción:** Los factores de producción, los recursos o los insumos son los que se utilizan en el proceso de producción para producir un output, es decir, bienes terminados y servicios. Las cantidades utilizadas de los diversos insumos determinan la cantidad de output de acuerdo con la relación llamada función de producción. Hay cuatro recursos o factores de producción básicos: tierra, trabajo, capital y empresario (o empresa). Los factores también se denominan con frecuencia "bienes o servicios de producción" para distinguirlos de los bienes o servicios adquiridos por los consumidores, que a menudo se denominan "bienes de consumo". (Samuelson & Nordhaus, 2004)
- **Rendimiento de cultivo:** El rendimiento de los cultivos es una medida estándar de la cantidad de producción agrícola cosechada (rendimiento de un cultivo) por unidad de área de tierra. Para estimar el rendimiento de los cultivos, los productores suelen contar la cantidad de un cultivo determinado cosechado en un área de muestra. Luego, se pesa la cosecha cosechada y se extrapola de la muestra el rendimiento de la cosecha de todo el campo (Hayes, 2001)
- **Agricultura de Subsistencia:** Es de extrema pobreza y se ubica en tierras marginales de la sierra y selva ocupadas por comunidades y minifundistas. Comprende mayoritariamente unidades agrarias menores de 0.5 ha. Dedicadas a la producción de cultivos andinos y nativos, básicamente para la subsistencia (Dirección Regional de Agricultura, 2008)



- **Cambio climático:** El cambio climático es el fenómeno global de transformación climática que se caracteriza por los cambios en el clima habitual del planeta (en cuanto a temperatura, precipitación y viento) que son provocados especialmente por las actividades humanas. Como resultado del desequilibrio del clima de la Tierra, la sostenibilidad de los ecosistemas del planeta está amenazada, así como el futuro de la humanidad y la estabilidad de la economía mundial (Youmatter, 2020).

## **2.4 Formulación de Hipótesis**

### ***2.4.1 Hipótesis General***

Las temperaturas extremas tienen un efecto directo en la demanda de factores de los agricultores de subsistencia en un contexto de mercado imperfecto en la región Cusco durante el período 2007-2021.

### ***2.4.2 Hipótesis Específicas***

- Las temperaturas extremas tienen un efecto directo en la demanda del factor trabajo de los agricultores de subsistencia en un contexto de mercado imperfecto en la región Cusco durante el período 2007-2021.
- Las temperaturas extremas tienen un efecto directo en la demanda del factor tierra de los agricultores de subsistencia en un contexto de mercado imperfecto en la región Cusco durante el período 2007-2021.

## **2.5 Variables de estudio**

### ***2.5.1 Variables***

Las variables de la presente investigación son las siguientes:

- Variable independiente: Temperatura extrema
- Variable dependiente: Demanda de factores



### *2.5.2 Conceptualización de variables*

- **Temperatura extrema:** La temperatura extrema, también llamada temperatura inusual, severo o no estacional; se caracteriza por encontrarse en los extremos de la distribución histórica, en relación con el rango que se ha visto en el pasado. (Hansen, 2000).
- **Demanda de factores:** Las demandas de factores son el nivel de minimización de costos de un insumo (factor de producción) como mano de obra o capital, requerido para producir un nivel dado de producción, para costos unitarios de insumos dados (tasa salarial y costo de capital) de los factores de entrada. Una función de demanda de factor expresa la demanda de factor como una función del nivel de producción y los costos de entrada (Varian, 1992).



### 2.5.3 Operacionalización de variables

Tabla 1  
Operacionalización de las Variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador
Variable dependiente				
Demanda de factores	Las demandas de factores son el nivel de minimización de costos de un insumo (factor de producción) como mano de obra o capital, requerido para producir un nivel dado de producción, para costos unitarios de insumos dados (tasa salarial y costo de capital) de los factores de entrada. Una función de demanda de factor expresa la demanda de factor como una función del nivel de producción y los costos de entrada (Varian, 1992)	Son los factores de tierra, trabajo y productividad medidos en la Encuesta Nacional de Hogares. Se operacionalizan con indicadores discretos y continuos para el agricultor <i>i</i> en el distrito <i>d</i> , y de forma agregada en porcentajes para los distritos de la región del Cusco.	Tierra	Área cultivada (permanente o campaña) en hectáreas Producción total (soles a precio del 2007)
			Trabajo	Número de miembros del hogar que son agricultores Mano de obra contratada (salario por trabajador)
			Productividad total	-Productividad total de los factores Producción por hectárea (soles a precio del 2007)
Variable independiente				
Temperatura extrema	La temperatura extrema, también llamada temperatura inusual, severo o no estacional; se caracteriza por encontrarse en los extremos de la distribución histórica, en relación con el rango que se ha visto en el pasado. (Hansen, 2000)	Es el registro anómalo de temperatura en un período determinado, se calcula comparando la mediana de temperatura anual con la variación en un año. Se puede expresar como el porcentaje de días con temperatura anómala o la variación interanual en temperatura.	Ambiental	- Temperatura en la cuadrícula <i>i</i> es considerada extrema (mayor a 36 grados). - Temperatura promedio mensual.

Nota. Elaboración propia.



## **CAPÍTULO III MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Tipo de investigación**

La investigación adopta un enfoque de estudio aplicado. Este tipo de estudio se caracteriza por su orientación práctica, buscando soluciones concretas a problemas específicos en un contexto real (Hernández et al., 2014). En este caso, el estudio se centra en analizar cómo las temperaturas extremas impactan en los factores productivos, como el trabajo y la tierra, de los agricultores de subsistencia en la región del Cusco. Al combinar análisis teóricos con datos empíricos recogidos entre 2007 y 2021, los resultados pueden ser utilizados para formular políticas o estrategias que mejoren las condiciones y la eficiencia de los agricultores en esta región ante los desafíos climáticos.

### **3.2 Enfoque de investigación**

El enfoque del estudio fue cuantitativo, con el objetivo principal de examinar el efecto de las temperaturas extremas en la demanda de factores en la región del Cusco. El estudio utiliza técnicas estadísticas y econométricas para analizar datos y estimar el impacto de las temperaturas extremas en la producción agrícola. El estudio se basa en fuentes de datos cuantitativos existentes, incluidas bases de datos nacionales, y modelos econométricos para analizar los datos (Hernández et al., 2014). El estudio también utilizará el análisis de regresión para identificar los factores que influyen en la demanda de factores.

### **3.3 Diseño de la investigación**

La investigación tuvo un diseño no-experimental (Hernández et al., 2014), ya que no es posible manipular la variable independiente (temperatura) para determinar su efecto en la producción y rendimiento de los agricultores de subsistencia. Asimismo, el estudio es longitudinal ya que se cuenta con información de los agricultores de subsistencia durante el período 2007-2021 (de la Encuesta Nacional de Hogares), e información de la temperatura



anual para los distritos-provincias de la región del Cusco (de imágenes satelitales capturadas por MOD11C1 de la NASA).

### **3.4 Alcance de la investigación**

La investigación tuvo un alcance descriptivo-correlacional (Hernández et al., 2014). Es descriptivo porque se realizará un análisis geoespacial de la distribución de temperaturas en la región del Cusco y un análisis temporal de variables relacionadas a la producción y rendimiento de los agricultores de subsistencia durante el período de estudio. Es correlacional porque se realiza un análisis de regresión para estimar el efecto de las temperaturas extremas en los outcomes económicos de los agricultores de subsistencia

### **3.5 Población y muestra**

#### **3.5.1 Población**

La población del estudio estuvo conformada por la totalidad de agricultores de subsistencia en la región del Cusco, que según el Atlas de la Superficie Agrícola 2020 del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego es de 132,902 productores agrícolas.

#### **3.5.2 Muestra**

La muestra estuvo conformada por 6,492 agricultores de subsistencia que participaron en la Encuesta Nacional de Hogares entre el período 2007-2021, la muestra cubre a todas las provincias del Cusco y se puede realizar estadística inferencial a nivel de departamento según el tipo de muestreo realizado por el INEI. La muestra se halla utilizando la siguiente formulación En un diseño de muestreo de tres etapas como de la ENAHO, la probabilidad de seleccionar una unidad específica implica calcular las probabilidades en cada una de las tres etapas y luego multiplicarlas. La fórmula general para un diseño muestral de tres etapas se puede expresar como:

$$P_i = P_{stage1} \times P_{stage2|stage1} \times P_{stage3|stage2}$$



Donde  $P_i$  es la probabilidad de seleccionar la unidad  $i$ .  $P_{stage1}$  es la probabilidad de selección en la primera etapa.  $P_{stage2|stage1}$  es la probabilidad condicional de selección en la segunda etapa dado que se ha realizado una selección en la primera etapa (seleccionando subgrupos o grupos dentro de los conglomerados inicialmente seleccionados).  $P_{stage3|stage2}$  es la probabilidad condicional de selección en la tercera etapa dado que se ha realizado una selección en la segunda etapa (por ejemplo, seleccionar unidades individuales dentro del subgrupos o grupos seleccionados). En este caso el muestreo de tres etapas de la ENAHO brinda una muestra total de 6.942 hogares.

### 3.6 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

#### 3.6.1 Técnicas

La principal técnica de la investigación fue la encuesta y la recolección de información en bases de datos privadas/gubernamentales.

#### 3.6.2 Instrumentos

##### Encuesta Nacional de Hogares

El primer instrumento utilizado en la investigación fue el cuestionario para los módulos 100, 2000A, 2100 y 2400, que se presenta a continuación:

Tabla 2  
Preguntas de la Encuesta Nacional de Hogares

Módulo	Pregunta	Etiqueta
100 – Características de la Vivienda y del Hogar	Conglome	Número de conglomerado
	P601-Longitud	Longitud del conglomerado
	P602-Latitud	Latitud del conglomerado
2000A – Propiedad	P2005B	Extensión de la Parcela (Hectáreas) Esta parcela cuenta con: 1. Título inscrito en Registros Públicos 2. Título PETT no inscrito 3. Título sin registrar 4. Título en trámite
	P2005E	5. Certificado de posesión del Ministerio de Agricultura 6. Certificado de posesión de la Comunidad Campesina o Comunidad 7. Contrato de Compraventa 8. Propietario sin título



		9. Herencia (hijuelas, declaratoria de herederos, etc.)
		10. Otro
		¿El tipo de riego es: Tecnificado?
	P2005F	Por gravedad? Secano? Pozo/Agua subterránea?
2100 – Producción	P21001A	¿Cuál fue la Producción Total? - Cantidad
	P21001B	¿Cuál fue la Producción Total? - Unidad de Medida
	P21001C	¿Cuál fue la Producción Total? - Equivalencia en Kg.
	P21002T	Total Producción Agrícola S/.
2400 - Gastos	P2400A	Durante los últimos 12 meses ¿Cuánto gastó en: Arrendamiento de tierras? - (S/.)
	P2400B	Durante los últimos 12 meses ¿Cuánto gastó en: Semillas - (S/.)
	P2400C	Durante los últimos 12 meses ¿Cuánto gastó en: Abonos y Fertilizantes - (S/.)
	P2400D	Durante los últimos 12 meses ¿Cuánto gastó en: Pesticidas, insecticidas, fungicidas, etc. - (S/.)
	P2400E	Durante los últimos 12 meses ¿Cuánto gastó en: Pago a jornaleros o peones (monetario y en especie) - (S/.)
	P2400F	Durante los últimos 12 meses ¿Cuánto gastó en: Compra de sacos, canastas, etc, para sus productos - (S/.)
	P2400G	Durante los últimos 12 meses ¿Cuánto gastó en: Transportes (gasolina, lubricantes, etc) - (S/.)
	P2400H	Durante los últimos 12 meses ¿Cuánto gastó en: Almacenamiento de productos - (S/.)
	P2400I	Durante los últimos 12 meses ¿Cuánto gastó en: Agua de riego - (S/.)
	P2400M	Total de gastos agrícolas y/o forestales en S/.

*Nota.* Elaborado con información del diccionario de la Encuesta Nacional de Hogares.

### Imágenes satelitales

La investigación utilizó el producto MOD11C3 proporcionado por la NASA. Este producto está construido usando lecturas tomadas por la herramienta MODIS a bordo del satélite Terra. Estas lecturas se procesan para obtener medidas mensuales (agregadas de las medidas diarias) de la temperatura en una cuadrícula de  $0,05 \times 0,05$  grados, equivalente a 5,6 km cuadrados en el ecuador. La información ya se encuentra procesada para mantener la consistencia entre años. Los datos satelitales proporcionan estimaciones de la temperatura de la superficie terrestre.

### 3.7 Procesamiento de datos

El emparejamiento de la información se realizó con un algoritmo de emparejamiento geoespacial. Se utiliza el paquete geopandas y modelstats con el siguiente procedimiento:



- Se pre-procesan los módulos de la ENAHO para limitar a los agricultores de subsistencia de la región del Cusco, se sigue el mismo procedimiento que (Aragón et al., 2021).
- Se convierte las columnas de longitud y latitud del dataframe de la ENAHO al formato geopandas. Las columnas de longitud y latitud se encuentran al nivel de conglomerado, que es el segundo nivel más desagregado después de hogar/individuo.
- Se carga la información geoespacial (subdividida por cuadrículas) de  $0,05 \times 0,05$  grados. Previamente se realiza la vectorización de las imágenes TIFF descargadas de la página de datos abiertos de la NASA.
- Se realiza un match geoespacial entre la base de la Enaho y las Cuadrículas utilizando el módulo join de geopandas.
- El dataframe final contiene un subconjunto de conglomerados en cada cuadrícula para cada año. La unidad de observación es el hogar/individuo del módulo agrícola.
- Posteriormente se realiza el análisis de los datos estimando un modelo de regresión que se detalla en el capítulo V de la investigación.



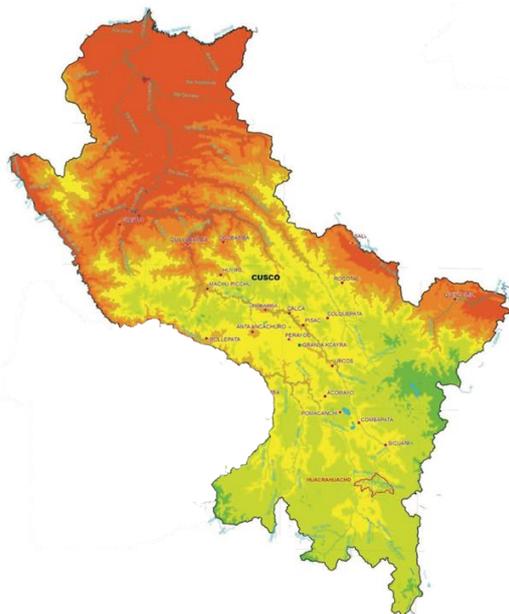
## CAPÍTULO IV ANÁLISIS DEL ENTORNO AGRÍCOLA Y TEMPERATURAS EN LA REGIÓN CUSCO

### 4.1 Temperatura en la región

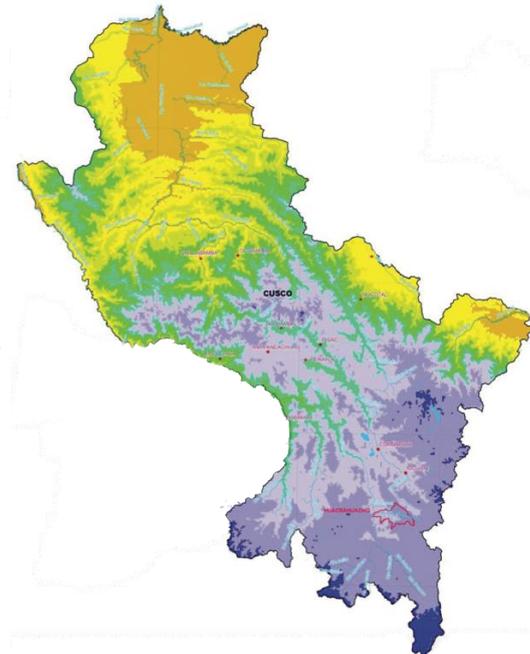
Los agricultores de subsistencia dependen en gran medida de sus cultivos y ganado para sobrevivir, y las temperaturas extremas pueden tener un efecto devastador en sus medios de vida. En los últimos años, Perú ha experimentado sequías severas y fuertes lluvias, las cuales pueden dañar los cultivos y el ganado. Durante épocas de calor extremo, los cultivos pueden marchitarse y morir, y el ganado puede tener dificultades para encontrar suficiente agua y alimentos para sobrevivir. Esto puede resultar en pérdidas financieras significativas para los agricultores de subsistencia, quienes tal vez no puedan recuperarse de tales eventos. Como muestra la figura 1, el norte de la región puede experimentar temperaturas mayores a 32 grados, consideradas como temperaturas extremas. Por otro lado, el sur de la región experimenta temperaturas menores a -4 grados centígrados, sugiriendo variaciones importantes en la temperatura experimentada por los agricultores.

FIGURA 1. Temperatura máxima y mínima anual en la región de Cusco

a) Temperatura máxima



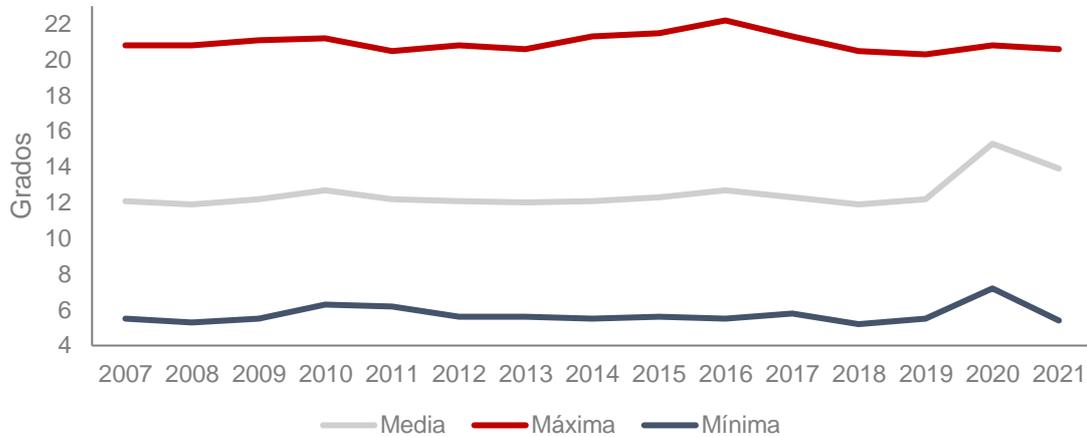
b) Temperatura mínima





Nota. Adaptado del Estudio: “Caracterización Climática de las Regiones Cusco y Apurímac” Temperaturas mayores a 32 grados celcius en rojo. Temperaturas menores a -4 grados celcius en azul oscuro.

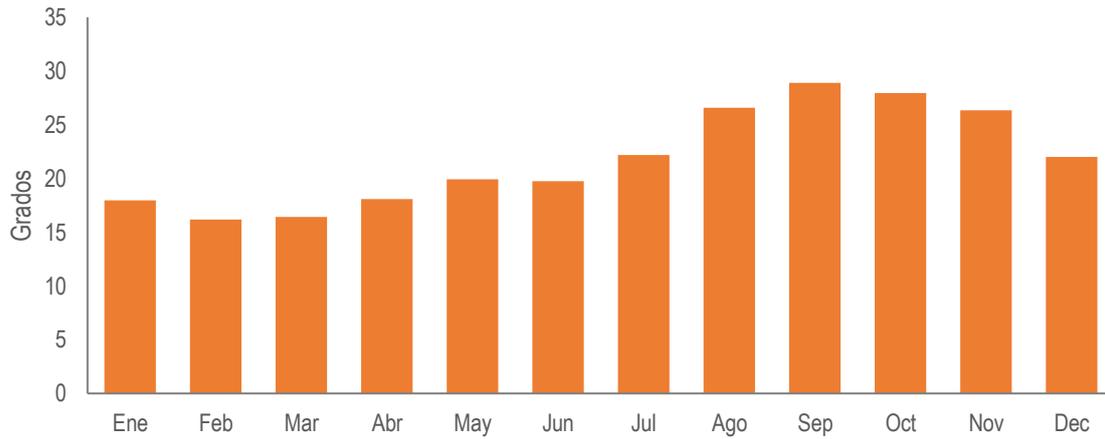
FIGURA 2. Temperatura media, máxima y mínima anual en la Región del Cusco, 2007-2021



Nota. Elaborado con información meteorológica de SENAMHI – Información histórica regional.

Estas variaciones de temperatura y clima en diferentes provincias de la región del Cusco tienen un impacto significativo en los agricultores de subsistencia que dependen de sus cultivos y ganado para sobrevivir. El calor extremo puede afectar el rendimiento de los cultivos y dañar el ganado, mientras que los cambios en los patrones de lluvia pueden causar sequías o inundaciones, las cuales pueden ser perjudiciales para la agricultura. Como se aprecia en la figura 2 y 3, la temperatura experimenta un patrón estacional, con mayores temperaturas en los meses de julio en adelante. Comprender la estacionalidad de la temperatura y cómo varía entre diferentes regiones es crucial para mitigar los impactos de las temperaturas extremas y adaptarse a los cambios en el clima.

FIGURA 3. Temperatura según mes, 2007-2021

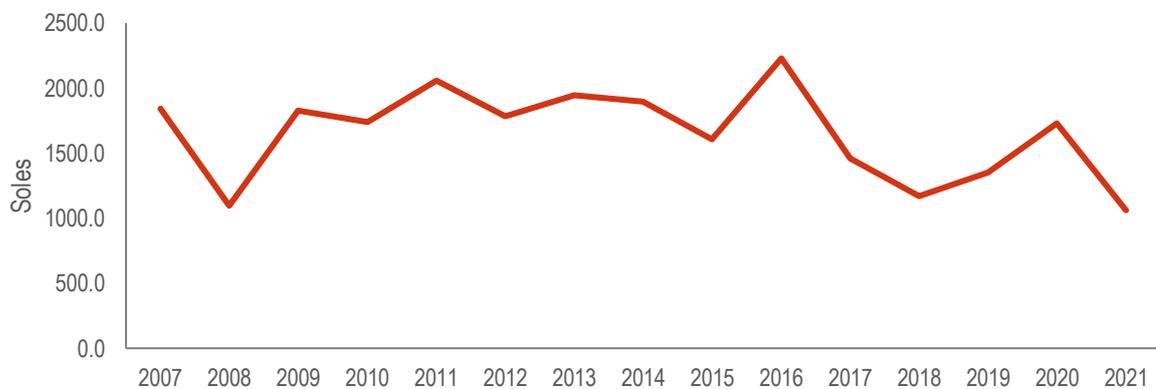


Nota. Elaborado con datos del producto MOD11C3 | NASA - herramienta MODIS a bordo del satélite Terra y Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

#### 4.2 Producción agrícola

En este apartado se presentan indicadores de producción agrícola durante el período investigado. Los indicadores considerados incluyen las ventas agrícolas, la superficie total cultivada, la proporción de tierras en secano, entre otros.

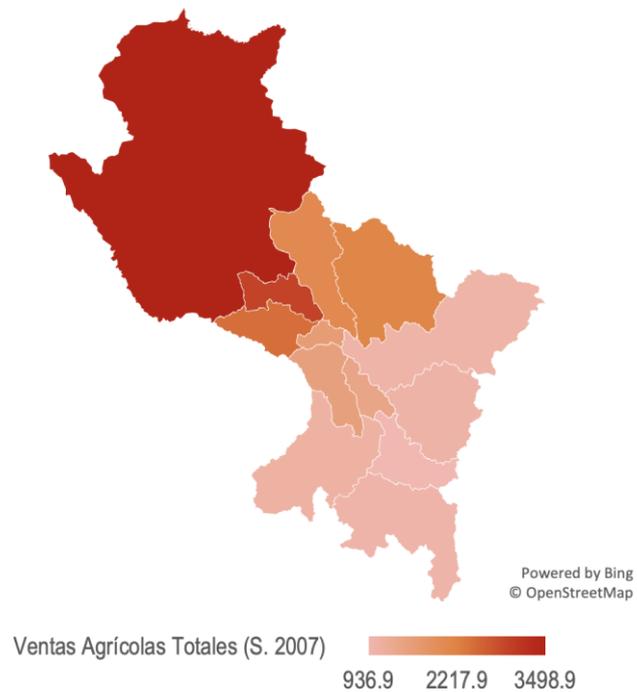
FIGURA 4. Ventas agrícolas en soles (valores del 2007), 2007-2021



Nota. Elaborado con datos del producto MOD11C3 | NASA - herramienta MODIS a bordo del satélite Terra y Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

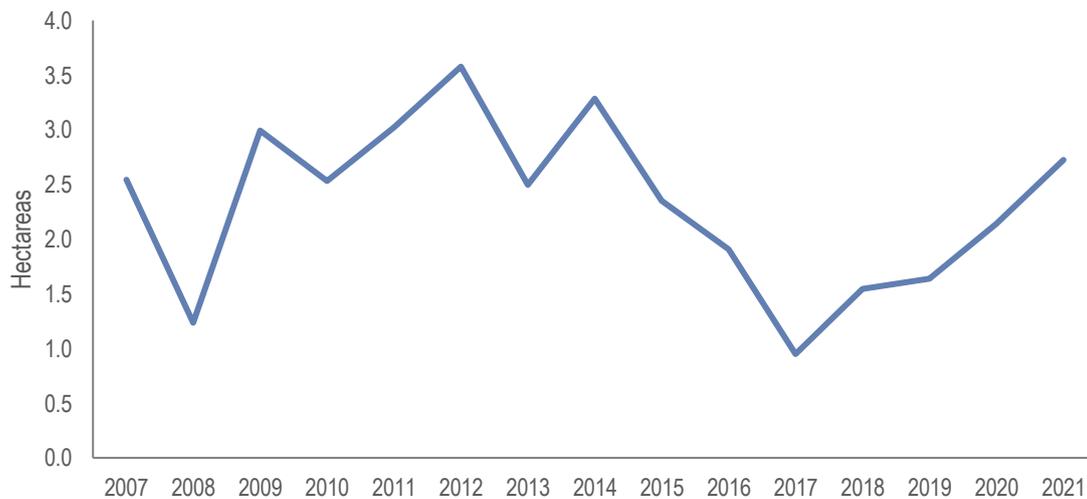
La figura 4 muestra el movimiento de las ventas agrícolas en soles durante el período de investigación. Podemos ver que no hay un patrón de crecimiento o reducción durante todo el período analizado. Sin embargo, se aprecia una caída en las ventas agrícolas el año 2021.

FIGURA 5. Ventas agrícolas en soles (valores del 2007) – Mapa por provincias



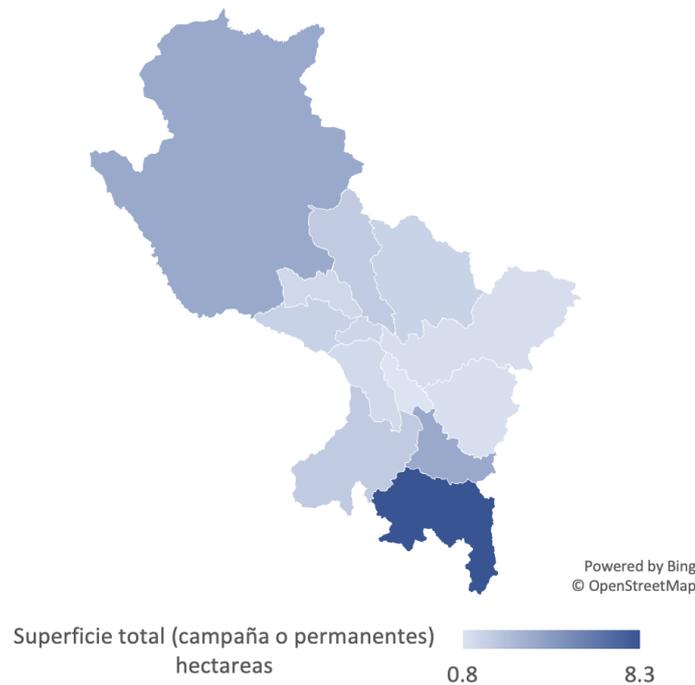
Nota. Elaborado con datos del producto MOD11C3 | NASA - herramienta MODIS a bordo del satélite Terra y Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

FIGURA 6. Superficie total (campana o permanente) en hectáreas, 2007-2021



Nota. Elaborado con datos del producto MOD11C3 | NASA - herramienta MODIS a bordo del satélite Terra y Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

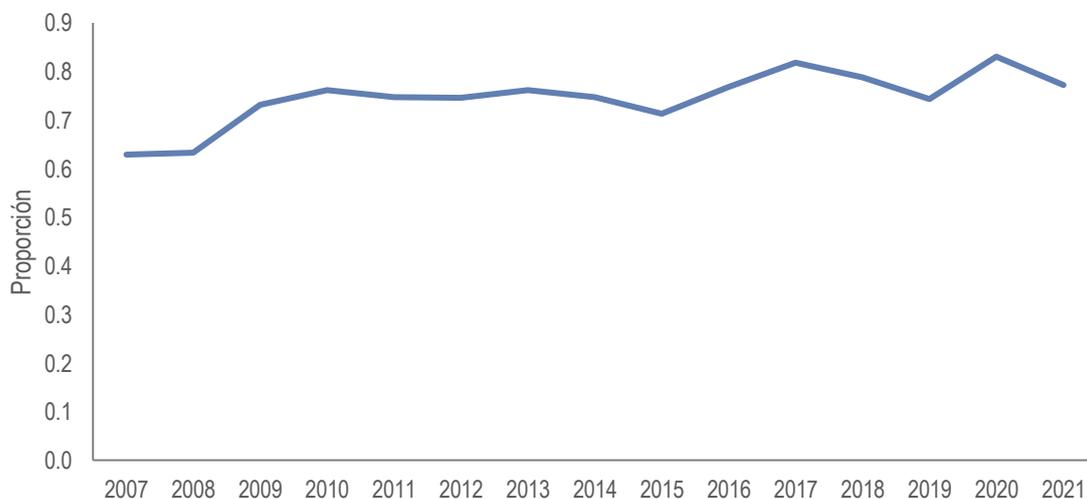
FIGURA 7. Superficie total (campana o permanente) en hectáreas – Mapa por provincias



Nota. Elaborado con datos del producto MOD11C3 | NASA – herramienta MODIS a bordo del satélite Terra y Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

La figura 7 muestra la superficie total en hectáreas según provincia. De la figura podemos apreciar que la superficie total es mayor para la provincia de Espinar, con 8.3 hectáreas en promedio. Le sigue la convención, y otras provincias aledañas. Esto sugiere una configuración heterogénea en la división de parcelas entre familias.

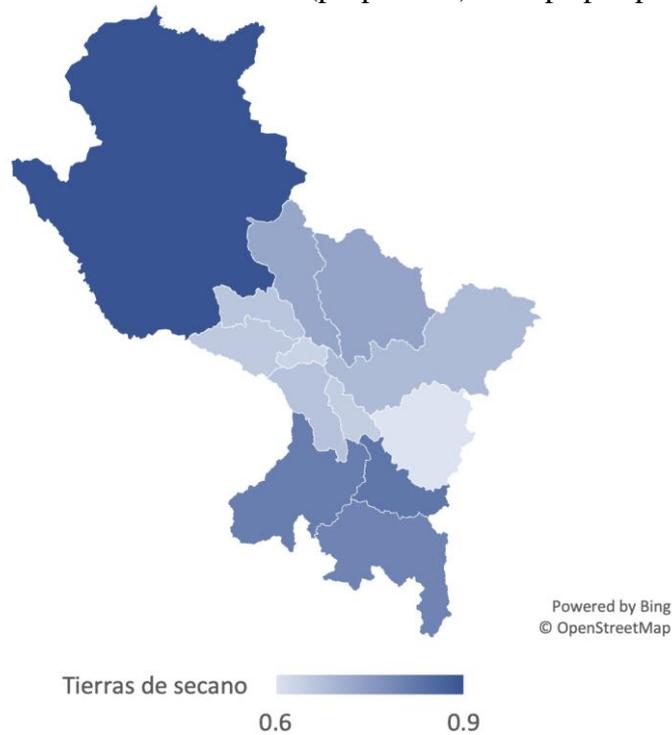
FIGURA 8. Tierras de secano (proporción), 2007-2021



Nota. Elaborado con datos del producto MOD11C3 | NASA - herramienta MODIS a bordo del satélite Terra y Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

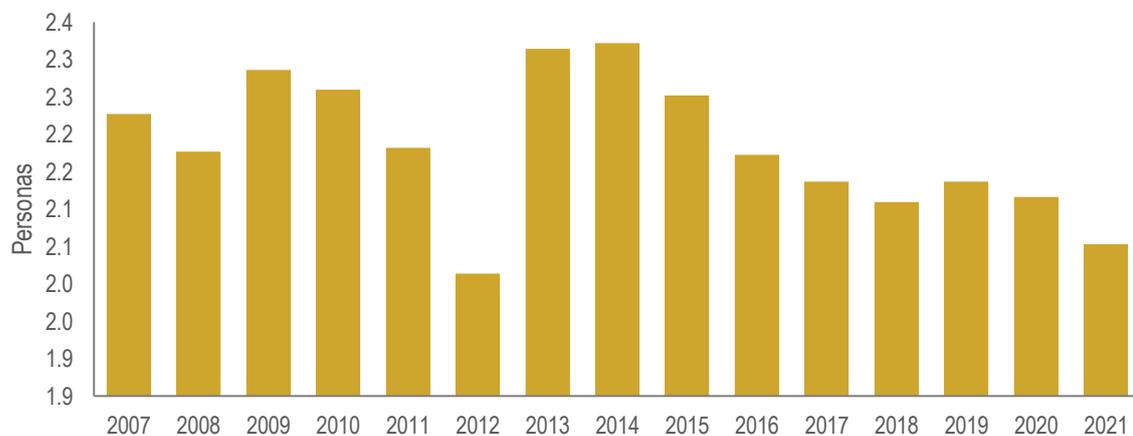
La figura 8 muestra que la proporción de tierras de secano se ha incrementado ligeramente durante el período de investigación, sin embargo, la tasa de crecimiento ha sido especialmente pausada. Por otro lado, el mapa de provincias muestra que la mayor proporción de tierras de secano se encuentra en La Convención (90%), seguido de las provincias del sur.

FIGURA 9. Tierras de secano (proporción) – Mapa por provincias



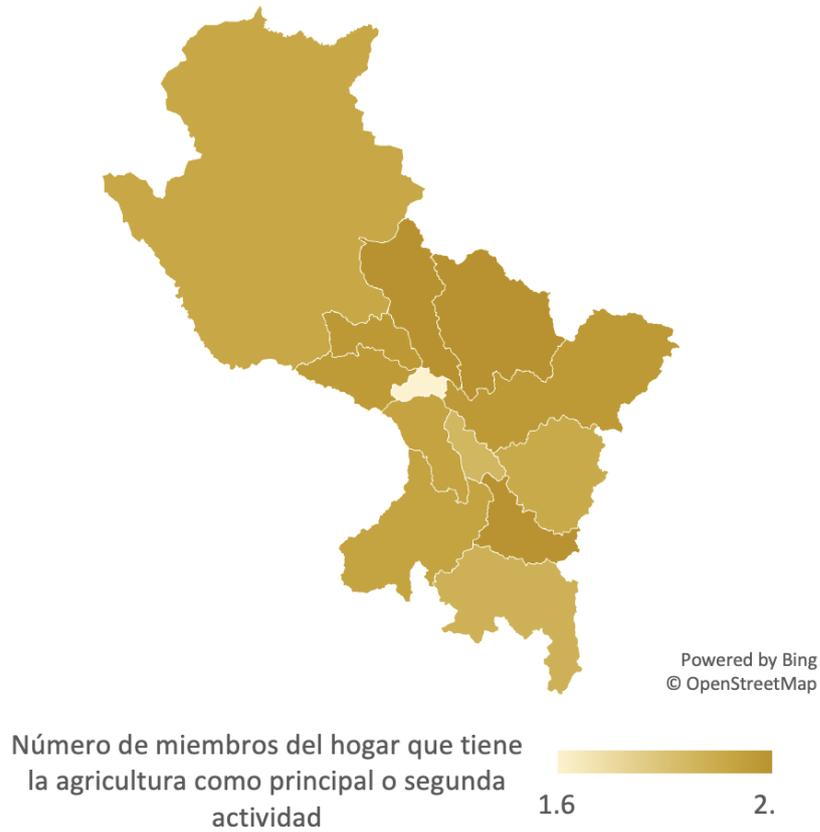
Nota. Elaborado con datos del producto MOD11C3 | NASA - herramienta MODIS a bordo del satélite Terra y Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

FIGURA 10. Número de miembros del hogar que tiene la agricultura como principal o segunda actividad 2007-2021



Nota. Elaborado con datos del producto MOD11C3 | NASA - herramienta MODIS a bordo del satélite Terra y Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

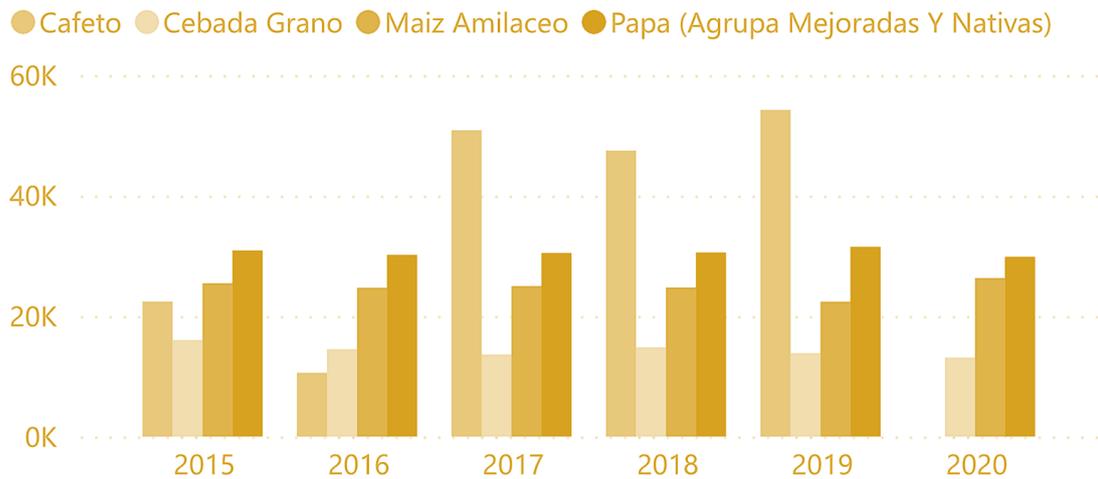
FIGURA 11. Número de miembros del hogar que tiene la agricultura como principal o segunda actividad – Mapa por provincias



Nota. Elaborado con datos del producto MOD11C3 | NASA - herramienta MODIS a bordo del satélite Terra y Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

La figura 11 muestra el número de miembros del hogar que tiene a la agricultura como principal o actividad secundaria. Vemos que la región se caracteriza por tener al menos a un familiar en esta actividad, exceptuando a la provincia del Cusco, donde la proporción es menor, en contraste con otras provincias.

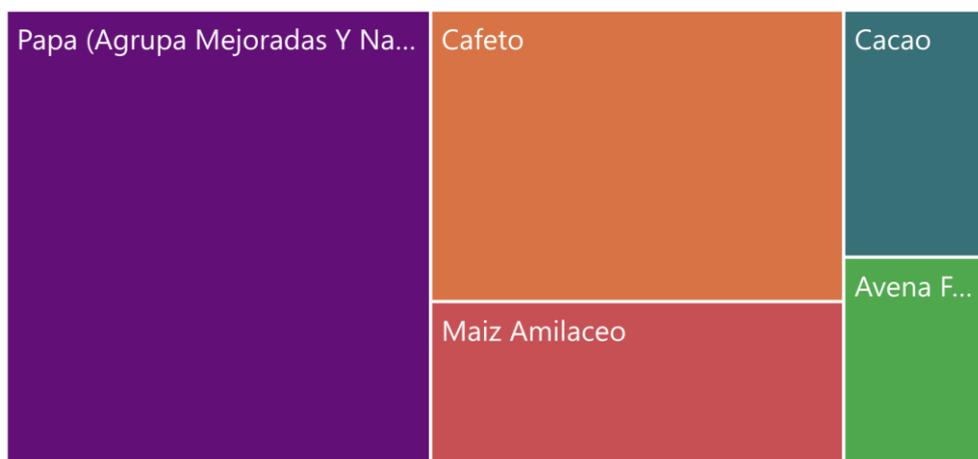
FIGURA 12. Cosecha Agrícola (ha), 2015-2020



Nota. Tomado del Perfil Productivo Departamental – Sistema SIEA | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

El gráfico de barras de la figura 12 muestra la cosecha agrícola en hectáreas de diversos cultivos: café (Cafeto), cebada en grano (Cebada Grano), maíz (Maíz Amilaceo) y papa (Papa, que incluye variedades mejoradas y nativas), durante un período de seis años, de 2015 a 2020. Muestra una tendencia general de fluctuación en el tamaño de la cosecha para cada cultivo, con un pico notable para el maíz en 2019. El café y la cebada exhiben variaciones menores año tras año, mientras que las cosechas de papa, a pesar de algunas fluctuaciones, parecen mantenerse una zona de producción relativamente estable.

FIGURA 13. Valor Bruto de la Producción – Principales Productos, 2019



Nota. Tomado del Perfil Productivo Departamental – Sistema SIEA | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

El mapa de árbol de la figura 13 representa el valor bruto de la producción de los principales productos agrícolas en 2019, y el tamaño de cada bloque indica la contribución

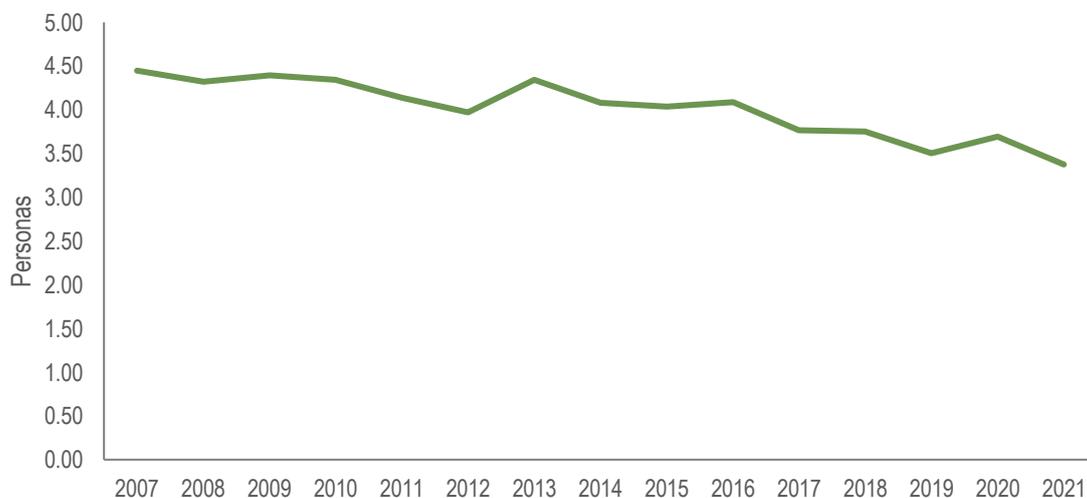


relativa del producto al valor total. Las papas (Papa), incluidas las variedades mejoradas y nativas, parecen tener la mayor proporción, lo que se indica por la considerable superficie morada. Le sigue el café (Cafeto), representado por la zona naranja, lo que sugiere que también hace una contribución significativa al valor agrícola. Los bloques más pequeños de maíz (Maíz Amiláceo), cacao (Cacao) y avena (Aven.) indican una contribución relativamente menor, aunque aún notable, al valor total de la producción.

### 4.3 Hogar y características individuales

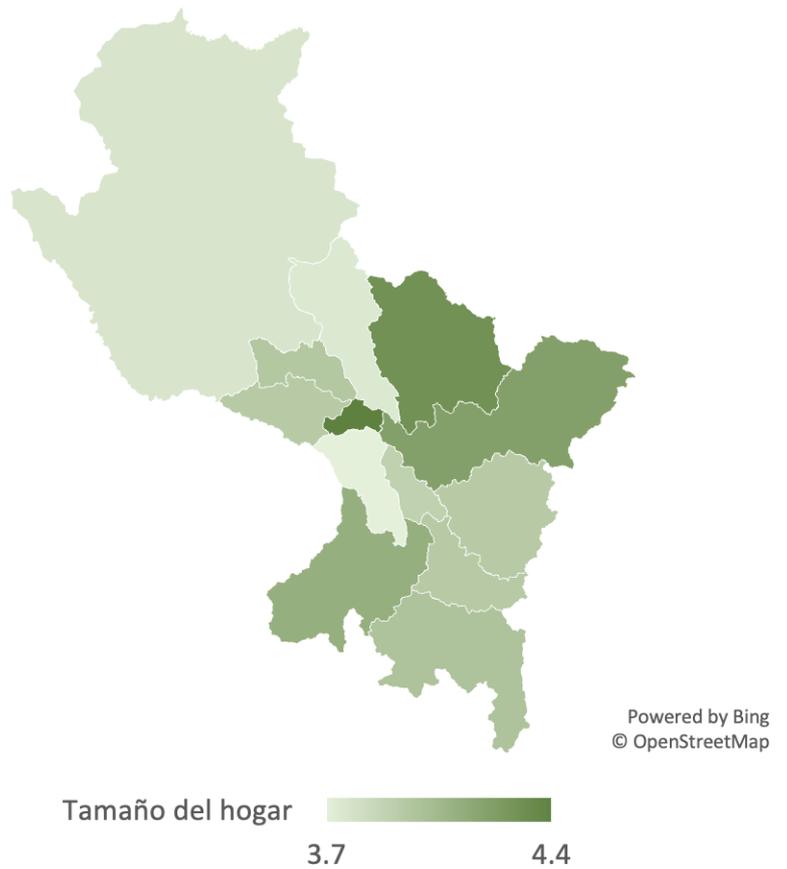
En este apartado se incluyen indicadores del hogar y características de los agricultores para el período investigado. Las características incluyen el tamaño del hogar, la edad, la proporción de mujeres en actividades agrícolas, el nivel de educación, entre otras variables relevantes para la investigación

FIGURA 14. Tamaño del hogar, 2007-2021



Nota. Elaborado con datos de la Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

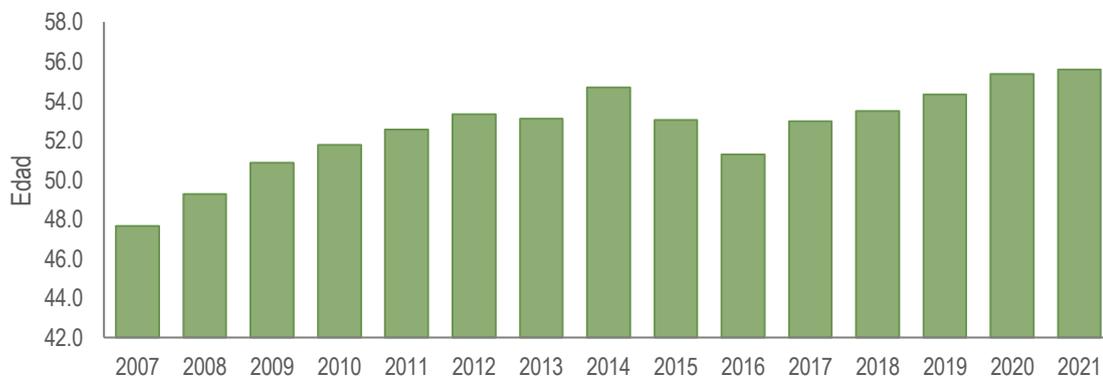
FIGURA 15. Tamaño del hogar – Mapa por provincias



Nota. Elaborado con datos de la Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

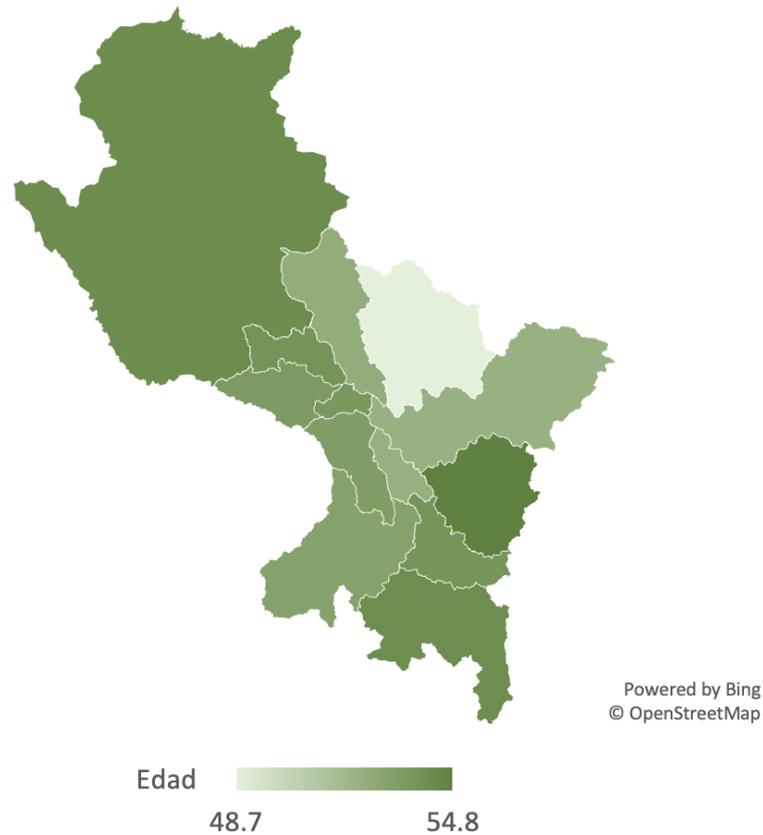
La figura 14 nos muestra que el tamaño del hogar está significativamente asociado a la provincia. Vemos que la provincia de Cusco tiene un tamaño de hogar mayor, seguido de Paucartambo y Chumbivilcas. También se puede apreciar que La Convención y Calca tienen un tamaño menor del hogar.

FIGURA 16. Edad, 2007-2021



Nota. Elaborado con datos de la Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

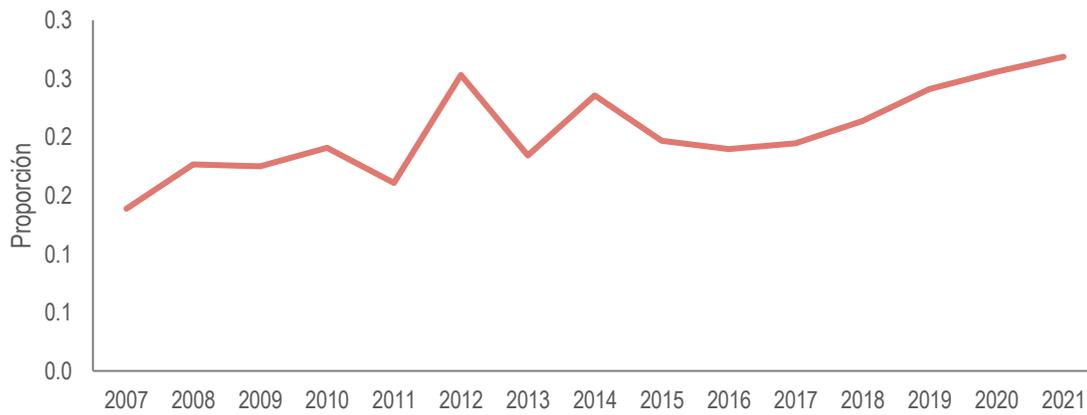
FIGURA 17. Edad – Mapa por provincias



Nota. Elaborado con datos de la Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

En el caso de la edad, no apreciamos diferencias significativas entre provincias, exceptuando a Paucartambo, donde la edad es de 48.7 años (el promedio regional es de 53 años). Cabe indicar que este promedio es calculado para agricultores. También vemos en la figura 16 que la edad promedio se ha ido incrementando durante el período de investigación, pasando de 49 el 2007 a 56 el 2021.

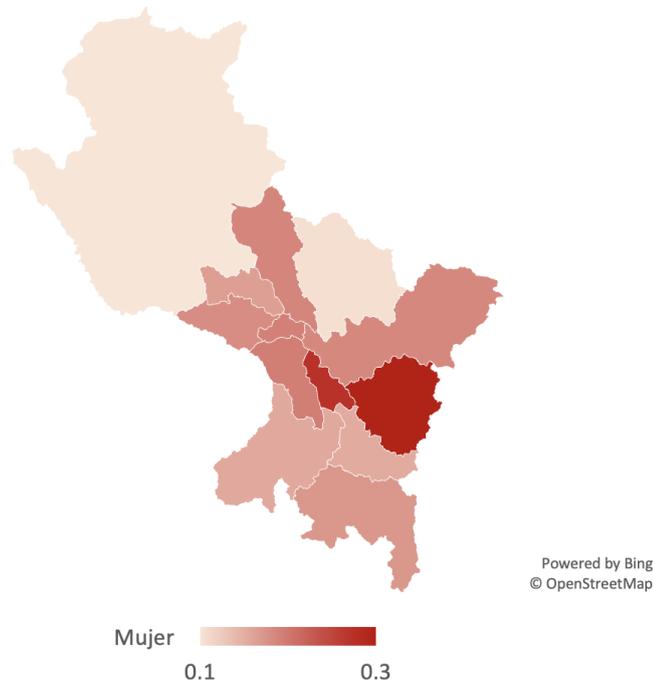
FIGURA 18. Proporción de mujeres en actividades agrícolas, 2007-2021



Nota. Elaborado con datos de la Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

El primer gráfico de la figura 18, ilustra la proporción de mujeres que participaron en actividades agrícolas entre 2007 y 2021. Hay una clara tendencia fluctuante a lo largo de los años con proporciones que oscilan aproximadamente entre 0,2 y 0,3, lo que indica que entre el 20% y el 30% de las que participan en Las actividades agrícolas son mujeres. Parece haber una tendencia general ascendente, especialmente notable a partir de 2017 en adelante, lo que sugiere un aumento en la participación de las mujeres en la agricultura a lo largo del tiempo.

FIGURA 19. Proporción de mujeres en actividades agrícolas – Mapa por provincias

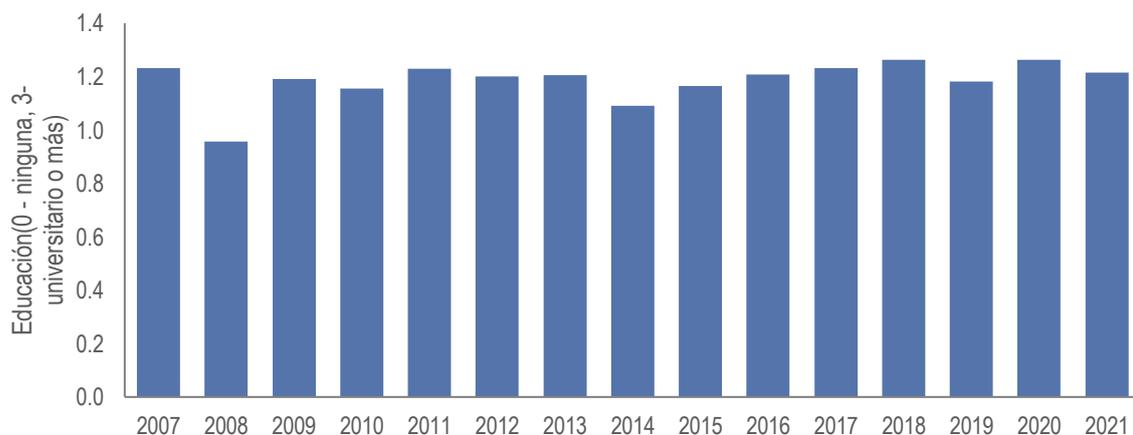


Nota. Elaborado con datos de la Encuesta Nacional de Hogares – INEI.



La Figura 19 proporciona una representación geográfica de los mismos datos, mostrando la proporción de mujeres en actividades agrícolas en varias provincias, como lo indica la intensidad del sombreado. Los tonos más oscuros representan proporciones más altas de participación femenina. El mapa destaca las regiones donde la participación de las mujeres en la agricultura es más pronunciada, y al menos una provincia central muestra una proporción particularmente alta, indicada por el tono más oscuro. Esta distribución espacial sugiere que la participación de las mujeres en la agricultura puede estar influenciada por factores regionales, que podrían incluir estructuras económicas locales, normas culturales o disponibilidad de tierras agrícolas. Ambas gráficas están basadas en datos de la Encuesta Nacional de Hogares del INEI.

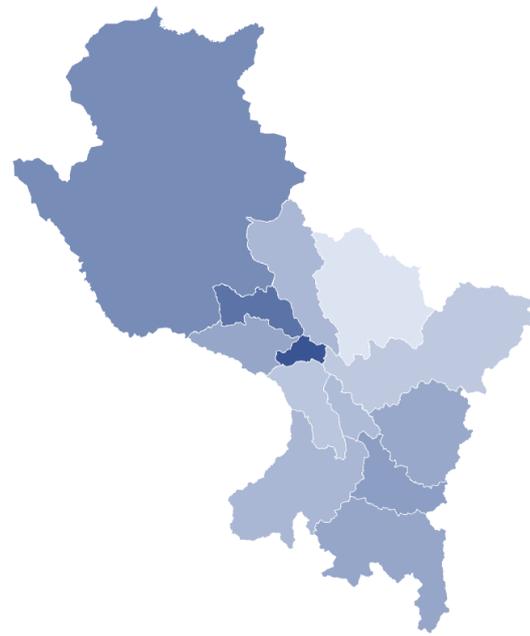
FIGURA 20. Educación, 2007-2021



Nota. Elaborado con datos de la Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

La figura 20 muestra que la educación no ha variado de manera significativa en el período de investigación, manteniéndose el promedio de educación primaria para todo el período. La figura 21 también nos muestra que la población de la provincia del Cusco (y Anta) está más educada que el promedio regional.

FIGURA 21. Educación, 2007-2021 – Mapa por provincias



Powered by Bing  
© OpenStreetMap

Educación(0 - ninguna, 3-universitario o más)

0.9

1.7

Nota. Elaborado con datos de la Encuesta Nacional de Hogares – INEI.



## CAPÍTULO V RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1 Presentación y fiabilidad del instrumento aplicado

La presente investigación utiliza información de dos fuentes principales: (1) El producto MOD11C3 | NASA - herramienta MODIS a bordo del satélite Terra y (2) La Encuesta Nacional de Hogares. A continuación, se realiza un resumen detallado de cada fuente de información:

- El producto MOD11C3 v006 - LP DAAC es un conjunto de datos globales mensuales de temperatura de la superficie terrestre derivados del instrumento Terra Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS). Tiene una resolución espacial de 0,05 grados (5600 metros en el ecuador) latitud/longitud, que es una cuadrícula geográfica con 7200 columnas y 3600 filas que cubren todo el mundo. Tiene una cobertura temporal desde febrero de 2000 hasta el presente, y es útil para estudiar la distribución global y la variación de la temperatura de la superficie terrestre. Se emplea la temperatura de la superficie terrestre (LST), que se define como la temperatura radiativa de la piel de las superficies terrestres. LST se deriva de las bandas 31 y 32 del infrarrojo térmico MODIS utilizando un algoritmo de ventana dividida que tiene en cuenta los efectos atmosféricos y la emisividad de la superficie. Los valores LST se agregan a partir de observaciones diarias a promedios mensuales utilizando un método de promedio ponderado que considera la calidad de la observación, el ángulo de visión y la cobertura de nubes.
- La Encuesta Nacional de Hogares sobre Condiciones de Vida y Pobreza (ENAH0) es una encuesta realizada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del Perú desde 1995. Recoge información sobre diversos aspectos del bienestar de los hogares, como ingresos, gastos, educación, salud, empleo, vivienda, acceso a servicios



públicos y programas sociales. La encuesta cubre tanto áreas urbanas como rurales y utiliza un diseño de muestreo multietápico estratificado. La encuesta se realiza anualmente con módulos trimestrales. El módulo de agricultura es una parte de la ENAHO que recopila información sobre la producción agrícola y los ingresos de los hogares rurales. Abarca temas como el uso de la tierra, el cultivo, la ganadería, el riego, los insumos agrícolas, los canales de comercialización, los precios y los costos. El módulo se aplica a una muestra de hogares que tienen actividades agrícolas como fuente principal o secundaria de ingresos. El módulo de agricultura tiene como objetivo proporcionar datos para estimar la contribución de la agricultura a la economía nacional y el bienestar de los hogares, así como para diseñar y evaluar políticas y programas que apoyen el desarrollo rural y la seguridad alimentaria. El módulo también permite analizar el impacto del cambio climático y los factores ambientales en la productividad agrícola y la resiliencia.

## **5.2 Resultados respecto a los objetivos específicos**

En la siguiente sección, llevaremos a cabo un detallado análisis de los resultados obtenidos de la regresión, enfocándonos en los componentes más relevantes de la demanda de factores, específicamente, la tierra y el trabajo. Para empezar, al abordar el componente de la tierra, no nos basamos directamente en la tierra per se, sino que utilizamos una medida indirecta o proxy para representarlo. En este caso, hemos optado por el área cultivada. Esta métrica nos brinda una idea clara del espacio que se está utilizando para actividades agrícolas, y, por ende, nos da una aproximación de la demanda de este factor esencial. En cuanto al componente laboral, nuestro análisis se bifurca en dos dimensiones. Por un lado, observamos el número de integrantes del hogar que desempeñan actividades agrícolas. Este indicador nos da una percepción del compromiso y la contribución familiar en el sector agrícola. Por otro lado, también nos fijamos en la mano de obra externa que ha sido contratada, y para tener una



visión más clara de esta, no solo consideramos la cantidad de trabajadores, sino también la inversión realizada en términos salariales. Esto nos permite entender no solo cuánta mano de obra externa se está utilizando, sino también cuán significativa es la inversión en ella. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3  
Resultados de regresión para tierra y trabajo

	Tierra	Trabajo	
	ln(área cultivada)	Número de miembros del hogar que son agricultores	Mano de obra contratada ln(salario)
	(1)	(2)	(3)
Temp	0.003 (0.011)	0.0008 (0.005)	0.0227 (0.016)
ExtTemp	0.002 (0.536)	-0.1684*** (0.076)	0.1954 (0.612)
Intercepto	-2.241*** (0.565)	-1.978*** (0.320)	0.918 (0.863)
N	6,492	6,492	6,492

*Nota.* Errores estándar en paréntesis, clusterizados a nivel de distrito. Todas las especificaciones incluyen variables de distrito, mes, región climática, y características de los agricultores, incluyendo edad, sexo y nivel de educación. Variaciones en ln(área cultivada) y ln(salario)s se expresa en porcentajes.

El coeficiente de interés es capturado por ExtTemp ( $\beta_2$ ) que es igual a 1 si la temperatura en la ubicación del agricultor es mayor a 36 grados, y cero para otros casos. Este coeficiente adopta un valor de 1 cuando la temperatura en la zona donde se localiza el agricultor supera los 36 grados centígrados. En circunstancias donde la temperatura es inferior a este valor, el coeficiente es 0. La elección de este límite específico de 36 grados centígrados se fundamenta en los hallazgos de un estudio realizado por Aragón et al. (2021). Según esta investigación, temperaturas que exceden dicho límite son perjudiciales para el desarrollo de actividades agrícolas, por lo que se les denomina "temperaturas extremas". También se presenta el coeficiente de Temp ( $\beta_1$ ) que es la temperatura reportada en centígrados.

En primer lugar, vemos que la temperatura extrema tiene efectos significativos sobre el coeficiente de Trabajo. Los resultados señalan una reducción del 16% en el número de individuos de un hogar que se dedican a las actividades agrícolas cuando se enfrentan a temperaturas extremas. Este comportamiento contrasta con el modelo económico propuesto y



analizado en nuestra investigación. Estos hallazgos nos llevan a postular que, ante los desafíos del cambio climático y el aumento de las temperaturas, es posible que los agricultores de la región estén reconsiderando y modificando sus ocupaciones. Sin embargo, es importante destacar que, a pesar de los cambios observados en la cantidad de miembros del hogar involucrados en la agricultura, no identificamos impactos significativos en otras variables, como el área total cultivada o la cantidad de mano de obra externa contratada. Esto podría sugerir que, aunque las personas están abandonando la agricultura a nivel familiar debido a las temperaturas extremas, las operaciones agrícolas en sí mismas no están experimentando una reducción proporcional en términos de tierras cultivadas o contratación de trabajadores.

En segundo lugar, los resultados de la regresión para el factor tierra, específicamente el área cultivada, no presentan un efecto estadísticamente significativo de las temperaturas extremas (ExtTemp), como se observa en el coeficiente y su amplio intervalo de confianza. Esto indica que dentro de la muestra y el modelo especificado, la variabilidad en las temperaturas extremas no influye de manera significativa en el tamaño del área cultivada. El coeficiente cercano a cero sugiere que no hay una relación lineal detectable entre estos dos factores en los datos analizados. Además, el intercepto significativamente negativo sugiere una tendencia general a la baja en el área cultivada, independiente de las variables de temperatura consideradas.

### **5.3 Resultados respecto al objetivo general**

En la presente sección, nos centramos en los resultados relativos a dos aspectos clave: los indicadores de productividad y producción. Partiendo de la hipótesis propuesta, suponemos una disminución en la productividad total de los factores y en la producción general, y esta reducción se atribuye directamente a las temperaturas extremas. Para brindar coherencia y mantener una estructura similar a la sección previa, los resultados se exhiben a través de una tabla de regresión. Esta tabla no solo muestra los coeficientes que representan



la magnitud de la relación entre las variables, sino que también incluye los errores estándar, proporcionando una medida de la precisión de las estimaciones. Estos errores se presentan entre paréntesis, justo debajo de los coeficientes correspondientes.

Otro punto crucial a considerar es la forma en que se expresan las variables. Estas se han transformado y se muestran en logaritmos. La ventaja de esta representación es que facilita la interpretación de los coeficientes. En este formato, un cambio en una unidad del coeficiente implica un cambio porcentual en la variable dependiente por cada unidad de cambio en la variable independiente.

Tabla 4  
Resultados de regresión para producción y Productividad Total de Factores

	Producción		PTF
	ln(producción/ha)	ln(producción)	
	(1)	(2)	(3)
Temp	-0.004 (0.010)	0.001 (0.011)	-0.003 (0.009)
ExtTemp	-0.534 (0.471)	-0.394* (0.226)	-0.459*** (0.156)
Intercepto	7.08*** (0.510)	4.563*** (0.434)	5.118*** (0.358)
N	6,492	6,492	6,492

*Nota.* Errores estándar en paréntesis, clusterizados a nivel de distrito. Todas las especificaciones incluyen variables de distrito, mes, región climática, y características de los agricultores, incluyendo edad, sexo y nivel de educación. PTF se refiere a la Productividad Total de los Factores. Especificación (3) controla por factores de tierra y trabajo (área cultivada y número de miembros del hogar que son agricultores y mano de obra contratada). Producción se expresa en soles a precios del 2007. Variaciones en ln(producción) se expresa en porcentajes.

La Tabla 4 muestra información sobre las implicancias de las temperaturas extremas, específicamente cuando estas exceden los 36 grados centígrados, sobre aspectos vitales de la agricultura: la producción y la productividad. Al analizar detenidamente estos datos, se observa que las consecuencias de estas temperaturas no son triviales. De hecho, al enfrentar tales condiciones climáticas, la producción agrícola experimenta una marcada reducción, con una disminución de 39 puntos porcentuales. Este es un hallazgo significativo, ya que una reducción de esta magnitud puede tener serias repercusiones en el abastecimiento y en la economía local.



Sin embargo, el impacto de las temperaturas extremas no se limita solo a la producción. La productividad total de los factores, que es una medida que evalúa cómo se utilizan y combinan los insumos disponibles para obtener la producción, también se ve afectada, y de manera aún más drástica. Según los datos presentados, esta productividad se reduce en 45 puntos porcentuales en condiciones de temperaturas extremas. Esto implica que no solo se produce menos, sino que los recursos e insumos se utilizan de manera menos eficiente bajo estas condiciones adversas.

Lo que estos hallazgos evidencian es que las temperaturas extremas tienen un efecto altamente disruptivo, especialmente para aquellos agricultores de subsistencia en la región. Estos agricultores, que dependen en gran medida de su producción para su sustento y supervivencia, se encuentran particularmente vulnerables. Una reducción en la producción y la productividad puede comprometer su capacidad para alimentar a sus familias, generar ingresos y mantener su modo de vida. Por lo tanto, estos resultados resaltan la urgencia de implementar estrategias adaptativas y de resiliencia ante el cambio climático en áreas donde la agricultura de subsistencia es predominante.

## **5.4 Modelo econométrico y pruebas estadísticas**

### ***5.4.1 Modelo econométrico***

El análisis econométrico de la investigación busca examinar la relación entre las temperaturas y la demanda de factores de los agricultores. Para estudiar esta relación, se estiman formas reducidas de la demanda de factores no condicionales derivados del modelo del hogar agrícola con mercados incompletos de Taylor & Adelman (2003). Las formas reducidas planteadas aprovechan la variación within de la temperatura entre localidades (cuadriculas), en línea con las formas reducidas planteadas en Dell et al. (2009, 2012). Esto se realiza incluyendo efectos fijos a nivel de distrito y a nivel de cuadrícula y permite controlar



por factores inobservables constantes entre distritos y cuadrículas. Con ello, se plantea el siguiente modelo de regresión log-lineal:

$$\ln y_{ijt} = \beta_1 Temp + \beta_2 ExtTemp + \phi Z_{ijt} + \rho_j + \psi_t + \epsilon_{ijt}$$

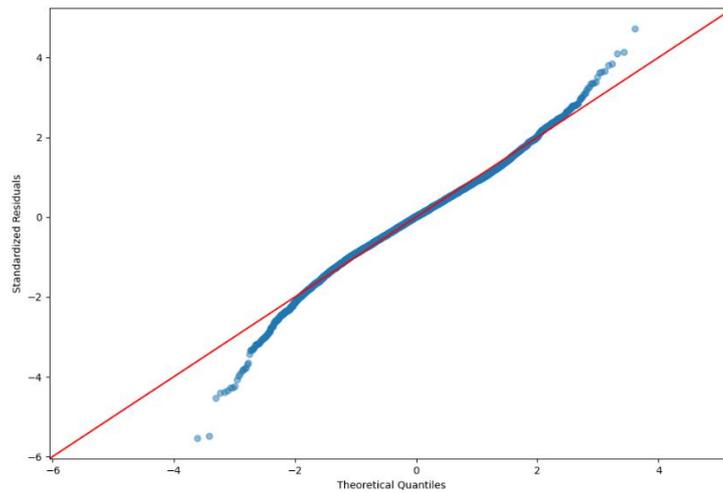
Donde:

- La unidad de observación es el agricultor  $i$  en el distrito  $j$  en la temporada  $t$ .
- $y$  es la variable dependiente.
- $Temp$  es un vector que identifica la temperatura observada en grados.
- $ExtTemp$  es un vector igual a 1 si la temperatura es mayor a 36 grados y 0 para otros casos. Es el coeficiente de interés de la investigación.
- $g(\gamma, \omega_{jt})$  es una función no lineal de la temperatura y precipitación. El parámetro de interés es  $\gamma$ : la estimación de forma reducida del efecto de los shocks en la variable dependiente.
- $Z_{ijt}$  es un vector de características de los agricultores,
- $\rho_j$  es un conjunto de efectos fijos a nivel de distrito
- $\psi_t$  son efectos fijos a nivel de cuadrícula.  $\psi_t$  controla por shocks de productividad y precios agrícolas.
- $\epsilon_{ijt}$  es el error idiosincrático del modelo de regresión

#### 5.4.2 Diagnósticos de regresión

En este apartado se presentan los principales diagnósticos para el modelo de regresión estimado, específicamente el modelo  $\ln(\text{producción})$ , incluyendo la verificación de los supuestos de normalidad, linealidad, heterocedasticidad y observaciones influyentes

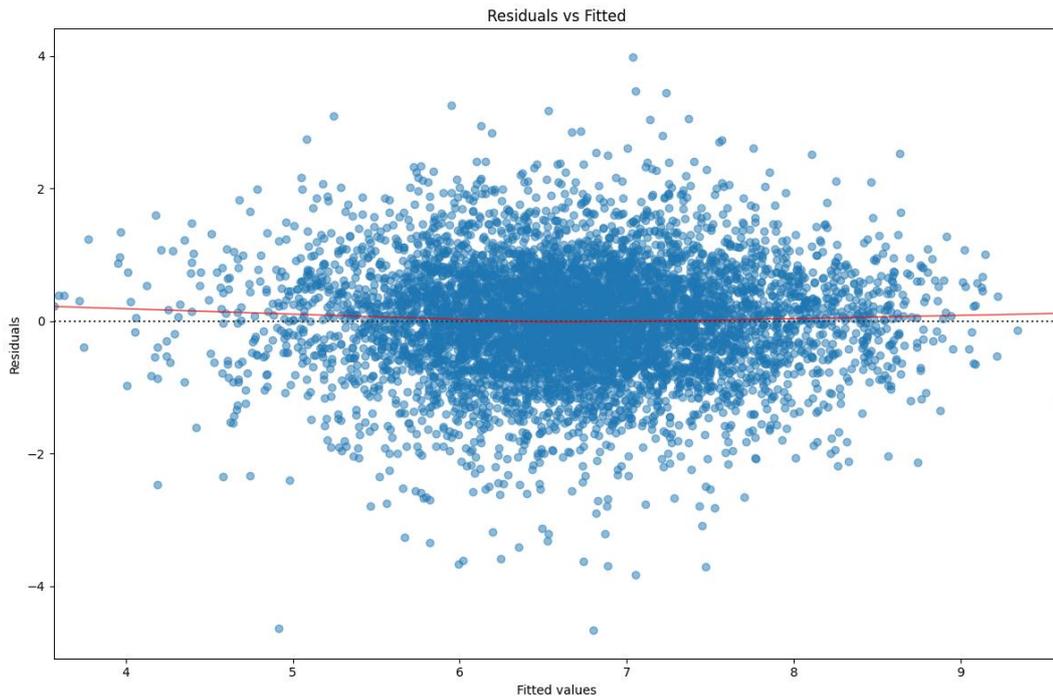
FIGURA 22. Normalidad



Nota. Elaborado con datos del producto MOD11C3 | NASA - herramienta MODIS a bordo del satélite Terra y Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

La figura 22 muestra un gráfico Cuantil-Cuantil (Q-Q), que es una herramienta gráfica para evaluar si un conjunto de datos sigue una determinada distribución teórica, en este caso, la distribución normal. El eje horizontal muestra los cuantiles teóricos de una distribución normal, mientras que el eje vertical muestra los residuos estandarizados de un análisis de regresión. En el gráfico, la mayoría de los puntos siguen de cerca la línea, especialmente en los cuantiles medios, lo que sugiere que los residuos tienen una distribución aproximadamente normal. Sin embargo, hay algunas desviaciones en las colas inferior y superior (puntos en el extremo izquierdo y derecho del gráfico), lo que indica posibles valores atípicos o que la distribución de residuos tiene colas más pesadas que una distribución normal.

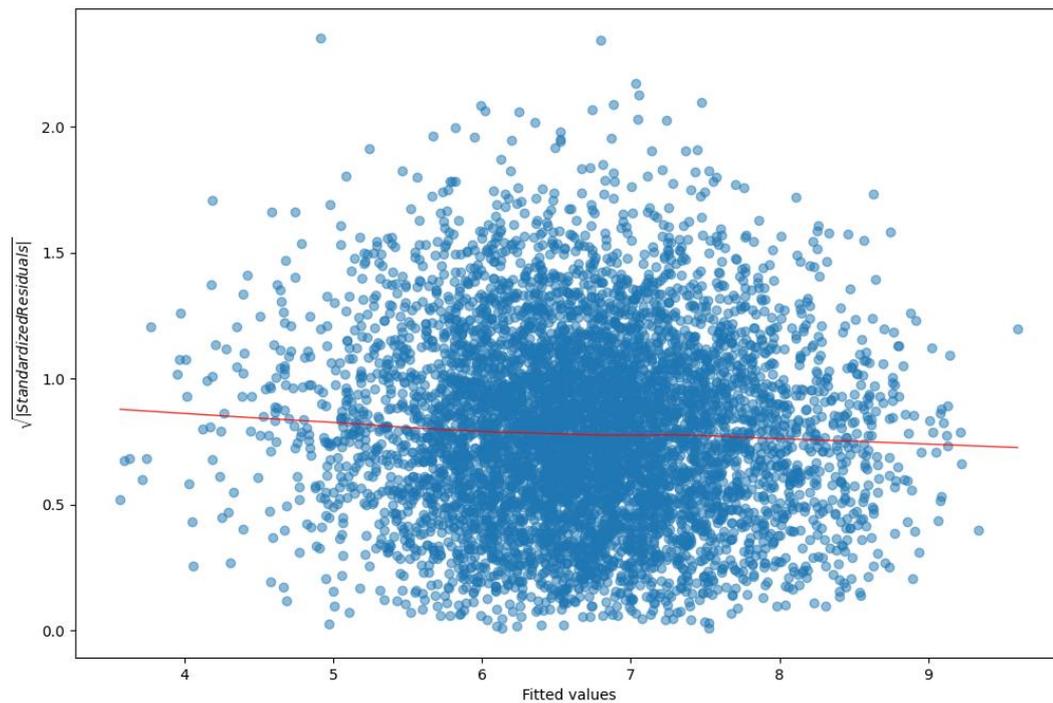
FIGURA 23. Linearidad



Nota. Elaborado con datos del producto MOD11C3 | NASA - herramienta MODIS a bordo del satélite Terra y Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

La figura 23 muestra un gráfico de residuos versus ajustado, que se utiliza para evaluar la linealidad de los residuos en un modelo de regresión. El eje horizontal muestra los valores ajustados (valores predichos) por el modelo, y el eje vertical representa los residuos (diferencias entre los valores observados y predichos). En un escenario ideal para la regresión lineal, los residuos deberían estar dispersos aleatoriamente alrededor del eje horizontal (la línea de puntos), sin ningún patrón discernible. Esto indicaría que las predicciones del modelo son insesgadas en diferentes niveles de las variables predictoras y que el supuesto de linealidad es razonable.

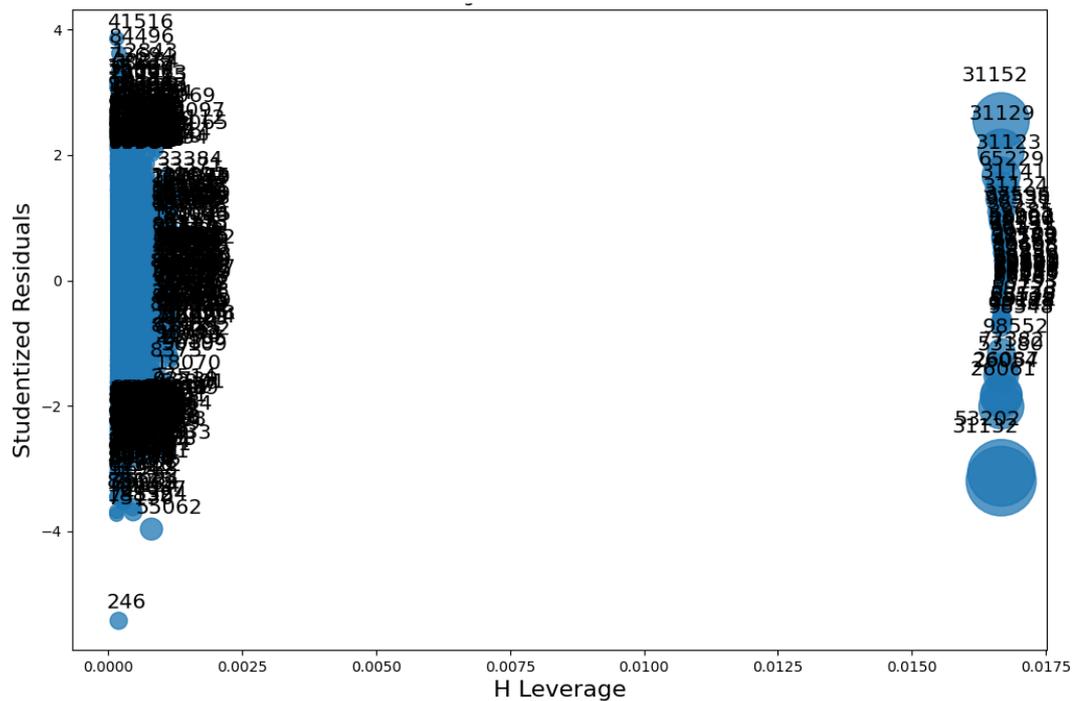
FIGURA 24. Heterocedasticidad



Nota. Elaborado con datos del producto MOD11C3 | NASA - herramienta MODIS a bordo del satélite Terra y Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

La figura 24 presentada es un gráfico que se utiliza para verificar el supuesto de homocedasticidad (varianza constante) de los residuos en el análisis de regresión. La línea roja representa un ajuste suavizado de los residuos absolutos, proporcionando una referencia para evaluar su dispersión. Idealmente, para datos homocedásticos, esta línea debería ser plana, lo que indica una varianza igual en todos los niveles de valores ajustados. En este gráfico, la dispersión de los residuos no muestra un patrón claro de varianza creciente o decreciente, lo que sugiere que el supuesto de homocedasticidad puede cumplirse razonablemente.

FIGURA 25. Leverage plot



Nota. Elaborado con datos del producto MOD11C3 | NASA - herramienta MODIS a bordo del satélite Terra y Encuesta Nacional de Hogares – INEI.

La figura 25 muestra un gráfico de apalancamiento. El eje horizontal mide el apalancamiento (H Leverage), que cuantifica la influencia potencial de cada observación en la línea de regresión ajustada, mientras que el eje vertical muestra los residuos estandarizados. Los puntos de datos con un alto apalancamiento pueden influir excesivamente en el ajuste del modelo y pueden indicar valores atípicos o puntos de datos con valores predictivos extremos. En este gráfico, la mayoría de los puntos de datos se agrupan alrededor de los valores de apalancamiento más bajos con residuos cercanos a cero, lo que sugiere una influencia limitada.



## CAPÍTULO VI DISCUSIÓN

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

La investigación ha utilizado datos de MOD11C3 v006 - LP DAAC y de la Encuesta Nacional de Hogares sobre Condiciones de Vida y Pobreza (ENAHO) para determinar el efecto de las temperaturas extremas sobre la demanda de factores de los agricultores de subsistencia. A continuación, se presenta el resumen de los principales resultados y una comparación con las hipótesis de investigación:

- Se acepta la hipótesis general. Las temperaturas extremas tienen un efecto directo en la demanda de factores de los agricultores de subsistencia en un contexto de mercado imperfecto en la región Cusco durante el período 2007-2021. Se ha encontrado evidencia que sugiere una reducción importante en la demanda del factor trabajo. Aún más, estos cambios en los factores generan una reducción de 39 puntos en la producción ante temperaturas extremas y una reducción de 45 puntos porcentuales en la productividad total de los factores durante el período investigado.
- Se acepta la hipótesis específica 1. Las temperaturas extremas tienen un efecto directo en la demanda del factor trabajo de los agricultores de subsistencia en un contexto de mercado imperfecto en la región Cusco durante el período 2007-2021. Se ha encontrado evidencia que sugiere una reducción de 16% en el número de miembros del hogar que se dedican a actividades agrícolas. Este resultado alude a un efecto significativo de las temperaturas extremas sobre la demanda de factores.
- Se rechaza la hipótesis específica 2. Las temperaturas extremas tienen un efecto directo en la demanda del factor tierra de los agricultores de subsistencia en un contexto de mercado imperfecto en la región Cusco durante el período 2007-2021. No



se ha encontrado evidencia que sugiera un efecto importante sobre el factor tierra durante el período analizado.

## **6.2 Limitaciones del estudio**

La principal limitación se encuentra en la muestra utilizada. La ENAHO cuenta con indicadores de calidad evaluados trimestralmente, que incluye el análisis del error muestral, la Evaluación de la no respuesta total y la Evaluación de la tasa de no respuesta total de la muestra. Para la mayoría de los años, el error muestral ha sido menor al 5%, y se ha tenido más de 90% de respuesta de forma anual. Sin embargo, hay años con errores de muestreo mayores. Por otro lado, el producto MOD11C3 proporcionado por la NASA es previamente procesado y limpiado para tener estimaciones precisas de la temperatura de la superficie terrestre, pero no es calibrado específicamente para analizar los cambios en las temperaturas en Perú.

## **6.3 Comparación crítica con la literatura y los antecedentes de la investigación**

Para empezar, la Riva (2020) se centró en cómo las variaciones en la temperatura afectan la seguridad alimentaria y el rendimiento de cultivos como la papa y el maíz. Por otro lado, la presente investigación, al encontrar una reducción significativa en la demanda de trabajo y una disminución en la productividad y producción debido a temperaturas extremas, coincide en parte con los hallazgos de la Riva. Ambos estudios destacan el impacto negativo de las variaciones climáticas, aunque la investigación actual se centra más en el aspecto laboral y productivo en lugar de los rendimientos de cultivos específicos.

Del mismo modo, Chaiña (2021) examinó cómo la temperatura afecta los ingresos de los agricultores, encontrando que incrementos en la temperatura reducen los ingresos, especialmente en la agricultura de subsistencia. Los resultados del estudio también subrayan impactos negativos en la agricultura de subsistencia debido a temperaturas extremas, en línea con Chaiña. Sin embargo, mientras Chaiña se centró en los ingresos, la investigación se enfoca



en la demanda de factores como el trabajo y la tierra, ofreciendo una perspectiva más detallada sobre cómo las temperaturas extremas afectan la operatividad agrícola.

Guzmán (2016) evaluó el impacto económico del cambio climático en la agricultura, encontrando efectos mixtos dependiendo del tipo de agricultura, con impactos negativos pronunciados en la agricultura de secano. Aunque Guzmán identificó efectos variados del clima en la agricultura, la investigación específicamente señala una reducción en la demanda de trabajo y una baja en la productividad debido a temperaturas extremas. Esto sugiere que, en el contexto de la región de Cusco, los efectos del cambio climático pueden ser más uniformemente negativos, especialmente en la agricultura de subsistencia.

Tambet & Stopnitzky (2021) estudiaron cómo los agricultores peruanos adaptan sus prácticas en respuesta a crisis climáticas, enfocándose en las decisiones de cultivo de maíz y papa. Comparando con los resultados del estudio, que indican una reducción significativa en la demanda de trabajo y disminución en la productividad debido a temperaturas extremas, se observa una correlación en términos de adaptación a condiciones climáticas adversas. Ambos estudios resaltan la respuesta de los agricultores a cambios climáticos, aunque el enfoque actual se centra más en las consecuencias laborales y productivas.

Aragón et al. (2021) analizaron cómo el calor extremo afecta la productividad agrícola y la mezcla de cultivos, hallando ajustes en los insumos como respuesta al calor extremo. Este enfoque es complementario al de la presente investigación, que destaca una reducción en la demanda de factores laborales y en la productividad total. Ambos estudios subrayan las estrategias de adaptación y los efectos negativos del cambio climático en la agricultura, pero mientras Aragón et al. se enfocan en ajustes de insumos y selección de cultivos, la investigación actual se centra en los cambios en la demanda de trabajo y la productividad.



Zúñiga et al. (2021) examinaron el impacto del cambio climático en la productividad y producción agrícola en América Latina, con énfasis en las adaptaciones y estrategias de los agricultores. Los hallazgos de estudio, que muestran una disminución en la demanda de trabajo y en la productividad agrícola debido a temperaturas extremas, se alinean con la idea de que el cambio climático tiene un impacto significativo en la agricultura. Sin embargo, mientras Zúñiga et al. se centran en un análisis regional más amplio, la investigación actual se enfoca en la región del Cusco y en cómo específicamente las temperaturas extremas afectan la demanda de factores y la productividad.

La comparación crítica de estos estudios revela un tema común: el impacto considerable y multifacético del cambio climático en la agricultura. Mientras que los antecedentes abordan desde ingresos y rendimientos de cultivos hasta estrategias de adaptación y cambios en la mezcla de cultivos, la investigación actual ofrece una visión detallada sobre cómo las temperaturas extremas afectan específicamente la demanda de trabajo y la productividad en la agricultura de subsistencia. Todos estos estudios juntos subrayan la necesidad de políticas y estrategias de adaptación enfocadas para mitigar los efectos del cambio climático en la agricultura, particularmente en regiones vulnerables como la región de Cusco.

#### **6.4 Implicancias del estudio**

La investigación tiene implicancias importantes para las políticas agrícolas. En primer lugar, se debe apoyar la resiliencia de los agricultores: los gobiernos y las organizaciones no gubernamentales deben brindar apoyo a los agricultores de subsistencia para aumentar su resiliencia ante los patrones climáticos cambiantes. Esto puede incluir asistencia para adoptar técnicas de agricultura climáticamente inteligente, promover el uso de cultivos y razas de ganado tolerantes a la sequía y proporcionar acceso a sistemas de riego y agua. Segundo, el



gobierno nacional debe fortalecer los programas de protección social para brindar asistencia a los agricultores durante períodos de estrés ambiental. Esto puede incluir transferencias de efectivo, asistencia alimentaria y otras formas de apoyo que pueden ayudar a los agricultores a hacer frente a los efectos adversos de las temperaturas extremas. Por último, se debe aumentar la inversión en investigación, las partes interesadas pertinentes deben aumentar la inversión en investigación sobre los efectos de las temperaturas extremas en los agricultores de subsistencia. Esto puede ayudar a identificar las mejores prácticas y desarrollar políticas basadas en evidencia para abordar los desafíos que enfrentan las comunidades vulnerables.



## CONCLUSIONES

- Las temperaturas extremas tienen un efecto directo en la demanda de factores de los agricultores de subsistencia en un contexto de mercado imperfecto en la región Cusco durante el período 2007-2021. Se ha encontrado evidencia que sugiere una reducción importante en la demanda del factor trabajo. Aún más, estos cambios en los factores generan una reducción de 39 puntos en la producción ante temperaturas extremas y una reducción de 45 puntos porcentuales en la productividad total de los factores durante el período investigado. La conclusión está asociada a la hipótesis general.
- Las temperaturas extremas tienen un efecto directo en la demanda del factor trabajo de los agricultores de subsistencia en un contexto de mercado imperfecto en la región Cusco durante el período 2007-2021. Se ha encontrado evidencia que sugiere una reducción de 16% en el número de miembros del hogar que se dedican a actividades agrícolas. Este resultado alude a un efecto significativo de las temperaturas extremas sobre la demanda de factores. La conclusión está asociada a la hipótesis específica 1.
- Se rechaza la hipótesis específica 2. Las temperaturas extremas tienen un efecto directo en la demanda del factor tierra de los agricultores de subsistencia en un contexto de mercado imperfecto en la región Cusco durante el período 2007-2021. No se ha encontrado evidencia que sugiera un efecto importante sobre el factor tierra durante el período analizado. La conclusión está asociada a la hipótesis específica 2.



## RECOMENDACIONES

- Dada la reducción significativa en la demanda del factor trabajo de los agricultores de subsistencia frente a las temperaturas extremas, los formuladores de políticas del Gobierno Regional y Nacional deberían centrarse en medidas que promuevan la adopción de tecnologías que acrecienten la productividad para ayudar a compensar la pérdida de mano de obra. Tales medidas podrían incluir la promoción de la automatización y el uso de semillas mejoradas y otras tecnologías que pueden ayudar a reducir la demanda de mano de obra. Los formuladores de políticas también deberían considerar la implementación de programas que brinden capacitación y asistencia financiera para ayudar a los agricultores de subsistencia a adoptar estas tecnologías.
- Considerando la reducción en el número de miembros del hogar que participan en actividades agrícolas, los formuladores de políticas deberían centrarse en medidas que promuevan la diversificación de las fuentes de ingresos para los agricultores de subsistencia. Esas medidas podrían incluir la promoción de actividades generadoras de ingresos no agrícolas, como la artesanía, el turismo y otras formas de trabajo por cuenta propia. Los formuladores de políticas también deben considerar la implementación de programas que brinden capacitación y asistencia financiera para ayudar a los agricultores de subsistencia a diversificar sus fuentes de ingresos.
- Si bien el estudio no encontró un efecto significativo en el factor tierra, los formuladores de política del Gobierno Regional deben continuar monitoreando la situación y estar preparados para responder a cualquier cambio futuro. Los formuladores de políticas deben centrarse en medidas que promuevan el uso sostenible de los recursos de la tierra, como la promoción de la agrosilvicultura, la agricultura de conservación y otras prácticas de uso sostenible de la tierra. Los formuladores de políticas también deberían considerar la implementación de programas que brinden



capacitación y asistencia financiera para ayudar a los agricultores de subsistencia a adoptar estas prácticas sostenibles.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, S., Mrkaic, M., Novta, N., Pugacheva, E., & Topalova, P. (2020). The Effects of Weather Shocks on Economic Activity: What are the Channels of Impact? *Journal of Macroeconomics*, 65, 103207. <https://doi.org/10.1016/J.JMACRO.2020.103207>
- Aragón, F. M., Oteiza, F., & Rud, J. P. (2021). Climate Change and Agriculture: Subsistence Farmers; Response to Extreme Heat. *American Economic Journal: Economic Policy*, 13(1), 1–35. <https://doi.org/10.1257/POL.20190316>
- Castro, N. R., Spolador, H. F. S., & Marin, F. R. (2020). Assessing the economy–climate relationships for Brazilian agriculture. *Empirical Economics*, 59(3), 1161–1188. <https://doi.org/10.1007/S00181-019-01711-7/TABLES/7>
- Chaiña, L. (2021). *El impacto de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la región del Cusco, 1997-2019*. <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4151>
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2009). Temperature and Income: Reconciling New Cross-Sectional and Panel Estimates. *American Economic Review*, 99(2), 198–204. <https://doi.org/10.1257/AER.99.2.198>
- 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. <https://doi.org/10.1257/MAC.4.3.66>
- Guzmán, E. (2016). *Impacto económico del cambio climático en la agricultura en la Región Cusco, Perú: una aproximación a través del modelo Ricardiano*. Consorcio de Investigación Económica y Social. <https://www.cies.org.pe/es/investigaciones/desarrollo-rural-medio-ambiente-recursos-naturales-y-energia/impacto-economico-del>



- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta). McGRAW-HILL.
- Höök, M., & Tang, X. (2013). Depletion of fossil fuels and anthropogenic climate change—  
A review. *Energy Policy*, 52, 797–809. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2012.10.046>
- la Riva, D. C. (2020). Análisis de los efectos de los cambios en la temperatura sobre la  
seguridad alimentaria de los hogares peruanos. *Pontificia Universidad Católica Del  
Perú*. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/17001>
- Lachaud, M. A., Bravo-Ureta, B. E., & Ludena, C. E. (2021). Economic effects of climate  
change on agricultural production and productivity in Latin America and the Caribbean  
(LAC). *Agricultural Economics*. <https://doi.org/10.1111/AGEC.12682>
- Morton, J. F. (2007). The impact of climate change on smallholder and subsistence  
agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19680–19685.  
<https://doi.org/10.1073/PNAS.0701855104>
- Nguyen, C. T., & Scrimgeour, F. (2021). Measuring the impact of climate change on  
agriculture in Vietnam: A panel Ricardian analysis. *Agricultural Economics*.  
<https://doi.org/10.1111/AGEC.12677>
- Romero-Hernández, O., & Romero, S. (2018). Maximizing the value of waste: From waste  
management to the circular economy. *Thunderbird International Business Review*, 60(5),  
757–764. <https://doi.org/10.1002/TIE.21968>
- Tambet, H., & Stopnitzky, Y. (2021). Climate Adaptation and Conservation Agriculture  
among Peruvian Farmers. *American Journal of Agricultural Economics*, 103(3), 900–  
922. <https://doi.org/10.1111/AJAE.12177>



Taylor, J. E., & Adelman, I. (2003). Agricultural Household Models: Genesis, Evolution, and Extensions. *Review of Economics of the Household* 2003 1:1, 1(1), 33–58.

<https://doi.org/10.1023/A:1021847430758>

Varian, H. R. (1992). *Microeconomic analysis* (3rd ed.). University of California.

Zúñiga, F., Jaime, M., & Salazar, C. (2021). Crop farming adaptation to droughts in small-scale dryland agriculture in Chile. *Water Resources and Economics*, 34, 100176.

<https://doi.org/10.1016/J.WRE.2021.100176>



## ANEXO 1 - MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Indicadores
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Variable Independiente
- ¿Cuál es el efecto de las temperaturas extremas en la demanda de factores de los agricultores de subsistencia en la región Cusco durante el período 2007-2021?	- Determinar el efecto de las temperaturas extremas en la demanda de factores de los agricultores de subsistencia en la región Cusco durante el período 2007-2021.	- Las temperaturas extremas tienen un efecto directo en la demanda de factores de los agricultores de subsistencia en un contexto de mercado imperfecto en la región Cusco durante el período 2007-2021.	- Temperatura extrema	- Temperatura en la cuadrícula i es considerada extrema (mayor a 36 grados). - Temperatura promedio mensual.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente	Variable Dependiente
- ¿Cuál es el efecto de las temperaturas extremas en la demanda del factor trabajo de los agricultores de subsistencia en la región Cusco durante el período 2007-2021?	- Determinar el efecto de las temperaturas extremas en la demanda del factor trabajo por los agricultores de subsistencia en la región Cusco durante el período 2007-2021.	- Las temperaturas extremas tienen un efecto directo en la demanda del factor trabajo de los agricultores de subsistencia en un contexto de mercado imperfecto en la región Cusco durante el período 2007-2021.	- Demanda de factores	- Productividad total de los factores - Producción por hectárea (soles a precio del 2007) - Producción total (soles a precio del 2007)
- ¿Cuál es el efecto de las temperaturas extremas en la demanda del factor tierra por los agricultores de subsistencia en la región Cusco durante el período 2007-2021?	- Determinar el efecto de las temperaturas extremas en la demanda del factor tierra por los agricultores de subsistencia en la región Cusco durante el período 2007-2021.	- Las temperaturas extremas tienen un efecto directo en la demanda del factor tierra de los agricultores de subsistencia en un contexto de mercado imperfecto en la región Cusco durante el período 2007-2021.		- Área cultivada (permanente o campaña) en hectáreas - Número de miembros del hogar que son agricultores - Mano de obra contratada (salario por trabajador)

Nota. Elaboración Propia.



## ANEXO 2 – RESULTADOS

El análisis de regresión se realizó utilizando el módulo statsmodels versión 0.13.5.

```
# (1)
mod1 = smf.ols("ln_output_ha_used ~ c_20 + extreme_temp + edad + edad2 + female + C(educ_att) + C(month_temp) + C(sq1) + C(sq2) +
C(sq3) + C(sq4) + C(sq5) + C(sq6) + C(sq7) + share_secano + C(ubigeo) + C(group):C(gs)", data=enaho_panel).fit(cov_type='cluster',
cov_kwds={'groups': enaho_panel['ubigeo']})
```

### OLS Regression Results

```
=====
Dep. Variable:  ln_output_ha_used  R-squared:          0.261
Model:          OLS  Adj. R-squared:      0.246
Method:        Least Squares  F-statistic:    165.7
Date:          Tue, 14 Mar 2023  Prob (F-statistic):  3.36e-64
Time:          19:40:56  Log-Likelihood:  -10648.
No. Observations:  6492  AIC:          2.156e+04
Df Residuals:    6360  BIC:          2.245e+04
Df Model:        131
Covariance Type:  cluster
=====
```

	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
Intercept	7.0866	0.510	13.907	0.000	6.088	8.085
C(educ_att)[T.1.0]	-0.0590	0.069	-0.859	0.391	-0.194	0.076
C(educ_att)[T.2.0]	-0.0781	0.083	-0.946	0.344	-0.240	0.084
C(educ_att)[T.3.0]	-0.0434	0.124	-0.351	0.726	-0.286	0.199
C(month_temp)[T.32]	-0.0891	0.148	-0.601	0.548	-0.379	0.201
C(month_temp)[T.60]	-0.0381	0.176	-0.216	0.829	-0.384	0.307
C(month_temp)[T.91]	0.0919	0.181	0.509	0.611	-0.262	0.446
C(month_temp)[T.121]	0.1429	0.161	0.888	0.374	-0.172	0.458
C(month_temp)[T.152]	-0.0258	0.151	-0.171	0.865	-0.323	0.271
C(month_temp)[T.182]	0.0596	0.169	0.353	0.724	-0.271	0.391
C(month_temp)[T.213]	-0.3263	0.223	-1.463	0.143	-0.763	0.111
C(month_temp)[T.244]	-0.0580	0.211	-0.275	0.784	-0.472	0.356
C(month_temp)[T.274]	0.1666	0.217	0.766	0.444	-0.260	0.593
C(month_temp)[T.305]	-0.0483	0.279	-0.174	0.862	-0.594	0.498
C(month_temp)[T.335]	-0.2327	0.190	-1.227	0.220	-0.604	0.139
C(sq1)[T.Moderate constraints]	0.1427	0.169	0.846	0.398	-0.188	0.473
C(sq1)[T.Severe constraints]	0.4959	0.415	1.194	0.232	-0.318	1.310
C(sq1)[T.Very severe constraints]	2.339e-12	1.41e-12	1.660	0.097	-4.22e-13	5.1e-12
C(sq1)[T.Non-soil]	6.17e-12	1.59e-12	3.880	0.000	3.05e-12	9.29e-12
C(sq1)[T.Water]	0.0903	0.065	1.395	0.163	-0.037	0.217
C(sq2)[T.Moderate constraints]	-0.3251	0.166	-1.953	0.051	-0.651	0.001
C(sq2)[T.Severe constraints]	-0.1871	0.496	-0.377	0.706	-1.159	0.785
C(sq2)[T.Very severe constraints]	-1.59e-12	3.16e-13	-5.036	0.000	-2.21e-12	-9.71e-13
C(sq2)[T.Non-soil]	6.746e-12	9.19e-13	7.342	0.000	4.95e-12	8.55e-12
C(sq2)[T.Water]	0.0903	0.065	1.395	0.163	-0.037	0.217
C(sq3)[T.Moderate constraints]	-0.0395	0.297	-0.133	0.894	-0.622	0.543
C(sq3)[T.Severe constraints]	0.2002	0.186	1.074	0.283	-0.165	0.565
C(sq3)[T.Very severe constraints]	0.2457	0.231	1.064	0.287	-0.207	0.698
C(sq3)[T.Non-soil]	0.0859	0.187	0.458	0.647	-0.282	0.453



C(sq3)[T.Water]	0.0903	0.065	1.395	0.163	-0.037	0.217
C(sq4)[T.Moderate constraints]	0.2669	0.456	0.585	0.558	-0.627	1.160
C(sq4)[T.Severe constraints]	0.0513	0.403	0.127	0.899	-0.739	0.841
C(sq4)[T.Very severe constraints]	0.3485	0.394	0.886	0.376	-0.423	1.120
C(sq4)[T.Non-soil]	-2.919e-14	4.57e-15	-6.392	0.000	-3.81e-14	-2.02e-14
C(sq4)[T.Water]	0.0903	0.065	1.395	0.163	-0.037	0.217
C(sq5)[T.Moderate constraints]	0.6038	0.342	1.764	0.078	-0.067	1.275
C(sq5)[T.Severe constraints]	-0.1080	0.375	-0.288	0.773	-0.843	0.627
C(sq5)[T.Very severe constraints]	4.239e-14	6.37e-15	6.654	0.000	2.99e-14	5.49e-14
C(sq5)[T.Non-soil]	2.695e-14	4.06e-15	6.639	0.000	1.9e-14	3.49e-14
C(sq5)[T.Water]	0.0903	0.065	1.395	0.163	-0.037	0.217
C(sq6)[T.Moderate constraints]	5.739e-15	1.12e-15	5.126	0.000	3.54e-15	7.93e-15
C(sq6)[T.Severe constraints]	2.084e-14	3.24e-15	6.433	0.000	1.45e-14	2.72e-14
C(sq6)[T.Very severe constraints]	2.884e-14	4.26e-15	6.769	0.000	2.05e-14	3.72e-14
C(sq6)[T.Non-soil]	-3.517e-14	5.79e-15	-6.078	0.000	-4.65e-14	-2.38e-14
C(sq6)[T.Water]	0.0903	0.065	1.395	0.163	-0.037	0.217
C(sq7)[T.Moderate constraints]	0.6290	0.401	1.570	0.116	-0.156	1.414
C(sq7)[T.Severe constraints]	0.2002	0.186	1.074	0.283	-0.165	0.565
C(sq7)[T.Very severe constraints]	0.0621	0.202	0.308	0.758	-0.333	0.457
C(sq7)[T.Non-soil]	0.2695	0.229	1.176	0.240	-0.180	0.719
C(sq7)[T.Water]	0.0903	0.065	1.395	0.163	-0.037	0.217
C(ubigeo)[T.80102]	1.2607	0.236	5.346	0.000	0.798	1.723
C(ubigeo)[T.80103]	1.1351	0.400	2.837	0.005	0.351	1.919
C(ubigeo)[T.80104]	0.6141	0.149	4.113	0.000	0.321	0.907
C(ubigeo)[T.80105]	0.6088	0.149	4.087	0.000	0.317	0.901
C(ubigeo)[T.80106]	0.1691	0.078	2.181	0.029	0.017	0.321
C(ubigeo)[T.80107]	1.4360	0.227	6.335	0.000	0.992	1.880
C(ubigeo)[T.80108]	0.8206	0.111	7.373	0.000	0.602	1.039
C(ubigeo)[T.80201]	1.3515	0.203	6.671	0.000	0.954	1.749
C(ubigeo)[T.80203]	0.6355	0.211	3.018	0.003	0.223	1.048
C(ubigeo)[T.80205]	0.8553	0.189	4.528	0.000	0.485	1.226
C(ubigeo)[T.80206]	0.8767	0.270	3.249	0.001	0.348	1.406
C(ubigeo)[T.80301]	0.9675	0.178	5.426	0.000	0.618	1.317
C(ubigeo)[T.80302]	0.8635	0.232	3.724	0.000	0.409	1.318
C(ubigeo)[T.80303]	0.4209	0.204	2.064	0.039	0.021	0.821
C(ubigeo)[T.80305]	0.5670	0.126	4.487	0.000	0.319	0.815
C(ubigeo)[T.80306]	1.2663	0.262	4.828	0.000	0.752	1.780
C(ubigeo)[T.80307]	-0.2869	0.254	-1.128	0.259	-0.785	0.212
C(ubigeo)[T.80308]	0.8387	0.230	3.643	0.000	0.387	1.290
C(ubigeo)[T.80401]	0.5076	0.161	3.151	0.002	0.192	0.823
C(ubigeo)[T.80403]	-0.7738	0.200	-3.863	0.000	-1.166	-0.381
C(ubigeo)[T.80404]	1.0425	0.226	4.611	0.000	0.599	1.486
C(ubigeo)[T.80405]	1.0557	0.288	3.670	0.000	0.492	1.620
C(ubigeo)[T.80406]	0.8316	0.322	2.580	0.010	0.200	1.463
C(ubigeo)[T.80407]	0.9441	0.246	3.845	0.000	0.463	1.425
C(ubigeo)[T.80408]	0.2735	0.210	1.302	0.193	-0.138	0.685
C(ubigeo)[T.80501]	0.8752	0.139	6.274	0.000	0.602	1.149
C(ubigeo)[T.80502]	0.6241	0.185	3.381	0.001	0.262	0.986
C(ubigeo)[T.80503]	-0.7334	0.160	-4.570	0.000	-1.048	-0.419
C(ubigeo)[T.80505]	0.0220	0.194	0.114	0.909	-0.358	0.402
C(ubigeo)[T.80507]	-1.5442	0.218	-7.079	0.000	-1.972	-1.117



C(ubigeo)[T.80601]	0.7329	0.153	4.800	0.000	0.434	1.032
C(ubigeo)[T.80602]	1.7684	0.186	9.517	0.000	1.404	2.133
C(ubigeo)[T.80603]	0.7362	0.174	4.230	0.000	0.395	1.077
C(ubigeo)[T.80604]	0.5441	0.126	4.331	0.000	0.298	0.790
C(ubigeo)[T.80605]	1.1143	0.201	5.536	0.000	0.720	1.509
C(ubigeo)[T.80606]	0.9175	0.131	6.979	0.000	0.660	1.175
C(ubigeo)[T.80607]	0.6866	0.183	3.744	0.000	0.327	1.046
C(ubigeo)[T.80608]	0.6242	0.199	3.138	0.002	0.234	1.014
C(ubigeo)[T.80701]	0.2461	0.155	1.585	0.113	-0.058	0.550
C(ubigeo)[T.80702]	0.7565	0.167	4.530	0.000	0.429	1.084
C(ubigeo)[T.80703]	-0.2754	0.230	-1.199	0.230	-0.726	0.175
C(ubigeo)[T.80704]	0.1581	0.160	0.988	0.323	-0.155	0.472
C(ubigeo)[T.80705]	0.3367	0.218	1.542	0.123	-0.091	0.765
C(ubigeo)[T.80706]	0.8052	0.189	4.261	0.000	0.435	1.176
C(ubigeo)[T.80707]	0.3014	0.221	1.363	0.173	-0.132	0.735
C(ubigeo)[T.80708]	-0.5791	0.218	-2.659	0.008	-1.006	-0.152
C(ubigeo)[T.80801]	-0.6033	0.185	-3.254	0.001	-0.967	-0.240
C(ubigeo)[T.80803]	-1.0606	0.201	-5.265	0.000	-1.455	-0.666
C(ubigeo)[T.80805]	-1.5102	0.160	-9.462	0.000	-1.823	-1.197
C(ubigeo)[T.80806]	-3.3206	0.287	-11.571	0.000	-3.883	-2.758
C(ubigeo)[T.80807]	-1.8418	0.150	-12.262	0.000	-2.136	-1.547
C(ubigeo)[T.80808]	-1.3280	0.205	-6.487	0.000	-1.729	-0.927
C(ubigeo)[T.80903]	-0.4415	0.257	-1.720	0.085	-0.945	0.061
C(ubigeo)[T.80908]	0.5057	0.253	2.001	0.045	0.010	1.001
C(ubigeo)[T.80909]	0.3938	0.171	2.305	0.021	0.059	0.729
C(ubigeo)[T.81001]	0.8397	0.206	4.067	0.000	0.435	1.244
C(ubigeo)[T.81003]	0.1659	0.125	1.332	0.183	-0.078	0.410
C(ubigeo)[T.81004]	0.6476	0.210	3.081	0.002	0.236	1.059
C(ubigeo)[T.81005]	0.5128	0.185	2.768	0.006	0.150	0.876
C(ubigeo)[T.81006]	0.7583	0.195	3.886	0.000	0.376	1.141
C(ubigeo)[T.81007]	0.2314	0.188	1.229	0.219	-0.138	0.600
C(ubigeo)[T.81008]	1.1071	0.241	4.598	0.000	0.635	1.579
C(ubigeo)[T.81101]	0.6789	0.140	4.854	0.000	0.405	0.953
C(ubigeo)[T.81102]	0.8893	0.215	4.131	0.000	0.467	1.311
C(ubigeo)[T.81103]	0.5804	0.230	2.526	0.012	0.130	1.031
C(ubigeo)[T.81104]	0.8190	0.214	3.821	0.000	0.399	1.239
C(ubigeo)[T.81105]	0.9564	0.198	4.834	0.000	0.569	1.344
C(ubigeo)[T.81201]	0.5494	0.207	2.651	0.008	0.143	0.956
C(ubigeo)[T.81202]	0.8057	0.192	4.195	0.000	0.429	1.182
C(ubigeo)[T.81205]	0.6199	0.188	3.304	0.001	0.252	0.988
C(ubigeo)[T.81206]	0.4437	0.156	2.836	0.005	0.137	0.750
C(ubigeo)[T.81208]	0.8319	0.206	4.041	0.000	0.428	1.235
C(ubigeo)[T.81209]	0.2879	0.254	1.132	0.258	-0.210	0.786
C(ubigeo)[T.81210]	0.5824	0.167	3.496	0.000	0.256	0.909
C(ubigeo)[T.81212]	0.3219	0.206	1.560	0.119	-0.082	0.726
C(ubigeo)[T.81301]	0.7064	0.201	3.521	0.000	0.313	1.100
C(ubigeo)[T.81302]	1.0561	0.151	6.979	0.000	0.760	1.353
C(ubigeo)[T.81303]	0.0755	0.195	0.387	0.698	-0.306	0.457
C(ubigeo)[T.81305]	0.6994	0.210	3.335	0.001	0.288	1.111
C(ubigeo)[T.81306]	0.3879	0.232	1.669	0.095	-0.068	0.843
C(gs)[T.2007.0]	-0.1386	0.154	-0.902	0.367	-0.440	0.163



```

C(gs)[T.2008.0]      -0.4827  0.249  -1.941  0.052  -0.970  0.005
C(gs)[T.2009.0]      -0.4356  0.166  -2.620  0.009  -0.762  -0.110
C(gs)[T.2010.0]      -0.5043  0.178  -2.834  0.005  -0.853  -0.155
C(gs)[T.2011.0]      -0.6111  0.155  -3.954  0.000  -0.914  -0.308
C(gs)[T.2012.0]      -0.3227  0.190  -1.698  0.089  -0.695  0.050
C(gs)[T.2013.0]      -0.2488  0.180  -1.385  0.166  -0.601  0.103
C(gs)[T.2014.0]      -0.8205  0.194  -4.229  0.000  -1.201  -0.440
C(gs)[T.2015.0]      -0.3255  0.194  -1.681  0.093  -0.705  0.054
C(gs)[T.2016.0]      -0.0373  0.235  -0.159  0.874  -0.498  0.424
C(gs)[T.2017.0]       0.0396  0.175  0.225  0.822  -0.304  0.384
C(gs)[T.2018.0]      -0.3952  0.155  -2.551  0.011  -0.699  -0.092
C(gs)[T.2019.0]      -0.7406  0.149  -4.977  0.000  -1.032  -0.449
C(gs)[T.2020.0]      -0.0138  0.261  -0.053  0.958  -0.525  0.498
C(gs)[T.2021.0]      -0.5991  0.180  -3.331  0.001  -0.952  -0.247
c_20                  -0.0044  0.010  -0.425  0.671  -0.025  0.016
extreme_temp          -0.5335  0.471  -1.133  0.257  -1.456  0.389
edad                  0.0006  0.007  0.091  0.927  -0.013  0.014
edad2                 -9.409e-05 6.05e-05 -1.555  0.120  -0.000  2.45e-05
female                -0.2124  0.060  -3.564  0.000  -0.329  -0.096
share_secano          0.0109  0.139  0.079  0.937  -0.261  0.283
=====

Omnibus:              260.847  Durbin-Watson:          1.940
Prob(Omnibus):        0.000  Jarque-Bera (JB):      776.051
Skew:                 0.109  Prob(JB):              3.04e-169
Kurtosis:             4.680  Cond. No.              1.14e+16
=====

mod2 = smf.ols("ln_totag_07prices ~ c_20 + extreme_temp + ln_totsup_prod + ln_peones + edad + edad2 + female + C(educ_att) +
C(month_temp) + C(sq1) + C(sq2) + C(sq3) + C(sq4) + C(sq5) + C(sq6) + C(sq7) + share_secano + C(ubigeo) + C(group):C(gs)",
data=enaho_panel).fit(cov_type='cluster', cov_kwds={'groups': enaho_panel['ubigeo']})

OLS Regression Results
=====
Dep. Variable:  ln_totag_07prices  R-squared:          0.490
Model:         OLS  Adj. R-squared:  0.479
Method:        Least Squares  F-statistic:       155.7
Date:          Tue, 14 Mar 2023  Prob (F-statistic):      2.16e-63
Time:          19:42:37  Log-Likelihood:    -8105.7
No. Observations:  6492  AIC:                1.648e+04
Df Residuals:    6358  BIC:                1.739e+04
Df Model:         133
Covariance Type: cluster
=====

            coef  std err  z  P>|z|  [0.025  0.975]
-----
Intercept  5.1184  0.358  14.288  0.000  4.416  5.821
C(educ_att)[T.1.0]  0.1153  0.042  2.757  0.006  0.033  0.197

```



C(educ_att)[T.2.0]	0.0962	0.058	1.656	0.098	-0.018	0.210
C(educ_att)[T.3.0]	-0.0185	0.087	-0.213	0.831	-0.188	0.151
C(month_temp)[T.32]	0.0866	0.091	0.951	0.342	-0.092	0.265
C(month_temp)[T.60]	0.0361	0.111	0.324	0.746	-0.182	0.254
C(month_temp)[T.91]	0.1099	0.144	0.762	0.446	-0.173	0.393
C(month_temp)[T.121]	0.1538	0.124	1.238	0.216	-0.090	0.397
C(month_temp)[T.152]	0.0451	0.122	0.370	0.712	-0.194	0.284
C(month_temp)[T.182]	0.0111	0.121	0.091	0.927	-0.227	0.249
C(month_temp)[T.213]	-0.2084	0.167	-1.249	0.212	-0.535	0.119
C(month_temp)[T.244]	-0.0495	0.174	-0.285	0.776	-0.390	0.291
C(month_temp)[T.274]	0.0615	0.168	0.366	0.714	-0.267	0.390
C(month_temp)[T.305]	0.0513	0.195	0.263	0.792	-0.331	0.433
C(month_temp)[T.335]	-0.0398	0.177	-0.225	0.822	-0.386	0.307
C(sq1)[T.Moderate constraints]	0.2452	0.117	2.099	0.036	0.016	0.474
C(sq1)[T.Severe constraints]	0.3383	0.240	1.412	0.158	-0.131	0.808
C(sq1)[T.Very severe constraints]	9.549e-13	2.12e-13	4.510	0.000	5.4e-13	1.37e-12
C(sq1)[T.Non-soil]	1.639e-13	3.31e-13	0.495	0.621	-4.85e-13	8.13e-13
C(sq1)[T.Water]	-0.0771	0.051	-1.526	0.127	-0.176	0.022
C(sq2)[T.Moderate constraints]	-0.2511	0.153	-1.638	0.101	-0.551	0.049
C(sq2)[T.Severe constraints]	-0.3651	0.230	-1.590	0.112	-0.815	0.085
C(sq2)[T.Very severe constraints]	-3.081e-13	1.7e-13	-1.808	0.071	-6.42e-13	2.59e-14
C(sq2)[T.Non-soil]	-2.882e-13	9.52e-14	-3.028	0.002	-4.75e-13	-1.02e-13
C(sq2)[T.Water]	-0.0771	0.051	-1.526	0.127	-0.176	0.022
C(sq3)[T.Moderate constraints]	0.0736	0.187	0.395	0.693	-0.292	0.439
C(sq3)[T.Severe constraints]	0.0346	0.103	0.336	0.737	-0.167	0.236
C(sq3)[T.Very severe constraints]	0.1573	0.101	1.551	0.121	-0.041	0.356
C(sq3)[T.Non-soil]	-0.1527	0.114	-1.337	0.181	-0.377	0.071
C(sq3)[T.Water]	-0.0771	0.051	-1.526	0.127	-0.176	0.022
C(sq4)[T.Moderate constraints]	-0.0022	0.190	-0.012	0.991	-0.376	0.371
C(sq4)[T.Severe constraints]	-0.3455	0.241	-1.434	0.152	-0.818	0.127
C(sq4)[T.Very severe constraints]	-0.2690	0.307	-0.876	0.381	-0.871	0.333
C(sq4)[T.Non-soil]	3.855e-15	9.44e-16	4.085	0.000	2.01e-15	5.71e-15
C(sq4)[T.Water]	-0.0771	0.051	-1.526	0.127	-0.176	0.022
C(sq5)[T.Moderate constraints]	0.4636	0.168	2.753	0.006	0.134	0.794
C(sq5)[T.Severe constraints]	-0.5821	0.222	-2.617	0.009	-1.018	-0.146
C(sq5)[T.Very severe constraints]	-1.296e-14	3.62e-15	-3.577	0.000	-2.01e-14	-5.86e-15
C(sq5)[T.Non-soil]	2.459e-15	8.91e-16	2.759	0.006	7.13e-16	4.21e-15
C(sq5)[T.Water]	-0.0771	0.051	-1.526	0.127	-0.176	0.022
C(sq6)[T.Moderate constraints]	1.061e-14	2.81e-15	3.779	0.000	5.11e-15	1.61e-14
C(sq6)[T.Severe constraints]	-1.903e-15	5.87e-16	-3.241	0.001	-3.05e-15	-7.52e-16
C(sq6)[T.Very severe constraints]	9.726e-15	2.6e-15	3.748	0.000	4.64e-15	1.48e-14
C(sq6)[T.Non-soil]	1.82e-15	6.92e-16	2.630	0.009	4.64e-16	3.18e-15
C(sq6)[T.Water]	-0.0771	0.051	-1.526	0.127	-0.176	0.022
C(sq7)[T.Moderate constraints]	-0.0547	0.195	-0.280	0.779	-0.437	0.328
C(sq7)[T.Severe constraints]	0.0346	0.103	0.336	0.737	-0.167	0.236
C(sq7)[T.Very severe constraints]	-0.2115	0.153	-1.379	0.168	-0.512	0.089
C(sq7)[T.Non-soil]	0.2160	0.140	1.537	0.124	-0.059	0.491
C(sq7)[T.Water]	-0.0771	0.051	-1.526	0.127	-0.176	0.022
C(ubigeo)[T.80102]	0.4710	0.152	3.100	0.002	0.173	0.769
C(ubigeo)[T.80103]	0.2147	0.155	1.386	0.166	-0.089	0.518
C(ubigeo)[T.80104]	0.1828	0.093	1.957	0.050	-0.000	0.366



C(ubigeo)[T.80105]	-0.3851	0.104	-3.692	0.000	-0.590	-0.181
C(ubigeo)[T.80106]	-0.1524	0.038	-4.044	0.000	-0.226	-0.079
C(ubigeo)[T.80107]	0.7369	0.148	4.962	0.000	0.446	1.028
C(ubigeo)[T.80108]	0.2430	0.084	2.898	0.004	0.079	0.407
C(ubigeo)[T.80201]	0.9172	0.122	7.512	0.000	0.678	1.156
C(ubigeo)[T.80203]	0.5396	0.133	4.043	0.000	0.278	0.801
C(ubigeo)[T.80205]	0.7588	0.115	6.614	0.000	0.534	0.984
C(ubigeo)[T.80206]	0.4160	0.213	1.950	0.051	-0.002	0.834
C(ubigeo)[T.80301]	0.5321	0.111	4.810	0.000	0.315	0.749
C(ubigeo)[T.80302]	0.5865	0.191	3.065	0.002	0.211	0.961
C(ubigeo)[T.80303]	-0.2809	0.135	-2.079	0.038	-0.546	-0.016
C(ubigeo)[T.80305]	0.4382	0.098	4.488	0.000	0.247	0.630
C(ubigeo)[T.80306]	1.1636	0.203	5.724	0.000	0.765	1.562
C(ubigeo)[T.80307]	0.6514	0.191	3.402	0.001	0.276	1.027
C(ubigeo)[T.80308]	0.8873	0.169	5.236	0.000	0.555	1.219
C(ubigeo)[T.80401]	0.0270	0.087	0.310	0.756	-0.144	0.198
C(ubigeo)[T.80403]	0.1935	0.153	1.263	0.207	-0.107	0.494
C(ubigeo)[T.80404]	0.7306	0.173	4.218	0.000	0.391	1.070
C(ubigeo)[T.80405]	0.6209	0.169	3.678	0.000	0.290	0.952
C(ubigeo)[T.80406]	0.7681	0.196	3.921	0.000	0.384	1.152
C(ubigeo)[T.80407]	0.5966	0.172	3.472	0.001	0.260	0.933
C(ubigeo)[T.80408]	1.2321	0.155	7.929	0.000	0.928	1.537
C(ubigeo)[T.80501]	0.5993	0.093	6.427	0.000	0.417	0.782
C(ubigeo)[T.80502]	0.5430	0.122	4.437	0.000	0.303	0.783
C(ubigeo)[T.80503]	0.2674	0.108	2.480	0.013	0.056	0.479
C(ubigeo)[T.80505]	0.1699	0.131	1.299	0.194	-0.086	0.426
C(ubigeo)[T.80507]	0.1365	0.137	0.999	0.318	-0.131	0.404
C(ubigeo)[T.80601]	0.0565	0.098	0.574	0.566	-0.136	0.249
C(ubigeo)[T.80602]	0.8899	0.118	7.532	0.000	0.658	1.121
C(ubigeo)[T.80603]	0.6973	0.113	6.156	0.000	0.475	0.919
C(ubigeo)[T.80604]	0.2233	0.083	2.682	0.007	0.060	0.387
C(ubigeo)[T.80605]	0.7260	0.129	5.622	0.000	0.473	0.979
C(ubigeo)[T.80606]	0.3353	0.090	3.730	0.000	0.159	0.511
C(ubigeo)[T.80607]	-0.0237	0.119	-0.200	0.842	-0.257	0.209
C(ubigeo)[T.80608]	0.2208	0.113	1.959	0.050	-0.000	0.442
C(ubigeo)[T.80701]	-0.0319	0.103	-0.310	0.756	-0.233	0.170
C(ubigeo)[T.80702]	0.5454	0.093	5.879	0.000	0.364	0.727
C(ubigeo)[T.80703]	0.1742	0.149	1.168	0.243	-0.118	0.467
C(ubigeo)[T.80704]	0.5788	0.109	5.334	0.000	0.366	0.791
C(ubigeo)[T.80705]	0.5204	0.129	4.040	0.000	0.268	0.773
C(ubigeo)[T.80706]	0.5058	0.143	3.533	0.000	0.225	0.786
C(ubigeo)[T.80707]	0.4491	0.182	2.473	0.013	0.093	0.805
C(ubigeo)[T.80708]	0.1477	0.134	1.106	0.269	-0.114	0.409
C(ubigeo)[T.80801]	-0.0155	0.106	-0.146	0.884	-0.224	0.193
C(ubigeo)[T.80803]	0.0735	0.127	0.577	0.564	-0.176	0.323
C(ubigeo)[T.80805]	-0.5072	0.110	-4.598	0.000	-0.723	-0.291
C(ubigeo)[T.80806]	0.3894	0.177	2.196	0.028	0.042	0.737
C(ubigeo)[T.80807]	-1.4804	0.128	-11.596	0.000	-1.731	-1.230
C(ubigeo)[T.80808]	-0.6049	0.115	-5.263	0.000	-0.830	-0.380
C(ubigeo)[T.80903]	0.0654	0.183	0.358	0.720	-0.292	0.423
C(ubigeo)[T.80908]	1.3595	0.153	8.887	0.000	1.060	1.659



C(ubigeo)[T.80909]	1.0596	0.100	10.568	0.000	0.863	1.256
C(ubigeo)[T.81001]	0.6377	0.173	3.689	0.000	0.299	0.977
C(ubigeo)[T.81003]	0.5873	0.084	6.964	0.000	0.422	0.753
C(ubigeo)[T.81004]	0.5084	0.113	4.493	0.000	0.287	0.730
C(ubigeo)[T.81005]	0.7241	0.092	7.896	0.000	0.544	0.904
C(ubigeo)[T.81006]	0.9180	0.137	6.692	0.000	0.649	1.187
C(ubigeo)[T.81007]	0.3134	0.130	2.410	0.016	0.059	0.568
C(ubigeo)[T.81008]	0.6817	0.150	4.537	0.000	0.387	0.976
C(ubigeo)[T.81101]	0.9355	0.088	10.643	0.000	0.763	1.108
C(ubigeo)[T.81102]	0.8119	0.134	6.065	0.000	0.550	1.074
C(ubigeo)[T.81103]	1.1800	0.148	7.972	0.000	0.890	1.470
C(ubigeo)[T.81104]	0.9060	0.136	6.653	0.000	0.639	1.173
C(ubigeo)[T.81105]	0.7640	0.121	6.312	0.000	0.527	1.001
C(ubigeo)[T.81201]	0.4015	0.129	3.113	0.002	0.149	0.654
C(ubigeo)[T.81202]	0.6557	0.127	5.146	0.000	0.406	0.905
C(ubigeo)[T.81205]	0.7414	0.119	6.245	0.000	0.509	0.974
C(ubigeo)[T.81206]	0.0937	0.114	0.819	0.413	-0.131	0.318
C(ubigeo)[T.81208]	0.2445	0.121	2.017	0.044	0.007	0.482
C(ubigeo)[T.81209]	-0.1730	0.194	-0.892	0.373	-0.553	0.207
C(ubigeo)[T.81210]	0.4725	0.115	4.110	0.000	0.247	0.698
C(ubigeo)[T.81212]	0.4630	0.124	3.735	0.000	0.220	0.706
C(ubigeo)[T.81301]	0.0447	0.132	0.340	0.734	-0.213	0.303
C(ubigeo)[T.81302]	1.0160	0.092	11.098	0.000	0.837	1.195
C(ubigeo)[T.81303]	-0.3902	0.140	-2.781	0.005	-0.665	-0.115
C(ubigeo)[T.81305]	0.6182	0.134	4.597	0.000	0.355	0.882
C(ubigeo)[T.81306]	-0.0081	0.192	-0.042	0.966	-0.384	0.368
C(gs)[T.2007.0]	-0.0215	0.120	-0.179	0.858	-0.257	0.214
C(gs)[T.2008.0]	-0.2256	0.141	-1.606	0.108	-0.501	0.050
C(gs)[T.2009.0]	-0.0816	0.106	-0.771	0.441	-0.289	0.126
C(gs)[T.2010.0]	-0.1385	0.116	-1.191	0.234	-0.367	0.089
C(gs)[T.2011.0]	-0.0594	0.123	-0.483	0.629	-0.301	0.182
C(gs)[T.2012.0]	0.0803	0.148	0.544	0.587	-0.209	0.370
C(gs)[T.2013.0]	0.0242	0.134	0.181	0.857	-0.238	0.287
C(gs)[T.2014.0]	-0.2964	0.152	-1.956	0.050	-0.593	0.001
C(gs)[T.2015.0]	-0.0352	0.139	-0.253	0.801	-0.309	0.238
C(gs)[T.2016.0]	-0.1268	0.147	-0.861	0.389	-0.415	0.162
C(gs)[T.2017.0]	-0.0262	0.121	-0.217	0.828	-0.262	0.210
C(gs)[T.2018.0]	-0.2181	0.125	-1.747	0.081	-0.463	0.027
C(gs)[T.2019.0]	-0.2815	0.124	-2.263	0.024	-0.525	-0.038
C(gs)[T.2020.0]	-0.1186	0.149	-0.794	0.427	-0.412	0.174
C(gs)[T.2021.0]	-0.1845	0.131	-1.413	0.158	-0.440	0.071
c_20	-0.0026	0.009	-0.286	0.775	-0.020	0.015
extreme_temp	-0.4598	0.156	-2.939	0.003	-0.766	-0.153
ln_totsup_prod	0.2559	0.022	11.846	0.000	0.214	0.298
ln_peones	0.1073	0.005	19.764	0.000	0.097	0.118
edad	0.0573	0.006	10.215	0.000	0.046	0.068
edad2	-0.0006	5.45e-05	-11.109	0.000	-0.001	-0.000
female	-0.3995	0.034	-11.619	0.000	-0.467	-0.332
share_secano	-0.2659	0.067	-3.976	0.000	-0.397	-0.135
=====						
Omnibus:	225.691	Durbin-Watson:	1.961			



```

Prob(Omnibus):          0.000 Jarque-Bera (JB):          528.119
Skew:                  -0.185 Prob(JB):              2.09e-115
Kurtosis:              4.347 Cond. No.              1.14e+16
=====

mod4 = smf.ols("ln_totag_07prices ~ c_20 + extreme_temp + edad + edad2 + female + C(educ_att) + C(month_temp) + C(sq1) + C(sq2) + C(sq3)
+ C(sq4) + C(sq5) + C(sq6) + C(sq7) + share_secano + C(ubigeo) + C(group):C(gs)", data=enaho_panel).fit(cov_type='cluster',
cov_kws={'groups': enaho_panel['ubigeo']})

OLS Regression Results
=====
Dep. Variable:  ln_totag_07prices  R-squared:          0.345
Model:          OLS  Adj. R-squared:  0.331
Method:         Least Squares  F-statistic:        138.1
Date:           Tue, 14 Mar 2023  Prob (F-statistic):  4.32e-61
Time:           19:43:11  Log-Likelihood:    -8917.6
No. Observations:  6492  AIC:              1.810e+04
Df Residuals:     6360  BIC:              1.899e+04
Df Model:         131
Covariance Type:  cluster
=====

              coef  std err  z  P>|z|  [0.025  0.975]
-----
Intercept          4.5637   0.434  10.507  0.000   3.712   5.415
C(educ_att)[T.1.0]  0.2786   0.038   7.248  0.000   0.203   0.354
C(educ_att)[T.2.0]  0.3202   0.063   5.104  0.000   0.197   0.443
C(educ_att)[T.3.0]  0.2580   0.109   2.361  0.018   0.044   0.472
C(month_temp)[T.32]  0.0862   0.105   0.821  0.412  -0.120   0.292
C(month_temp)[T.60] -0.0125   0.105  -0.119  0.905  -0.218   0.193
C(month_temp)[T.91]  0.0818   0.161   0.508  0.612  -0.234   0.397
C(month_temp)[T.121] 0.0650   0.143   0.455  0.649  -0.215   0.345
C(month_temp)[T.152] -0.0239   0.138  -0.173  0.863  -0.295   0.247
C(month_temp)[T.182] -0.1472   0.137  -1.077  0.281  -0.415   0.121
C(month_temp)[T.213] -0.2588   0.187  -1.384  0.166  -0.625   0.108
C(month_temp)[T.244] -0.1843   0.200  -0.923  0.356  -0.575   0.207
C(month_temp)[T.274] -0.0521   0.167  -0.313  0.755  -0.379   0.275
C(month_temp)[T.305] -0.0643   0.209  -0.307  0.759  -0.474   0.346
C(month_temp)[T.335] -0.0560   0.208  -0.270  0.787  -0.463   0.351
C(sq1)[T.Moderate constraints]  0.3807   0.142   2.680  0.007   0.102   0.659
C(sq1)[T.Severe constraints]  0.4674   0.280   1.669  0.095  -0.082   1.016
C(sq1)[T.Very severe constraints] 1.644e-12  1.24e-12  1.321  0.186  -7.95e-13  4.08e-12
C(sq1)[T.Non-soil]  3.243e-12  1.3e-12  2.500  0.012  7e-13  5.79e-12
C(sq1)[T.Water]    -0.1407   0.069  -2.054  0.040  -0.275  -0.006
C(sq2)[T.Moderate constraints] -0.3111   0.196  -1.584  0.113  -0.696   0.074
C(sq2)[T.Severe constraints] -0.5014   0.343  -1.460  0.144  -1.175   0.172
C(sq2)[T.Very severe constraints] 2.882e-13  3.19e-13  0.903  0.366  -3.37e-13  9.14e-13
C(sq2)[T.Non-soil]  3.468e-13  9.61e-13  0.361  0.718  -1.54e-12  2.23e-12
C(sq2)[T.Water]    -0.1407   0.069  -2.054  0.040  -0.275  -0.006
C(sq3)[T.Moderate constraints] -0.0871   0.271  -0.322  0.748  -0.618   0.444

```



C(sq3)[T.Severe constraints]	0.0087	0.122	0.072	0.943	-0.230	0.248
C(sq3)[T.Very severe constraints]	0.1858	0.118	1.571	0.116	-0.046	0.418
C(sq3)[T.Non-soil]	-0.2392	0.141	-1.702	0.089	-0.515	0.036
C(sq3)[T.Water]	-0.1407	0.069	-2.054	0.040	-0.275	-0.006
C(sq4)[T.Moderate constraints]	-0.0839	0.178	-0.471	0.638	-0.433	0.265
C(sq4)[T.Severe constraints]	-0.4890	0.270	-1.813	0.070	-1.018	0.040
C(sq4)[T.Very severe constraints]	-0.4908	0.403	-1.218	0.223	-1.280	0.299
C(sq4)[T.Non-soil]	-7.341e-15	4.55e-15	-1.612	0.107	-1.63e-14	1.58e-15
C(sq4)[T.Water]	-0.1407	0.069	-2.054	0.040	-0.275	-0.006
C(sq5)[T.Moderate constraints]	0.6239	0.196	3.182	0.001	0.240	1.008
C(sq5)[T.Severe constraints]	-0.6011	0.234	-2.574	0.010	-1.059	-0.143
C(sq5)[T.Very severe constraints]	7.12e-15	6.41e-15	1.111	0.267	-5.44e-15	1.97e-14
C(sq5)[T.Non-soil]	6.533e-15	4.16e-15	1.572	0.116	-1.61e-15	1.47e-14
C(sq5)[T.Water]	-0.1407	0.069	-2.054	0.040	-0.275	-0.006
C(sq6)[T.Moderate constraints]	2.177e-15	1.17e-15	1.852	0.064	-1.26e-16	4.48e-15
C(sq6)[T.Severe constraints]	5.752e-15	3.37e-15	1.709	0.087	-8.45e-16	1.23e-14
C(sq6)[T.Very severe constraints]	6.708e-15	4.16e-15	1.613	0.107	-1.44e-15	1.49e-14
C(sq6)[T.Non-soil]	-6.205e-15	5.7e-15	-1.089	0.276	-1.74e-14	4.96e-15
C(sq6)[T.Water]	-0.1407	0.069	-2.054	0.040	-0.275	-0.006
C(sq7)[T.Moderate constraints]	-0.1327	0.225	-0.590	0.555	-0.573	0.308
C(sq7)[T.Severe constraints]	0.0087	0.122	0.072	0.943	-0.230	0.248
C(sq7)[T.Very severe constraints]	-0.3380	0.187	-1.811	0.070	-0.704	0.028
C(sq7)[T.Non-soil]	0.2846	0.163	1.749	0.080	-0.034	0.604
C(sq7)[T.Water]	-0.1407	0.069	-2.054	0.040	-0.275	-0.006
C(ubigeo)[T.80102]	0.0920	0.186	0.494	0.621	-0.273	0.457
C(ubigeo)[T.80103]	-0.0452	0.167	-0.270	0.787	-0.373	0.283
C(ubigeo)[T.80104]	-0.0640	0.119	-0.540	0.589	-0.296	0.168
C(ubigeo)[T.80105]	-0.9175	0.137	-6.699	0.000	-1.186	-0.649
C(ubigeo)[T.80106]	-0.3646	0.046	-8.005	0.000	-0.454	-0.275
C(ubigeo)[T.80107]	0.5102	0.177	2.880	0.004	0.163	0.857
C(ubigeo)[T.80108]	-0.1017	0.088	-1.151	0.250	-0.275	0.072
C(ubigeo)[T.80201]	0.6828	0.145	4.716	0.000	0.399	0.967
C(ubigeo)[T.80203]	0.5199	0.162	3.200	0.001	0.201	0.838
C(ubigeo)[T.80205]	0.5368	0.137	3.918	0.000	0.268	0.805
C(ubigeo)[T.80206]	-0.0941	0.222	-0.423	0.672	-0.530	0.342
C(ubigeo)[T.80301]	0.2938	0.143	2.057	0.040	0.014	0.574
C(ubigeo)[T.80302]	0.3485	0.201	1.732	0.083	-0.046	0.743
C(ubigeo)[T.80303]	-0.7474	0.167	-4.466	0.000	-1.075	-0.419
C(ubigeo)[T.80305]	0.4060	0.166	2.443	0.015	0.080	0.732
C(ubigeo)[T.80306]	1.0934	0.219	4.999	0.000	0.665	1.522
C(ubigeo)[T.80307]	1.1915	0.191	6.225	0.000	0.816	1.567
C(ubigeo)[T.80308]	0.9049	0.207	4.378	0.000	0.500	1.310
C(ubigeo)[T.80401]	-0.2364	0.113	-2.087	0.037	-0.458	-0.014
C(ubigeo)[T.80403]	0.3553	0.192	1.853	0.064	-0.020	0.731
C(ubigeo)[T.80404]	0.5776	0.204	2.838	0.005	0.179	0.976
C(ubigeo)[T.80405]	0.2400	0.203	1.181	0.237	-0.158	0.638
C(ubigeo)[T.80406]	0.6383	0.239	2.671	0.008	0.170	1.107
C(ubigeo)[T.80407]	0.4050	0.191	2.120	0.034	0.031	0.779
C(ubigeo)[T.80408]	1.5086	0.161	9.362	0.000	1.193	1.824
C(ubigeo)[T.80501]	0.2475	0.127	1.944	0.052	-0.002	0.497
C(ubigeo)[T.80502]	0.3295	0.163	2.024	0.043	0.010	0.649



C(ubigeo)[T.80503]	0.4432	0.129	3.441	0.001	0.191	0.696
C(ubigeo)[T.80505]	0.0288	0.164	0.176	0.861	-0.293	0.350
C(ubigeo)[T.80507]	0.6101	0.143	4.267	0.000	0.330	0.890
C(ubigeo)[T.80601]	-0.3172	0.127	-2.493	0.013	-0.567	-0.068
C(ubigeo)[T.80602]	0.5818	0.146	3.973	0.000	0.295	0.869
C(ubigeo)[T.80603]	0.5463	0.146	3.754	0.000	0.261	0.832
C(ubigeo)[T.80604]	-0.1079	0.115	-0.941	0.347	-0.333	0.117
C(ubigeo)[T.80605]	0.4044	0.168	2.407	0.016	0.075	0.734
C(ubigeo)[T.80606]	0.0551	0.119	0.462	0.644	-0.179	0.289
C(ubigeo)[T.80607]	-0.4960	0.146	-3.408	0.001	-0.781	-0.211
C(ubigeo)[T.80608]	0.0771	0.150	0.513	0.608	-0.217	0.372
C(ubigeo)[T.80701]	-0.3588	0.133	-2.708	0.007	-0.618	-0.099
C(ubigeo)[T.80702]	0.3411	0.101	3.370	0.001	0.143	0.540
C(ubigeo)[T.80703]	0.1441	0.166	0.871	0.384	-0.180	0.469
C(ubigeo)[T.80704]	0.7114	0.159	4.464	0.000	0.399	1.024
C(ubigeo)[T.80705]	0.3897	0.148	2.635	0.008	0.100	0.680
C(ubigeo)[T.80706]	0.1195	0.179	0.668	0.504	-0.231	0.470
C(ubigeo)[T.80707]	0.1022	0.206	0.495	0.620	-0.302	0.506
C(ubigeo)[T.80708]	0.3006	0.161	1.867	0.062	-0.015	0.616
C(ubigeo)[T.80801]	-0.0373	0.142	-0.262	0.793	-0.316	0.241
C(ubigeo)[T.80803]	0.1828	0.135	1.356	0.175	-0.081	0.447
C(ubigeo)[T.80805]	-0.4705	0.151	-3.126	0.002	-0.766	-0.176
C(ubigeo)[T.80806]	1.5457	0.211	7.316	0.000	1.132	1.960
C(ubigeo)[T.80807]	-1.6775	0.157	-10.674	0.000	-1.986	-1.369
C(ubigeo)[T.80808]	-0.6225	0.143	-4.362	0.000	-0.902	-0.343
C(ubigeo)[T.80903]	0.1325	0.188	0.705	0.481	-0.236	0.501
C(ubigeo)[T.80908]	1.7568	0.173	10.164	0.000	1.418	2.096
C(ubigeo)[T.80909]	1.3365	0.128	10.410	0.000	1.085	1.588
C(ubigeo)[T.81001]	0.5678	0.206	2.758	0.006	0.164	0.971
C(ubigeo)[T.81003]	0.4335	0.090	4.803	0.000	0.257	0.610
C(ubigeo)[T.81004]	0.3255	0.116	2.808	0.005	0.098	0.553
C(ubigeo)[T.81005]	0.7825	0.148	5.272	0.000	0.492	1.073
C(ubigeo)[T.81006]	0.7837	0.157	4.998	0.000	0.476	1.091
C(ubigeo)[T.81007]	0.0386	0.160	0.242	0.809	-0.274	0.352
C(ubigeo)[T.81008]	0.2797	0.177	1.580	0.114	-0.067	0.627
C(ubigeo)[T.81101]	0.8816	0.118	7.453	0.000	0.650	1.114
C(ubigeo)[T.81102]	0.5952	0.159	3.746	0.000	0.284	0.907
C(ubigeo)[T.81103]	1.3202	0.172	7.668	0.000	0.983	1.658
C(ubigeo)[T.81104]	0.6750	0.157	4.290	0.000	0.367	0.983
C(ubigeo)[T.81105]	0.5068	0.143	3.544	0.000	0.227	0.787
C(ubigeo)[T.81201]	0.3398	0.157	2.158	0.031	0.031	0.648
C(ubigeo)[T.81202]	0.5503	0.158	3.493	0.000	0.241	0.859
C(ubigeo)[T.81205]	0.6003	0.147	4.081	0.000	0.312	0.889
C(ubigeo)[T.81206]	-0.0611	0.147	-0.415	0.678	-0.349	0.227
C(ubigeo)[T.81208]	-0.0721	0.140	-0.516	0.606	-0.346	0.202
C(ubigeo)[T.81209]	-0.0208	0.217	-0.096	0.924	-0.446	0.405
C(ubigeo)[T.81210]	0.3345	0.153	2.185	0.029	0.034	0.635
C(ubigeo)[T.81212]	0.3000	0.148	2.029	0.042	0.010	0.590
C(ubigeo)[T.81301]	-0.3196	0.161	-1.982	0.048	-0.636	-0.004
C(ubigeo)[T.81302]	1.0347	0.132	7.826	0.000	0.776	1.294
C(ubigeo)[T.81303]	-0.6837	0.180	-3.795	0.000	-1.037	-0.331



```

C(ubigeo)[T.81305]      0.4295  0.180  2.385  0.017  0.077  0.782
C(ubigeo)[T.81306]     -0.2355  0.216 -1.088  0.276 -0.660  0.189
C(gs)[T.2007.0]       0.1190  0.136  0.874  0.382 -0.148  0.386
C(gs)[T.2008.0]      -0.1577  0.170 -0.927  0.354 -0.491  0.176
C(gs)[T.2009.0]       0.1976  0.113  1.747  0.081 -0.024  0.419
C(gs)[T.2010.0]       0.1021  0.121  0.843  0.399 -0.135  0.339
C(gs)[T.2011.0]       0.1096  0.137  0.802  0.422 -0.158  0.377
C(gs)[T.2012.0]       0.1304  0.172  0.760  0.447 -0.206  0.467
C(gs)[T.2013.0]       0.1582  0.140  1.132  0.257 -0.116  0.432
C(gs)[T.2014.0]      -0.1554  0.153 -1.018  0.309 -0.455  0.144
C(gs)[T.2015.0]       0.0389  0.141  0.275  0.783 -0.238  0.316
C(gs)[T.2016.0]      -0.2710  0.167 -1.621  0.105 -0.599  0.057
C(gs)[T.2017.0]      -0.1250  0.128 -0.974  0.330 -0.377  0.127
C(gs)[T.2018.0]      -0.2178  0.136 -1.599  0.110 -0.485  0.049
C(gs)[T.2019.0]      -0.1907  0.142 -1.341  0.180 -0.469  0.088
C(gs)[T.2020.0]      -0.2816  0.153 -1.838  0.066 -0.582  0.019
C(gs)[T.2021.0]      -0.0738  0.148 -0.500  0.617 -0.363  0.215
c_20                  0.0016  0.011  0.147  0.883 -0.020  0.023
extreme_temp         -0.3940  0.226 -1.742  0.081 -0.837  0.049
edad                 0.0811  0.007 12.124  0.000  0.068  0.094
edad2               -0.0008  6.41e-05 -12.565  0.000 -0.001 -0.001
female              -0.4248  0.037 -11.586  0.000 -0.497 -0.353
share_secano        -0.4145  0.086 -4.827  0.000 -0.583 -0.246
=====
Omnibus:             201.414  Durbin-Watson:      1.993
Prob(Omnibus):       0.000  Jarque-Bera (JB):    445.543
Skew:                -0.174  Prob(JB):            1.78e-97
Kurtosis:            4.235  Cond. No.            1.14e+16
=====

mod5 = smf.ols("ln_totsup_prod ~ c_20 + extreme_temp + edad + edad2 + female + ln_hhsz + ln_totsup_all + C(educ_att) + C(month_temp) +
C(sq1) + C(sq2) + C(sq3) + C(sq4) + C(sq5) + C(sq6) + C(sq7) + share_secano + C(ubigeo) + C(group):C(gs)",
data=enaho_panel).fit(cov_type='cluster', cov_kwds={'groups': enaho_panel['ubigeo']})

OLS Regression Results
=====
Dep. Variable:      ln_totsup_prod  R-squared:          0.363
Model:              OLS  Adj. R-squared:      0.350
Method:             Least Squares  F-statistic:        184.7
Date:               Tue, 14 Mar 2023  Prob (F-statistic): 2.56e-66
Time:               19:43:43  Log-Likelihood:     -10378.
No. Observations:  6492  AIC:                2.102e+04
Df Residuals:      6358  BIC:                2.193e+04
Df Model:          133
Covariance Type:   cluster
=====
coef  std err  z  P>|z|  [0.025  0.975]
-----+-----

```



Intercept	-2.2415	0.565	-3.970	0.000	-3.348	-1.135
C(educ_att)[T.1.0]	0.2505	0.055	4.590	0.000	0.144	0.357
C(educ_att)[T.2.0]	0.2904	0.070	4.165	0.000	0.154	0.427
C(educ_att)[T.3.0]	0.2059	0.119	1.730	0.084	-0.027	0.439
C(month_temp)[T.32]	0.1034	0.151	0.683	0.494	-0.193	0.400
C(month_temp)[T.60]	0.0236	0.138	0.171	0.864	-0.247	0.294
C(month_temp)[T.91]	0.0008	0.174	0.005	0.996	-0.340	0.342
C(month_temp)[T.121]	-0.0231	0.147	-0.157	0.875	-0.311	0.265
C(month_temp)[T.152]	0.0408	0.143	0.286	0.775	-0.239	0.320
C(month_temp)[T.182]	-0.1680	0.157	-1.068	0.286	-0.476	0.140
C(month_temp)[T.213]	0.2085	0.209	0.997	0.319	-0.201	0.618
C(month_temp)[T.244]	0.0559	0.183	0.305	0.760	-0.303	0.415
C(month_temp)[T.274]	-0.1825	0.165	-1.106	0.269	-0.506	0.141
C(month_temp)[T.305]	0.0287	0.212	0.135	0.892	-0.387	0.444
C(month_temp)[T.335]	0.1996	0.178	1.124	0.261	-0.149	0.548
C(sq1)[T.Moderate constraints]	0.1657	0.180	0.922	0.357	-0.187	0.518
C(sq1)[T.Severe constraints]	-0.0806	0.463	-0.174	0.862	-0.988	0.827
C(sq1)[T.Very severe constraints]	-9.754e-13	1.92e-13	-5.078	0.000	-1.35e-12	-5.99e-13
C(sq1)[T.Non-soil]	6.104e-13	2.74e-13	2.227	0.026	7.31e-14	1.15e-12
C(sq1)[T.Water]	-0.2157	0.088	-2.456	0.014	-0.388	-0.044
C(sq2)[T.Moderate constraints]	-0.0043	0.216	-0.020	0.984	-0.428	0.419
C(sq2)[T.Severe constraints]	-0.5015	0.576	-0.870	0.384	-1.631	0.628
C(sq2)[T.Very severe constraints]	-6.54e-13	2.53e-13	-2.580	0.010	-1.15e-12	-1.57e-13
C(sq2)[T.Non-soil]	-1.177e-12	4.11e-13	-2.862	0.004	-1.98e-12	-3.71e-13
C(sq2)[T.Water]	-0.2157	0.088	-2.456	0.014	-0.388	-0.044
C(sq3)[T.Moderate constraints]	0.0120	0.360	0.033	0.973	-0.693	0.717
C(sq3)[T.Severe constraints]	-0.2367	0.219	-1.081	0.280	-0.666	0.193
C(sq3)[T.Very severe constraints]	-0.1810	0.244	-0.741	0.459	-0.660	0.298
C(sq3)[T.Non-soil]	-0.3851	0.232	-1.659	0.097	-0.840	0.070
C(sq3)[T.Water]	-0.2157	0.088	-2.456	0.014	-0.388	-0.044
C(sq4)[T.Moderate constraints]	-0.4531	0.430	-1.055	0.292	-1.295	0.389
C(sq4)[T.Severe constraints]	-0.5637	0.440	-1.282	0.200	-1.426	0.298
C(sq4)[T.Very severe constraints]	-0.8213	0.582	-1.410	0.158	-1.963	0.320
C(sq4)[T.Non-soil]	-2.358e-16	1.8e-15	-0.131	0.896	-3.76e-15	3.29e-15
C(sq4)[T.Water]	-0.2157	0.088	-2.456	0.014	-0.388	-0.044
C(sq5)[T.Moderate constraints]	-0.0313	0.383	-0.082	0.935	-0.782	0.719
C(sq5)[T.Severe constraints]	-0.5167	0.397	-1.302	0.193	-1.294	0.261
C(sq5)[T.Very severe constraints]	-3.063e-15	3.25e-15	-0.944	0.345	-9.42e-15	3.3e-15
C(sq5)[T.Non-soil]	-1.926e-15	1.37e-15	-1.409	0.159	-4.61e-15	7.53e-16
C(sq5)[T.Water]	-0.2157	0.088	-2.456	0.014	-0.388	-0.044
C(sq6)[T.Moderate constraints]	3.81e-15	2.01e-15	1.896	0.058	-1.28e-16	7.75e-15
C(sq6)[T.Severe constraints]	-7.644e-17	6.08e-16	-0.126	0.900	-1.27e-15	1.11e-15
C(sq6)[T.Very severe constraints]	1.094e-15	2.89e-16	3.789	0.000	5.28e-16	1.66e-15
C(sq6)[T.Non-soil]	-2.938e-15	3.09e-15	-0.951	0.342	-9e-15	3.12e-15
C(sq6)[T.Water]	-0.2157	0.088	-2.456	0.014	-0.388	-0.044
C(sq7)[T.Moderate constraints]	-0.7938	0.416	-1.908	0.056	-1.609	0.022
C(sq7)[T.Severe constraints]	-0.2367	0.219	-1.081	0.280	-0.666	0.193
C(sq7)[T.Very severe constraints]	-0.4361	0.249	-1.754	0.079	-0.923	0.051
C(sq7)[T.Non-soil]	-0.1300	0.240	-0.541	0.589	-0.601	0.341
C(sq7)[T.Water]	-0.2157	0.088	-2.456	0.014	-0.388	-0.044
C(ubigeo)[T.80102]	-0.8398	0.217	-3.865	0.000	-1.266	-0.414



C(ubigeo)[T.80103]	-0.9478	0.428	-2.212	0.027	-1.787	-0.108
C(ubigeo)[T.80104]	-0.5980	0.161	-3.703	0.000	-0.914	-0.281
C(ubigeo)[T.80105]	-1.1722	0.175	-6.699	0.000	-1.515	-0.829
C(ubigeo)[T.80106]	-0.5077	0.083	-6.111	0.000	-0.670	-0.345
C(ubigeo)[T.80107]	-0.7589	0.206	-3.679	0.000	-1.163	-0.355
C(ubigeo)[T.80108]	-0.7855	0.093	-8.473	0.000	-0.967	-0.604
C(ubigeo)[T.80201]	-0.3054	0.232	-1.314	0.189	-0.761	0.150
C(ubigeo)[T.80203]	0.1894	0.230	0.824	0.410	-0.261	0.640
C(ubigeo)[T.80205]	-0.1266	0.194	-0.653	0.514	-0.507	0.253
C(ubigeo)[T.80206]	-0.5587	0.234	-2.384	0.017	-1.018	-0.099
C(ubigeo)[T.80301]	-0.3647	0.170	-2.148	0.032	-0.698	-0.032
C(ubigeo)[T.80302]	-0.0494	0.221	-0.224	0.823	-0.482	0.384
C(ubigeo)[T.80303]	-1.0803	0.184	-5.867	0.000	-1.441	-0.719
C(ubigeo)[T.80305]	0.1423	0.156	0.913	0.361	-0.163	0.448
C(ubigeo)[T.80306]	0.1833	0.227	0.808	0.419	-0.261	0.628
C(ubigeo)[T.80307]	1.5354	0.220	6.968	0.000	1.103	1.967
C(ubigeo)[T.80308]	0.3129	0.214	1.465	0.143	-0.106	0.732
C(ubigeo)[T.80401]	-0.4255	0.158	-2.702	0.007	-0.734	-0.117
C(ubigeo)[T.80403]	1.6839	0.200	8.416	0.000	1.292	2.076
C(ubigeo)[T.80404]	-0.2207	0.207	-1.069	0.285	-0.625	0.184
C(ubigeo)[T.80405]	-0.3005	0.277	-1.086	0.277	-0.843	0.242
C(ubigeo)[T.80406]	0.3835	0.302	1.268	0.205	-0.209	0.976
C(ubigeo)[T.80407]	-0.1220	0.233	-0.525	0.600	-0.578	0.334
C(ubigeo)[T.80408]	1.3478	0.192	7.016	0.000	0.971	1.724
C(ubigeo)[T.80501]	-0.2901	0.180	-1.612	0.107	-0.643	0.063
C(ubigeo)[T.80502]	-0.0223	0.238	-0.094	0.925	-0.489	0.444
C(ubigeo)[T.80503]	1.1483	0.177	6.487	0.000	0.801	1.495
C(ubigeo)[T.80505]	0.3546	0.201	1.760	0.078	-0.040	0.750
C(ubigeo)[T.80507]	2.2233	0.232	9.593	0.000	1.769	2.678
C(ubigeo)[T.80601]	-0.7867	0.167	-4.714	0.000	-1.114	-0.460
C(ubigeo)[T.80602]	-0.7728	0.213	-3.629	0.000	-1.190	-0.355
C(ubigeo)[T.80603]	-0.1203	0.209	-0.575	0.565	-0.530	0.290
C(ubigeo)[T.80604]	-0.3787	0.143	-2.650	0.008	-0.659	-0.099
C(ubigeo)[T.80605]	-0.5829	0.253	-2.302	0.021	-1.079	-0.087
C(ubigeo)[T.80606]	-0.5753	0.154	-3.726	0.000	-0.878	-0.273
C(ubigeo)[T.80607]	-0.8933	0.214	-4.176	0.000	-1.313	-0.474
C(ubigeo)[T.80608]	-0.4428	0.251	-1.766	0.077	-0.934	0.049
C(ubigeo)[T.80701]	-0.2648	0.168	-1.572	0.116	-0.595	0.065
C(ubigeo)[T.80702]	-0.2493	0.159	-1.571	0.116	-0.560	0.062
C(ubigeo)[T.80703]	0.8650	0.229	3.782	0.000	0.417	1.313
C(ubigeo)[T.80704]	0.7335	0.180	4.086	0.000	0.382	1.085
C(ubigeo)[T.80705]	0.3493	0.237	1.474	0.141	-0.115	0.814
C(ubigeo)[T.80706]	-0.5378	0.194	-2.769	0.006	-0.919	-0.157
C(ubigeo)[T.80707]	0.1785	0.224	0.796	0.426	-0.261	0.618
C(ubigeo)[T.80708]	0.8860	0.228	3.887	0.000	0.439	1.333
C(ubigeo)[T.80801]	0.7241	0.236	3.071	0.002	0.262	1.186
C(ubigeo)[T.80803]	1.3937	0.210	6.647	0.000	0.983	1.805
C(ubigeo)[T.80805]	1.1815	0.197	6.000	0.000	0.796	1.567
C(ubigeo)[T.80806]	4.0620	0.351	11.584	0.000	3.375	4.749
C(ubigeo)[T.80807]	0.7687	0.178	4.330	0.000	0.421	1.117
C(ubigeo)[T.80808]	1.0489	0.224	4.678	0.000	0.609	1.488



C(ubigeo)[T.80903]	0.7330	0.215	3.404	0.001	0.311	1.155
C(ubigeo)[T.80908]	1.1082	0.246	4.510	0.000	0.627	1.590
C(ubigeo)[T.80909]	1.1264	0.166	6.802	0.000	0.802	1.451
C(ubigeo)[T.81001]	0.0238	0.188	0.126	0.900	-0.346	0.393
C(ubigeo)[T.81003]	0.6087	0.116	5.235	0.000	0.381	0.837
C(ubigeo)[T.81004]	-0.0202	0.189	-0.107	0.915	-0.390	0.350
C(ubigeo)[T.81005]	0.4335	0.207	2.093	0.036	0.028	0.839
C(ubigeo)[T.81006]	0.2666	0.204	1.306	0.192	-0.134	0.667
C(ubigeo)[T.81007]	0.0719	0.189	0.380	0.704	-0.299	0.443
C(ubigeo)[T.81008]	-0.6589	0.253	-2.604	0.009	-1.155	-0.163
C(ubigeo)[T.81101]	0.6005	0.149	4.023	0.000	0.308	0.893
C(ubigeo)[T.81102]	0.0842	0.265	0.318	0.750	-0.435	0.603
C(ubigeo)[T.81103]	0.9727	0.216	4.495	0.000	0.549	1.397
C(ubigeo)[T.81104]	-0.0089	0.235	-0.038	0.970	-0.470	0.452
C(ubigeo)[T.81105]	-0.1827	0.224	-0.816	0.414	-0.621	0.256
C(ubigeo)[T.81201]	-0.1235	0.229	-0.539	0.590	-0.573	0.326
C(ubigeo)[T.81202]	0.1240	0.214	0.578	0.563	-0.296	0.544
C(ubigeo)[T.81205]	0.0041	0.210	0.020	0.984	-0.407	0.416
C(ubigeo)[T.81206]	-0.2285	0.176	-1.301	0.193	-0.573	0.116
C(ubigeo)[T.81208]	-0.6667	0.225	-2.967	0.003	-1.107	-0.226
C(ubigeo)[T.81209]	0.0325	0.231	0.141	0.888	-0.420	0.485
C(ubigeo)[T.81210]	-0.1781	0.208	-0.858	0.391	-0.585	0.229
C(ubigeo)[T.81212]	0.3175	0.222	1.432	0.152	-0.117	0.752
C(ubigeo)[T.81301]	-0.8625	0.175	-4.925	0.000	-1.206	-0.519
C(ubigeo)[T.81302]	0.1033	0.165	0.625	0.532	-0.221	0.427
C(ubigeo)[T.81303]	-0.6134	0.180	-3.405	0.001	-0.966	-0.260
C(ubigeo)[T.81305]	-0.1194	0.211	-0.565	0.572	-0.533	0.294
C(ubigeo)[T.81306]	-0.2921	0.210	-1.388	0.165	-0.704	0.120
C(gs)[T.2007.0]	0.1332	0.153	0.872	0.383	-0.166	0.433
C(gs)[T.2008.0]	0.2026	0.227	0.891	0.373	-0.243	0.648
C(gs)[T.2009.0]	0.6854	0.151	4.527	0.000	0.389	0.982
C(gs)[T.2010.0]	0.5771	0.163	3.535	0.000	0.257	0.897
C(gs)[T.2011.0]	0.8272	0.153	5.412	0.000	0.528	1.127
C(gs)[T.2012.0]	0.6492	0.173	3.748	0.000	0.310	0.989
C(gs)[T.2013.0]	0.6955	0.176	3.948	0.000	0.350	1.041
C(gs)[T.2014.0]	0.8118	0.140	5.790	0.000	0.537	1.087
C(gs)[T.2015.0]	0.4471	0.170	2.638	0.008	0.115	0.779
C(gs)[T.2016.0]	-0.2316	0.259	-0.895	0.371	-0.739	0.276
C(gs)[T.2017.0]	-0.1789	0.175	-1.021	0.307	-0.522	0.165
C(gs)[T.2018.0]	0.2247	0.153	1.467	0.143	-0.076	0.525
C(gs)[T.2019.0]	0.6605	0.156	4.224	0.000	0.354	0.967
C(gs)[T.2020.0]	0.0449	0.240	0.187	0.852	-0.426	0.516
C(gs)[T.2021.0]	0.7521	0.187	4.015	0.000	0.385	1.119
c_20	0.0026	0.011	0.237	0.812	-0.019	0.024
extreme_temp	0.0020	0.536	0.004	0.997	-1.049	1.053
edad	0.0648	0.008	7.630	0.000	0.048	0.081
edad2	-0.0006	7.82e-05	-7.048	0.000	-0.001	-0.000
female	-0.1552	0.063	-2.456	0.014	-0.279	-0.031
ln_hhsiz	0.2371	0.036	6.526	0.000	0.166	0.308
ln_totsup_all	0.1175	0.013	9.367	0.000	0.093	0.142
share_secano	-0.4056	0.147	-2.767	0.006	-0.693	-0.118



```
=====
Omnibus:          481.893  Durbin-Watson:      1.961
Prob(Omnibus):    0.000   Jarque-Bera (JB):  1267.712
Skew:             -0.424   Prob(JB):           5.25e-276
Kurtosis:         4.991   Cond. No.           1.14e+16
=====
```

```
mod6 = smf.ols("nrHHmem_agricwork_all ~ c_20 + extreme_temp + edad + edad2 + female + ln_hhsize + ln_totsup_all + C(educ_att) +
C(month_temp) + C(sq1) + C(sq2) + C(sq3) + C(sq4) + C(sq5) + C(sq6) + C(sq7) + share_secano + C(ubigeo) + C(group):C(gs)",
data=enaho_panel).fit(cov_type='cluster', cov_kwds={'groups': enaho_panel['ubigeo']})
```

OLS Regression Results

```
=====
Dep. Variable:  nrHHmem_agricwork_all  R-squared:          0.459
Model:          OLS  Adj. R-squared:    0.448
Method:        Least Squares  F-statistic:       274.0
Date:          Tue, 14 Mar 2023  Prob (F-statistic):  4.27e-73
Time:          19:44:03  Log-Likelihood:   -7348.9
No. Observations:  6492  AIC:          1.497e+04
Df Residuals:    6358  BIC:          1.587e+04
Df Model:        133
Covariance Type:  cluster
=====
```

	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
Intercept	-1.9789	0.320	-6.183	0.000	-2.606	-1.352
C(educ_att)[T.1.0]	0.0105	0.035	0.298	0.765	-0.059	0.080
C(educ_att)[T.2.0]	-0.1288	0.050	-2.600	0.009	-0.226	-0.032
C(educ_att)[T.3.0]	-0.5051	0.060	-8.439	0.000	-0.622	-0.388
C(month_temp)[T.32]	0.0786	0.071	1.106	0.269	-0.061	0.218
C(month_temp)[T.60]	-0.0306	0.089	-0.343	0.731	-0.206	0.144
C(month_temp)[T.91]	0.0632	0.109	0.579	0.563	-0.151	0.277
C(month_temp)[T.121]	0.0525	0.087	0.601	0.548	-0.119	0.224
C(month_temp)[T.152]	0.0877	0.077	1.136	0.256	-0.064	0.239
C(month_temp)[T.182]	0.1041	0.082	1.269	0.204	-0.057	0.265
C(month_temp)[T.213]	0.1075	0.114	0.941	0.347	-0.117	0.332
C(month_temp)[T.244]	0.1535	0.115	1.339	0.181	-0.071	0.378
C(month_temp)[T.274]	0.0632	0.088	0.720	0.472	-0.109	0.235
C(month_temp)[T.305]	0.0987	0.088	1.128	0.259	-0.073	0.270
C(month_temp)[T.335]	0.1736	0.098	1.771	0.077	-0.019	0.366
C(sq1)[T.Moderate constraints]	0.0096	0.060	0.160	0.873	-0.107	0.127
C(sq1)[T.Severe constraints]	-0.1548	0.167	-0.928	0.353	-0.482	0.172
C(sq1)[T.Very severe constraints]	-8.152e-13	7.6e-14	-10.733	0.000	-9.64e-13	-6.66e-13
C(sq1)[T.Non-soil]	-6.457e-13	1.15e-13	-5.597	0.000	-8.72e-13	-4.2e-13
C(sq1)[T.Water]	-0.0939	0.022	-4.276	0.000	-0.137	-0.051
C(sq2)[T.Moderate constraints]	-0.0492	0.129	-0.381	0.703	-0.302	0.204
C(sq2)[T.Severe constraints]	-0.1106	0.178	-0.620	0.535	-0.460	0.239
C(sq2)[T.Very severe constraints]	1.355e-12	1.37e-13	9.864	0.000	1.09e-12	1.62e-12



C(sq2)[T.Non-soil]	-2.689e-12	2.13e-13	-12.622	0.000	-3.11e-12	-2.27e-12
C(sq2)[T.Water]	-0.0939	0.022	-4.276	0.000	-0.137	-0.051
C(sq3)[T.Moderate constraints]	0.0574	0.180	0.318	0.750	-0.296	0.411
C(sq3)[T.Severe constraints]	-0.1010	0.069	-1.460	0.144	-0.237	0.035
C(sq3)[T.Very severe constraints]	-0.0220	0.069	-0.318	0.751	-0.158	0.114
C(sq3)[T.Non-soil]	-0.1768	0.065	-2.726	0.006	-0.304	-0.050
C(sq3)[T.Water]	-0.0939	0.022	-4.276	0.000	-0.137	-0.051
C(sq4)[T.Moderate constraints]	-0.0115	0.097	-0.119	0.906	-0.202	0.179
C(sq4)[T.Severe constraints]	-0.3393	0.151	-2.250	0.024	-0.635	-0.044
C(sq4)[T.Very severe constraints]	-0.3501	0.153	-2.285	0.022	-0.650	-0.050
C(sq4)[T.Non-soil]	1.314e-14	9.99e-16	13.152	0.000	1.12e-14	1.51e-14
C(sq4)[T.Water]	-0.0939	0.022	-4.276	0.000	-0.137	-0.051
C(sq5)[T.Moderate constraints]	0.1213	0.153	0.791	0.429	-0.179	0.422
C(sq5)[T.Severe constraints]	0.1711	0.169	1.011	0.312	-0.161	0.503
C(sq5)[T.Very severe constraints]	-2.357e-14	1.76e-15	-13.426	0.000	-2.7e-14	-2.01e-14
C(sq5)[T.Non-soil]	-8.963e-15	6.81e-16	-13.169	0.000	-1.03e-14	-7.63e-15
C(sq5)[T.Water]	-0.0939	0.022	-4.276	0.000	-0.137	-0.051
C(sq6)[T.Moderate constraints]	1.456e-14	1.04e-15	14.020	0.000	1.25e-14	1.66e-14
C(sq6)[T.Severe constraints]	-3.362e-15	3.44e-16	-9.781	0.000	-4.04e-15	-2.69e-15
C(sq6)[T.Very severe constraints]	-1.185e-15	1.22e-16	-9.746	0.000	-1.42e-15	-9.47e-16
C(sq6)[T.Non-soil]	-2.171e-14	1.54e-15	-14.094	0.000	-2.47e-14	-1.87e-14
C(sq6)[T.Water]	-0.0939	0.022	-4.276	0.000	-0.137	-0.051
C(sq7)[T.Moderate constraints]	-0.2462	0.181	-1.357	0.175	-0.602	0.109
C(sq7)[T.Severe constraints]	-0.1010	0.069	-1.460	0.144	-0.237	0.035
C(sq7)[T.Very severe constraints]	-0.2012	0.085	-2.364	0.018	-0.368	-0.034
C(sq7)[T.Non-soil]	0.0024	0.086	0.028	0.977	-0.166	0.171
C(sq7)[T.Water]	-0.0939	0.022	-4.276	0.000	-0.137	-0.051
C(ubigeo)[T.80102]	0.3389	0.134	2.537	0.011	0.077	0.601
C(ubigeo)[T.80103]	0.6312	0.093	6.782	0.000	0.449	0.814
C(ubigeo)[T.80104]	0.1701	0.075	2.268	0.023	0.023	0.317
C(ubigeo)[T.80105]	0.2801	0.097	2.873	0.004	0.089	0.471
C(ubigeo)[T.80106]	0.2087	0.028	7.355	0.000	0.153	0.264
C(ubigeo)[T.80107]	0.9235	0.102	9.026	0.000	0.723	1.124
C(ubigeo)[T.80108]	-0.2460	0.066	-3.754	0.000	-0.374	-0.118
C(ubigeo)[T.80201]	1.2756	0.089	14.269	0.000	1.100	1.451
C(ubigeo)[T.80203]	0.9120	0.102	8.981	0.000	0.713	1.111
C(ubigeo)[T.80205]	1.0509	0.088	11.878	0.000	0.877	1.224
C(ubigeo)[T.80206]	0.9452	0.128	7.403	0.000	0.695	1.195
C(ubigeo)[T.80301]	0.7575	0.103	7.366	0.000	0.556	0.959
C(ubigeo)[T.80302]	1.0423	0.118	8.796	0.000	0.810	1.275
C(ubigeo)[T.80303]	0.7360	0.118	6.241	0.000	0.505	0.967
C(ubigeo)[T.80305]	1.0973	0.088	12.483	0.000	0.925	1.270
C(ubigeo)[T.80306]	0.9634	0.128	7.530	0.000	0.713	1.214
C(ubigeo)[T.80307]	0.9678	0.119	8.123	0.000	0.734	1.201
C(ubigeo)[T.80308]	0.9237	0.142	6.516	0.000	0.646	1.201
C(ubigeo)[T.80401]	0.9603	0.065	14.882	0.000	0.834	1.087
C(ubigeo)[T.80403]	1.1040	0.105	10.510	0.000	0.898	1.310
C(ubigeo)[T.80404]	0.9848	0.112	8.832	0.000	0.766	1.203
C(ubigeo)[T.80405]	1.1558	0.130	8.861	0.000	0.900	1.411
C(ubigeo)[T.80406]	1.2190	0.139	8.785	0.000	0.947	1.491
C(ubigeo)[T.80407]	1.1643	0.113	10.308	0.000	0.943	1.386



C(ubigeo)[T.80408]	1.2560	0.107	11.727	0.000	1.046	1.466
C(ubigeo)[T.80501]	1.0235	0.085	11.991	0.000	0.856	1.191
C(ubigeo)[T.80502]	1.0410	0.089	11.657	0.000	0.866	1.216
C(ubigeo)[T.80503]	1.1972	0.073	16.344	0.000	1.054	1.341
C(ubigeo)[T.80505]	1.0235	0.083	12.278	0.000	0.860	1.187
C(ubigeo)[T.80507]	1.4155	0.097	14.615	0.000	1.226	1.605
C(ubigeo)[T.80601]	0.6839	0.074	9.281	0.000	0.539	0.828
C(ubigeo)[T.80602]	0.9263	0.096	9.676	0.000	0.739	1.114
C(ubigeo)[T.80603]	1.1736	0.099	11.834	0.000	0.979	1.368
C(ubigeo)[T.80604]	1.1756	0.072	16.329	0.000	1.034	1.317
C(ubigeo)[T.80605]	0.9825	0.103	9.498	0.000	0.780	1.185
C(ubigeo)[T.80606]	1.0371	0.081	12.851	0.000	0.879	1.195
C(ubigeo)[T.80607]	0.7754	0.109	7.128	0.000	0.562	0.989
C(ubigeo)[T.80608]	1.2425	0.088	14.101	0.000	1.070	1.415
C(ubigeo)[T.80701]	0.7336	0.074	9.876	0.000	0.588	0.879
C(ubigeo)[T.80702]	0.8202	0.064	12.798	0.000	0.695	0.946
C(ubigeo)[T.80703]	0.8563	0.116	7.375	0.000	0.629	1.084
C(ubigeo)[T.80704]	1.0621	0.094	11.291	0.000	0.878	1.246
C(ubigeo)[T.80705]	1.2664	0.103	12.240	0.000	1.064	1.469
C(ubigeo)[T.80706]	0.9767	0.118	8.306	0.000	0.746	1.207
C(ubigeo)[T.80707]	1.1964	0.124	9.660	0.000	0.954	1.439
C(ubigeo)[T.80708]	0.9426	0.100	9.471	0.000	0.748	1.138
C(ubigeo)[T.80801]	0.6930	0.096	7.254	0.000	0.506	0.880
C(ubigeo)[T.80803]	1.1686	0.094	12.372	0.000	0.983	1.354
C(ubigeo)[T.80805]	0.9266	0.075	12.379	0.000	0.780	1.073
C(ubigeo)[T.80806]	0.8002	0.123	6.502	0.000	0.559	1.041
C(ubigeo)[T.80807]	1.1128	0.081	13.684	0.000	0.953	1.272
C(ubigeo)[T.80808]	1.0600	0.100	10.624	0.000	0.864	1.256
C(ubigeo)[T.80903]	0.9658	0.137	7.062	0.000	0.698	1.234
C(ubigeo)[T.80908]	0.6970	0.105	6.611	0.000	0.490	0.904
C(ubigeo)[T.80909]	0.9943	0.077	12.868	0.000	0.843	1.146
C(ubigeo)[T.81001]	1.1377	0.114	9.966	0.000	0.914	1.361
C(ubigeo)[T.81003]	1.1875	0.068	17.532	0.000	1.055	1.320
C(ubigeo)[T.81004]	0.8677	0.085	10.241	0.000	0.702	1.034
C(ubigeo)[T.81005]	1.0724	0.069	15.431	0.000	0.936	1.209
C(ubigeo)[T.81006]	1.1383	0.097	11.720	0.000	0.948	1.329
C(ubigeo)[T.81007]	0.9193	0.092	10.020	0.000	0.739	1.099
C(ubigeo)[T.81008]	1.0157	0.104	9.739	0.000	0.811	1.220
C(ubigeo)[T.81101]	1.0355	0.077	13.364	0.000	0.884	1.187
C(ubigeo)[T.81102]	1.3696	0.102	13.401	0.000	1.169	1.570
C(ubigeo)[T.81103]	1.0320	0.112	9.234	0.000	0.813	1.251
C(ubigeo)[T.81104]	1.1482	0.100	11.474	0.000	0.952	1.344
C(ubigeo)[T.81105]	1.3114	0.086	15.300	0.000	1.143	1.479
C(ubigeo)[T.81201]	0.7827	0.089	8.780	0.000	0.608	0.957
C(ubigeo)[T.81202]	1.2184	0.101	12.048	0.000	1.020	1.417
C(ubigeo)[T.81205]	1.1385	0.093	12.183	0.000	0.955	1.322
C(ubigeo)[T.81206]	1.1823	0.086	13.724	0.000	1.013	1.351
C(ubigeo)[T.81208]	0.9417	0.093	10.165	0.000	0.760	1.123
C(ubigeo)[T.81209]	0.9893	0.133	7.423	0.000	0.728	1.251
C(ubigeo)[T.81210]	1.0301	0.095	10.826	0.000	0.844	1.217
C(ubigeo)[T.81212]	1.0356	0.099	10.460	0.000	0.842	1.230



```

C(ubigeo)[T.81301]      0.5146  0.116  4.434  0.000  0.287  0.742
C(ubigeo)[T.81302]      1.0951  0.084  13.029  0.000  0.930  1.260
C(ubigeo)[T.81303]      0.6090  0.122  4.994  0.000  0.370  0.848
C(ubigeo)[T.81305]      0.9289  0.132  7.045  0.000  0.671  1.187
C(ubigeo)[T.81306]      1.0021  0.111  9.005  0.000  0.784  1.220
C(gs)[T.2007.0]         0.0445  0.071  0.627  0.531  -0.095  0.183
C(gs)[T.2008.0]         0.1043  0.111  0.939  0.348  -0.113  0.322
C(gs)[T.2009.0]         0.0360  0.072  0.500  0.617  -0.105  0.177
C(gs)[T.2010.0]         0.0691  0.069  1.003  0.316  -0.066  0.204
C(gs)[T.2011.0]         0.0340  0.070  0.489  0.625  -0.102  0.171
C(gs)[T.2012.0]         0.0829  0.091  0.911  0.362  -0.095  0.261
C(gs)[T.2013.0]         0.1154  0.067  1.723  0.085  -0.016  0.247
C(gs)[T.2014.0]         0.1392  0.081  1.720  0.085  -0.019  0.298
C(gs)[T.2015.0]         0.1323  0.070  1.877  0.061  -0.006  0.270
C(gs)[T.2016.0]         0.1215  0.099  1.224  0.221  -0.073  0.316
C(gs)[T.2017.0]         0.0387  0.068  0.569  0.569  -0.094  0.172
C(gs)[T.2018.0]         0.0513  0.077  0.668  0.504  -0.099  0.202
C(gs)[T.2019.0]         0.0948  0.071  1.331  0.183  -0.045  0.235
C(gs)[T.2020.0]         0.2232  0.091  2.455  0.014  0.045  0.401
C(gs)[T.2021.0]         0.0940  0.074  1.267  0.205  -0.051  0.239
c_20                    8.154e-05  0.005  0.018  0.986  -0.009  0.009
extreme_temp            -0.1684  0.076  -2.206  0.027  -0.318  -0.019
edad                    0.0716  0.005  13.324  0.000  0.061  0.082
edad2                   -0.0006  4.63e-05  -12.041  0.000  -0.001  -0.000
female                  -0.2422  0.030  -7.979  0.000  -0.302  -0.183
ln_hhsize               1.0534  0.036  29.351  0.000  0.983  1.124
ln_totsup_all           0.0077  0.003  2.271  0.023  0.001  0.014
share_secano            -0.0249  0.052  -0.476  0.634  -0.128  0.078
=====

Omnibus:                406.787  Durbin-Watson:          2.009
Prob(Omnibus):          0.000  Jarque-Bera (JB):      850.400
Skew:                   0.425  Prob(JB):              2.18e-185
Kurtosis:               4.556  Cond. No.              1.14e+16
=====

mod7 = smf.ols("ln_peones ~ c_20 + extreme_temp + edad + edad2 + female + ln_hhsize + ln_totsup_all + C(educ_att) + C(month_temp) +
C(sq1) + C(sq2) + C(sq3) + C(sq4) + C(sq5) + C(sq6) + C(sq7) + share_secano + C(group):C(gs)",
data=enaho_panel).fit(cov_type='cluster', cov_kwds={'groups': enaho_panel['ubigeo']})

OLS Regression Results
=====
Dep. Variable:          ln_peones  R-squared:              0.173
Model:                  OLS        Adj. R-squared:         0.156
Method:                 Least Squares  F-statistic:           117.9
Date:                   Tue, 14 Mar 2023  Prob (F-statistic):    1.20e-58
Time:                   19:44:40  Log-Likelihood:        -14901.
No. Observations:      6492  AIC:                   3.007e+04
Df Residuals:          6358  BIC:                   3.098e+04
Df Model:               133

```



Covariance Type:		cluster					
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]	
Intercept	0.9180	0.863	1.064	0.287	-0.773	2.609	
C(educ_att)[T.1.0]	0.6464	0.111	5.842	0.000	0.430	0.863	
C(educ_att)[T.2.0]	1.0545	0.148	7.105	0.000	0.764	1.345	
C(educ_att)[T.3.0]	1.7885	0.261	6.853	0.000	1.277	2.300	
C(month_temp)[T.32]	-0.4717	0.218	-2.168	0.030	-0.898	-0.045	
C(month_temp)[T.60]	-0.5153	0.201	-2.561	0.010	-0.910	-0.121	
C(month_temp)[T.91]	-0.2329	0.281	-0.828	0.408	-0.784	0.318	
C(month_temp)[T.121]	-0.6057	0.256	-2.365	0.018	-1.108	-0.104	
C(month_temp)[T.152]	-0.6242	0.259	-2.410	0.016	-1.132	-0.117	
C(month_temp)[T.182]	-0.9565	0.296	-3.232	0.001	-1.537	-0.376	
C(month_temp)[T.213]	-0.5404	0.271	-1.991	0.046	-1.072	-0.008	
C(month_temp)[T.244]	-0.8348	0.309	-2.699	0.007	-1.441	-0.229	
C(month_temp)[T.274]	-0.5099	0.313	-1.629	0.103	-1.123	0.104	
C(month_temp)[T.305]	-1.0099	0.292	-3.461	0.001	-1.582	-0.438	
C(month_temp)[T.335]	-0.5561	0.246	-2.258	0.024	-1.039	-0.073	
C(sq1)[T.Moderate constraints]	0.6470	0.190	3.397	0.001	0.274	1.020	
C(sq1)[T.Severe constraints]	1.2337	0.498	2.478	0.013	0.258	2.209	
C(sq1)[T.Very severe constraints]	6.086e-13	3.14e-13	1.936	0.053	-7.68e-15	1.22e-12	
C(sq1)[T.Non-soil]	1.491e-12	3.78e-13	3.945	0.000	7.5e-13	2.23e-12	
C(sq1)[T.Water]	-0.0293	0.093	-0.316	0.752	-0.211	0.152	
C(sq2)[T.Moderate constraints]	-0.5997	0.400	-1.499	0.134	-1.384	0.184	
C(sq2)[T.Severe constraints]	-0.6375	0.909	-0.701	0.483	-2.420	1.145	
C(sq2)[T.Very severe constraints]	-1.009e-12	2.93e-13	-3.437	0.001	-1.58e-12	-4.33e-13	
C(sq2)[T.Non-soil]	1.523e-12	8.8e-13	1.731	0.084	-2.02e-13	3.25e-12	
C(sq2)[T.Water]	-0.0293	0.093	-0.316	0.752	-0.211	0.152	
C(sq3)[T.Moderate constraints]	-1.3426	0.475	-2.824	0.005	-2.274	-0.411	
C(sq3)[T.Severe constraints]	0.1873	0.224	0.838	0.402	-0.251	0.625	
C(sq3)[T.Very severe constraints]	0.3348	0.212	1.581	0.114	-0.080	0.750	
C(sq3)[T.Non-soil]	-0.0697	0.245	-0.285	0.776	-0.550	0.410	
C(sq3)[T.Water]	-0.0293	0.093	-0.316	0.752	-0.211	0.152	
C(sq4)[T.Moderate constraints]	0.0067	0.332	0.020	0.984	-0.645	0.658	
C(sq4)[T.Severe constraints]	-0.0570	0.510	-0.112	0.911	-1.057	0.943	
C(sq4)[T.Very severe constraints]	-0.0423	0.545	-0.078	0.938	-1.111	1.026	
C(sq4)[T.Non-soil]	-8.784e-15	3.28e-15	-2.682	0.007	-1.52e-14	-2.36e-15	
C(sq4)[T.Water]	-0.0293	0.093	-0.316	0.752	-0.211	0.152	
C(sq5)[T.Moderate constraints]	1.4102	0.361	3.904	0.000	0.702	2.118	
C(sq5)[T.Severe constraints]	0.9921	0.475	2.088	0.037	0.061	1.923	
C(sq5)[T.Very severe constraints]	1.79e-14	5.77e-15	3.101	0.002	6.59e-15	2.92e-14	
C(sq5)[T.Non-soil]	6.485e-15	2.31e-15	2.804	0.005	1.95e-15	1.1e-14	
C(sq5)[T.Water]	-0.0293	0.093	-0.316	0.752	-0.211	0.152	
C(sq6)[T.Moderate constraints]	-1.014e-14	3.46e-15	-2.932	0.003	-1.69e-14	-3.36e-15	
C(sq6)[T.Severe constraints]	7.39e-16	1.08e-15	0.685	0.493	-1.38e-15	2.85e-15	
C(sq6)[T.Very severe constraints]	-1.317e-15	5.57e-16	-2.364	0.018	-2.41e-15	-2.25e-16	
C(sq6)[T.Non-soil]	1.435e-14	5.09e-15	2.820	0.005	4.38e-15	2.43e-14	
C(sq6)[T.Water]	-0.0293	0.093	-0.316	0.752	-0.211	0.152	
C(sq7)[T.Moderate constraints]	1.0684	0.415	2.572	0.010	0.254	1.883	
C(sq7)[T.Severe constraints]	0.1873	0.224	0.838	0.402	-0.251	0.625	



C(sq7)[T.Very severe constraints]	-0.2483	0.263	-0.944	0.345	-0.764	0.267
C(sq7)[T.Non-soil]	0.5134	0.191	2.683	0.007	0.138	0.888
C(sq7)[T.Water]	-0.0293	0.093	-0.316	0.752	-0.211	0.152
C(ubigeo)[T.80102]	-0.5213	0.436	-1.195	0.232	-1.376	0.333
C(ubigeo)[T.80103]	0.5474	0.265	2.068	0.039	0.029	1.066
C(ubigeo)[T.80104]	-0.6241	0.244	-2.554	0.011	-1.103	-0.145
C(ubigeo)[T.80105]	-1.0846	0.278	-3.901	0.000	-1.630	-0.540
C(ubigeo)[T.80106]	-0.6736	0.121	-5.579	0.000	-0.910	-0.437
C(ubigeo)[T.80107]	0.2157	0.282	0.765	0.444	-0.337	0.768
C(ubigeo)[T.80108]	-0.9475	0.186	-5.084	0.000	-1.313	-0.582
C(ubigeo)[T.80201]	-0.3440	0.300	-1.147	0.251	-0.932	0.244
C(ubigeo)[T.80203]	0.3002	0.351	0.855	0.393	-0.388	0.988
C(ubigeo)[T.80205]	-1.1697	0.296	-3.951	0.000	-1.750	-0.589
C(ubigeo)[T.80206]	-2.1595	0.483	-4.470	0.000	-3.106	-1.213
C(ubigeo)[T.80301]	-0.3863	0.300	-1.289	0.197	-0.974	0.201
C(ubigeo)[T.80302]	-0.6695	0.408	-1.639	0.101	-1.470	0.131
C(ubigeo)[T.80303]	-1.4920	0.360	-4.139	0.000	-2.199	-0.785
C(ubigeo)[T.80305]	0.3017	0.449	0.672	0.502	-0.579	1.182
C(ubigeo)[T.80306]	-0.0205	0.466	-0.044	0.965	-0.933	0.892
C(ubigeo)[T.80307]	1.5552	0.452	3.443	0.001	0.670	2.441
C(ubigeo)[T.80308]	0.1807	0.419	0.431	0.667	-0.641	1.003
C(ubigeo)[T.80401]	-0.4519	0.215	-2.103	0.035	-0.873	-0.031
C(ubigeo)[T.80403]	-0.8192	0.335	-2.443	0.015	-1.476	-0.162
C(ubigeo)[T.80404]	-0.1439	0.391	-0.368	0.713	-0.911	0.623
C(ubigeo)[T.80405]	-1.2474	0.367	-3.395	0.001	-1.968	-0.527
C(ubigeo)[T.80406]	-0.3440	0.397	-0.866	0.386	-1.122	0.434
C(ubigeo)[T.80407]	-0.2201	0.335	-0.657	0.511	-0.876	0.436
C(ubigeo)[T.80408]	-0.2763	0.380	-0.728	0.467	-1.021	0.468
C(ubigeo)[T.80501]	-1.5494	0.237	-6.536	0.000	-2.014	-1.085
C(ubigeo)[T.80502]	-1.0934	0.270	-4.054	0.000	-1.622	-0.565
C(ubigeo)[T.80503]	-1.1656	0.222	-5.249	0.000	-1.601	-0.730
C(ubigeo)[T.80505]	-1.0940	0.296	-3.695	0.000	-1.674	-0.514
C(ubigeo)[T.80507]	-0.6754	0.301	-2.245	0.025	-1.265	-0.086
C(ubigeo)[T.80601]	-0.7970	0.227	-3.503	0.000	-1.243	-0.351
C(ubigeo)[T.80602]	0.2418	0.305	0.792	0.428	-0.357	0.840
C(ubigeo)[T.80603]	-0.8897	0.273	-3.253	0.001	-1.426	-0.354
C(ubigeo)[T.80604]	-1.3523	0.250	-5.411	0.000	-1.842	-0.863
C(ubigeo)[T.80605]	-1.2065	0.334	-3.610	0.000	-1.861	-0.551
C(ubigeo)[T.80606]	-0.3479	0.229	-1.520	0.129	-0.797	0.101
C(ubigeo)[T.80607]	-1.3883	0.316	-4.399	0.000	-2.007	-0.770
C(ubigeo)[T.80608]	0.0622	0.303	0.206	0.837	-0.531	0.656
C(ubigeo)[T.80701]	-1.3662	0.210	-6.496	0.000	-1.778	-0.954
C(ubigeo)[T.80702]	-0.7898	0.216	-3.660	0.000	-1.213	-0.367
C(ubigeo)[T.80703]	-0.9730	0.300	-3.247	0.001	-1.560	-0.386
C(ubigeo)[T.80704]	0.0399	0.418	0.095	0.924	-0.780	0.859
C(ubigeo)[T.80705]	-1.1521	0.331	-3.485	0.000	-1.800	-0.504
C(ubigeo)[T.80706]	-1.8564	0.337	-5.510	0.000	-2.517	-1.196
C(ubigeo)[T.80707]	-2.4989	0.316	-7.914	0.000	-3.118	-1.880
C(ubigeo)[T.80708]	-0.6543	0.300	-2.184	0.029	-1.241	-0.067
C(ubigeo)[T.80801]	-1.4311	0.268	-5.335	0.000	-1.957	-0.905
C(ubigeo)[T.80803]	-1.8401	0.297	-6.198	0.000	-2.422	-1.258



C(ubigeo)[T.80805]	-2.0275	0.289	-7.020	0.000	-2.594	-1.461
C(ubigeo)[T.80806]	-1.3565	0.407	-3.330	0.001	-2.155	-0.558
C(ubigeo)[T.80807]	-1.8154	0.279	-6.516	0.000	-2.361	-1.269
C(ubigeo)[T.80808]	-1.6092	0.240	-6.710	0.000	-2.079	-1.139
C(ubigeo)[T.80903]	-0.6310	0.428	-1.473	0.141	-1.471	0.209
C(ubigeo)[T.80908]	0.6548	0.332	1.973	0.048	0.004	1.305
C(ubigeo)[T.80909]	0.4667	0.310	1.507	0.132	-0.140	1.074
C(ubigeo)[T.81001]	0.2001	0.277	0.723	0.470	-0.342	0.743
C(ubigeo)[T.81003]	-1.8269	0.191	-9.587	0.000	-2.200	-1.453
C(ubigeo)[T.81004]	-0.7073	0.276	-2.565	0.010	-1.248	-0.167
C(ubigeo)[T.81005]	0.0211	0.403	0.052	0.958	-0.770	0.812
C(ubigeo)[T.81006]	-1.1449	0.342	-3.345	0.001	-1.816	-0.474
C(ubigeo)[T.81007]	-1.9020	0.266	-7.147	0.000	-2.424	-1.380
C(ubigeo)[T.81008]	-1.6429	0.446	-3.684	0.000	-2.517	-0.769
C(ubigeo)[T.81101]	-0.7108	0.236	-3.013	0.003	-1.173	-0.248
C(ubigeo)[T.81102]	-1.0751	0.350	-3.068	0.002	-1.762	-0.388
C(ubigeo)[T.81103]	-0.3013	0.341	-0.884	0.377	-0.969	0.367
C(ubigeo)[T.81104]	-1.7047	0.341	-4.997	0.000	-2.373	-1.036
C(ubigeo)[T.81105]	-1.1426	0.319	-3.578	0.000	-1.768	-0.517
C(ubigeo)[T.81201]	-0.0059	0.310	-0.019	0.985	-0.613	0.602
C(ubigeo)[T.81202]	-0.1211	0.361	-0.336	0.737	-0.828	0.586
C(ubigeo)[T.81205]	-1.2504	0.265	-4.720	0.000	-1.770	-0.731
C(ubigeo)[T.81206]	-0.0499	0.221	-0.226	0.821	-0.482	0.382
C(ubigeo)[T.81208]	-0.6366	0.271	-2.348	0.019	-1.168	-0.105
C(ubigeo)[T.81209]	2.3698	0.345	6.877	0.000	1.694	3.045
C(ubigeo)[T.81210]	-0.6322	0.268	-2.356	0.018	-1.158	-0.106
C(ubigeo)[T.81212]	-1.2337	0.329	-3.750	0.000	-1.878	-0.589
C(ubigeo)[T.81301]	-0.8297	0.388	-2.137	0.033	-1.591	-0.069
C(ubigeo)[T.81302]	0.3237	0.281	1.153	0.249	-0.227	0.874
C(ubigeo)[T.81303]	-0.8091	0.406	-1.995	0.046	-1.604	-0.014
C(ubigeo)[T.81305]	-0.9896	0.411	-2.410	0.016	-1.794	-0.185
C(ubigeo)[T.81306]	-0.4127	0.483	-0.855	0.393	-1.359	0.534
C(gs)[T.2007.0]	0.6110	0.460	1.327	0.185	-0.291	1.514
C(gs)[T.2008.0]	-0.2289	0.406	-0.564	0.573	-1.025	0.567
C(gs)[T.2009.0]	1.1185	0.388	2.885	0.004	0.359	1.878
C(gs)[T.2010.0]	0.7708	0.327	2.355	0.018	0.129	1.412
C(gs)[T.2011.0]	-0.0814	0.377	-0.216	0.829	-0.820	0.657
C(gs)[T.2012.0]	-0.4980	0.533	-0.935	0.350	-1.542	0.546
C(gs)[T.2013.0]	0.4499	0.383	1.175	0.240	-0.301	1.200
C(gs)[T.2014.0]	-0.1857	0.371	-0.500	0.617	-0.913	0.542
C(gs)[T.2015.0]	-0.1273	0.408	-0.312	0.755	-0.926	0.671
C(gs)[T.2016.0]	-0.7826	0.417	-1.875	0.061	-1.601	0.035
C(gs)[T.2017.0]	-0.5366	0.402	-1.336	0.182	-1.324	0.251
C(gs)[T.2018.0]	-0.3882	0.406	-0.955	0.339	-1.185	0.408
C(gs)[T.2019.0]	-0.3925	0.372	-1.054	0.292	-1.122	0.337
C(gs)[T.2020.0]	-0.6774	0.462	-1.467	0.142	-1.582	0.227
C(gs)[T.2021.0]	-0.0742	0.413	-0.179	0.858	-0.884	0.736
c_20	0.0227	0.016	1.427	0.153	-0.008	0.054
extreme_temp	0.1954	0.612	0.319	0.749	-1.004	1.394
edad	0.0183	0.018	1.019	0.308	-0.017	0.053
edad2	-2.869e-05	0.000	-0.181	0.856	-0.000	0.000



```
female          0.3297  0.110  3.008  0.003  0.115  0.544
ln_hhsize       0.2325  0.066  3.525  0.000  0.103  0.362
ln_totsup_all   0.0737  0.012  6.096  0.000  0.050  0.097
share_secano    -0.3551  0.170  -2.092  0.036  -0.688  -0.022
=====
Omnibus:        2024.834  Durbin-Watson:      1.972
Prob(Omnibus):  0.000  Jarque-Bera (JB):   444.828
Skew:           0.372  Prob(JB):           2.55e-97
Kurtosis:       1.956  Cond. No.           1.14e+16
=====
```