



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE SOCIOLOGÍA



IMPACTO DEL CAMBIO CLIMATICO EN EL RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE LA CEBADA GRANO EM LA REGIÓN DE PUNO, 1965 – 2014

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. FLAVIA LUCIA QUILCA PARILLO

Bach. MARIBEL CRUZ ESCOBAR

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN SOCIOLOGÍA

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

*A Dios por darme la oportunidad de vivir y darme
fuerzas para salir adelante en cada tropiezo, con
mucho aprecio y cariño a mi mamita **Felipa Parillo
Condori**, a mis hermanos **Martin, Mario**, y
Esperanza, quienes me motivaron constantemente
para alcanzar mis anhelos y poder culminar mi
carrera profesional, a **Alembert Alcos Flores** por
ser mi apoyo incondicional y a **Eileen** mi motor y
motivo de mi vida.*

Flavia Lucia Quilca Parillo



*A Dios por inspirar y darme fuerzas de la misma manera a mis padres **Daniel Cruz Colque, Aurora Escobar Chura** quienes con sus sacrificios e incansables labores hicieron posible que alcance la caracterización de mi deseo de ser profesional, **Lic. Liliam Gonzales Aguilar** por su contante apoyo, que ha fortalecido mis pensamientos y a mis hermanos **Marleni, Hugo, Miguel** por su apoyo y confianza durante mis estudios.*

Maribel Cruz Escobar



AGRADECIMIENTOS

Damos gracias a Dios, por darnos vida y salud para poder seguir realizando nuestras metas.

A nuestra alma mater, Universidad Nacional del Altiplano – Puno, a la facultad de Ciencias Sociales, en especial a la escuela profesional de Sociología y a la plana docente quienes impartieron sus conocimientos y desarrollar las capacidades para ser mejores profesionales.

Asimismo, un agradecimiento infinito a nuestros jurados de tesis, Dr. Peregrino Melitón López Paz, Dr. Paquita Lourdes Velásquez Alarcón y Lic. Javier Gerardo Calsin Velásquez; quienes nos brindaron su apoyo académico para lograr y hacer realidad el presente trabajo de investigación.

Nuestro profundo reconocimiento y agradecimiento a nuestro director de tesis Dr. Juan Inquilla Mamani, quien nos orientó en los procesos teóricos, metodológicos y trabajo de campo para ejecutar el presente trabajo de investigación con un compromiso y responsabilidad de asumir nuevos retos.

Agradecemos con gratitud a nuestros familiares quienes nos brindaron su apoyo moral, espiritual y material para la culminación de nuestra carrera profesional y realización del presente trabajo de investigación.

Finalmente, al Ing. Luis Francisco Laurente Blanco, quien nos brindó su apoyo en la parte estadística y proceso de datos estadísticos y probabilidades aplicadas en nuestro trabajo de investigación con su amplia experiencia.

Maribel y Flavia



INDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2.1 Pregunta general.....	13
1.2.2 Preguntas específicas	14
1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.3.1 Hipótesis general.....	14
1.3.2 Hipótesis específicas	14
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.4.1 Objetivo general.....	14
1.4.2 Objetivos específicos	14

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la investigación	15
2.1.1 A nivel internacional.....	15
2.1.2 A nivel nacional	16
2.1.3 A nivel local.....	18
2.2 MARCO TEÓRICO.....	19
2.2.1 Procesos naturales del cambio climático en el planeta	19
2.2.2 Causa antropogénica del cambio climático. Las emisiones del dióxido de carbono (CO ₂)	20
2.2.3 Impacto del cambio climático en la naturaleza.....	20
2.3 MARCO CONCEPTUAL.....	29



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	32
3.2	Tipo de investigación.....	32
3.3	Diseño de investigación.....	32
3.4	Fuentes de información.....	32
3.5	Población de estudio.....	33
3.5.1	Población.....	33
3.5.2	Muestra.....	33
3.6	Metodología de estimación.....	34
3.6.1	Mínimos cuadrados ordinarios.....	34

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	EXPOCISION DE RESULTADOS.....	36
4.2	Comportamiento de la temperatura máxima - mínima y precipitaciones en la región Puno.....	36
4.3	Cambio climático e impacto en el rendimiento de la cebada en la región Puno.	38
4.4	Estimación inferencial para la prueba de hipótesis específicos 1.....	41
4.5	Cambio climático e impacto en la producción de la cebada en la región Puno..	44
4.6	Estimación inferencial para la prueba de hipótesis específica 2.....	45
4.7	Efectos del cambio climático en los indicadores sociales: pobreza y pobreza extrema.....	47
4.8	DISCUSIÓN.....	52
V.	CONCLUSIONES.....	55
VI.	RECOMENDACIONES.....	57
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
ANEXOS.....		63

ÁREA: Institucionalidad, conflictos y gestión ambiental

TEMA: Impacto del cambio climático

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 28 de octubre del 2021



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 Enfermedades transmisibles relacionadas con el cambio climático	24
TABLA 2 Cambio climático e impacto en el rendimiento de la cebada en la Región Puno	39
TABLA 3 Correlaciones de las variables de estudio	41
TABLA 4 Estimaciones de rendimiento de cebada grano en la región Puno* Indica significancia estadística al 5%	43
TABLA 5 Estimaciones de producción de cebada grano en la región Puno	46
TABLA 6 Indicadores sociales de pobreza y pobreza extrema en la región Puno	48
TABLA 7 Cambio climático y su incidencia en la pobreza y pobreza extrema en la región Puno	50
TABLA 8 Influencia del cambio climático en la pobreza y pobreza extrema en la región Puno	51



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 Equipos de SENAMHI para la recolección de informaciónFuente: Panel fotográfico de SENAMHI	33
FIGURA 2 Temperatura máxima (°C) en la Región Puno.Fuente: Elaboración propia con base a SENAMHI (2019)	36
FIGURA 3 Temperatura mínima (°C) en la Región PunoFuente: Elaboración propia con base a SENAMHI (2019)	37
FIGURA 4 Precipitación pluvial (mm) en la región PunoFuente: Elaboración propia con base a SENAMHI (2019)	38
FIGURA 5 Rendimiento de la cebada grano (kg/ha) en la región Puno	40
FIGURA 6 Producción de cebada grano en la región de Puno.....	44



RESUMEN

En la región de Puno, el cambio climático afecta a la actividad agrícola ya que esta depende principalmente de las variaciones de la temperatura y la precipitación. El objetivo central de la investigación es analizar el impacto del cambio climático en el rendimiento y producción de la cebada grano y las consecuencias sociales en la región de Puno, ya que el cultivo de este producto agrícola es de importancia en la economía familiar y es el sustento económico de aproximadamente 100 mil familias rurales en la región. El **método** de investigación que se utilizó en la presente investigación fue el hipotético-deductivo. El estudio considera datos anuales entre los años 1965 a 2014 extraídos del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) y del Servicio Nacional de Meteorología (SENAMHI) del Perú para las variables agrícolas y climáticas, respectivamente. Para el desarrollo del presente trabajo se utilizó las variables temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin) y precipitación pluvial (Ppvl), para las estimaciones de los resultados se trabajó con el modelo estadístico de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) para el análisis de regresión. Los resultados indican que, el rendimiento de la cebada grano en la región Puno está determinado por los cambios a la estructura del tiempo en un 30% de producción de la cebada grano, que tanto influye el cambio climático en la producción. Por otra parte, también muestran que el modelo que mejor explica el rendimiento de la cebada grano es el modelo 5 debido que tiene un valor del estadístico de Akaike (AIC) de 13.5147 y del estadístico de Schwartz (SC) de 13.6294 que son los valores mínimos de los modelos estimados.

Palabras Claves: Temperatura máxima, temperatura mínima, mínimos cuadrados, agricultura.



ABSTRACT

In the Puno region, climate change affects agricultural activity since it depends mainly on variations in temperature and precipitation. The main objective of the research is to analyze the impact of climate change on the yield and production of barley grain and the social consequences in the Puno region, since the cultivation of this agricultural product is important in the family economy and is the economic support for approximately 100,000 rural families in the region. The research method used in the present research was the hypothetico-deductive. The study considers annual data between the years 1965 to 2014 extracted from the Ministry of Agriculture and Irrigation (MINAGRI) and the National Meteorological Service (SENAMHI) of Peru for agricultural and climatic variables, respectively. For the development of this work, the variables maximum temperature (T_{max}), minimum temperature (T_{min}) and rainfall (P_{pvl}) were used, for the estimates of the results we worked with the statistical model of ordinary least squares (OLS) for the analysis. regression. The results indicate that the yield of grain barley in the Puno region is determined by changes to the structure of time in 30% of grain barley production, which influences both climate change in production. On the other hand, they also show that the model that best explains the yield of grain barley is model 5 because it has a value of the Akaike statistic (AIC) of 13.5147 and the Schwartz statistic (SC) of 13.6294, which are the values minima of the estimated models.

Keywords: Maximum temperature, minimum temperature, least squares, agriculture.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio climático es un fenómeno que representa uno de los grandes retos del siglo XXI que es causada principalmente por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) especialmente dióxido de carbono y metano producido por el uso de combustibles fósiles y procesos derivados (Galindo et al., 2015). Así, en lo que va del siglo XXI la temperatura promedio global se ha elevado en 0,65 °C respecto a la temperatura promedio de la primera mitad del siglo XX (Vargas, 2009).

Asimismo, la actividad agrícola sería insostenible con temperaturas mayores a las actuales, lo que afectaría al umbral térmico de las plantas, creando problemas en los cultivos. Como señala Cline (2007) para el decenio de 2080 los efectos del cambio climático serían más severos en los países de América Latina, debido a la limitada capacidad de mitigación adaptabilidad al cambio climático, donde la productividad agrícola se reduce en 24% sin fertilización carbónica y una reducción del 3% con fertilización carbónica. Por su parte Seo y Mendelson (2007) señalan que los productores grandes y pequeños perderán hasta el 25% del valor de su flujo de ingresos para 2060. El porcentaje se incrementa hasta en 50% en el escenario climático más severo correspondiente a 2100.

El Perú se encontraría entre los diez países más vulnerables ante eventos climáticos junto a países como Honduras, Bangladesh y Venezuela. El Perú muestra una gran vulnerabilidad ante variaciones climáticas drásticas, siendo evidencia de ello las pérdidas económicas que implicaron los fenómenos como el Niño y la Niña. Así, bajo un escenario pasivo los efectos del cambio climático podrían ser incluso superiores ya que los efectos se potenciarían al involucrarse otros mecanismos que afectan negativamente



el crecimiento; como la pérdida de disponibilidad de recursos hídricos (para consumo humano y generación energética) debido al retroceso glaciar, la pérdida de productividad primaria agrícola y pesquera producto del aumento de la temperatura del mar, la pérdida de biodiversidad, y efectos sobre la salud humana.

La región de Puno, ubicada en el Altiplano peruano, es considerada una de las zonas más sensibles y perturbadas por la variabilidad climática global (Sanabria et al., 2009). También, es considerado como el tercer departamento más pobre del Perú que depende principalmente de la actividad agropecuaria aportando a la economía del departamento con un 68.3% (INEI, 2018). En esta región del Perú, el cambio climático que es medido por temperaturas extremas máximas y mínimas, afecta directamente sobre la producción agrícola generando impactos en las diversas actividades económicas como la agricultura y ganadería en distintas zonas de la región, por lo que es un problema de importancia por resolver. El comportamiento de las temperaturas extremas máximas y mínimas en la región durante el período 1965-2014 han variado 1.06 °C y 1.42 °C, respectivamente. Este cambio de las temperaturas ha traído efectos negativos en la agricultura en la región de Puno.

El cambio climático en Puno afecta a las actividades productivas como agricultura y ganadería, actividades que son las principales fuentes de ingreso con un carácter de subsistencia a la economía de las familias rurales. Por ello, la producción de cultivos en esta región debe garantizar su continuidad (Carrasco, 2016). Debido que los productos agrícolas tienen márgenes apropiados de temperatura y precipitación en diferentes períodos de desarrollo del cultivo, el cambio climático tiene efecto sobre la agricultura, pues las variables climáticas: la temperatura, la precipitación, horas de sol, velocidad del viento, humedad, heladas, granizo, sequía, entre otros, (Torres, 2010) determinan el cultivo. Luego, surge la preocupación que los productos agrícolas sufran alteraciones en



su nivel de producción y rendimiento debido al fenómeno global del cambio climático. Por ello, nace la motivación y necesidad de realizar investigaciones que puedan ser utilizadas por diversas instituciones públicas y privadas, a fin de tomar medidas preventivas y de adaptación a este fenómeno global y su impacto en la producción agrícola. En este sentido, el presente trabajo realiza un estudio del impacto del cambio climático sobre la cebada grano que es el tercer producto con mayor importancia en la región y de la que se favorecen económicamente cientos de familias. Los otros productos de importancia son: la quinua y la cañihua, las mismas que se realizaron investigaciones recientes sobre el cambio climático y su efecto a estos cultivos. Al respecto Laurente & Mamani (2020) y Carrasco (2016) realizaron un estudio sobre los efectos del cambio climático en la producción de quinua en la región de Puno donde reportan que el cambio climático estaría teniendo efecto negativo en la producción de la quinua. Asimismo, Benique (2019) realizó un estudio sobre el efecto que tienen las variables climáticas en la producción de la cañihua en la región. En este sentido, el presente trabajo contribuye este análisis en los cultivos andinos y su efecto que tienen ante variaciones del clima.

Finalmente, el objetivo del presente trabajo es determinar el impacto del cambio climático en el rendimiento y producción agrícola de la cebada grano en la región de Puno, considerando que Puno es el primer departamento del Perú en la producción de este producto agrícola (MINAGRI, 2019). Para ello, se plantea las siguientes preguntas de investigación:

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Pregunta general

- ¿Cuál es el impacto del cambio climático en el rendimiento y producción de la cebada grano y las consecuencias sociales en la región de Puno, 1965-2014?



1.2.2 Preguntas específicas

- ¿Cuál es el impacto del cambio climático en el rendimiento de la cebada grano y las consecuencias sociales en la región de Puno?
- ¿Cuál es el impacto del cambio climático en la producción de la cebada grano y las consecuencias sociales en la región de Puno?

1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Hipótesis general

- El cambio climático impacta negativamente sobre el rendimiento y producción de la cebada grano y las consecuencias sociales de la región puno en la región de Puno.

1.3.2 Hipótesis específicas

- El cambio climático tiene un impacto negativo sobre el rendimiento de la cebada grano y consecuencia social en la región de Puno.
- El cambio climático tiene un impacto negativo en la producción de la cebada grano y consecuencia social en la región de Puno.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

- Analizar el impacto del cambio climático en el rendimiento y producción de la cebada grano y las consecuencias sociales en la región de Puno.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el impacto del cambio climático en el rendimiento de la cebada grano y las consecuencias sociales en la región de Puno.

Determinar el impacto del cambio climático en la producción de la cebada grano y las consecuencias sociales en la región de Puno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 A nivel internacional

Galindo et al., (2015) plantean que el cambio climático y desarrollo sostenible en América Latina se puede expresar en ocho tesis, donde en conjunto se puede resumir que el cambio climático es uno de los grandes retos del siglo XXI y está induciendo modificaciones en las precipitaciones, alza en el nivel del mar y eventos climáticos extremos. El cambio climático es un fenómeno de largo plazo que requiere atención inmediata, es un fenómeno global y asimétrico, donde América Latina, aunque no es una región con emisiones relevantes, es muy vulnerable a los impactos, por ello se debe seguir un proceso de adaptación para evitar daños excesivos y continuar con el crecimiento económico.

Artiga, Menjivar y Aquino (2010) en su investigación sobre las causas y efectos del cambio climático generado por la producción industrial concluyen que en la lucha contra el cambio climático tiene más implicancias económicas y políticas que ambientales. Asimismo, concluye que los países desarrollados están más interesados al alcance de los intereses económicos y posición internacional que en poner en marcha los compromisos adoptados. Respecto de los países subdesarrollados, esto son los que más perjudicados resultan, ya que los efectos del cambio climático empeoran su situación especialmente en lo económico.

Roberts y Wolfram (2008) utilizaron modelos no-lineales para capturar los efectos de cambio climático sobre la producción del maíz y la soja en EEUU. Encontraron que estos cultivos tienen un potencial limitado para la adaptación al cambio climático y que



su crecimiento disminuirá en 31-43% en el escenario de calentamiento lento y de 67-79% en el escenario de calentamiento rápido para finales del presente siglo.

Al respecto, Seo, Mendelsohn, y Munasinghe (2005) utilizaron la metodología Ricardiana para medir los impactos del cambio climático sobre la agricultura en Sri Lanka. Concluyen que los países tropicales en desarrollo son más sensibles al cambio climático en el próximo siglo. Por su parte, Bajaña (2003) en su estudio para mejorar las mediciones y proyecciones del cambio climático propone la adquisición de nuevos equipos con última tecnología para medir con mayor eficiencia los niveles de contaminación en Guayaquil, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población, generar confianza en las inversiones agrícolas y pesqueros y mejoramiento del ecosistema local con la finalidad que la sociedad pueda tener un desarrollo sostenido.

2.1.2 A nivel nacional

Clemente & Dipas (2016) en su investigación para determinar los efectos del cambio climático sobre la producción de papa en el Valle de Mantaro, concluye que la producción de papa está afectada por el incremento de la temperatura y precipitación con un punto de inflexión de 10.21 °C y 1.96 mm, respectivamente.

Sosa (2015) en su investigación del impacto del cambio climático sobre la producción del trigo, cebada y maíz amiláceo para La Libertad encontró que estos cultivos están explicados en un alto porcentaje por variables climáticas como la temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación, es así que encontró que el aumento de la temperatura impacta negativamente sobre el rendimiento del trigo, cebada y maíz amiláceo. Asimismo, encontró una relación negativa entre precipitación y rendimiento de cada uno de los cultivos. Finalmente, encontró que el cambio climático incide negativamente en un 58% sobre el rendimiento de los cultivos estudiados.



Vargas (2009) presenta una descripción sobre el fenómeno del cambio climático y sus efectos en el Perú, enfocando el análisis en las consecuencias e impactos económicos en la economía mundial y peruana. Torres (2010) realizó un estudio del impacto del cambio climático sobre los cultivos: mango, café, plátano y limón para la región Piura utilizando un modelo cuadrático utilizando las variables temperatura, precipitaciones pluviales y fenómeno del niño y niña. En sus resultados, encontró que mientras la variable temperatura mínima se va incrementando por debajo del óptimo, el rendimiento de los cultivos se ve afectado positivamente. Los eventos del Niño y Niña son muy perjudiciales para los cultivos estudiados.

Valverde (2014) en su trabajo de diseño de la política de adaptación al cambio climático en el Perú, concluyen que las actuales políticas públicas implementadas no están orientadas a la adaptación al cambio climático sino más bien a la mitigación, ya que esta le genera más beneficios (en términos políticos) a las instituciones responsables.

Vergara (2011) en su trabajo sobre la variabilidad climática y adaptación de la comunidad campesina de Conchucos en Ancash, realizó encuesta y entrevistas a los comuneros de la comunidad con el fin de conocer todas las acciones tomadas en la adaptación en su vida diaria y en la producción agropecuaria especialmente en los cultivos de maíz y trigo que son cultivos con mayor resistencia al cambio climático. Respecto a adaptación en tecnologías, la mayoría de los comuneros de Conchucos siguen utilizando las acequias mientras que otros van utilizando el riego por aspersión, siendo ambas iniciativas propias de los comuneros. Por otro lado, en el estudio indica que, por el aumento de las temperaturas, en la zona aparecen nuevas plagas que malogran las semillas de las papas nativas y al utilizar mayor plaguicida se provoca la pérdida de fertilidad de las tierras.

2.1.3 A nivel local

Sanabria, Marengo, & Valverde (2009) estudiaron los posibles cambios futuros en la precipitación y temperatura para el departamento de Puno utilizando los modelos climáticos regionales ETA, CCS, HadRM3 y REgCM3. De sus resultados, concluyen que el mejor modelo es el HadRM3, luego en sus proyecciones en el escenario A2 (alta concentración de CO₂) mostró incrementos en la precipitación de hasta 2 mm/día y en el escenario B2 (bajas concentraciones de CO₂) mostró que sus resultados serán iguales al patrón actual. Respecto a la temperatura, para los escenarios A2 y B2 simularon incrementos entre 2°C a 4°C y para el norte del lago Titicaca, incrementos de hasta 6°C.

Oroccollo (2015) en su investigación sobre los efectos del cambio climático en la producción de quinua en el Collao-Ilave encontró que la temperatura influye directamente sobre la producción de quinua, así a una temperatura de 9.46°C se obtuvo un rendimiento máximo de 1,202.48 kg/ha. Por otro lado, utilizó una ecuación polinómica de cuarto grado para modelar los rendimientos a diferentes temperaturas, obteniendo que la producción de quinua se encuentra en un rango de 7.6°C y 10.4°C de temperatura.

Belizario (2015) respecto al cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis en Puno, concluye que las temperaturas máximas en esta zona se incrementan en promedio 0.04°C anualmente y las precipitaciones pluviales disminuyen en 0.70 mm por año generando ambas variaciones impactos negativos sobre la agricultura. Por otro lado, en los días de precipitación y presencia de temperatura máxima, la producción del cultivo de haba se ve afectada positivamente con un rendimiento de 23.89 kg/ha y para el caso de la papa el rendimiento es de 83.41 kg/ha.

Carrasco (2016) en su trabajo sobre los efectos del cambio climático sobre la producción de quinua encontró que la variable temperatura máxima tiene un efecto



significativo negativo sobre la producción de quinua en Juli, de este modo al elevarse en 1°C la temperatura máxima, la producción de quinua se reduce en 112.2 TM. Por otro lado, indica que para los próximos años existirán efectos negativos sobre la agricultura en general, lo cual traerá serios problemas en la producción, calidad y precios de los bienes agrícolas, por lo que sugiere que se deben tomar medidas de adaptación y mitigación para el sector agrícola.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Procesos naturales del cambio climático en el planeta

En términos generales, el fenómeno del cambio climático consiste en un proceso de modificación del clima en diferentes aspectos, ya sea de cálido a frío, de húmedo a seco o viceversa. Estos cambios de temperatura se pueden desarrollar alrededor de la Tierra, desde escala global a regional produciéndose en diversas escalas de tiempo y parámetros climáticos como lo son: la temperatura, las precipitaciones, nubosidad, etc (Artiga et al., 2010). Los cambios climáticos naturales tienen incidencia directa en la formación natural y equilibrada de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) que rodean la atmósfera y tienen una gran importancia en el desarrollo de los diversos tipos climas y al mismo tiempo fungen un papel primordial dentro del medio ambiente y ecosistemas.

Esto simplifica que, el fenómeno del cambio climático es de origen natural, pero en los últimos años se han integrado al fenómeno, el elemento de la industrialización y la actividad humana, los cuales se han convertido en la principal causa del aumento del cambio climático. En este sentido, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático de 1992, creada en la Cumbre sobre el Medio Ambiente, Río Brasil, en su artículo 1 párrafo 2 define al cambio climático como “un cambio atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición atmosférica mundial.



2.2.2 Causa antropogénica del cambio climático. Las emisiones del dióxido de carbono (CO₂)

Como introducción a este tema, se recapitula en relación al gas de efecto invernadero (GEI), dióxido de carbono (CO₂), es un componente gaseoso de origen natural, y la función que ejerce este GEI dentro del medio ambiente, es el equilibrio del clima del planeta y sus diversos ecosistemas, esto para evitar el congelamiento total del planeta, al mantener una temperatura apta para el desarrollo de la vida. Sin embargo, en los últimos tiempos el CO₂ se produce de forma antropógena, esto sucede cuando se consume gasolina a través de los automóviles o por medio del carbón para generar electricidad en las diversas plantas de energía o fábricas, por mencionar algunos ejemplos. Ambos combustibles liberan hacia la atmósfera CO₂ cuando son incinerados, lo que originan una brumosa capa alrededor de la Tierra, convirtiéndola en nociva para la salud.

De acuerdo a Rodríguez et al (2016) menciona que las emisiones de dióxido de carbono, originadas principalmente en la combustión de hidrocarburos fósiles, tuvieron un crecimiento de tipo exponencial desde el comienzo del período industrial, y que parte del dióxido de carbono emitido, está siendo captado por los océanos, la biosfera y los suelos; pero cerca de la mitad se está acumulando en la atmósfera, habiendo originado un incremento de las concentraciones de alrededor del 30% en los últimos 150 años. En el mismo período, la concentración del metano en la atmósfera aumentó un 150% y la del óxido nitroso un 16%. Estos datos revelan la incidencia de aumento del cambio climático producto de la industrialización, y el aumento de los GEI.

2.2.3 Impacto del cambio climático en la naturaleza

Las modificaciones naturales en el clima ya han provocado efectos importantes en distintos aspectos del desarrollo humano. Se han documentado algunas respuestas de las civilizaciones antiguas que estuvieron expuestas a cambios climáticos persistentes, y



que posiblemente ocasionaron el colapso del Imperio Maya Clásico, y afectaron Egipto, Mesopotamia y Europa, durante los cuatro siglos de la Pequeña Edad de Hielo (Olivo & Soto, 2012). Los impactos con origen humano se están observando en muchas partes del mundo y seguirán intensificándose, si no se toman medidas para atenuarlos. Los puntos siguientes muestran algunos de los efectos más resaltantes que son consecuencia del cambio climático:

2.2.3.1 Ciclo hidrológico

Con temperaturas más cálidas, el ciclo hidrológico será más vigoroso, produciendo alteraciones en los regímenes de circulación atmosférica con efectos en la frecuencia y estacionalidad de las precipitaciones y en el incremento global en la tasa de evaporación y precipitación (Olivo & Soto, 2012). De manera que son de esperar sequías e inundaciones con varios grados de severidad en diferentes regiones del mundo.

Los cambios en el ciclo hidrológico afectarán actividades y componentes del ecosistema tales como la disponibilidad del agua, biodiversidad, salud humana, modos de vida, actividades económicas (especialmente la agropecuaria), movimientos migratorios y la infraestructura, entre otros. Se estima que una tercera parte de la población del mundo, se localiza en la actualidad en países sometidos a tensiones por escasez de agua y se prevé que este número aumente aproximadamente a 5,000 millones en el año 2025 (PNUMA, 1992).

Investigaciones recientes también han señalado el efecto que las modificaciones en el clima podrían tener sobre la reducción de las reservas de agua de algunos países, pudiéndose generar conflictos por su acceso. En este sentido, se ha indicado que en las próximas décadas, el calentamiento climático va a provocar una modificación en el tema de la seguridad estratégica (ONU, 2020)



Desde otro punto de vista, se ha planteado que se intensificarán los sucesos meteorológicos extremos, en este sentido, el aumento en el número de estos eventos durante el último siglo, se correlacionan estrechamente con el incremento en las temperaturas en la superficie del mar pues se ha incrementado en mayores niveles en este último siglo (CEREM, 2018).

2.2.3.2 *Componente terrestre*

Las características climáticas influyen sobre la distribución de las especies a través de sus umbrales fisiológicos de tolerancia a la temperatura y precipitación. Actualmente esta distribución está cambiando de acuerdo a la capacidad de dispersión en latitud y altitud, que depende de la capacidad reproductora, dispersión de semillas, disponibilidad de corredores migratorios y movilidad, movilidad de las poblaciones (alimento, competencia y relaciones predador-presa), frecuencia de agentes perturbadores (como el fuego) y la disponibilidad de un hábitat adecuado, entre otras (Walther et al., 2002).

Un incremento de apenas 1 °C puede causar cambios significativos en la composición, estructura y distribución de ciertas poblaciones vegetales y, de acuerdo con Walther et al (2002) es de esperar un reemplazo de los árboles asociados a bosques maduros (especies de lento crecimiento) por árboles y arbustos de rápido crecimiento asociados con áreas perturbadas.

Asimismo, se prevé que la distribución de la vegetación se desplace a mayor altitud a un ritmo de 8-10 m por década, por lo que podrían extinguirse algunas especies limitadas a las cumbres montañosas. Otros estudios muestran que los márgenes de distribución de algunas especies han estado modificándose: en aves 18,9 km en promedio en Gran Bretaña y mariposas, que se han desplazado más al norte y a mayor altitud, 2° en latitud (Parmesan et al., 2000).



Bajo el escenario del futuro cambio del clima, hay un riesgo de extinciones significativas de especies en muchas áreas de América tropical. En el caso de los mamíferos, se ha establecido que casi la tercera parte está amenazada por la extinción, mientras que en aves se estima que más del 72 % de las especies se extingan en algunas áreas (Fernández-Reyes & Rodrigo-Cano, 2018).

2.2.3.3 *Cambios climáticos y Salud*

Se puede afirmar que la cuantificación de los impactos potenciales en la salud como consecuencia de los cambios climáticos es compleja, porque estos efectos dependen de numerosos factores coexistentes e interactuantes que caracterizan la vulnerabilidad de una población particular, y que incluyen aspectos ambientales y socioeconómicos, estado nutricional e inmunológico, densidad de población, acceso a servicios de salud y factores genéticos, entre otros.

De forma general, se pueden identificar efectos en la mortalidad y morbilidad (principalmente cardiovascular y respiratoria) relacionados con el aumento de calor y frío. Además de desórdenes alérgicos y respiratorios debido a aumento de contaminantes en el aire, polen y esporas (WHO, 2018).

Adicionalmente como señalan (Cerdeira et al., 2008), en vista que los cambios temporales y espaciales de las temperaturas, el cambio climático incidirá en los patrones de precipitaciones y de humedad que afectan a la biología y ecología de los vectores y los huéspedes intermedios, se incrementará el riesgo de transmisión de ciertas enfermedades. En la tabla 1 se muestran algunas enfermedades transmisibles relacionadas con el cambio climático.

TABLA 1 Enfermedades transmisibles relacionadas con el cambio climático

Enfermedad	Transmisión	Relación clima-epidemia
Cólera	Agente causal, bacteria <i>Vibrio cholerae</i> , por alimentos y agua	Incremento de la temperatura en el mar y aire. Tienen rol importante el saneamiento y conducta humana
Malaria	Vector hembra del mosquito Anopheles, parásito Plasmodium	Cambios en temperatura y precipitaciones asociados con epidemias. Otros factores relevantes son las características del vector inmunidad, población
Leishmaniasis	Vector díptero Phlebotomus, agente protozoo Leishmania. Reservorios cánidos, roedores	Incrementos de temperaturas y precipitaciones. Se asocian a epidemias
Esquistomiasis o Bilharziasis	Transmisión por agua, un caracol es el huésped intermedio, parásito trematodo del género Schistosoma	Incrementos en la temperatura y precipitaciones pueden afectar la transmisión estacional y distribución geográfica
Oncocercosis	Vector insecto Simulium, parásito filaria Onchocerca volvulus	Si la temperatura y las precipitaciones aumentan, su densidad poblacional pudiera incrementarse 25 %, incidiendo en su expansión
Enfermedad de Chagas	Género Rhodnius, Triatoma y Panstrongylus, parásito Trypanosoma cruzi.	Presencia de insectos están relacionada con temperaturas altas, baja humedad y tipos vegetación.
Dengue	Picadura de la hembra del mosquito Aedes transmite el virus	Temperaturas cálidas, humedad y lluvias se relacionan con epidemias. Son importantes los factores no climáticos
Virus del Nilo Occidental	Vector hembra del mosquito Culex, agente flavivirus	Altas temperaturas y fuertes precipitaciones están relacionadas con el comienzo de las epidemias. Los factores no climáticos pueden tener impactos importantes
Fiebre amarilla	Vector hembra de Aedes y Haemogogus, agente viral. Reservorios mamíferos	Altas temperaturas y fuertes precipitaciones están relacionadas con epidemias. Factores poblacionales intrínsecos son importantes
Leptospirosis	Vectores roedores, mamíferos por tejidos o excretas; agente espiroquetas	Factores de riesgo en situaciones de falta de saneamiento ambiental, anegamientos, pobreza, hacinamiento.

FUENTE: Adaptado de Olivo & Soto (2012)

2.2.3.4 Glaciares y placas de hielo

Durante la segunda mitad del siglo XX, las capas de nieve disminuyeron en



muchas regiones polares, como en el Hemisferio Norte, donde la reducción fue de aproximadamente 7%. Adicionalmente, la fecha promedio de congelamiento para ríos y lagos se ha atrasado en unos 5,8 días por siglo, mientras que la época promedio de descongelamiento se ha adelantado unos 6,5 días/ siglo en los últimos 150 años (BCN, 2019).

En el océano Ártico la situación es similar, la extensión del hielo se ha reducido 2,7% por década desde 1978. Así en el Ártico se incrementaron casi al doble que la media mundial en los últimos cien años y están aumentando más rápidamente que en el Antártico. Científicos de la Universidad de Texas, concluyeron que esta capa de hielo está desapareciendo a una tasa creciente de 240 km/año desde el año 2004 (BBC, 2019).

2.2.3.5 Impacto del cambio climático en la producción de alimentos

El ritmo acelerado de cambio climático, junto con el aumento de la población y de los ingresos a nivel mundial, amenaza la seguridad alimentaria en todo el mundo. La agricultura es extremadamente vulnerable al cambio climático. El aumento de las temperaturas termina por reducir la producción de los cultivos deseados, a la vez que provoca la proliferación de malas hierbas y pestes. Los cambios en los regímenes de lluvias aumentan las probabilidades de fracaso de las cosechas a corto plazo y de reducción de la producción a largo plazo. Aunque algunos cultivos en ciertas regiones del mundo puedan beneficiarse, en general se espera que los impactos del cambio climático sean negativos para la agricultura, amenazando la seguridad alimentaria mundial (FAO, 2009).

Probablemente las más afectadas sean las poblaciones de los países en vías de desarrollo, desde ya vulnerables y presas de la inseguridad alimentaria. En 2005, casi la mitad de la población económicamente activa de los países en vías de desarrollo (dos mil quinientos millones de personas) dependía de la agricultura para asegurar sus medios de



vida. A la fecha, el 75% de los pobres del mundo viven en áreas rurales (WBK, 2014).

2.2.3.6 Estrategias que utilizan los campesinos

En la literatura científica existen dos opciones para enfrentar el cambio climático, la mitigación y adaptación. Esta problemática presenta características globales, que requiere la implementación de políticas y medidas de respuesta, eficaces y oportunas, frente a los cambios bruscos de temperatura (CC). La adaptación es el ajuste en los sistemas humanos y naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o a sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar los efectos beneficiosos del cambio. Sin embargo, la mitigación es la intervención antropogénica destinada a reducir las fuentes o a intensificar los sumideros de GEI (Yábar, 2005).

Es necesario que los campesinos hagan estrategias para la mitigación y adaptación se organicen y hagan estrategias como elegir otros espacios donde estén salvaguardados, por ejemplo, cambiando el lugar de producción, No construir casas a las orillas de ríos y mares, Planta un árbol (siempre teniendo en cuenta las características ecológicas de la zona). Cinco árboles pueden absorber hasta 1 tonelada de CO₂ a lo largo de su vida.

Mitigación: para evitar que aumenten los cambios extremos en el clima.

El propósito de la mitigación es la reducción de la vulnerabilidad, es decir, la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento geológico, como un sismo o tsunami; hidrológico, como una inundación o sequía; o sanitario. Se entiende también por mitigación al conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pudieran tener algunas intervenciones antrópicas. Estas medidas deben estar consolidadas en un plan de mitigación, el que debe formar parte del estudio de impacto ambiental.

Entre 1995 y 2004 se registraron nueve de los diez años más calurosos de la



historia. Aproximadamente 600 millones de personas sufren actualmente de desnutrición debido al colapso de los sistemas agrícolas como consecuencia del aumento de las temperaturas, una mayor exposición a la sequía y una pluviosidad errática. Por eso, abordar este problema resulta clave para reducir la pobreza. La estabilización dependerá del éxito de diversas medidas de mitigación, las cuales tienen un costo estimado de 400 millardos de dólares por año para los países en desarrollo. (IPCC, 2014).

Recomendaciones para la mitigación:

- Cuidar y mantener los bosques
- Disminuir el uso de combustibles fósiles: petróleo, gas y carbón.
- Mejorar las prácticas agrícolas ganaderas.
- Usar fuentes de energía limpias sol, viento.

Adaptación

El calentamiento del clima es inequívoco; sin embargo, a escala local, los responsables de tomar de decisiones no disponen de la información necesaria ni con el nivel de certidumbre necesario para tomar las decisiones de planificación necesarias. Esto exige un enfoque a la adaptación que acepte un cierto nivel de incertidumbre y a la vez fomente la capacidad de adaptación. La adaptación no se limita, por tanto, a optar entre reducir la vulnerabilidad general o prepararse para enfrentar riesgos específicos, tales como las inundaciones. La adaptación debe perseguir ambos objetivos, en un proceso de cambio continuo que permita a las personas tomar decisiones informadas sobre sus vidas y sus medios de vida en un clima cambiante. Aprender a adaptarse es tan importante como cualquiera de las intervenciones específicas de adaptación (IPCC, 2014).

Recomendaciones para la adaptación:

- Hacer frente a los riesgos actuales, la creciente variabilidad y las tendencias emergentes,



- Gestionar el riesgo y la incertidumbre, y desarrollar la capacidad de adaptación.
- No construir casas a las horillas de ríos y mares.
- Guardar agua para épocas de sequía
- Proteger los cultivos en épocas lluviosas o secos.
- Mantener limpias nuestros hogares y comunidades.

2.2.3.7 Las consecuencias: el impacto social del Cambio Climático

El cambio climático, por encima de otras consideraciones, es un hecho social, puesto que tiene sus causas en gran medida en las actividades humanas, y porque además son las sociedades globales y específicas, así como las personas que componen esas sociedades, quienes finalmente van a sufrir sus consecuencias directa o indirectamente a través del cambio del medio biogeofísico. Es un hecho social también por razón de que su solución (o resolución) no puede hacerse por la naturaleza, por el medioambiente, sino por la sociedad.

El análisis del impacto social del cambio climático es así un área relevante no sólo como ejercicio académico, sino también como información imprescindible para su gestión. Como punto de partida de ese análisis, conviene tener en cuenta que el cambio climático afecta a la globalidad del planeta: a todos sus ecosistemas y a todas sus sociedades, incluyendo las generaciones futuras. Por esta razón, las soluciones parciales únicamente suponen un alivio momentáneo para la crisis general. Sólo la sociedad como un todo mundial va a poder ofrecer soluciones totales para la crisis medioambiental global. Es por ello necesario abordar el análisis del impacto social del cambio climático de manera amplia, incluyendo las diversos y diferentes esferas que componen las sociedades, de manera interrelacionada y en clave de cambio social (Pardo, 2007b).

El cambio climático afecta principalmente a la vida de las personas de condición pobre, reduciendo los rendimientos de cultivos y provoca aumento en los precios de los



alimentos que agrava más la desigualdad social que existe en el mundo, que generas aumento de la pobreza.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Para efectos del presente trabajo de investigación se presenta las siguientes definiciones:

Calentamiento global. El calentamiento global es el aumento de la temperatura en nuestro planeta. Durante el último siglo, la temperatura promedio en todo el mundo ha aumentado 0.74 °C. Desde el 2000, se ha tenido 15 de los 16 años más calurosos en los registros instrumentales de la temperatura global desde 1880.

Cambio climático. Es el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparable (PUCP, 2018).

Clima. El clima es el resultado de numerosos factores que actúan conjuntamente. Los accidentes geográficos, como montañas y mares, influyen decisivamente en sus características (Astronomía, 2017).

Producción agrícola. Es el resultado de la práctica de la agricultura. La producción agrícola es aquella que consiste en generar vegetales para consumo humano (EcuRed, 2018).

Rendimiento agrícola. Es la cantidad de productos que un agricultor obtiene por cada unidad de superficie que cosecha se le llama rendimiento y se expresa en kilogramos por hectárea (kg/ha) en los países que usan el sistema, métrico decimal. El rendimiento es una medida sencilla de los frutos que producen múltiples factores naturales y humanos combinados en determinado cultivo. La magnitud de un rendimiento señala el nivel de eficiencia de la correspondiente combinación de factores que influyen sobre la cosecha



(Rendimientos, 2000).

Temperatura atmosférica. La temperatura atmosférica es el indicador de la cantidad de energía calorífica acumulada en el aire. Aunque existen otras escalas para otros usos, la temperatura del aire se suele medir en grados centígrados (°C) y, para ello, se usa un instrumento llamado termómetro. La temperatura depende de diversos factores, por ejemplo, la inclinación de los rayos solares. También depende del tipo de sustratos (la roca absorbe energía, el hielo la refleja), la dirección y fuerza de los vientos, la latitud, la altura sobre el nivel del mar, la proximidad de masas de agua, entre otros (Astronomía, 2017).

Presión atmosférica. La presión atmosférica es el peso de la masa de aire por cada unidad de superficie. Por este motivo, la presión suele ser mayor a nivel del mar que en las cumbres de las montañas, aunque no depende únicamente de la altitud. La presión normal a nivel del mar es de unos 1.013 milibares o hectopascales (también llamada "una atmósfera") y disminuye progresivamente a medida que se asciende. Para medir la presión se utiliza el barómetro (Astronomía, 2017).

Precipitación pluvial. La precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Este fenómeno incluye las lluvias, llovizna, nieve, aguanieve y granizo. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad (Prezi, 2017).

Agricultura. Es el conjunto de técnicas, conocimientos y saberes para cultivar la tierra y la parte del sector primario que se dedica a ello. En ella se engloban los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y los cultivos de vegetales y comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural (PUCP, 2018) .

Pobreza. Si la pobreza está asociada a una falta de recursos, también puede ser entendida en términos económicos. Uno de los enfoques más utilizados para medir la



pobreza es el de los ingresos, a tal punto que algunos científicos sociales consideran que pobreza es equivalente a bajos ingresos. Nivel de vida. La idea de “necesidad” supone que algunos artículos o bienes son particularmente importantes o necesarios. Aunque la idea de nivel de vida está íntimamente ligada a la necesidad, es un concepto de índole general que refiere no tanto a las formas específicas de privación sino a la experiencia general de vivir con menos que los demás. La Organización Internacional del Trabajo considera que “al nivel más básico, individuos y familias son considerados pobres cuando su nivel de vida, medido en términos de ingreso o consumo, está por debajo de un estándar específico”.(OIT, 1995).

Pobreza extrema. La "pobreza extrema" o "indigencia" se entiende como la situación en que no se dispone de los recursos que permitan satisfacer al menos las necesidades básicas de alimentación. En otras palabras, se considera como "pobres extremos" a las personas que residen en hogares cuyos ingresos no alcanzan para adquirir una canasta básica de alimentos, así lo destinaran en su totalidad a dicho fin. A su vez, se entiende como "pobreza total" la situación en que los ingresos son inferiores al valor de una canasta básica de bienes y servicios, tanto alimentarios como no alimentarios (Naciones Unidas, 2010a; Naciones Unidas, 2010b).

La agenda de debates sobre la pobreza rural está atravesada por aspectos críticos sobre las condiciones, dinámicas y características centrales para la producción y reproducción de la economía y la sociedad: la superación de la dicotomía entre ciudad y campo y la existencia de diversos gradientes entre lo rural y lo urbano; la existencia de entornos y desafíos diferenciados de la pobreza rural y urbana, así como la divergencia entre los contextos de vulnerabilidad y privación diferenciados que explican lo distintivo de la pobreza rural (Boltvinik & Mann, 1369).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación que se utilizó en la presente investigación fue el hipotético-deductivo debido que se cuenta con una teoría que respalda y una base de datos (Hernández-Sampieri, 2014). La investigación tiene varios pasos a estudiar, desde la creación de una hipótesis para explicar el fenómeno ocurrido, la deducción de las proposiciones usadas y la verificación de hipótesis.

3.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación fue el tipo explicativa, este tipo de investigación busca explicar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones de causa-efecto (Hernández-Sampieri, 2014).

3.3 Diseño de investigación

El presente trabajo utilizó el diseño de investigación no experimental longitudinal o evolutivo con el propósito de analizar cambios a través del tiempo de la variable de estudio mediante el diseño de tendencia (Hernández-Sampieri, 2014). Dentro de este diseño se considera la redacción de las variables a ser analizadas permitiendo establecer una relación de causa-efecto entre las variables.

3.4 Fuentes de información

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó información estadística extraída de la página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) para las variables climáticas y del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) para las variables producción y rendimiento de la cebada grano en Puno. Para la toma de información, el SENAMHI pone a disposición de los investigadores una base de datos procesada de las variables climáticas. Esta recolección se hace mediante un equipo

denominado “Estación meteorológica” que captura información del medio ambiente mediante sensores que considera: la temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y precipitaciones; y posteriormente son almacenados en un equipo de cómputo como se muestra en la figura siguiente.

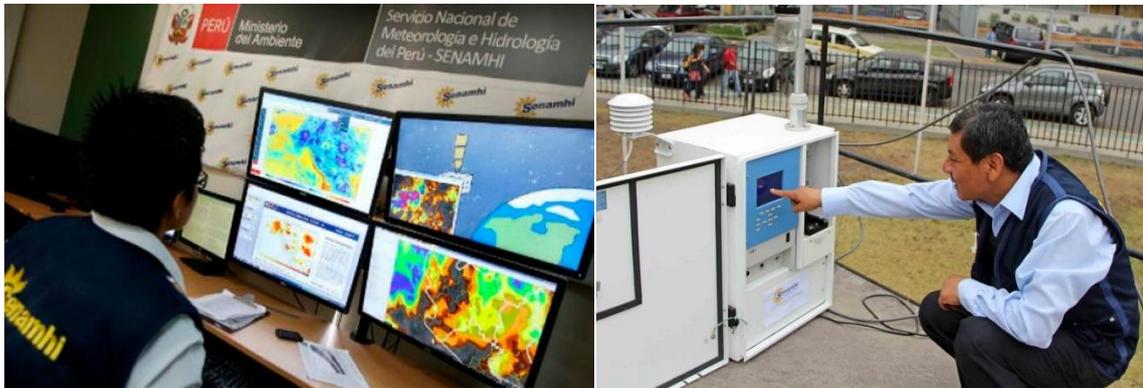


FIGURA 1 Equipos de SENAMHI para la recolección de información Fuente: Panel fotográfico de SENAMHI

3.5 Población de estudio

3.5.1 Población

La población está constituida por la serie histórica de años datos de la caída de producción. Para la presente investigación con enfoque cuantitativo con información longitudinal que muestra la evolución en el tiempo de las variables estudiadas, la población está conformada por toda la información disponible a través del tiempo para las variables: producción de la cebada grano, rendimiento de la cebada grano, precipitación pluvial, temperatura máxima y temperatura mínima.

3.5.2 Muestra

. En este sentido, el tamaño de la muestra para la presente investigación fue de un total de 50 observaciones de los datos de disminución del calentamiento global anuales que comprende los años de 1965 a 2014 que fueron tomados de la base de datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) para las variables

climáticas y del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) para las variables producción y rendimiento de la cebada grano en Puno.

3.6 Metodología de estimación

3.6.1 Mínimos cuadrados ordinarios

Los mínimos cuadrados ordinarios (MCO) o mínimos cuadrados lineales es el nombre de un método para encontrar los parámetros poblacionales en un modelo de regresión lineal. Este método minimiza la suma de las distancias verticales entre las respuestas observadas en la muestra y las respuestas del modelo. El parámetro resultante puede expresarse a través de una fórmula sencilla, especialmente en el caso de una sola variable de respuesta.

El método MCO, siempre y cuando se cumplan los supuestos clave, será consistente cuando las variables causales sean exógenas y no haya perfecta multicolinealidad, este será óptimo en la clase de parámetros lineales cuando los errores sean homocedásticos y además no haya autocorrelación. En estas condiciones, el método de MCO proporciona un estimador insesgado de varianza mínima siempre que los errores tengan varianzas finitas. Bajo la suposición adicional de que los errores se distribuyen normalmente, el estimador MCO es el de máxima verosimilitud. Supongamos que los datos se componen de n observaciones $\{y_i, x_i\}_{i=1}^n$. Cada observación incluye una respuesta y_i escalar y un vector de regresores o predictores x_i . En un modelo de regresión lineal la variable de respuesta es una función lineal de p variables explicativas:

$$y_i = x_i' \beta + \varepsilon_i,$$

donde β es un vector de parámetros desconocidos $p \times 1$; ε_i es un escalar de variables no observadas aleatorias (errores) que dan cuenta de la discrepancia entre la



realidad observada y_i y los "resultados previstos" $x_i' \beta$, y denota la matriz transpuesta, de modo que $x' \beta$ es el producto escalar entre los vectores x y β . Este modelo también se puede escribir en notación matricial como

$$y = X\beta + \varepsilon,$$

en donde y y ε son vectores $n \times 1$, y X es una matriz de regresores de orden $n \times p$ a lo que también se le llama la matriz de diseño. Como regla general, el término constante se incluye siempre en el conjunto de regresores X .

Supuestos clásicos

Existen tres supuestos que deben cumplirse para llevar a cabo una regresión lineal, estos son:

- La varianza de los errores debe ser homocedástica.
- Las variables explicativas deben ser ortogonales a los residuos, es decir, no comparten información, son independientes entre sí.
- Los errores no deben estar correlacionados entre sí.

Hay varios diferentes marcos en los que el modelo de regresión lineal puede ser tratado con el fin de hacer que la técnica de MCO sea aplicable. Cada una de estas configuraciones produce las mismas fórmulas y los mismos resultados, la única diferencia es la interpretación y los supuestos que han de imponerse a fin de que el método pueda dar resultados significativos. La elección de la estructura aplicable depende principalmente de la naturaleza de los datos a la mano, y en la tarea de inferencia que se tiene que realizar.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EXPOCISION DE RESULTADOS

Para el desarrollo de la presente investigación se tiene el desarrollo de modelos estadísticos para verificar el efecto del cambio climático en el rendimiento y producción de la cebada grano en la región de Puno. En el desarrollo se presenta las estadísticas descriptivas de las variables utilizadas y los resultados de la estimación estadística.

4.2 Comportamiento de la temperatura máxima - mínima y precipitaciones en la región Puno

La Figura 2 muestra la evolución de la temperatura máxima con intervalos anuales para los años 1965 a 2014, donde claramente se observa un comportamiento creciente en los últimos años respecto a períodos anteriores.

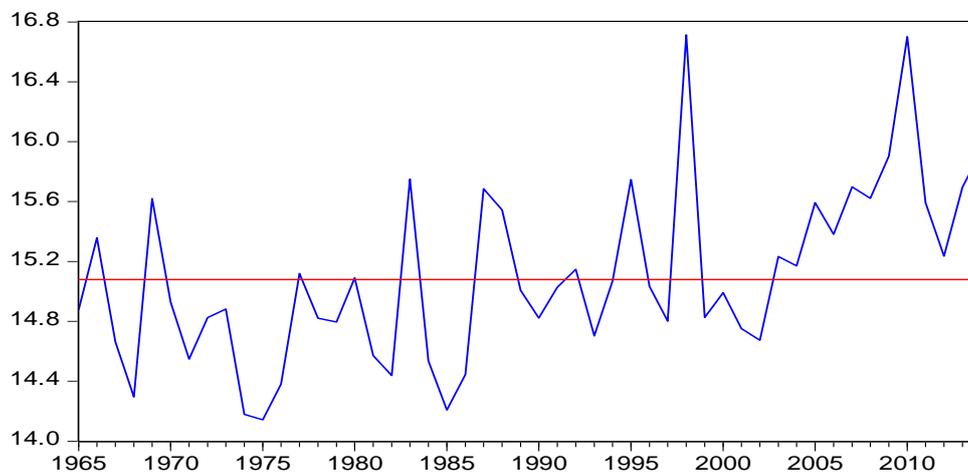


FIGURA 2 Temperatura máxima (°C) en la Región Puno. Fuente: Elaboración propia con base a SENAMHI (2019)

Las Figura 3, muestra la evolución de la temperatura mínima en el periodo de observación, como se puede observar que en los últimos años la temperatura mínima se ha incrementado significativamente. Tal como menciona Oroccollo (2015), la temperatura influye directamente sobre la producción de quinua, así a una temperatura de 9.46°C se obtuvo un rendimiento máximo de 1,202.48 kg/ha. Por otro lado, utilizó una ecuación polinómica de cuarto grado para modelar los rendimientos a diferentes temperaturas, obteniendo que la producción de quinua se encuentra en un rango de 7.6°C y 10.4°C de temperatura.

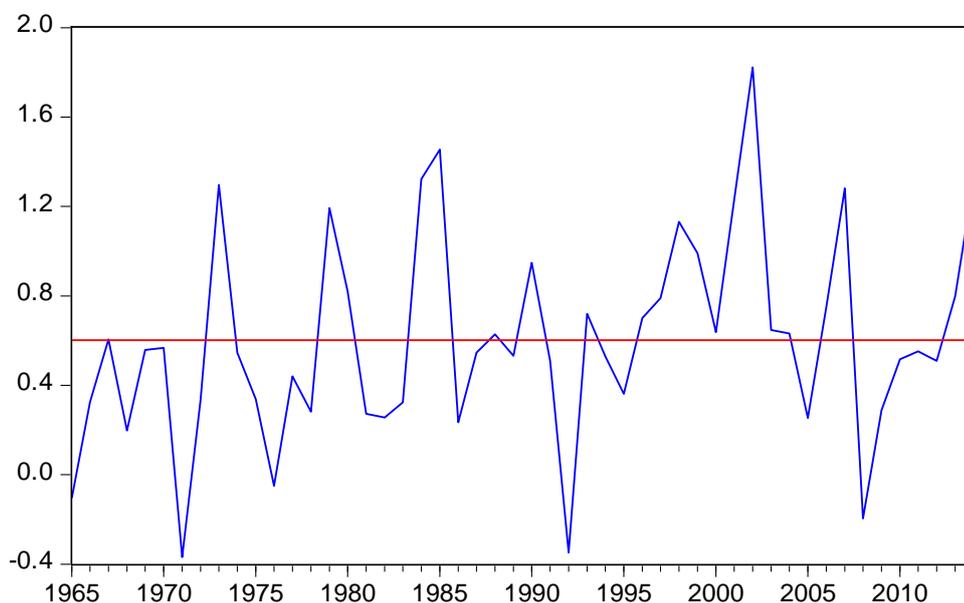


FIGURA 3 Temperatura mínima ($^{\circ}\text{C}$) en la Región Puno Fuente: *Elaboración propia con base a SENAMHI (2019)*

La Figura 4 muestra la evolución de la precipitación pluvial para los años 1965 a 2014, se observa que la precipitación se mantiene casi constante a través de los años manteniéndose en un promedio de 2.01 mm. Al respecto Carrasco (2016) menciona que la variable temperatura máxima tiene un efecto significativo negativo sobre la producción de quinua en Juli, de este modo al elevarse en 1°C la temperatura máxima, la producción de quinua se reduce en 112.2 TM. Por otro lado, indica que para los próximos años existirán efectos negativos sobre la agricultura en general, lo cual traerá serios problemas en la producción, calidad y precios de los bienes agrícolas, por lo que sugiere que se deben

tomar medidas de adaptación y mitigación para el sector agrícola.

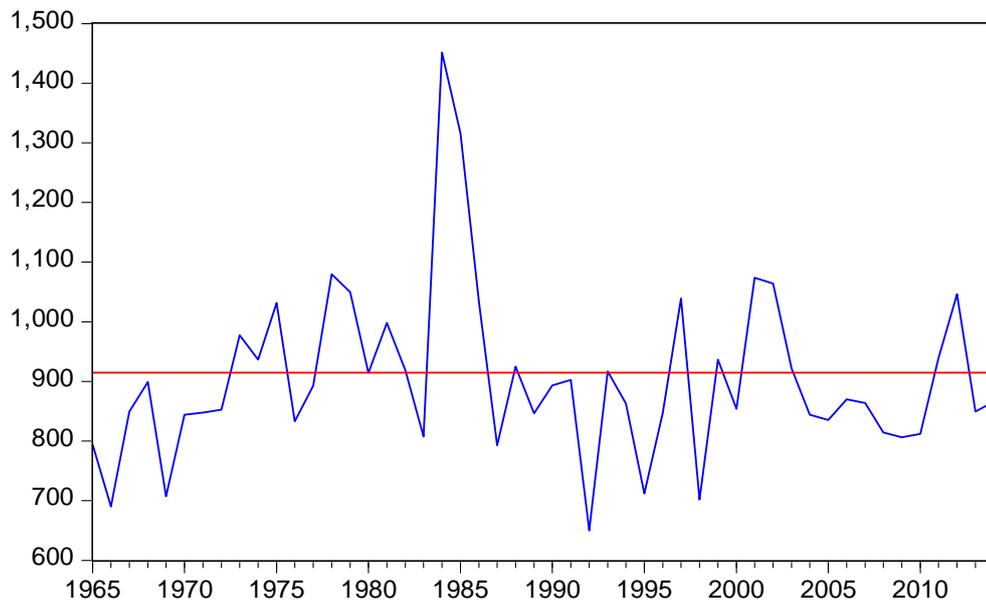


FIGURA 4 Precipitación pluvial (mm) en la región Puno Fuente: Elaboración propia con base a SENAMHI (2019)

Sanabria, Marengo, & Valverde (2009) estudiaron los posibles cambios futuros en la precipitación y temperatura para el departamento de Puno utilizando los modelos climáticos regionales ETA, CCS, HadRM3 y REgCM3. De sus resultados, concluyen que el mejor modelo es el HadRM3, luego en sus proyecciones en el escenario A2 (alta concentración de CO₂) mostró incrementos en la precipitación de hasta 2 mm/día y en el escenario B2 (bajas concentraciones de CO₂) mostró que sus resultados serán iguales al patrón actual. Respecto a la temperatura, para los escenarios A2 y B2 simularon incrementos entre 2°C a 4°C y para el norte del lago Titicaca, incrementos de hasta 6°C.

4.3 Cambio climático e impacto en el rendimiento de la cebada en la región Puno

Para un total de 50 observaciones para el período anual de 1965 a 2014 se muestran los resultados en la Tabla 2, para las variables que se utilizan en el modelo: producción de cebada grano (toneladas), rendimiento de cebada grano (kilogramos/hectárea), precipitación pluvial (milímetros), temperatura máxima (grados

centígrados y temperatura mínima (grados centígrados).

TABLA 2 Cambio climático e impacto en el rendimiento de la cebada en la Región Puno

Lista de variables	Abreviatura	Obs.	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Producción de cebada grano (t)	Pcebadag	50	16,566.12	8,013.48	3,340.00	30,018.00
Rendimiento de cebada grano (kg/ha)	Rcebadag	50	830.72	237.59	372.00	1,176.00
Precipitación (mm)	Ppvl	50	904.26	142.58	650.16	1,451.58
Temperatura máxima (°C)	Tmax	50	15.10	0.58	14.14	16.71
Temperatura mínima (°C)	Tmin	50	0.60	0.46	-0.37	1.82

Fuente: Elaboración propia con base a SENAMHI (2019) y MINAGRI (2019)

La Figura 5 muestra la evolución del rendimiento de la cebada grano para la región de Puno medido en kilogramos/hectárea. Se observa un mayor rendimiento en los últimos años. Al respecto (Torres, 2010). Utilizando un modelo cuadrático utilizando las variables temperatura, precipitaciones pluviales y fenómeno del niño y niña y relacionando con los cultivos de mango, café, plátano y limón para la región Piura, encontró que mientras la variable temperatura mínima se va incrementando por debajo del óptimo, el rendimiento de los cultivos se ve afectado positivamente. Los eventos del Niño y Niña son muy perjudiciales para los cultivos estudiados.

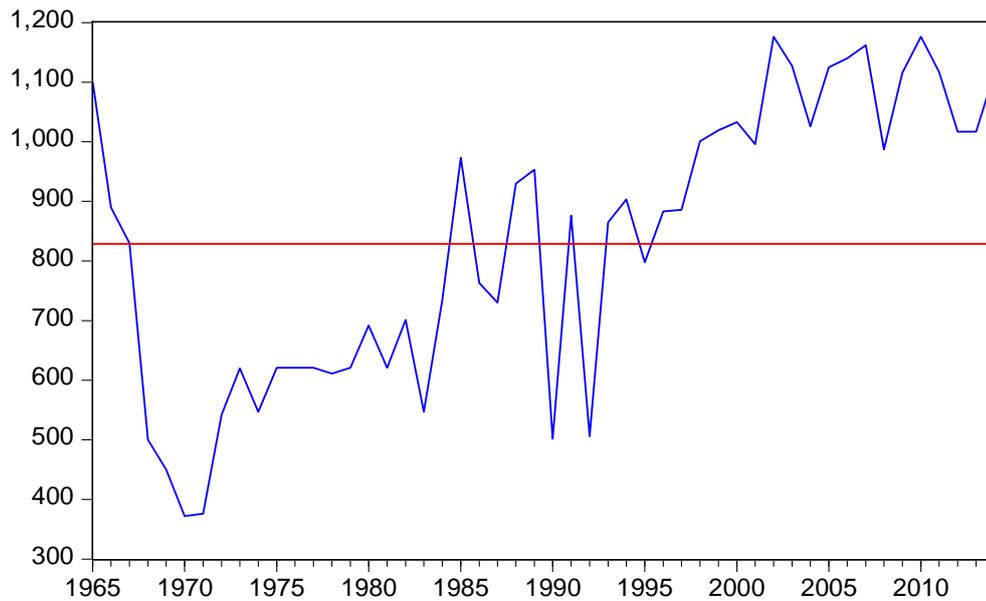


FIGURA 5 Rendimiento de la cebada grano (kg/ha) en la región Puno

Fuente: Elaboración propia con base a MINAGRI (2019).

En la tabla 3 muestra las correlaciones de las variables a estudiar, donde la variable rendimiento de la cebada grano ($R_{cebadag}$) guarda una relación positiva con la precipitación pluvial (P_{pvl}), una relación directa con la temperatura mínima (T_{min}) y también una relación directa con la temperatura máxima (T_{max}). Belizario (2015) respecto al cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis en Puno, concluye que las temperaturas máximas en esta zona se incrementan en promedio 0.04°C anualmente y las precipitaciones pluviales disminuyen en 0.70 mm por año generando ambas variaciones impactos negativos sobre la agricultura. Por otro lado, en los días de precipitación y presencia de temperatura máxima, la producción del cultivo de haba se ve afectada positivamente con un rendimiento de 23.89 kg/ha y para el caso de la papa el rendimiento es de 83.41 kg/ha.

TABLA 3 Correlaciones de las variables de estudio

	Pcebadag	rcebadag	ppv1	tmin	Tmax
Pcebadag	1.000				
Rcebadag	0.930	1.000			
Ppvl	0.015	0.022	1.000		
Tmin	0.348	0.340	0.491	1.000	
Tmax	0.509	0.450	-0.539	0.044	1.000

Fuente: Elaboración propia con base a SENAMHI (2019) y MINAGRI (2019).

4.4 Estimación inferencial para la prueba de hipótesis específicos 1

a) Hipótesis estadística 1.

- El cambio climático tiene un impacto negativo sobre el rendimiento de la cebada grano en la región de Puno.

Los resultados para esta sección se determinan haciendo la relación existente entre la temperatura atmosférica y el rendimiento de la cebada grano en la región de Puno. Para este análisis se hace uso de la metodología de mínimos cuadrados que calcula el efecto de la temperatura atmosférica sobre el rendimiento. Para llegar al resultado se emplea una función de producción de segundo grado donde sus determinantes son la temperatura máxima, temperatura mínima y la precipitación pluvial en el período de análisis.

Partiendo de una función de producción polinómica de segundo grado. El modelo planteado para el análisis de rendimiento de la cebada grano es el siguiente

$$Rcebadag_t = \alpha_0 + \alpha_1 T \max_t + \alpha_2 T \max_t^2 + \alpha_3 T \min_t + \alpha_4 T \min_t^2 + \alpha_5 Ppv1_t + \alpha_6 Ppv1_t^2 + \varepsilon_t$$

Donde t representa los años de estudio (1965 - 2014), $Rcebadag_t$ es el rendimiento de la cebada grano (kg/ha), $T \max_t$ es la temperatura máxima (°C), $T \min_t$ es la temperatura

mínima ($^{\circ}\text{C}$), $Ppvl_t$ es la precipitación pluvial, ε_t es el termino error (efectos no observables) y finalmente $\alpha_0, \dots, \alpha_6$ son los parámetros del modelo.

Para analizar el efecto de cada variable climática se estiman los siguientes modelos para el rendimiento de la cebada grano:

$$Rcebadag_t = \beta_0 + \beta_1 T \max_t + \beta_2 T \max_t^2 + \mu_t$$

$$Rcebadag_t = \beta_0 + \beta_1 T \min_t + \beta_2 T \min_t^2 + \mu_t$$

$$Rcebadag_t = \beta_0 + \beta_1 Ppvl_t + \beta_2 Ppvl_t^2 + \mu_t$$

Los resultados de las estimaciones se muestran en la tabla 4 por la metodología de mínimos cuadrados ordinarios. El modelo 1 muestra los efectos de la temperatura máxima sobre el rendimiento de la cebada grano, sus coeficientes son estadísticamente no significativo. El modelo 2 muestra los efectos de la temperatura mínima sobre el rendimiento de la cebada grano, sus efectos son no significativos. El modelo 3 muestra los efectos de la precipitación pluvial sobre el rendimiento de la cebada grano, sus efectos son no significativos. De las estimaciones el modelo que mejor explica los rendimientos de la cebada grano es el modelo 5 debido que tiene un valor del estadístico de Akaike (AIC) de 13.5147 y del estadístico de Schwartz (SC) de 13.6294 que son los valores mínimos de los modelos estimados.

TABLA 4 Estimaciones de rendimiento de cebada grano en la región Puno* Indica significancia estadística al 5%

VARIABLES	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Tmax	951.6669 (0.637)			1609.445 (0.401)	177.7313** (0.000)
Tmax ²	-25.11075 (0.703)			-43.63543 (0.483)	
Tmin		210.0537 (0.194)		-41.42311 (0.793)	166.2336* (0.011)
Tmin ²		-25.58703 (0.813)		96.97284 (0.341)	
Ppvl			0.953397 (0.522)	3.33318 (0.056)	
Ppvl ²			-0.000455 (0.614)	-0.00141 (0.088)	
Constante	-7804.701 (0.613)	719.4803** (0.000)	349.9468 (0.384)	-15371.39 (0.297)	-1951.661* (0.012)
Variable dependiente: Rcebadag					
R ²	0.2046	0.1169	0.0059	0.3836	0.3052
R ² ajustado	0.1708	0.0793	-0.0364	0.2976	0.2756
F-statistic	6.0457	3.1105	0.1400	4.4599	10.3216
Prob (F-statistic)	0.0046	0.0539	0.8697	0.0014	0.0002
AIC	13.6499	13.7545	13.8729	13.5549	13.5147
SC	13.7646	13.8692	13.9876	13.8226	13.6294
DW-statistic	0.9104	0.4517	0.4136	0.9020	0.9780

** Indica significancia estadística al 1%

Fuente: Elaboración propia con base a información estadística de SENAMHI (2019) y MINAGRI (2019)

Además, las variables explicativas consideradas son estadísticamente significativas, donde el efecto de la temperatura máxima (Tmax) con un valor de 177.73 es significativa al 1% de significancia debido que su valor de probabilidad es menor a este valor (Prob=0.000<0.01). La variable temperatura mínima (Tmin) tiene un efecto de 166.23 sobre el rendimiento de la cebada grano y es significativa al 5% de significancia debido que su valor de probabilidad es menor a este valor (Prob=0.011<0.05). Según estos resultados de la estimación para el rendimiento de la cebada grano en la región de Puno se puede afirmar que las variables climáticas temperatura máxima (Tmax) y temperatura mínima (Tmin) explican el rendimiento de la cebada grano en un 30.52%.

4.5 Cambio climático e impacto en la producción de la cebada en la región Puno

La Figura 6 muestra la producción de cebada grano en hectáreas para la región de Puno, en los últimos años muestra un comportamiento creciente. Vergara (2011) al realizar entrevistas a los comuneros de la comunidad Conchucos, con el fin de conocer todas las acciones tomadas en la adaptación en su vida diaria y en la producción agropecuaria especialmente en los cultivos de maíz y trigo que son cultivos con mayor resistencia al cambio climático. Respecto a adaptación en tecnologías, la mayoría de los comuneros de Conchucos siguen utilizando las acequias mientras que otros van utilizando el riego por aspersión, siendo ambas iniciativas propias de los comuneros. Por otro lado, en el estudio indica que, por el aumento de las temperaturas, en la zona aparecen nuevas plagas que malogran las semillas de las papas nativas y al utilizar mayor plaguicida se provoca la pérdida de fertilidad de las tierras.

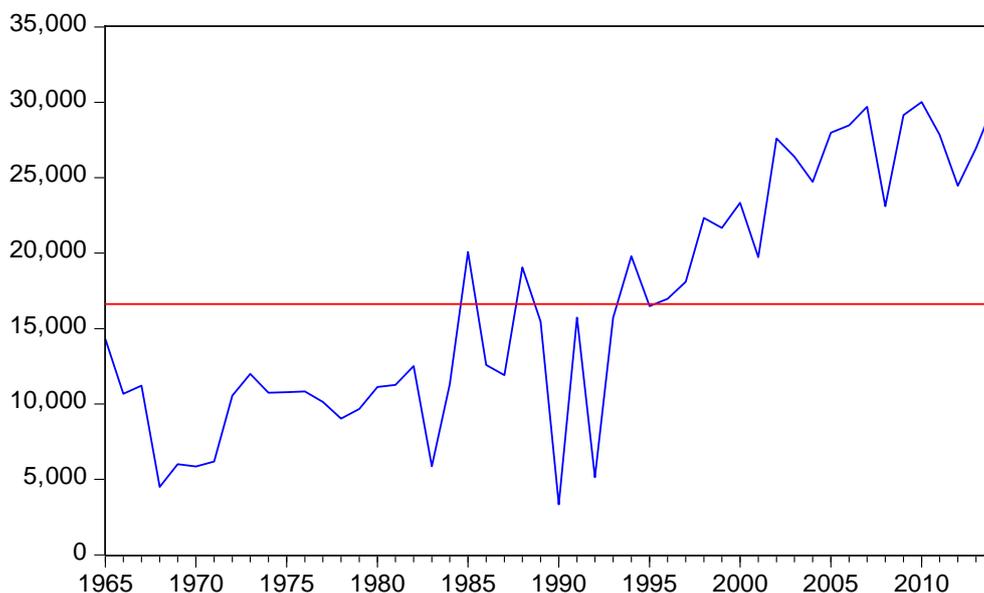


FIGURA 6 Producción de cebada grano en la región de Puno

Fuente: Elaboración propia con base a MINAGRI (2019)

Si bien la producción de grano tiende a incrementar en términos de cantidad de hectáreas en la región, sin embargo, las pérdidas de las mismas por efectos adversos al clima es cada año mayor. Al respecto, Roberts & Wolfram (2008) utilizando modelos no-

lineales para estimar los efectos cambio climático sobre la producción del maíz y la soja en EEUU. Encontraron que estos cultivos tienen un potencial limitado para la adaptación al cambio climático y que su crecimiento disminuirá en 31-43% en el escenario de calentamiento lento y de 67-79% en el escenario de calentamiento rápido para finales del presente siglo.

4.6 Estimación inferencial para la prueba de hipótesis específica 2

a. Hipótesis estadística

- El cambio climático tiene un impacto negativo en la producción de la cebada grano en la región de Puno.

Para la producción de cebada grano se sigue el modelo siguiente:

$$Pcebadag_t = \alpha_0 + \alpha_1 T \max_t + \alpha_2 T \max_t^2 + \alpha_3 T \min_t + \alpha_4 T \min_t^2 + \alpha_5 Ppvl_t + \alpha_6 Ppvl_t^2 + \varepsilon_t$$

donde t representa los años de estudio (1965 - 2014), $Pcebadag_t$ es la producción de cebada grano (t), $T \max_t$ es la temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$), $T \min_t$ es la temperatura mínima ($^{\circ}\text{C}$), $Ppvl_t$ es la precipitación pluvial, ε_t es el termino error (efectos no observables) y finalmente $\alpha_0, \dots, \alpha_6$ son los parámetros del modelo. Para verificar sus efectos individuales de cada una de las variables sobre la producción de cebada grano, se estima las siguientes ecuaciones:

$$Pcebadag_t = \beta_0 + \beta_1 T \max_t + \beta_2 T \max_t^2 + \mu_t$$

$$Pcebadag_t = \beta_0 + \beta_1 T \min_t + \beta_2 T \min_t^2 + \mu_t$$

$$Pcebadag_t = \beta_0 + \beta_1 Ppvl_t + \beta_2 Ppvl_t^2 + \mu_t$$

Los resultados de las estimaciones se muestran en la tabla 4 por la metodología de mínimos cuadrados ordinarios. El modelo 1 muestra los efectos de la temperatura máxima sobre la producción de la cebada grano, los coeficientes son estadísticamente no significativo. El modelo 2 muestra los efectos de la temperatura mínima sobre la producción de la cebada grano, sus efectos son no significativos.

TABLA 5 Estimaciones de producción de cebada grano en la región Puno

Variables	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Tmax	8129.646 (0.901)			29048.14 (0.615)	11265.24** (0.000)
Tmax ²	-36.63807 (0.986)			-589.2009 (0.753)	
Tmin		7296.294 (0.180)		-3332.835 (0.487)	
Tmin ²		-916.1875 (0.801)		4265.601 (0.167)	
Ppvl			62.40467 (0.311)	164.6240** (0.002)	156.4620** (0.002)
Ppvl ²			-0.030560 (0.314)	- 0.071521** (0.005)	- 0.064951** (0.007)
Constante	-97792.74 (0.845)	12717.65** (0.000)	-14266.78 (0.641)	-376839.4 (0.397)	- 240564.7** (0.000)
Variable dependiente: Pcebadag					
R ²	0.2594	0.1226	0.0218	0.5050	0.4697
R ² ajustado	0.2278	0.0853	-0.0198	0.4359	0.4351
F-statistic	8.2291	3.2834	0.5233	7.3118	13.5813
Prob (F-statistic)	0.0009	0.0463	0.5960	0.0000	0.0000
AIC	20.6152	20.7847	20.8934	20.3722	20.3211
SC	20.7299	20.8994	21.0081	20.6399	20.4741
DW-statistic	0.9392	0.3938	0.3658	1.1295	1.0176

* Indica significancia estadística al 5%

** Indica significancia estadística al 1%

Fuente: Elaboración nuestra en base a información estadística de SENAMHI (2019) y MINAGRI (2019)



El modelo 3 muestra los efectos de la precipitación pluvial sobre la producción de la cebada grano, sus efectos son no significativos. De las estimaciones el modelo que mejor explica la producción de la cebada grano es el modelo 5 debido que tiene un valor del estadístico de Akaike (AIC) de 20.3211 y del estadístico de Schwartz (SC) de 20.4741 que son los valores mínimos de los modelos estimados. Además, las variables explicativas consideradas son estadísticamente significativas, donde el efecto de la temperatura máxima (Tmax) con un valor de 11265.24 es significativa al 1% de significancia debido que su valor de probabilidad es menor a este valor ($\text{Prob}=0.000<0.01$). La variable precipitación pluvial (Ppvl) tiene un efecto de 156.4620 sobre la producción de cebada grano y es significativa al 1% de significancia debido que su valor de probabilidad es menor a este valor ($\text{Prob}=0.001<0.01$). La variable precipitación pluvial al cuadrado (Ppvl^2) tiene un efecto de -0.064951 sobre la producción de la cebada grano y es significativa al 1% de significancia debido que su valor de probabilidad es menor a este valor ($\text{Prob}=0.003<0.05$).

Según estos resultados de la estimación para la producción de la cebada grano en la región de Puno que puede afirmar que las variables climáticas temperatura máxima (Tmax), precipitación pluvial (Ppvl) y precipitación pluvial al cuadrado (Ppvl^2) explican la producción de la cebada grano en un 46.97%.

4.7 Efectos del cambio climático en los indicadores sociales: pobreza y pobreza extrema

El CC “de ser un asunto marginal apenas hace una década, ha pasado a formar parte de la agenda política internacional (mundial) y a producir una ‘narrativa’ global de carácter planetario” (Pardo, 2007a) El CC por encima de otras consideraciones es un hecho social, puesto que tiene sus causas en gran medida en las actividades humanas, y porque además son las sociedades globales y específicas, así como las personas que

componen esas sociedades, quienes finalmente van a sufrir sus consecuencias directa o indirectamente a través del cambio del medio biogeofísico. Es un hecho social también por razón de que su solución no puede hacerse por la naturaleza, por el medioambiente, sino por la sociedad (Pardo, 2007a)

Impacto demográfico: Está constatado que la creciente aparición de desastres naturales derivados de la variación en las condiciones del clima aumenta el número de emergencias humanitarias y por lo tanto desplazamientos de la población afectada.

Aumento de la pobreza: El cambio climático afecta especialmente a la vida de las personas pobres: reduciendo los rendimientos de los cultivos; destruyendo hogares. Consecuentemente, provoca el aumento en los precios de los alimentos y crea inseguridad alimentaria. Sus impactos agraven la pobreza en las zonas más desfavorecidas, pero también se creen nuevos focos tanto en países desarrollados como en desarrollo.

TABLA 6 Indicadores sociales de pobreza y pobreza extrema en la región Puno

Indicadores sociales	Desarrollo social		
	Pobreza	Pobreza extrema	Población con dos o más NBI
Perú	34.8	27.8	7.7
Puno	60.8	25.9	6.7
Puno	50.1	20.5	11.7
Azangaro	65.6	31.0	16.0
Carabaya	76.6	45.1	42.2
Chucuito	66.5	32.1	20.6
El Collao	68.0	35.5	15.5
Huancane	66.9	32.6	17.1
Lampa	62.5	30.6	24.0
Provincias			
Melgar	65.5	32.8	21.6
Moho	80.4	47.6	19.9
San Antonio de Putina	46.4	13.6	54.8
San Román	41.1	11.5	5.7
Sandia	56.9	29.8	38.4
Yunguyo	54.9	20.2	9.8

Fuente: 1/Mapa de pobreza distrital, INEI 2019

A pesar del presupuesto asignado al departamento, el 60.8% de la población de



Puno vive en situación de pobreza y 11 de las 13 provincias que constituyen el departamento presentan una incidencia de pobreza mayor al 50%. Según INEI (2019), Puno es uno de los departamentos que presenta una situación crítica en lo que se refiere a sus indicadores sociales, como podemos apreciar en el Tabla N° 06. Presenta una incidencia de pobreza (60.8%) por encima del promedio nacional (34.8%). En cuanto a pobreza extrema, es el sexto departamento con la mayor tasa en el país (27% de su población en esa condición).

La estimación encontrada indica que el cambio climático ha generado el mayor incremento de la pobreza y pobreza extrema en la región. En la tabla 5, se muestra la dinámica y comportamiento de la pobreza y pobreza extrema de los últimos diez años en la región Puno, de 35.9 % en pobres en 2012, pasó a 42.5 % para el 2020. En cuanto a la pobreza extrema las cifras son similares de 10% en 2012, pasó a 9.8 % para el 2020, si bien, las cifras porcentuales muestra ligera disminución, sin embargo, en términos cuantitativos el número de personas en situación de pobreza extrema ha aumentado en la región. Por otro lado, cuando se asocia con los efectos de cambio climático, expresadas en pérdidas de cosechas por hectáreas.

Al analizar las consecuencias sociales que generó el cambio climático en la región, se puede observar comportamientos muy variados en los últimos diez años, es decir, en los años en que la producción es alta, la pobreza y pobreza extrema disminuye, pasa lo contrario, cuando se presentan inclemencias climáticas adversas producto de cambio climático, tanto la pobreza y pobreza extrema se incrementa en la región (ver tabla 6).

TABLA 7 Cambio climático y su incidencia en la pobreza y pobreza extrema en la región Puno

Años	Pérdidas de		Diferencias		Diferencias	
	producción por	Pobreza	(+/-)	Pobreza	(+/-)	Extrema
2012	24402	35.9	--	10.0	--	
2013	51317	32.4	-3.5	6.6	-3.4	
2014	13141	32.8	0.4	5.3	-1.3	
2015	8798	34.6	1.8	6.5	1.2	
2016	1488	34.8	0.2	7.5	1.0	
2017	41853	32.7	-2.1	8.8	1.3	
2018	31584	37.0	4.0	6.3	-2.5	
2019	61173	34.7	-2.3	8.0	1.7	
2020	40498	42.5	7.8	9.8	1.8	

Fuente: Elaboración propia con base a datos de INDECI y INEI 2020

Es plausible que el análisis no detecte un incremento significativo de la pobreza y pobreza extrema, relacionada directamente con el cambio climático en la región, debido a escasa información y estudios que vinculan o asocian la relación directa o adversa entre el cambio climático y condiciones de pobreza y pobreza extrema de la población. Para el cálculo de los indicadores de efectos generados en los indicadores sociales: pobreza y pobreza extrema, se recolectó información en el periodo de los últimos diez años sobre el comportamiento de la temperatura y clima, asimismo las pérdidas de cosechas por hectárea en los mismos periodos de observación. Los indicadores de impacto en la situación con y sin cambios climáticos se calculan estimando la media de cada indicador en cada momento del tiempo. El procedimiento para el cálculo en este diseño se calcula comparando la media de los indicadores de impacto para la producción en la situación

con y sin cambios climáticos.

TABLA 8 Influencia del cambio climático en la pobreza y pobreza extrema en la región Puno

Variables independientes	Especificaciones	
	1 (p)	2 (pe)
Cambio climático	0.63891*** (0.0845)	0.76941*** (0.0512)
Temperaturas máximas y mínimas	0.50694*** (0.0512)	0.60694*** (0.0710)
Pérdidas anuales de cosechas por hectárea	0.49136** (0.14900)	0.49399** (0.1397)
Niveles de precipitaciones en la región	0.015580 (0.0222)	0.01576 (0.0244)
_constante	-2.75474 (0.6898)	-1.6531** (0.6706)
R ²	0.940	0.943
P-seudo (R ²)	0.14	0.14
Capacidad de predicción (%)	65.04	65.41
Log likelihood	-621.625	-621.974
Prueba conjunta (razón de verosimilitud)	138.92	138.21
Numero de observaciones en años (n)	10	10

Fuente: Elaboración propia de los autores con base a los datos INDECI y INEI 2020

Los errores estándar se encuentran entre paréntesis.

*, **, *** Denotan significación al nivel de 10 %, 5 % y 1 %, respectivamente.

Además, se puede deducir que, a mayor presencia de fenómenos climáticos adversos en la región, los niveles de pobreza y pobreza extrema tienden a incrementarse (Tabla 8), es decir, las provincias con mayores niveles de producción del grano, las pérdidas son mayores, como consecuencia se incrementan los niveles de pobreza y pobreza extrema. En consecuencia, se puede deducir que la relación entre cambio climático en la región Puno, la pobreza y pobreza extrema es una relación positiva y significativa en un (63.8% y 76.9 %). Igualmente, se evidencia que la predicción del



riesgo de pérdida de la producción por las inclemencias climáticas adversas en la región producto del cambio climático muestran una relación similar (49.1% y 49.3%) para la población que se encuentra en situación de pobreza y pobreza extrema, con un coeficiente de correlación positivo ($r=0.94$). Cabe observar, una vez más, que el ajuste de las regresiones estimadas con las dos especificaciones (1 y 2) resulta casi el mismo valor de coeficiente de ajuste de (*p-seudo* $R^2=0.14$), esta comparación estadística refuerza la validez de la medición del modelo de regresión cuando se desea predecir el riesgo de caer en la pobreza y pobreza extrema como consecuencia del cambio climático.

Por último, se puede derivar, que una mayor fluctuación de las temperaturas máximas y mínimas en la región, implica un menor riesgo de pérdida de cosechas de grano y es estadísticamente significativo. Sin duda, la producción y rendimiento de cualquier producto agrícola en la región depende de las condiciones climáticas favorables en todo el ciclo productivo, lo cual ayuda a mantener en equilibrio la economía familiar.

4.8 DISCUSIÓN

El cambio climático es un problema social del siglo XXI pues esto afecta a todas las unidades económicas productivas y especialmente a las personas más pobres en los países. Los problemas ambientales constituyen una gran problemática en la sociedad, los mismos están motivados por el actuar del hombre, quienes realizan acciones tendentes a vulnerar el medio ambiente. En la actualidad son varios los autores que sostienen que los efectos del cambio climático se traduce en las consecuencias negativas económicas y sociales para la población más vulnerable (Vargas, 2009; Sosa, 2015; Clemente y Dipas, 2016; Roberts y Wolfram, 2008 y Galindo et al., 2015) los que nos permiten sostener en los resultados sobre el impacto del cambio climático en la producción de grano y como consecuencia incide en el incremento cuantitativo de la pobreza y pobreza extrema en la región Puno. Además de ser un tema transversal el cambio climático y es de gran



preocupación, que está directamente vinculado a la actividad humana.

En las últimas décadas la variación del clima ha traído como consecuencia diversos eventos meteorológicos inusuales a nivel mundial como son los eventos en Chile, Japón y países europeos, así como la intensificación de los fenómenos del Niño y la Niña en el Perú que ocasionaron miles de muertes. El Perú por ubicarse debajo la línea del Ecuador y por el movimiento de la tierra de oeste a este, sería uno de los países más afectados por el cambio climático a nivel mundial y en especial la zona sur del país donde se encuentra ubicado la región de Puno. Los efectos del cambio climático estarían trayendo consecuencias en la agricultura de diversos productos andinos en la región debido al cambio climático que afecta especialmente a las variables de temperatura y precipitación pluvial, así como lo demuestra la investigación realizada por Laurente & Mamani (2020) encontraron similares resultados en la producción de quinua, señalan que el cultivo de la quinua se vería afectado en la producción para las próximas décadas especialmente en el uso de tierras y el recurso hídrico, ya que, por causa del cambio climático, la producción de la quinua se vería afectado.

Asimismo, Benique (2019) coincide con los resultados encontrados en este estudio, al sostener que el efecto de las variables climáticas sobre la producción de cañihua en la región de Puno, estaría incrementando las sequías y las temperaturas mínimas en la región y ello afecta negativamente a la producción del cultivo de la región para las próximas décadas. Así, en la presente década toma especial relevancia el estudio de las variables climáticas y su impacto en los diversos productos agrícolas en la región. En este sentido, es de mucha importancia tomar medidas de seguridad alimentaria y económica en la región Puno para la adaptación con la finalidad de mitigar pérdidas económicas y de este modo proteger a los agricultores en la región debido que la



agricultura representa la actividad económica más importante en la región y mantiene una importancia social pues es el sustento de miles de familias.

A la fecha, diversas instituciones en la región de Puno se ven parcialmente interesadas en generar iniciativas de adaptación y mitigación del cambio climático, entre ellas se encuentra el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) y el Gobierno Regional de Puno (GRP). En este sentido, el Ministerio de Agricultura y Riego a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en 2018 han realizado conjuntamente el lanzamiento oficial de tres proyectos de investigación para contrarrestar los efectos del cambio climático en el sector agropecuario altoandino financiados por el INIA en alianza estratégica con la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y la Universidad del Pacífico (UP), con el objetivo de desarrollar alternativas tecnológicas que disminuyan los riesgos de las alteraciones del equilibrio medioambiental en los camélidos (INIA, 2018). Por su parte, el Gobierno Regional de Puno ha formulado un plan regional de cambio climático para el período 2016-2021 como un instrumento de gestión y política pública de intervención del Estado para responder a la necesidad y urgencia de generar respuesta ante los problemas actuales y futuros que se relacionan con los daños e impactos que viene provocando la alteración de la variabilidad climática regional. Sin embargo, estos intentos de investigación o medidas de mitigación formuladas por las autoridades a nivel regional son insuficientes, dado que, estos intentos han sido diseñados sin participación de la producción de la población organizada, lo cual indica, que dichas propuestas han sido elaboradas e impuestas desde el ejecutivo hacía la población, sin considerar las demandas y necesidades más sentidas de la población campesina. (Claverías, 2008). Por lo que es un tema abierto para la generación de propuestas y estudios en el área agrícola y ganadera con proyecciones a futuro de los eventos climáticos y sus efectos en la sociedad.



V. CONCLUSIONES

PRIMERA. Aplicando la estimación de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), los resultados muestran que el modelo que mejor explica los rendimientos de la cebada grano es el modelo 5 debido que tiene un valor del estadístico de Akaike (AIC) de 13.5147 y del estadístico de Schwartz (SC) de 13.6294 que son los valores mínimos de los modelos estimados. Además, las variables explicativas consideradas son estadísticamente significativas, donde el efecto de la temperatura máxima con un valor de 177.73 es significativa al 1%, debido que su valor de probabilidad es menor a valor ($P=0.000<0.01$). Según estos resultados de la estimación para el rendimiento de la cebada grano en la región de Puno se puede afirmar que las variables climáticas temperatura máxima y temperatura mínima explican el rendimiento de la cebada grano en un 30.52%.

SEGUNDA. Para el caso de la producción de la cebada grano, de las estimaciones se encontró que el modelo 5 es el más adecuado debido que tiene un valor del estadístico de Akaike (AIC) de 20.3211 y del estadístico de Schwartz (SC) de 20.4741 que es un valor mínimo de los modelos estimados. Como variables explicativas consideras: temperatura máxima/mínima, precipitación pluvial y precipitación pluvial al cuadrado, estos determinantes resultaron estadísticamente significativas al $P=0.000<0.05$). Según estos resultados de la estimación para la producción de la cebada grano en la región de Puno, se afirma que las variables climáticas temperatura máxima/mínima, precipitación pluvial y precipitación pluvial al cuadrado ($Ppvl^2$) explican la producción de la cebada grano en un 46.97%.

TERCERA. La relación entre cambio climático y la pobreza/ pobreza extrema es positiva y estadísticamente significativa, es decir, a mayor incidencia del cambio climático, mayor es el riesgo de caer en la pobreza y pobreza extrema, debido a las pérdidas de cosechas



por años consecutivos en la región. Como consecuencia se mantiene los niveles de pobreza y sobrevivencia en los sectores con mayor extensión de producción de cebada grano en la región.



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Es necesario establecer una comunicación efectiva y sostenida entre la población campesina y las autoridades encargadas para la instalación e implementación del servicio de investigación y desarrollo tecnológico en la región de Puno, que contribuya con la resiliencia y adaptabilidad de los productos agrícolas ante los impactos del cambio climático.

SEGUNDA: El Gobierno Regional de Puno y el Ministerio de Agricultura (MINAGRI) deben promover capacitaciones de mejoramiento de las capacidades técnicas a los productores agropecuarios para la gestión del cambio climático en diversas provincias y distritos de la región de Puno para evitar futuras consecuencias.

TERCERA: Es necesario incentivar las buenas prácticas de adaptabilidad a los efectos por el cambio climático en sectores productivos vulnerables (agricultura, ganadería y acuicultura) mediante capacitaciones a los productores agrícolas y ganaderos de la región Puno con la finalidad de mitigar los efectos del cambio climático. Además, se debe incentivar al uso de nuevas técnicas de producción de granos que permita una resistencia en los cultivos a la variación de las temperaturas, la precipitación y las heladas en la región.

CUARTA: A los investigadores recomendamos profundizar desde un enfoque sociológico sobre el cambio climático y sus efectos en la vida social del hombre. Tema que no ha sido posible tratar en esta investigación a mayor profundidad.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Artiga, S., Menjivar, A., & Aquino, K. (2010). *Causas y Efectos del Cambio Climatico Generados por el Sistema de Produccion Industrial actual; los esfuerzos de la comunidad internacional para cntrarrestarlo y los compromisos adquiridos por los paises dearrollados como principales contaminadores, Perú*. Universidad de El Salvador.
- Astronomía. (2017). *Elementos del clima: temperatura, humedad, presión*.
- Bajaña, M. (2003). *Estudio para mejorar las mediciones y proyecciones del cambio climático*. Universidad de Guayaquil.
- BBC. (2019). *Cambio climático: el hielo de Groenlandia enfrenta “la pena de muerte.”*
- BCN. (2019). *Los efectos del cambio climático en la reducción de glaciares en China y Nueva Zelandia - Programa Asia Pacifico*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Belizario, G. (2015). Efectos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 17(1), 47–52.
- Benique, E. (2019). Impacto del cambio climático en el rendimiento de la producción de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) en la Región - Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(2), 100–110. <https://doi.org/10.18271/ria.2019.454>
- Boltvinik, J., & Mann, S. A. (1369). *POBREZA Y PERSISTENCIA CAMPESINA EN EL SIGLO XXI*. 448.
- Carrasco, F. (2016). Efectos del Cambio Climático en la Producción y Rendimiento de la Quinoa en el Distrito de Juli, Período 1997-2014. *Comuni@cción*.
- Cerda, J., Valdivia, G., Valenzuela, T., & Venegas, J. (2008). Cambio climático y enfermedades infecciosas. Un nuevo escenario epidemiológico. *Revista Chilena de*



- Infectologia*, 25(6), 447–452. <https://doi.org/10.4067/s0716-10182008000600006>
- CEREM. (2018). *El cambio climático puede intensificar los fenómenos meteorológicos*.
- Claverías, R. (2008). *Título : Cultura y superación de la pobreza de los pueblos rurales en el Perú*.
- Clemente, J., & Dipas, E. (2016). *Efectos del Cambio Climático sobre la tasa de crecimiento de la Producción de Papa en el Valle del Mantaro: 2000-2014*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- EcuRed. (2018). *Producción agrícola*.
- Fernández-Reyes, R., & Rodrigo-Cano, D. (2018). Ciencia y Divulgación sobre la sexta extinción masiva de biodiversidad , ¿es realmente el cambio climático el principal responsable? *Comunicación y Pensamiento*.
- Galindo, L., Samaniego, J., Alatorre, J., Carbonell, J., Reyes, O., & Sánchez, L. (2015). *Ocho tesis sobre cambio climático y el desarrollo sostenible en América Latina*.
- Hernández-Sampieri. (2014). *Metodología de la Investigación* (6° Edición). McGraw-Hill.
- INEI. (2018). *Características de la Población*.
- INIA. (2018). *Proyectos de investigación sobre efectos del cambio climático en el sector pecuario altoandino*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- IPCC. (2014). *CAMBIO CLIMÁTICO 2014 Informe de síntesis*. 176.
- Laurente, L., & Mamani, A. (2020). Modeling of quinoa production applying ARIMA in Puno-Peru. *Fides Et Ratio*, 19(1), 205–230.
- MINAGRI. (2019). *Ministerio de Agricultura - Modulo de Consulta a la Base de Datos de la DGIA*.
- Naciones Unidas. (2010a). *Indicadores de pobreza y pobreza extrema utilizadas para el monitoreo de los ODM en América Latina*. 2004–2006.



- Naciones Unidas. (2010b). *Indicadores de pobreza y pobreza extrema utilizadas para el monitoreo de los ODM en América Latina*. 3.
- OIT. (1995). *SUPERAR LA POBREZA MEDIANTE EL TRABAJO*.
- Olivo, M., & Soto, A. (2012). Impactos potenciales de los cambios climáticos. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 16(62), 12–22.
- ONU. (2020). *El agua, parte del problema, pero también de la solución ante el cambio climático*.
- Oroccollo, R. (2015). *Efectos de Cambio Climático en la Producción del Cultivo de Quinoa en la Zona Alta del Distrito de Ilave-El Collao*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Pardo, M. (2007a). *Efectos del cambio climático en los indicadores sociales: pobreza y pobreza extrema*.
- Pardo, M. (2007b). *El impacto social del Cambio Climático*. 22–35.
- Parnesan, C., Root, T., & Willig, M. (2000). Impacts of Extreme Weather and Climate on Terrestrial Biota. *Bulletin of Ther American Meteorological Society*, 81(3).
[https://doi.org/10.1175/1520-0477\(2000\)081<0443](https://doi.org/10.1175/1520-0477(2000)081<0443)
- PNUMA. (1992). *Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*.
- Prezi. (2017). *Precipitación pluvial*.
- PUCP. (2018). *¿En qué consiste el cambio climático? - Clima de cambios PUCP*.
- Rendimientos. (2000). *Los rendimientos y la productividad en la agricultura*.
- Roberts, S., & Wolfram, M. J. (2008). *Estimating the Impact of Climate Change on Crop Yields: The Importance of Nonlinear Temperature Effects* (NBER Working Paper Series).
- Rodríguez, J., González, C., Gourджи, S., Mason-D'croz, D., Obando-Bonilla, D., Mesa-Diez, J., & Prager, S. (2016). Socio-economic impacts of climate change in latin



- america and the caribbean: 2020-2045. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 13(78), 11–34. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-78.iscc>
- Sanabria, J., Marengo, J., & Valverde, M. (2009). Escenarios de Cambio Climático con modelos regionales sobre el Altiplano Peruano (Departamento de Puno). *Revista Peruana Geo-Atmosférica*, 149(1), 134–149.
- SENAMHI. (2019). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - Datos históricos*.
- Seo, S. N., Mendelsohn, R., & Munasinghe, M. (2005). Climate change and agriculture in Sri Lanka: a Ricardian valuation. *Environment and Development Economics*, 10, 581–596. <https://doi.org/10.1017/S1355770X05002044>
- Sosa, M. (2015). *Impacto del Cambio Climático en el Rendimiento del Trigo, la Cebada y el Maíz Amiláceo para la Región La Libertad, Período 1970-2010*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Torres, L. (2010). *Análisis económico del cambio climático en la agricultura de la región Piura- Perú. Caso: principales productos agroexportables*.
- Valverde, A. (2014). *Cambia el clima, no cambia el Estado: El diseño de la política de adaptación al cambio climático en el Perú*.
- Vargas, P. (2009). *El Cambio Climático y sus Efectos en el Perú*.
- Vergara, K. (2011). Variabilidad Climática, Percepción Ambiental y Estrategias de Adaptación de la Comunidad Campesina de Conchucos, Ancash. In *14 Noviembre*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Walther, G. R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J. C., Fromentin, J. M., Hoegh-Guldberg, O., & Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416(6879), 389–395. <https://doi.org/10.1038/416389a>



WHO. (2018). *Cambio climático y salud*.

Yábar, A. (2005). CAMBIO CLIMÁTICO: PLANTEAMIENTOS Y ANÁLISIS DESDE
UNA PERSPECTIVA MULTIDISCIPLINAR. *Encuentros Multidisciplinares*, 20,
8.



ANEXOS



ANEXO N° 1. Datos utilizados para la investigación

A ÑOS	PCEBA DAG	RCEBA DAG	TM IN	TM AX	PPVL
19			-	14.8	793.96
65	14300	1100	0.10442	7764	480
19			0.32	15.3	690.44
66	10680	890	530	5830	293
19			0.60	14.6	849.71
67	11205	830	611	6244	679
19			0.19	14.2	899.14
68	4500	500	742	9430	220
19			0.55	15.6	707.36
69	6005	450	755	1989	537
19			0.56	14.9	844.37
70	5861	372	691	2932	561
19			-	14.5	847.84
71	6188	376	0.36824	4681	100
19			0.33	14.8	852.73
72	10558	542	518	2539	009
19			1.29	14.8	977.56
73	11987	620	603	8205	960
19			0.54	14.1	936.40
74	10736	547	556	7773	897
19			0.33	14.1	1031.2
75	10784	621	827	4199	9035
19			-	14.3	832.92
76	10832	621	0.04991	8033	963
19			0.44	15.1	892.96
77	10141	621	064	1838	360
19			0.28	14.8	1079.6
78	9031	611	187	2129	5207
19			1.19	14.7	1049.6
79	9661	621	351	9633	1824



19			0.81	15.0	914.25
80	11133	692	946	9059	045
19			0.27	14.5	998.18
81	11267	621	230	7161	917
19			0.25	14.4	918.83
82	12506	701	532	3718	852
19			0.32	15.7	807.60
83	5877	547	378	4848	520
19			1.32	14.5	1451.5
84	11299	734	224	3466	7922
19			1.45	14.2	1316.1
85	20072	973	448	0789	5385
19			0.23	14.4	1032.6
86	12585	763	420	4422	6789
19			0.54	15.6	793.00
87	11906	730	639	8520	611
19			0.62	15.5	924.97
88	19044	930	832	4329	711
19			0.53	15.0	846.36
89	15469	953	200	0676	769
19			0.94	14.8	893.38
90	3340	502	831	2252	407
19			0.50	15.0	902.39
91	15724	876	923	2678	721
19			-	15.1	650.16
92	5150	506	0.34874	4698	129
19			0.71	14.7	916.84
93	15730	865	942	0336	528
19			0.52	15.0	862.84
94	19802	903	964	6917	650
19			0.36	15.7	712.25
95	16478	798	228	4666	755
19			0.70	15.0	847.83
96	16965	883	073	3296	810
19			0.78	14.8	1039.0
97	18102	886	938	0082	6140



19			1.13	16.7	701.77
98	22337	1001	142	1315	664
19			0.99	14.8	936.29
99	21665	1019	079	2671	695
20			0.63	14.9	853.93
00	23341	1033	825	9164	620
20			1.22	14.7	1073.8
01	19723	996	992	5153	8925
20			1.82	14.6	1064.1
02	27597	1176	209	7389	4440
20			0.64	15.2	921.55
03	26386	1127	681	3342	931
20			0.63	15.1	843.96
04	24717	1026	184	6998	307
20			0.25	15.5	835.20
05	27976	1125	348	9255	380
20			0.74	15.3	870.14
06	28462	1140	962	8093	645
20			1.28	15.6	863.97
07	29706	1162	057	9769	662
20			-	15.6	814.51
08	23111	987	0.19607	2137	313
20			0.28	15.9	806.42
09	29149	1116	812	0332	155
20			0.51	16.7	811.85
10	30018	1176	586	0129	429
20			0.55	15.5	939.29
11	27839	1117	146	9282	723
20			0.50	15.2	1046.0
12	24455	1017	968	3623	1999
20			0.79	15.6	849.35
13	26958	1017	763	9574	765
20			1.31	15.9	866.19
14	29948	1116	638	3307	389



ANEXO N° 2. Modelos

Producción de cebada grano

Dependent Variable: PCEBADAG
Method: Least Squares
Date: 11/22/19 Time: 11:43
Sample: 1965 2014
Included observations: 50

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
	-		-	0.845
C	97792.74	499080.9	0.195946	5
	8129.6			0.901
TMAX	46	65292.21	0.124512	4
	-		-	0.986
TMAX^2	36.63807	2133.487	0.017173	4
	0.2593			16566
R-squared	54	Mean dependent var		.12
	0.2278			8013.
Adjusted R-squared	37	S.D. dependent var		480
	7041.6			20.61
S.E. of regression	68	Akaike info criterion		520
	2.33E+			20.72
Sum squared resid	09	Schwarz criterion		992
	-			20.65
Log likelihood	512.3801	Hannan-Quinn criter.		889
	8.2290			0.939
F-statistic	67	Durbin-Watson stat		213
	0.0008			
Prob(F-statistic)	63			

Dependent Variable: PCEBADAG
Method: Least Squares
Date: 11/22/19 Time: 11:45
Sample: 1965 2014
Included observations: 50

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
	12717.	1975.00	6.43930	0.000
C	65	3	6	0
	7296.2	5360.52	1.36111	0.180
TMIN	94	2	6	0
	-	3615.65	-	0.801
TMIN^2	916.1875	8	0.253394	1
	0.1225			1656
R-squared	91	Mean dependent var		6.12



	0.0852		8013.
Adjusted R-squared	54	S.D. dependent var	480
	7664.2		20.78
S.E. of regression	81	Akaike info criterion	465
	2.76E+		20.89
Sum squared resid	09	Schwarz criterion	938
	-		20.82
Log likelihood	516.6163	Hannan-Quinn criter.	834
	3.2833		0.393
F-statistic	91	Durbin-Watson stat	826
	0.0462		
Prob(F-statistic)	65		

Dependent Variable: PCEBADAG
Method: Least Squares
Date: 11/22/19 Time: 11:46
Sample: 1965 2014
Included observations: 50

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
	-	30452.0	-	0.641
C	14266.78	3	0.468500	6
	62.404	61.0260	1.02259	0.311
PPVL1	67	1	1	7
	-	0.03003	-	0.314
PPVL1^2	0.030560	8	1.017371	2

	0.0217		1656
R-squared	82	Mean dependent var	6.12
	-		8013.
Adjusted R-squared	0.019845	S.D. dependent var	480
	8092.6		20.89
S.E. of regression	02	Akaike info criterion	341
	3.08E+		21.00
Sum squared resid	09	Schwarz criterion	813
	-		20.93
Log likelihood	519.3353	Hannan-Quinn criter.	710
	0.5232		0.365
F-statistic	65	Durbin-Watson stat	772
	0.5959		
Prob(F-statistic)	94		

Dependent Variable: PCEBADAG
Method: Least Squares
Date: 11/23/19 Time: 10:46
Sample: 1965 2014
Included observations: 50



Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
	-	440615.	-	0.397
C	376839.4	0	0.855258	1
	29048.	57342.3	0.50657	0.615
TMAX	14	8	4	0
	-	1867.66	-	0.753
TMAX^2	589.2009	8	0.315474	9
	-	4753.81	-	0.487
TMIN	3332.835	6	0.701086	0
	4265.6	3041.03	1.40268	0.167
TMIN^2	01	2	2	9
	164.62	51.4939	3.19695	0.002
PPVL1	40	5	8	6
	-	0.02440	-	0.005
PPVL1^2	0.071521	5	2.930639	4
R-squared	0.5050			1656
	13	Mean dependent var		6.12
Adjusted R-squared	0.4359			8013.
	45	S.D. dependent var		480
S.E. of regression	6018.4			20.37
	10	Akaike info criterion		221
Sum squared resid	1.56E+			20.63
	09	Schwarz criterion		989
Log likelihood	-			20.47
	502.3053	Hannan-Quinn criter.		415
F-statistic	7.3118			1.129
	38	Durbin-Watson stat		451
Prob(F-statistic)	0.0000			
	20			

Dependent Variable: PCEBADAG
Method: Least Squares
Date: 11/22/19 Time: 11:51
Sample: 1965 2014
Included observations: 50

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
	-	42797.8	-	0.000
C	240564.7	1	5.620959	0
	11265.	1807.25	6.23333	0.000
TMAX	24	8	3	0
	-	0.02302	-	0.007
PPVL1^2	0.064951	6	2.820767	0
	156.46	47.8588	3.26923	0.002
PPVL1	20	7	6	0
R-squared	0.4697			1656
	03	Mean dependent var		6.12



	0.4351		8013.
Adjusted R-squared	18	S.D. dependent var	480
	6022.8		20.32
S.E. of regression	20	Akaike info criterion	112
	1.67E		20.47
Sum squared resid	+09	Schwarz criterion	408
	-		20.37
Log likelihood	504.0279	Hannan-Quinn criter.	937
	13.581		1.017
F-statistic	29	Durbin-Watson stat	647
	0.0000		
Prob(F-statistic)	02		

Rendimiento de cebada grano

Dependent Variable: RCEBADAG
Method: Least Squares
Date: 11/22/19 Time: 11:27
Sample: 1965 2014
Included observations: 50

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
	-	15334.3	-	0.613
C	7804.701	9	0.508967	2
	951.66	2006.12	0.47438	0.637
TMAX	69	1	2	4
	-	65.5519	-	0.703
TMAX^2	25.11075	5	0.383066	4
	0.2046			830.7
R-squared	21	Mean dependent var		200
	0.1707			237.5
Adjusted R-squared	75	S.D. dependent var		938
	216.35			13.64
S.E. of regression	71	Akaike info criterion		986
	220008			13.76
Sum squared resid	9.	Schwarz criterion		458
	-			13.69
Log likelihood	338.2466	Hannan-Quinn criter.		355
	6.0456			0.910
F-statistic	70	Durbin-Watson stat		402
	0.0046			
Prob(F-statistic)	08			



Dependent Variable: RCEBADAG
Method: Least Squares
Date: 11/22/19 Time: 11:29
Sample: 1965 2014
Included observations: 50

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	719.4803	58.74734	12.24703	0.0000
TMIN	210.0537	159.4511	1.317355	0.1941
TMIN^2	-25.58703	107.5494	-0.237910	0.8130
R-squared	0.116889	Mean dependent var		830.7200
Adjusted R-squared	0.079309	S.D. dependent var		237.5938
S.E. of regression	227.9775	Akaike info criterion		13.75450
Sum squared resid	244276.6	Schwarz criterion		13.86922
Log likelihood	-340.8624	Hannan-Quinn criter.		13.79818
F-statistic	3.110460	Durbin-Watson stat		0.451740
Prob(F-statistic)	0.053872			

Dependent Variable: RCEBADAG
Method: Least Squares
Date: 11/22/19 Time: 11:31
Sample: 1965 2014
Included observations: 50

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	349.9468	910.1699	0.384485	0.7024
PPVL1	0.953397	1.823984	0.522700	0.6036
PPVL1^2	-0.000455	0.000898	-0.507108	0.6144
R-squared	0.005923	Mean dependent var		830.7200
Adjusted R-squared	-0.036379	S.D. dependent var		237.5938
S.E. of regression	241.8769	Akaike info criterion		13.87286



	274970		13.98
Sum squared resid	8.	Schwarz criterion	758
	-		13.91
Log likelihood	343.8215	Hannan-Quinn criter.	655
	0.1400		0.413
F-statistic	09	Durbin-Watson stat	578
	0.8697		
Prob(F-statistic)	12		

Dependent Variable: RCEBADAG
Method: Least Squares
Date: 11/22/19 Time: 11:33
Sample: 1965 2014
Included observations: 50

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
	-	14578.3	-	0.297
C	15371.39	5	1.054398	6
	1609.4	1897.25	0.84830	0.401
TMAX	45	2	3	0
	-	61.7943	-	0.483
TMAX^2	43.63543	8	0.706139	9
	-	157.286	-	0.793
TMIN	41.42311	5	0.263361	5
	96.972	100.616	0.96378	0.340
TMIN^2	84	7	4	5
	3.3331	1.70374	1.95638	0.056
PPVL1	84	8	3	9
	-	0.00080	-	0.088
PPVL1^2	0.001408	7	1.743764	3

	0.3835		830.7
R-squared	98	Mean dependent var	200
	0.2975		237.5
Adjusted R-squared	88	S.D. dependent var	938
	199.12		13.55
S.E. of regression	74	Akaike info criterion	494
	170502		13.82
Sum squared resid	4.	Schwarz criterion	263
	-		13.65
Log likelihood	331.8736	Hannan-Quinn criter.	688
	4.4599		0.902
F-statistic	44	Durbin-Watson stat	049
	0.0013		
Prob(F-statistic)	61		

Dependent Variable: RCEBADAG
Method: Least Squares
Date: 11/22/19 Time: 11:38



Sample: 1965 2014
Included observations: 50

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
	-	749.497	-	0.012
C	1951.661	9	2.603958	3
	177.73	49.6611	3.57888	0.000
TMAX	13	4	0	8
	166.23	62.9658	2.64005	0.011
TMIN	36	6	9	2
R-squared	0.3051			830.7
Adjusted R-squared	0.2756	Mean dependent var		200
S.E. of regression	202.21	S.D. dependent var		938
Sum squared resid	2.	Akaike info criterion		470
Log likelihood	334.8675	Schwarz criterion		13.62
F-statistic	10.321	Hannan-Quinn criter.		839
Prob(F-statistic)	0.0001	Durbin-Watson stat		0.978
	58			038
	92			



ANEXO N° 3. Correlograma

Modelo 5 de producción de cebada grano

Date: 11/23/19 Time: 10:51

Sample: 1965 2014

Included observations: 50

Autocorrelati on	Partial Correlation	C	PAC	Q -Stat	Prob	
. ***	. ***	.481	.481	.279	.000	
. **	. *	.352	.157	.985	.000	
. ***	. **	.386	.224	.213	.000	
. **	. *	.344	.098	.894	.000	
. **	. .	.252	0.005	.572	.000	
. **	. .	.228	.020	.635	.000	
. **	. *	.301	.142	.123	.000	
. **	. .	.262	.037	.362	.000	
. **	. *	.314	.157	.629	.000	
. **	. .	0	.294	.260	.000	
. **	. .	1	.216	0.057	.360	.000
. .	** .	2	.014	0.292	.374	.000
. .	* .	3	.012	0.105	.384	.000
. .	* .	4	0.008	0.103	.389	.000
. .	. .	5	0.047	0.015	.552	.000
** .	*** .	6	0.259	0.362	.674	.000
* .	. *	7	0.088	.104	.277	.000
. .	. .	8	0.028	0.008	.342	.000
* .	. .	9	0.125	.007	.650	.000
. .	. *	0	0.019	.192	.683	.000
* .	* .	1	0.172	0.141	.331	.000
** .	. .	2	0.227	0.051	.104	.000
** .	. .	3	0.280	0.035	.638	.000
** .	. .	4	0.242	0.028	.501	.000



Modelo 5 de rendimiento de cebada grano

Date: 11/23/19 Time: 10:51

Sample: 1965 2014

Included observations: 50

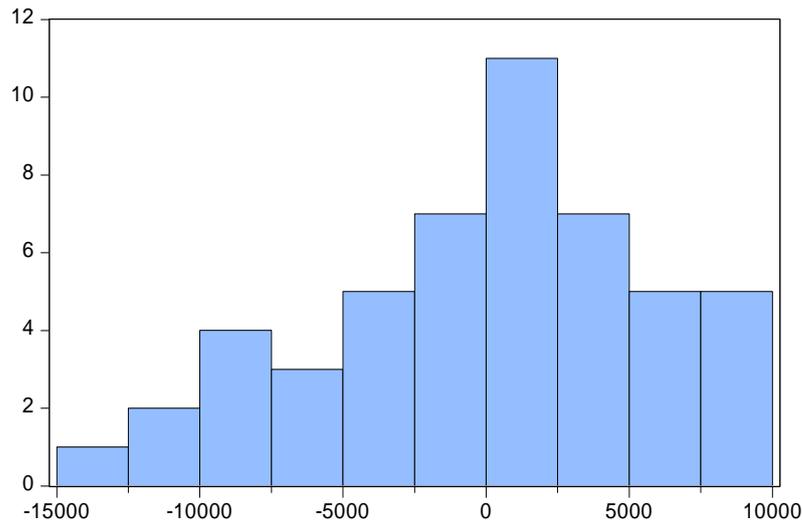
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		0	0	11	0
. ***	. ***	.464	.464	.422	.001
		0	0	18	0
. ***	. *	.354	.177	.208	.000
		0	0	27	0
. ***	. **	.403	.244	.177	.000
		0	-	30	0
. **	. .	.234	0.063	.283	.000
		0	-	31	0
. *	. .	.139	0.063	.397	.000
		0	0	33	0
. *	. *	.197	.082	.698	.000
		0	0	35	0
. *	. .	.170	.058	.445	.000
		0	0	37	0
. *	. *	.186	.107	.598	.000
		0	0	40	0
. *	. .	.200	.038	.134	.000
		0	0	42	0
. *	. .	0	.172	.001	.000
		0	0	44	0
. *	. .	1	.185	.042	.353
		0	-	44	0
. .	** .	2	.016	0.209	.370
		-	-	44	0
. .	. .	3	0.014	0.059	.384
		0	0	44	0
. .	. .	4	.023	.019	.423
		0	0	44	0
. .	. .	5	.006	.068	.425
		-	-	46	0
* .	** .	6	0.156	0.214	.285
		-	0	46	0
. .	. *	7	0.010	.074	.292
		-	-	46	0
. .	. .	8	0.042	0.055	.432
		-	0	46	0
* .	. .	9	0.071	.043	.854
		-	0	46	0
. .	. .	0	0.013	.022	.867
		-	0	46	0
. .	. .	1	0.021	.001	.906
		-	-	48	0
* .	* .	2	0.148	0.146	.938



. * .		. .		3	0.096	.032	.835	.001
							50	0
. * .		. .		4	0.104	0.030	.915	.001

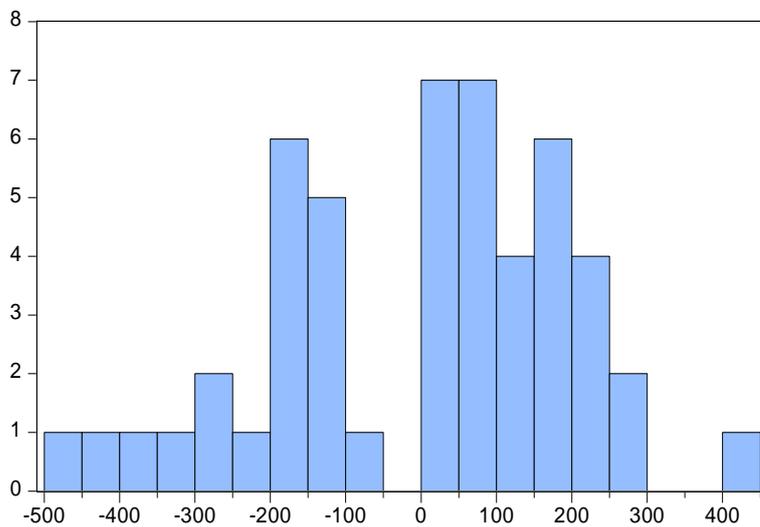
ANEXO N° 4. Prueba de normalidad

Modelo 5 de producción de cebada grano



Series: Residuals	
Sample 1965 2014	
Observations 50	
Mean	-3.43e-11
Median	900.1516
Maximum	9909.955
Minimum	-14965.11
Std. Dev.	5835.536
Skewness	-0.411247
Kurtosis	2.577212
Jarque-Bera	1.781763
Probability	0.410294

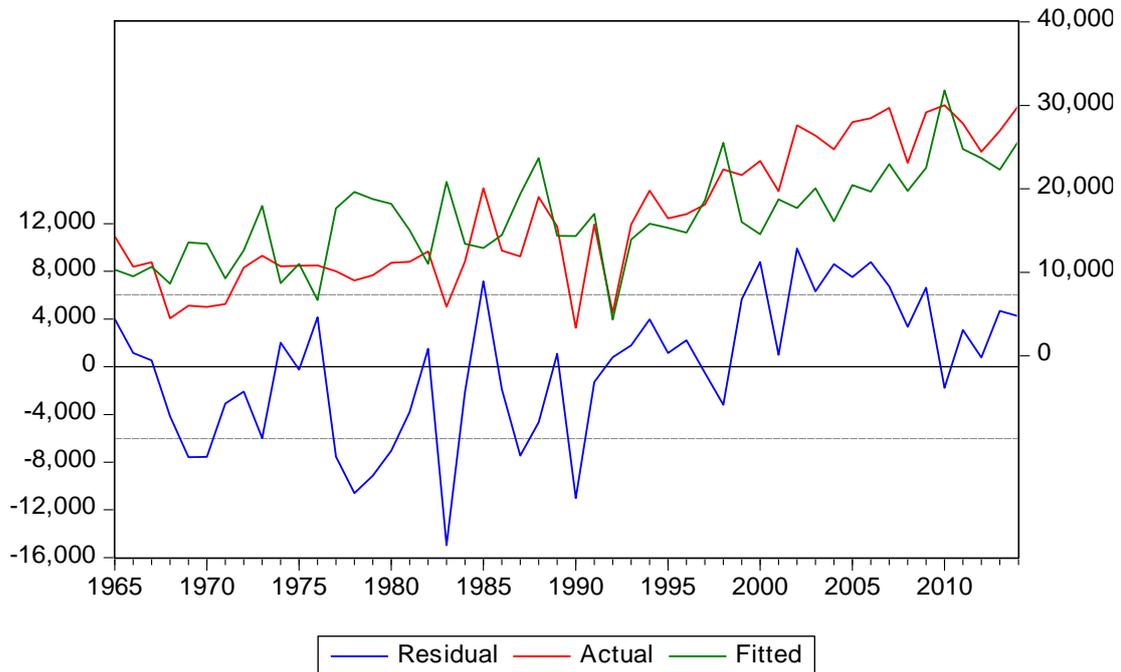
Modelo 5 de rendimiento de cebada grano



Series: Residuals	
Sample 1965 2014	
Observations 50	
Mean	1.49e-13
Median	46.39779
Maximum	424.7984
Minimum	-467.1659
Std. Dev.	198.0488
Skewness	-0.421708
Kurtosis	2.559906
Jarque-Bera	1.885483
Probability	0.389558

ANEXO N° 5. Gráfica de errores

Modelo 5 de producción de cebada grano



Modelo 5 de rendimiento de cebada grano

