

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Escuela Profesional de Agronomía**



**TESIS**

“El Impacto del Cambio Climático en la Producción de Papa (*Solanum Sp*) en el Distrito Challhuahuacho - Cotabambas – Apurímac.”

Presentado por:

**YÉSSICA BALLÓN ASTOQUILCA.**

Para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Abancay – Apurímac -Perú**

**2023**

**Tesis:**

---

“El Impacto del Cambio Climático en la Producción de Papa (*Solanum Sp*) en el  
Distrito Challhuahuacho - Cotabambas – Apurímac”

---

**Línea de investigación:**

Agricultura y Ambiente

**Asesor:**

M. Sc. Juan Alarcón Camacho



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**“EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA  
(SOLANUM SP) EN EL DISTRITO CHALLHUAHUACHO - COTABAMBAS –  
APURÍMAC.”**

Presentado por **Bach. YÉSSICA BALLÓN ASTOQUILCA**, para optar el Título  
Profesional de: **Ingeniero Agrónomo**

Sustentado y aprobado el 28 de febrero de 2023

**Presidente** : Mg. Braulio Pérez Campana  
**Primer Miembro** : Ing. Rosa Eufemia Marrufo Montoya  
**Segundo Miembro** : Ing. Jorge Luis Vilchez Casas  
**Asesor** : M. Sc. Juan Alarcón Camacho

## **DEDICATORIA**

Al tesoro más preciado mi madrecita querida Nicolasa Astoquilca Camacho, que sin su motivación no sería posible lograr mis anhelos y propósitos, por su gran fortaleza, perseverancia, por ser parte de mi vida, por su labor abnegada en mi desarrollo personal y profesional, por guiarme con amor y paciencia por la vida.

Dedicó a mis hermanas Rosmery, Carmen Rosa, Yasmina y Edwin, por las memorias inolvidables que compartimos y por estar siempre presentes cuando les necesito.

A mi padre Justino Ballón Pinares es el padre grandioso que siempre está pendiente para guiarme y orientarme por el sendero de la vida.

**YESSICA**

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias, Gracias, Gracias a ti Dios todo Poderoso por tu maravillosa creación perfecta, por dotarme de inteligencia y salud.

Agradezco a la Universidad Tecnológica de los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Agronomía por permitir formar la familia Uteína y cumplir mi sueño anhelado.

Mi eterno agradecimiento y sentimiento de gratitud a mi asesor a M. Sc. Juan ALARCÓN CAMACHO por orientarme y guiarme en la formulación del proyecto de tesis, de igual manera, a Dr. Francisco MEDINA RAYA, Ing. Jaher Alejandro MENACHO MORALES, Mg. Braulio PÉREZ CAMPANA, Dr. Ely Jesús ACOSTA VALER e Ing. Jorge Alberto CORONA SOTAYA quienes, son parte de mi formación profesional que, con ahínco, con carisma e inteligencia imparten sus conocimientos y experiencias.

Agradezco Sr. Manuel Campos Céspedes y Sra. Josefina Trujillo Sayago, que me abrieron la puerta de sus corazones, quienes inculcaron el valor de la perseverancia, luchar por mis sueños y metas, sin cesar ante cualquier obstáculo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>PORTADA</b> .....	i
<b>POSTPORTADA</b> .....	ii
<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	
PÁGINAS DE JURADOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
ACRÓNIMOS .....	xv
<b>RESUMEN</b> .....	xvi
<b>ABSTRACT</b> .....	xvii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xviii

## CAPITULO I

### PLAN DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	1
1.2. Identificación y Formulación del Problema.....	4
1.2.1. Problema General .....	4
1.2.2. Problemas Específicos .....	4
1.3. Justificación .....	4
1.4. Objetivos .....	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivos Específicos .....	6

1.5. Delimitación de la Investigación .....	6
1.5.1. Espacial.....	6
1.5.2. Temporal .....	7
1.5.3. Social.....	7
1.5.4. Conceptual .....	7
1.5.5. Viabilidad de la Investigación .....	8
1.5.6. Limitación de la Investigación.....	9

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRCIO**

2.1. Antecedentes de la Investigación .....	10
2.1.1. A Nivel Internacional.....	10
2.1.2. A Nivel Nacional .....	12
2.1.3. A Nivel Regional y Local.....	14
2.2. Bases Teóricas .....	16
2.2.1. EL Cambio Climático .....	16
2.2.2. Impacto del Cambio Climático en la Agricultura en el Perú.....	21
2.2.3. Impacto del Cambio Climático en el Cultivo de Papa .....	22
2.2.4. Condiciones Edafoclimáticos del Cultivo de Papa.....	23
2.2.5. Etapas Fenológicas de la Papa .....	24
2.2.6. Producción de Papa .....	26
2.3. Marco Conceptual.....	28
2.3.1. Clima .....	28
2.3.2. Elementos de la producción agrícola.....	28
2.3.3. Elementos del clima .....	28

2.3.4. Factores climáticos.....	29
2.3.5. Impacto del cambio climático .....	29
2.3.6. Indicadores climáticos .....	29
2.3.7. Precipitación.....	29
2.3.8. Producción .....	30
2.3.9. Factores de producción.....	30
2.3.10. Producción agrícola.....	31
2.3.11. Temperatura máxima .....	31
2.3.12. Temperatura media .....	31
2.3.13. Temperatura mínima.....	31
2.3.14. Tiempo .....	32

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

3.1. Hipótesis .....	33
3.1.1. Hipótesis General.....	33
3.1.2. Hipótesis Específico .....	33
3.2. Método.....	33
3.3. Tipo de investigación .....	34
3.4. Nivel o alcance de investigación .....	34
3.5. Diseño de investigación .....	34
3.6. Operacionalización de variables .....	35
3.7. Población, muestra y muestreo.....	35
3.8. Técnicas e instrumentos .....	36
3.8.1. Técnicas .....	36



3.8.2. Instrumentos.....	36
3.9. Consideraciones éticas.....	37
3.10. Procesamiento estadístico.....	37
3.10.1. Para la determinación de la variación de la temperatura y precipitación en la producción de papa .....	37
3.10.2. Para la determinación de la relación de la precipitación, temperatura y la producción de papa .....	38

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Resultados.....	40
4.1.1. Comportamiento de la producción de papa, precipitación y temperatura (Solanum sp.) en el distrito Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac 40	
4.1.2. Relación de la temperatura, precipitación y la producción de papa (Solanum sp) en el distrito de Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac, periodo 1997 – 2019. ....	110
4.2. Discusión .....	119
CONCLUSIONES.....	121
RECOMENDACIONES .....	122
BIBLIOGRAFÍA .....	123

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Operacionalización de variables .....	35
<b>Tabla 2:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 1997.....	43
<b>Tabla 3:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 1998.....	45
<b>Tabla 4:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 1999.....	48
<b>Tabla 5:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2000.....	52
<b>Tabla 6:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2001.....	55
<b>Tabla 7:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2002.....	58
<b>Tabla 8:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2003.....	61
<b>Tabla 9:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2004.....	64
<b>Tabla 10:</b> Coeficiencia de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2005 .....	67
<b>Tabla 11:</b> Coeficiente de Correlación de Pearson y Nivel de Significancia de la producción de papa, periodo 2006. ....	70
<b>Tabla 12:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2007. ....	73
<b>Tabla 13:</b> Coeficiente de Correlación de Pearson y nivel significancia de la producción de papa, periodo 2008 .....	76
<b>Tabla 14:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2009. ....	79
<b>Tabla 15:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2010 .....	82
<b>Tabla 16:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2011 .....	85

<b>Tabla 17:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2012. ....	88
<b>Tabla 18:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y el nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2013. ....	90
<b>Tabla 19:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2014 .....	94
<b>Tabla 20:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y el nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2015. ....	97
<b>Tabla 21:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2016. ....	100
<b>Tabla 22:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2017 .....	103
<b>Tabla 23:</b> Coeficiente de correlación de Pearson y el nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2018. ....	106
<b>Tabla 24:</b> Coeficiente de Correlación de Pearson y el Nivel de Significancia de la producción de papa, periodo 2019. ....	109
<b>Tabla 25:</b> Coeficiente de correlación de Pearson, Coeficiente de determinación y el nivel de significancia de la producción de papa, periodo 1997 – 2019. ....	118

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Requerimiento de temperatura óptima del cultivo de papa .....	24
<b>Figura 2:</b> Etapa fenológica del cultivo de papa.....	26
<b>Figura 3:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y la temperatura (máxima, media y mínima), periodo 1997 .....	41
<b>Figura 4:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y la temperatura (máxima, media y mínima), periodo 1998. ....	44
<b>Figura 5:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 1999 .....	47
<b>Figura 6:</b> Base de datos de producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2000.....	50
<b>Figura 7:</b> Base de datos de producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2001.....	53
<b>Figura 8:</b> Base de datos de la producción de papa, la precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2002 .....	56
<b>Figura 9:</b> Base de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2003 .....	59
<b>Figura 10:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2004 .....	62
<b>Figura 11:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2005 .....	65
<b>Figura 12:</b> Base de datos de la producción de papa y temperatura (máxima y mínima), periodo 2006 .....	68
<b>Figura 13:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2007 .....	71

<b>Figura 14:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2008 .....	74
<b>Figura 15:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2009 .....	77
<b>Figura 16:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2010 .....	80
<b>Figura 17:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2011 .....	83
<b>Figura 18:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima) periodo 2012 .....	86
<b>Figura 19:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2013 .....	89
<b>Figura 20:</b> Base de datos la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2014 .....	92
<b>Figura 21:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2015 .....	95
<b>Figura 22:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2016 .....	98
<b>Figura 23:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2017 .....	101
<b>Figura 24:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2018 .....	104
<b>Figura 25:</b> Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2019 .....	107

<b>Figura 26:</b> Línea de tendencia (producción de papa – temperatura máxima), 1997 – 2019. ....	110
<b>Figura 27:</b> Línea de tendencia (producción de papa – temperatura media) .....	111
<b>Figura 28:</b> Línea de tendencia (producción de papa – temperatura mínima) 1997 – 2019. ....	112
<b>Figura 29:</b> Línea de tendencia (producción de papa – precipitación) periodo 1997 – 2019. ....	113
<b>Figura 30:</b> Comportamiento de la temperatura máxima, temperatura media y temperatura mínima, durante el periodo 1997 – 2019.....	114
<b>Figura 31:</b> Relación de la temperatura, precipitación y la producción de papa, periodo 1997 – 2019. ....	115

## ACRÓNIMOS

CENAGRO	: Censo Nacional Agropecuario
CMNUCC	: Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura
INDICE	: Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática
IPCC	: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
OMM	: Organización de Meteorología Mundial
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SISAGRI	: Sistemas Agrícolas
DEAI	: Dirección de Estadísticas Agrícolas e Informática
DRA	: Dirección Regional Agraria
CENEPRED	: Centro Nacional de Estimación de Reducción de Riesgos de Desastre.
SIC	: Sistema de Información de Cultivos

## RESUMEN

La investigación tuvo el objetivo de analizar los impactos del cambio climático en la producción de papa (*Solanum sp*) en Distrito Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac del periodo 1997 – 2019, se usaron los registros de la base de datos históricos de los indicadores climáticos (temperatura y precipitación) y la producción agrícola (papa). La investigación tiene un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo-explicativo, el diseño fue no experimental de manera que las variables no se manipularon, fue recopilada en su estado natural lo cual se sistematizó y analizó estadísticamente. Los resultados obtenidos: la tendencia de la producción de papa fue ascendente positivo de manera que la tasa de crecimiento fue 119.03%. La tendencia de la temperatura media se incrementó en 0.17°C, dicha variación fue significativo, es decir que el 72.56% ( $r^2 = 0.7256$ ) de la producción de papa dependió de la variación de la temperatura media.

La tendencia de la precipitación se incrementó en 24.452 mm por cada año, dicha variabilidad fue significativa, lo cual indica, que el 33.36% ( $r^2: 0.3336$ ) de la producción dependió de la precipitación en el transcurso del período de análisis (1997 – 2019). Ante el análisis de la relación de los indicadores climáticos (Temperatura y precipitación) y la producción de papa es muy alta ( $r = 0.862$ ), del mismo modo, ( $p < 0.05$ ) es decir que existió cambios significativos en la producción de papa, es decir, que 74.35% ( $r^2: 0.7435$ ) de la producción de papa dependió de la variabilidad de los indicadores climáticos.

**Palabras clave:** cambio climático; producción de papa; indicadores climáticos, base datos históricos.



## ABSTRACT

The research had the objective of analyzing the impacts of climate change on potato (*Solanum sp*) production in Challhuahuacho District - Cotabambas - Apurimac for the period 1997 - 2019, using historical database records of climate indicators (temperature and precipitation) and agricultural production (potato). The research has a quantitative approach of descriptive-explanatory scope, the design was non-experimental so that the variables were not manipulated, it was collected in its natural state which was systematized and analyzed statistically.

The results obtained: the tendency of potato production was positively ascending so that the growth rate was 119.03%. The trend of mean temperature increased by 0.17°C, this variation was significant, that is, 72.56% ( $r^2 = 0.7256$ ) of potato production depended on the variation of mean temperature.

The trend of precipitation increased by 24.452 mm for each year, such variability was significant, indicating that 33.36% ( $r^2 = 0.3336$ ) of production depended on precipitation during the period of analysis (1997 - 2019). Before the analysis of the relationship of climatic indicators (temperature and precipitation) and potato production is very high ( $r = 0.862$ ), likewise, ( $p < 0.05$ ) that is to say that there were significant changes in potato production, i.e., 74.35% ( $r^2: 0.7435$ ) of potato production depended on the variability of climatic indicators.

**Keywords:** climate change; potato production; climatic indicators, historical data base.

## INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las principales actividades económicas y una de las más vulnerables debido a su sensibilidad a los cambios climáticos, al cultivo de la patata y a factores de producción como: el clima, los factores climáticos, la genética, la aplicación de tecnologías, etc. El cambio climático genera un impacto negativamente en el cultivo de papa, lo cual, por los constantes cambios de temperatura por encima de su requerimiento que causan desbalances y “daños fisiológicos que reducen la producción de tubérculos” (FAO, 2013). La variación en el régimen y distribución de la precipitación donde viene ocasionando fracasos en la cosecha y la reducción de la producción del cultivo especialmente en zonas donde se realizan son bajo secano, donde el cultivo depende las precipitaciones durante su etapa fenológica.

Razones que motiva a realizar esta investigación con la finalidad de analizar los impactos del cambio climático en la producción de papa, si las variaciones de temperatura y precipitación influyeron en la producción durante el periodo de 1997 a 2019. Para el cumplimiento de los objetivos se accedió a la base de datos históricos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y Sistemas Agraria (SISAGRI) de la Dirección de Estadística Agrícola e Informática (DEAI) de la Dirección Regional Agraria Apurímac, se desarrolló una investigación de tipo cuantitativo, de nivel explicativo y el diseño fue no experimental, así mismo, se tomó como muestra la base de datos históricos de la temperatura (máxima y mínima) y la producción de papa.

La investigación contiene IV capítulos:

Capítulo I: Está enfocado a la descripción de la realidad problemática, identificación y formulación del problema, justificación del problema, objetivos,

delimitación de la investigación.

Capítulos II: Está orientado al marco teórico que describe de estudios y/o investigaciones dentro del marco del cambio climático, sus impactos en la agricultura específicamente en la producción de papa. Bases teóricas que hace referencia sobre el cambio climático, causas, indicadores climáticos, condiciones Edafoclimáticas del cultivo de papa, etapas fenológicas de la papa; marco conceptual en la cual se define las palabras claves.

Capítulo III: Trata sobre la metodología de la investigación en la cual describe el planteamiento de hipótesis, el tipo, nivel y diseño de la investigación. También la Operacionalización de variables, utilización de técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Capítulo IV: Describe el procedimiento estadístico para el análisis de la base de datos, interpretación y conclusiones.

Con los resultados obtenidos que permitan a las autoridades, líderes e instituciones públicas y privadas tomar decisiones para la implementación de acciones y medidas adaptativas ante los impactos del cambio climático como proyectos de inversión pública y privada también que sirva como referencia para las posteriores investigaciones

## CAPITULO I

### PLAN DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Descripción de la Realidad Problemática

El cambio climático después de era preindustrial se ha convertido en un problema global para toda la humanidad y el medio ambiente, que viene siendo de interés y preocupación de los organismos gubernamentales, no gubernamentales, la sociedad y la comunidad científica en lo general. Los cambios en el clima en las últimas décadas se vienen perciben con más intensidad y frecuencia como es el caso de la “temperatura en 2019 se ha incrementado en más 1.1°C por encima de los niveles preindustriales (1850-1900) convirtiéndose el segundo año más caluroso a nivel mundial y así mismo se incrementó los días de las precipitaciones intensas y/o abundantes (días con más de 20 mm de precipitación)” (OMM, 2021). Frente a estos eventos climatológicos el sector económico más vulnerables es la agricultura por su sensibilidad a los cambios del clima. (Viguera et. al., 2017) poniendo en riesgo la seguridad alimentaria, especialmente en los países en desarrollo. (OMM, 2019) de manera que el cambio climático en los últimos años ocasionó pérdidas por cada año entre el 10 y 20% de la producción de papa, mientras tanto se convirtió en la principal amenaza para el cultivo. (Asociación Latinoamericana de la Papa, 2016).

El Perú es uno de los países que ubica en el tercer lugar ante la vulnerabilidad y amenazas del cambio climático en vista que el país tiene 7 de las 9 características de vulnerabilidad reconocidas por la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (Gil, et. al, 2014). Así mismo, a las condiciones en que vive la población peruana dado que se encuentra expuestas a los riesgos climatológicos de modo que se ubicaron en lugares inapropiadas y poco recomendables. (Ruiz, 2017).

Ante los impactos del cambio climático la agricultura peruana es vulnerable por tener sistemas productivos más sensible al clima, dado que la variación climática impacta directamente la producción agrícola poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de la población en general. Del mismo modo, se encuentra expuesta fenómenos climáticos extremos como la ocurrencia de sequía, helada, inundaciones, deslizamientos, entre otros. (INEI, 2013). Mientras tanto entre 1995 – 2007 a consecuencia de la tasa de variación climática se perdieron 445,000 hectáreas de producción agrícola dado que el estado perdió \$ 2.600 millones de dólares, en cambio las mayores pérdidas se registraron durante el 2006 – 2007 por más de S/. 250 millones. Por ende, los impactos del cambio climático repercuten en la producción agrícola de manera que influye en el sustento de vida de los agricultores y el abastecimiento de los alimentos. (Julio, 2014).

El cultivo de papa se adaptó a los diferentes pisos ecológicos a lo largo de todo el territorio peruano, sin embargo es un cultivo altamente expuestos a los cambios del clima como a la tasa de fluctuación de la temperatura de modo que afectan directamente al desarrollo de la planta y el tubérculo, también los vientos reducen la fotosíntesis, la sequía ocasiona estrés lo cual reduce la

producción de almidón, las heladas ocasionan daños al follaje y la producción de tubérculo de modo la producción y el rendimiento de la papa se ve comprometidos. (Contreras, 2021).

El pilar fundamental de la economía de Apurimeña es la agricultura lo cual depende en gran medida del clima y del uso limitado de tecnologías modernas dado que en 115 770 hectáreas las actividades agrícolas se desarrollan bajo secano de manera que es vulnerable ante los impactos del cambio climático de modo que en los últimos 44 años la temperatura se incrementó en 0.03°C/año y la frecuencia de la precipitación se aumentó pero con corta duración, del mismo modo la frecuencia e intensidad de eventos extremos climáticos aumentaron como la sequía, helada, veranillo etc., ocasionando la disminución de la producción y rendimientos de los cultivos. (Sanabria et. al., 2011)

Frente a los impactos del cambio climático el distrito de Challhuahuacho es altamente vulnerable (CENEPRED, 2018), debido que su principal actividad económica es agropecuaria en vista que tiene una economía de autoconsumo y/o subsistencia con bajos nivel de producción. Así mismo, solo el 5.2% de la superficie agrícola tiene cultivos, de los cuales el 99.7% de tierras de cultivos se encuentra bajo secano. (INEI, 2012)

La principal actividad agrícola es la producción de tuberosas especialmente la papa que la siembra se realiza de manera tradicional (laymes) solo en campañas agrícolas grande es probablemente se inician con la presencia de las primeras precipitaciones. En la campaña de siembra del año 2018 – 2019 llego a 41.53% de papa, a pesar de tener mayor área destinada a la sembrada de papa se encuentra en riesgo debido que en los últimos 5 años ha

disminuido mayor del 10%. (SIC, 2020). También eventos extremos (sequías y heladas) en la campaña agrícola 2017 -2018 ocasionaron daños en los cultivos de papa de 685 ha, quinua de 100 ha y otros cultivos y la helada dañó la masa foliar de los cultivos. (INDECI, 2018). Por lo previsto, es de alto riesgo la producción de papa frente a los impactos del cambio climático en el distrito Challhuahuacho.

## **1.2. Identificación y Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿De qué manera el impacto del cambio climático en la producción de la papa (*Solanum sp.*) en Distrito Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac, periodo 1997 – 2019??

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cómo influye la variación de la temperatura en la producción de papa (*Solanum sp.*) en el Distrito de Challhuahuacho - Cotabambas – Apurímac, periodo 1997 - 2019?
- ¿Cómo influye la variación de la precipitación en la producción de papa (*Solanum sp.*) en el Distrito de Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac, periodo 1997 - 2019?
- ¿De qué manera se relaciona la temperatura, precipitación y la producción de papa (*Solanum sp.*) en el Distrito Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac, periodo 1997 - 2019?

## **1.3. Justificación**

La presente investigación ante los impactos del cambio climático en la agricultura se tiene el objetivo de aplicar las bases teóricas que la comunidad científica viene desarrollando con la finalidad de poner en alerta a la

humanidad, de manera que el cambio climático viene provocando cambios en el clima dado que los elementos climáticos (temperatura, precipitación, humedad, etc.) han sufrido modificaciones y alteraciones en sus patrones, de manera que dichos cambios afectan la producción agrícola y el desarrollo socioeconómico de la población. El cultivo de papa depende clima de manera que dichos eventos climáticos provocaran trastornos fisiológicos durante la etapa fenológica del cultivo en cambio, en algunas zonas de mayor altitud es posible que el clima influya de manera positiva para el ascenso de los cultivos y adaptaciones de nuevas variedades. Sin embargo, es probablemente que existan otros factores que influyen en la producción como son los factores climáticos, factores bióticos, la aplicación de tecnología, etc.

La presente investigación busca analizar si los impactos del cambio climático como la fluctuación de la temperatura y precipitación influyeron en la producción de papa durante el periodo 1997 a 2019 la en la zona de estudio de manera que se accedió a la información de la base de datos históricos de la temperatura y precipitación del Sistema Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), y la producción de papa de Dirección de Estadística Agrícola e Informática (DEAI) de la Dirección Regional Agraria Apurímac, dicha entidad tiene almacenada en su aplicativo de Sistemas Agrícolas (SISAGRI) y disponible a partir de 1997, razón por la cual se consideró el periodo de análisis antes mencionado.

Para el análisis del impacto del cambio climático se toman en cuenta solo dos indicadores climáticos, especialmente de la temperatura y la precipitación debido que en la zona de estudio no es posible aplicar el resto de los indicadores como son: Contenido del calor del océano, Nivel del Mar, Olas de



calor marinas y Criosfera, porque en la zona de estudio no tiene glaciares ni océano.

Con los resultados obtenidos, las autoridades, líderes e instituciones privadas y públicas podrán tomar decisiones respecto a la implementación de acciones y medidas adaptación frente a la ocurrencia de los eventos climáticos, de modo que puedan incorporarse a la inversión pública y privada, del mismo modo servirá de referencia para futuras investigaciones.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Analizar los impactos del cambio climático influyen en la producción papa (*Solanum sp.*) en Distrito Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la incidencia de la variación de la temperatura en la producción de papa (*Solanum sp.*) en el distrito de Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac.
- Determinar la incidencia de la variación de la precipitación en la producción de papa (*Solanum sp.*) en el distrito de Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac.
- Determinar la relación de la temperatura, precipitación y producción de papa (*Solanum sp.*) en el distrito de Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac.

## **1.5. Delimitación de la Investigación**

### **1.5.1. Espacial**

La investigación se llevó a cabo en siguiente ubicación:

#### **1.5.1.1. Ubicación Política**

Departamento: Apurímac

Provincia : Cotabambas

Distrito : Challhuahuacho

#### **1.5.1.2. Ubicación Geográfica**

El distrito de Challhuahuacho geográficamente se ubica entre las coordenadas de UTM DATUM WGS 84:

Latitud : 14° 07' 09" Sur

Longitud : 72° 14' 55" Oeste

Altitud : 3 698 m.s.n.m. (INEI, 2015)

#### **1.5.1.3. Ubicación Hidrográfica**

Microcuenca : Challhuahuacho

Cuenca : Apurímac

Región hidrográfica : Amazonas

Vertiente : Océano Atlántico

#### **1.5.2. Temporal**

Para la investigación se ha tomado los datos históricos del periodo 1997 a 2019, de los indicadores climáticos (temperatura media y precipitación) y la producción de papa.

#### **1.5.3. Social**

En la investigación se ha enfocado a los productores que se dedican a la producción de papa en el Distrito de Challhuahuacho.

#### **1.5.4. Conceptual**

Este estudio se realizó en la zona de Challhuahuacho con el objetivo de evaluar los efectos del cambio climático en la producción de papa,

utilizando datos históricos de variables climáticas (temperatura y precipitación) del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y de la producción de papa del sistema agrícola (SISAGRI) de Dirección de \*Estadística Agrícola e Informática (DEAI) de la \*Dirección Regional Agraria de Apurímac.

#### **1.5.5. Viabilidad de la Investigación**

La presente investigación si es factible debido que existe el libre acceso a la información lo cual está es por la Ley de Transparencia, que nos permitió acceder a la base de datos históricos de los indicadores climáticos (temperatura y precipitación) del SENAMHI y los indicadores de la producción de papa del SISAGRI (Sistemas Agrícolas).

El asesor de investigación cuenta con conocimientos necesarios sobre el tema de investigación, así mismo, en lo personal se dispuso de tiempo para la recopilación, sistematización y análisis de datos.

A nivel institucional mediante una solicitud se dirigió a la Dirección Regional Agraria – Apurímac dirijo al Ing. Danilo Valenza Calvo (Director DRA) y al Servicio de Meteorología e Hidrología dirijo al Ing. José Percy Barrón López (Gerente General de SENAMHI) quienes tuvieron la amabilidad de brindar toda la información necesaria para la investigación.

En cuanto a los recursos económicos se cuenta la disponibilidad para poder cubrir los gastos que incurrió la investigación como impresiones, pago por conceptos de trámites, adquisición de materiales para la investigación, respecto a los materiales se cuenta con computadora, materiales de escritorios, internet, USB, etc.

Por consiguiente, la presente investigación es factible por las razones antes expuestas para el análisis de los impactos del cambio climático en la producción de papa en el distrito de Challhuahuacho

#### **1.5.6. Limitación de la Investigación**

En la investigación una las limitaciones fue el acceso a la información de investigaciones similares a nivel regional y local.

El registro de base de datos históricos de producción de papa se encuentra disponible desde el año 1997 en el aplicativo Sistemas agrícolas (SISAGRI) de la Dirección Estadística Agrícola e Informática (DEAI) de la \*Dirección Regional Agraria – Apurímac.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRCIO

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación

##### 2.1.1. A Nivel Internacional

En el artículo: *Efecto de las Temperaturas en el Rendimiento de la Papa (Solanum tuberosum) Variedad Romano* que concluye que el cultivo de papa es sensible a los cambio del clima como al incrementó de la temperatura por encima de requerimiento óptimo de modo que modificando los patrones de crecimiento durante su fase fenológica del cultivo de manera que el numero de tubérculos se redujeron de modo que disminuyo la producción y el rendimiento de la papa. (Roberqui & Jerez, 2017)

La investigación titulada: *Impactos del cambio climático en los cultivos de papa del departamento de Boyacá – Colombia, análisis de causas y soluciones para la región* llegó a la conclusión que los “Las variaciones de temperatura en algunas regiones de la zona papera oscilaron entre -1,2 °C y 1,6 °C, la precipitación entre -40 y 60% y la producción de papa entre -10 y 260%. Al relacionar por regresión las variables Temperatura (TS), Precipitación (PT) y Producción de Papa (PP) no existe una relación lineal entre las variables producción y clima. Esto se puede atribuir al predominio de otros factores, como el mercado o los

cambios en las técnicas de producción, en el comportamiento de la producción de papa”. Por lo tanto, en este caso en el cultivo de papa no se evidenció la reducción de la producción significativa durante el periodo 2010-2015. (Novoa, 2020)

Artículo científico titulada: “*Evaluación del Impacto Potencial del Cambio Climático sobre Cuatro Accesiones de Papa Nativa (Solanum tuberosum) como Recurso Alimentario en la Provincia de Carchi*” hace referencia que las cuatro accesiones de papa nativa, (Tacana roja, Violeta, Rosada y Ratona negra) están sujetas a los posibles cambios de temperatura provocadas por el cambio climático, y lo que indica un desplazamiento del tiempo térmico necesario para cada fase fenológica. Esta modificación reduciría el rendimiento agrícola y alargaría el ciclo vegetativo de los cultivos. (Monteros, 2021)

En la investigación *Resiliencia al Cambio Climático en la Producción de Papa (Solanum Sp.), Municipio de Totorá del Departamento De Cochabamba* concluyó que “el cambio climático impactó en el cultivo de papa siendo evidentes los daños de modo que el rendimiento y la producción en general disminuyó de manera que existió un riesgo de la seguridad alimenticia para los agricultores y de la población urbana (Veizaga, 2021)

En la investigación titulada *Impacto del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación* refiere que la agricultura se considera uno de los sectores económicos más afectados a las consecuencias globales del cambio climático debido a su extrema sensibilidad a los cambios en la temperatura,

fluctuaciones en los patrones de precipitaciones, la mayor frecuencia y gravedad de los fenómenos meteorológicos extremos. (Viguera et. al., 2017).

### **2.1.2. A Nivel Nacional**

En la investigación: *Análisis del Cambio Climático y su Impacto en el Cultivo de Papa a través de WorldClim/ArcGIS en la Comunidad de Paru Paru-Cusco*, concluyó que los indicadores climáticos de la región estudiada, como la temperatura se incrementó en 0,22 °C en cambio la precipitación descendió en 69,06 mm/m<sup>2</sup> de manera que impacto directamente en la producción de patatas reduciendo la superficie productiva causando daños fisiológicos al cultivo. Además, el 51% de los agricultores encuestados afirmaron que las plagas y enfermedades habían aumentado exponencialmente con el paso del tiempo, lo que relacionaron con el crecimiento de la variación de la temperatura en el régimen de precipitaciones. Además, el 43,90% de los agricultores afirmó que el cambio climático había disminuido la producción y la eficiencia del cultivo de la patata durante los últimos 40 años. (Granados, 2021)

En el artículo: *Factores climáticos determinantes del rendimiento y la producción de papa en el distrito de Juli, Puno – Perú, 2000 – 2018*, concluye que los parámetros climáticos como las temperaturas máximas y mínimas y las lluvias afectaron a los cultivos agrícolas y la producción de papas. La producción de papas disminuirá si se superan las temperaturas máximas, y también si llueve más y con más intensidad. Las condiciones climáticas influyen en la producción y el

rendimiento de las papas, al igual que otros factores como la cantidad de tierra utilizada, el uso de tecnología y la mano de obra, entre otros. (Quispe et.ál, 2021)

En la tesis de investigación titulada: *Impacto ambiental de la variabilidad de la temperatura, humedad relativa y precipitación en la producción de papa entre Casma, Pomabamba y Reguay, 2012 – 2015 ante los efectos del cambio climático* concluyó que el cambio climático impacto de manera negativa y positiva en la producción de papa, no obstante, variaron en respuesta a factores climáticos, como en Casma, donde la producción de la papa se vio obstaculizada por las fluctuaciones de temperatura. sin embargo, en Pomabamba y Recuay el impacto no fue significativo. Por ende, la variación de la precipitación no fue significativos en el crecimiento de papa en las zonas de estudios. (Escucero, 2017)

La investigación titulada: *Efectos del Cambio Climático sobre la Tasa de Crecimiento de la Producción de Papa en el Valle del Mantaro, 2000 – 2014*, concluye que el cambio climático influyó en la “tasa de crecimiento de la producción de papa”, de manera que la temperatura y la precipitación se incrementó en el tiempo de análisis. “Estos efectos han quedado contrastados a partir de la determinación de los puntos de inflexión 10.21 °C para la temperatura y de 1.96 mm para la precipitación; con lo cual se identifica una relación cuadrática de forma cóncava”. (Dipas & Clemente, 2016)

En el artículo científico: *Efectos del Cambio Climático en la Agricultura de la Cuenca Ramis – Puno* Concluye que la temperatura máxima se



incrementó en un promedio de 0.04°C/año dichas variaciones es significativa la variabilidad a nivel anual y la precipitación presento variaciones negativas de 0.07 mm/año, esta disminución no ha sido significativa a nivel regional. Estos cambios climáticos como la precipitación y temperatura impactaron significativamente en la producción y rendimiento de papa, de manera que la temperatura influyó positivamente en la producción, es decir que se incrementó en más 83.41 kg/ha la producción de papa, en cambio, la tendencia de la precipitación no fue significativa para producción de papa. (Quispe, 2015)

El artículo científico que lleva por título: *Producción agrícola alimentaria y cambio climático: un análisis económico en el departamento de Puno*. Concluyó que las temperaturas extremas impactan de manera negativa en el rendimiento del cultivo de papa donde supero su requisito máximo para la producción que es de 13.52°C y 3.75°C. Sin embargo, la variación de la precipitación en época de florecimiento perjudicará su producción. (Tonconi, 2015)

### **2.1.3. A Nivel Regional y Local**

En la investigación titulada: *Evaluación de la Influencia del Cambio Climático en los Cultivos de Solanum tuberosum y Zea mays en la Microcuenca de Calicanto en Apurímac* concluyendo que la variación de la precipitación, temperatura alta y baja ha sido de manera positiva en la microcuenca de Calicanto, No obstante, según los escenarios de cambio climático futuro, las temperaturas aumentarían y las precipitaciones se retrasarían, lo que tendría un efecto perjudicial sobre

la producción y en las regiones sus rendimientos en los cultivos donde se prevé que el entorno para el desarrollo del cultivo de la patata en 2050 estará próximo a las cabeceras de cuenca. (Mallma, 2019)

En la investigación titulada: *Variabilidad climática en los sistemas familiares de producción agrícola en el distrito de Huancaray, Apurímac* concluyó que los impactos de variabilidad climática durante el periodo de 2000 a 2019 fue manera positiva incrementándose aproximadamente en 55% la producción de producción de papa y maíz, donde se presentó el triple la producción entre el 2007 hasta 2019 existiendo una correlación muy alta ( $p > 0.9$ ) entre la variabilidad climática y la producción de papa y maíz. Sin embargo, en la producción de cebada el cambio climático es un factor indiferente, debido que depende de la superficie (ha) de producción (Casaverde, 2021)

En el *Informe Técnico de la Producción Nacional* describe que la producción de papa se incrementó en 5.74% que los factores climatológicos favorecieron como los niveles de lluvias y recursos hídricos en la etapa de floración del cultivo (INEI, 2018).

En el informe de *Estado Situacional de Emergencia* refiere que en el año 2018 se han registrado una “sequía ocasionando daños en los campos de cultivos, afectando 2 913 ha de papa, 735 ha de maíz, 334 ha de quinua, 214 ha de haba y otros cultivos. También las heladas perjudicaron los cultivos en pleno crecimiento como papa, maíz, haba, etc. En algunas comunidades de los distritos las pérdidas fueron aproximadamente de 75 a 90%.”, así mismo en distrito de

Challhuahuacho la sequía perjudico el cultivo de papa aproximadamente 685 ha. (INDECI, 2018)

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. EL Cambio Climático**

Son los cambios en el valor medio o la variabilidad de las características del clima de manera que pueden persistir durante prolongados periodos y/o decenios, décadas, etc., de modo que estos cambios es probablemente que deba a procesos naturales o a externos (erupciones volcánicas, ciclones o acciones antropogénicas. (IPCC, 2014.).

También, el cambio climático es la variación gradual y constante de las condiciones climáticas más predominantes y la variabilidad de los sistemas climáticos (atmósfera, hidrosfera, criosfera, litosfera y biosfera), los siguientes cambios estarían vinculados a las actividades humanas que provocaron el incremento de gases de efecto de invernadero en la atmósfera (GEI), lo que se tradujo en el uso de combustibles fósiles, la modificación de uso del suelo, las actividades industriales, etc. (Nieto & Costa, 2018)

#### **a) Causas del Cambio Climático**

La causa primordial del cambio climático son las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de origen humano son una de las mayores principales del calentamiento global. Entre 1970 y 2010, estas emisiones aumentaron, registrándose el mayor incremento entre 2000 y 2010. Sin embargo, el crecimiento económico y poblacional a nivel mundial son los principales promotores del incrementó de las emisiones del CO<sub>2</sub>, los cuales

proviene de la quema de combustibles fósiles, producción de cemento, cambio de uso de suelo, deforestación. El metano es el segundo gas de GEI, los cuales proceden del cultivo de arroz o la digestión de los animales y el óxido nitroso y los halocarbonos (Gases que contienen flúor, cloro o bromo) (IPCC, 2019).

#### **b) Indicadores del Cambio Climático a Escala Mundial**

Representa los cambios del clima vinculados al cambio climático, entre los principales indicadores a escala mundial a continuación se detallan:

##### **Temperatura mundial**

En otras palabras, de 1850 a 1900 y de 2006 a 2015, la temperatura media del aire en la superficie terrestre creció en 1,53 grados centígrados, a pesar de que la temperatura media de la superficie del planeta aumentó 0,87 grados Celsius. La temperatura del aire cerca de la superficie del planeta ha aumentado aproximadamente el doble que la temperatura media de la tierra en todo el mundo desde el comienzo de la era industrial, (terrestre y oceánica). (IPCC, 2019). Sin embargo, en 2016 se registró el primer año más cálido, luego del episodio inesperado que se presentó el fenómeno “EL Niño” a finales de 2015 a inicio del año en mención y el segundo año más caluroso fue en 2019 donde la temperatura se incrementó en 1.1°C con respecto al año 1850 – 1900 (OMM, 2020).

Es posible que los gases de efecto invernadero (GEI) de origen humano y otros forzamientos antropogénicos fueran responsables de más de la mitad del aumento de la temperatura media global en superficie entre 1951 y 2010. Esta posibilidad no puede descartarse. Existe una posibilidad muy fuerte de que "el porcentaje de días y noches cálidos haya aumentado mientras que la proporción de días y noches fríos ha disminuido en todo el mundo" (IPCC, 2014.).

Se calcula que la temperatura del océano a profundidades superiores a 75 metros ha aumentado 0,11 [0,09 a 0,13] grados centígrados cada década entre 1971 y 2010. (IPCC, 2013)

### **Contenido del calor del océano**

El contenido calórico en el océano es un indicador de la cantidad de calor que se encuentra en la superficie de la Tierra los cuales son almacenados de alrededor el 90% de este calor en los océanos. Por consiguiente, el océano del mundo empezó a incrementarse la temperatura ocasionando alteraciones en las corrientes oceánicas indirectamente modificando la trayectoria de las tormentas. También a causa del calentamiento del océano las plataformas de hielos flotantes pierden su grosor y las capas disminuyen. (OMM, 2019). La tasa del calentamiento en el océano registró un aumento fuerte en las últimas décadas específicamente en la capa de 0 – 2,000 que fue de  $0.6 \pm 0.1 \text{ W-m}^{-2}$  entre el periodo de

1971 y 2021, sin embargo, entre el 2006 y 2021 fue de  $1.0 \pm w\text{-m}^{-2}$  (OMM, 2022)

### **Nivel del Mar**

El deshielo de las capas de hielo y la desglaciación del manto de nieve son dos factores que contribuyen al rápido ascenso del nivel medio global del mar, así como episodios del fenómeno El Niño por los cambios en la precipitación y escorrentías. (OMM, 2019) Por el ende, el nivel medio global del mar se estimó en  $3.4 \pm 0.3 \text{ mm-año}^{-1}$  a lo largo de los 30 años (193 – 2002), sin embargo, entre el 2013 a 2022 el ritmo ha superado los  $4.4 \text{ mm-año}^{-1}$ . (OMM, 2022)

### **Olas de calor marinas**

Las olas de calor extremo afectan a la capa próxima a la superficie de los océanos perjudicando la vida marina y las comunidades que dependen de las masas de agua. El 65% de la superficie oceánica del total ha experimentado un incremento de la temperatura en el 2016, además en el noreste del Pacífico las olas de calor se manifestaron de manera severa también las olas de calor extremas afectaron Nueva Zelandia a finales del año 2019. Además, las olas calor y crecidas estuvieron vinculados a la mortalidad de la comunidad marina más del 45% en el litoral continental de Australia entre 2011 y 2017. (OMM, 2019)

## **Criósfera**

La criósfera está conformado por los glaciares, capas de hielo, hielo marino, nieve, permafrost y el suelo estacionalmente congelado. La disminución de hielo de los glaciares fue aproximadamente de 226 Gt/año entre 1972 – 2009, sin embargo, durante el periodo 1993 – 2009 el promedio fue de 275 Gt/año. El hielo marino Ártico probablemente disminuyó entre 3.5 – 4.1% durante el periodo 1992 – 2001. (IPCC, 2013)

## **Precipitación**

Los cambios de las precipitaciones a escala mundial desde 1901 es bajo, en el hemisferio norte las precipitaciones han incrementado, por ende, es probable que en algunas regiones en las que ha incrementado la “frecuencia e intensidad de las precipitaciones y en algunas ha disminuido” (IPCC, 2013).

A consecuencia del cambio climático los patrones de las precipitaciones han cambiado en cuanto a su intensidad han aumentado. La constante e intensidad de los fenómenos extremos (sequías, heladas, huracanes etc.) se han aumentado en algunas regiones. (IPCC, 2019)

Hay un alto nivel de fiabilidad de que el fenómeno “El Niño” – Oscilación del Sur (ENOS) continuarán dominando el Pacífico tropical su impacto se sentirá a nivel mundial. (IPCC, 2014.)

## **Factores de la variabilidad climática a corto plazo**

El océano juega un papel importante en relación del clima donde la temperatura han cambiado ocasionando que la

intensidad y la constante frecuencia de los eventos extremos se incrementen como el fenómeno El Niño (oscilación del sur) y dipolo del océano indico (IOD). (OMM, 2022)

### **2.2.2. Impacto del Cambio Climático en la Agricultura en el Perú**

Perú es reconocido es uno de los países más susceptibles a los impactos del cambio climático por su geografía desafiante, la diversidad de sus pisos ecológicos, su economía en crecimiento, diversos sistemas agrícola y tipologías. (Lozano et al., 2021). La agricultura es uno de los sectores económicos de alto riesgo ante el cambio climático en vista que su sistema de producción agrícola es sensible a los cambios del clima de modo que repercute en la producción agrícola y la disponibilidad de alimentos para la población, del mismo modo es propenso a los fenómenos climáticos extremos como las sequías, heladas, inundaciones, deslizamientos, etc. (INEI, 2013). Para las familias de las zonas rurales es el principal medio de vida y desarrollo socioeconómico de manera que el cambio de clima como el aumento de la temperatura y modificaciones de los patrones de la precipitación influyen directamente en las diferentes etapas fenológicas del cultivo. (Morales & Zuniga, 2016)

El cambio climático impacta en la producción agrícola disminuyendo el rendimiento y ocasionando pérdidas en las cosechas de los cultivos de modo que algunas familias optaron en migrar a las ciudades en búsqueda de mejores oportunidades (Blackmore et al., 2021)

Entre 1995 y 2007, se perdieron 445.000 hectáreas de producción a causa del cambio climático costándole al Estado 2.600 millones de



dólares de sus ingresos que fueron perdidos. La temporada entre el 2006-2007 fue la de mayores pérdidas que superaron los S/250 millones. Por consiguiente, la forma en que el cambio climático afecta a la producción agrícola repercute tanto en la seguridad alimentaria del país como en la vida de los agricultores. (Postigo, 2014).

### **2.2.3. Impacto del Cambio Climático en el Cultivo de Papa**

El cultivo de papa es sensible a los cambios de clima como al aumento de temperatura por encima de los parámetros de su requerimiento en vista que provocan “desequilibrios metabólicos y daños fisiológicos de manera que disminuye la producción de tubérculos” (FAO, 2013). De la misma manera promueve la formación tardía de los tubérculos, las hojas son miniaturas y el tamaño de la planta es alta, por consiguiente, ocasiona la disminución de la producción y rendimiento. (Ojeda, et. al, 2020). También el “estrés por frío ocasiona daños graves e irreversibles en la producción de tubérculos, ocasionado una pérdida promedio del 40%”. (Chen, 1980 citado por Griffin, 2019).

Los impactos del cambio climático se han transformado en uno de las amenazas fundamentales para el cultivo de papa de manera que en los últimos tiempos ha destruido por cada año entre el 10 y 20% de la producción de papa. Mientras tanto por el ascenso de la temperatura y cambios de los regímenes de precipitación han ocasiona que tizón tardío se convierta en una de las enfermedades que ocupa el segundo plano. se ha visto desplazado a los márgenes por el clima cálido y la escasez de precipitaciones. El cambio climático no sólo reduce la

calidad y si no también oscurece su piel de la papa. (Asociación Latinoamericana de la Papa, 2016).

#### **2.2.4. Condiciones Edafoclimáticos del Cultivo de Papa**

##### **Suelo**

Requiere de suelos francos, franco-arenosos y franco-limoso que tenga un buen drenaje que permita el buen crecimiento de las raíces y estolones. También el rango del pH debe mantener dentro del rango de 5.0 a 6.5. (SENAMHI, 2012)

##### **Humedad**

La humedad adecuada es elemento importante para el cultivo, de manera que la humedad excesiva en la etapa de germinación del tubérculo y desde el inicio de la floración hasta la madurez del tubérculo ocasiona daños en la producción, del mismo modo favorece la proliferación del mildíu. (Cuesta, 2010, citado por Tapia, 2019)

##### **Luz**

“El fotoperiodo que favorece la tuberización se ve afectado directamente por la luz. Los fotoperiodos cortos son óptimos para la tuberización, pero los largos favorecen el crecimiento. Además, influye en el rendimiento agrícola. Los sistemas fotosintéticos que favorecen la floración y la fructificación dependen mucho de la luz. (Zuñiga et al., 2017)

##### **Temperatura**

El requerimiento de temperatura varía de acuerdo a su etapa fenológica, se precisa en la siguiente figura 1:

**Figura 1:** Requerimiento de temperatura óptima del cultivo de papa

PERIODO FENOLÓGICO	CRECIMIENTO VEGETATIVO			CRECIMIENTO REPRODUCTIVOS		MADURACIÓN	
	Brotamiento	Emergencia	Brotos laterales	Botón laterales	Floración	Maduración de bayas	Senescencia
PARTE ÁREA							
PARTE RADICULAR	Formación de raíces y tallo	Desarrollo y crecimiento de raíces		Emisión y crecimiento de estolones	Crecimiento y llenado de estolones	Maduración de tubérculos	
Temperatura óptima	17°C a 25°C	17°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 25°C	14°C a 20°C	
Temperatura crítica	< 5°C a 30°C >	< 5°C a 30°C >	< 6°C a 30°C >	< 6°C a 30°C >	< 6°C a 30°C >	< 5°C a 28°C >	

Fuente: “Manual de Observaciones fenológicas. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ” (SENAMHI, 2017)

### Precipitación

Se deben suministrar entre 400 y 1200 milímetros de agua a la planta antes, durante y después de la floración para calibrar la cantidad de materia seca presente en los tubérculos. (SENAMHI, 2017). El requerimiento de agua del cultivo varía de acuerdo a las condiciones de la temperatura, capacidad de almacenamiento del suelo y de la variedad del cultivo, así mismo, la cantidad de la precipitación es distribuida toda la etapa fenológica del cultivo, la mayor demanda se suele darse en la etapa de germinación y crecimiento de los tubérculos, si es necesario debe realizarse riegos complementarios en los tiempos críticos. (Hibon, 2010 citado por Tapia, 2019)

#### 2.2.5. Etapas Fenológicas de la Papa

Es el momento de una manifestación biológica, también conocido como fase fenológica, es cuando surgen, se transforman o desaparecen los órganos de la planta. (SENAMHI, 2017)

#### Emergencia o brotación:

Después de la siembra de la semilla, la brotación dependerá de la

variedad, las condiciones edáficas y la temperatura del suelo, así mismo los cambios fisiológicos promueven el desarrollo de una nueva planta de manera que la raíz crece rápidamente y posteriormente emerge el tallo y las primeras hojas fuera de la superficie del suelo. (SENAMHI, 2017)

### **Brotos laterales**

Los brotes laterales son las ramificaciones aéreas y subterráneas del tallo principal, de manera que los primeros forman el follaje de la planta y las ramificaciones subterráneas dan lugar a la formación de rizomas de modo que, en la zona distal se forman los tubérculos. (SENAMHI, 2017).

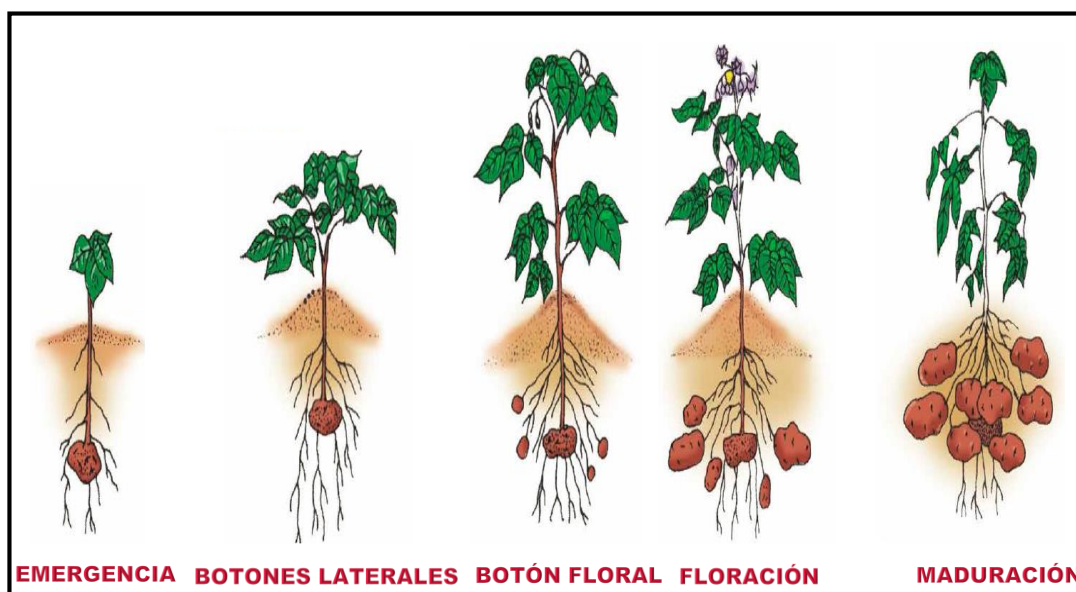
### **Brote floral**

Los botones florales de la primera inflorescencia visible aparecen a partir del tallo principal. (SENAMHI, 2017)

### **Maduración**

Esta relación es detectable debido a la clara asociación entre el crecimiento del tubérculo y el cambio de color de las hojas. Si se expone la base de las plantas y se aplasta la papa entre los dedos, se puede detectar la madurez de la papa observando si la piel permanece adherida a la pulpa y no se desprende al manipularla bruscamente. (SENAMHI, 2017)

**Figura 2:** Etapa fenológica del cultivo de papa



Fuente: “Manual de Observaciones fenológicas. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ” (SENAMHI, 2017)

### 2.2.6. Producción de Papa

Es una actividad agrícola que está destinado a producir y cultivar la papa, por ende, la producción total que oferta el productor en el mercado. (Calle, 2019)

En el Perú la papa es el alimento masivo donde las familias de todas las condiciones socioeconómicas pueden acceder a este producto, sin embargo, el valor bruto de la producción no fue buena para la economía campesina por razones que disminuyó la producción en algunas regiones. (MINAGRI, 2018)

En el último trimestre del año 2018 la producción fue de 748,7 miles de toneladas, menor -7.2% (57,9 miles toneladas) referente a la producción del año 2017 que fue de 806,7 miles de toneladas. Las disminuciones de la producción trimestral fueron: Apurímac (-26%), Cajamarca (-10%), Cusco (-59%), Huancavelica (-21%), y Junín (-64%). Sin embargo, las regiones que su producción estuvo por encima del 70% nacional son:

Huánuco (29%), Arequipa (20%) y La Libertad (14%). (ISA, 2018). El Valor Bruto de la Producción (VBP) de la papa en el año 2017 llegó a 10.71%, siendo uno de los cultivos importantes de la canasta básica y segundo producto más importante de la agricultura. El consumo per cápita de papa ha incrementado en los 10 últimos años, 80Kg/Per cápita en el 2008 a 89Kg/Per cápita en el año 2017. (MINAGRI, 2018)

En la Región Apurímac en el año 2008 la producción de papa ha sido el más representativo llegando a 51.85 del VBP (Valor Bruto Producto), llegando a ocupar a nivel nacional el séptimo lugar con un 15.13% de las tierras cultivables dedicadas a este cultivo y un volumen de producción de 211 623 TM. (PACCPERÚ, 2012). También el último trimestre del año 2018 aumentó la producción del cultivo de papa en 5.74%, debido que ha sido favorecido por “las condiciones ambientales como los niveles de lluvias y recurso hídrico favorecieron la floración del cultivo” (INEI, 2018). Sin embargo, a pesar de la adversidad climatológicas el cultivo de papa en los últimos periodos ha incrementado su rendimiento de 19 498 kg/ha. (SIEA, 2012)

En la provincia de Cotabambas con respecto a la siembra de papa en la campaña 2019 – 2020 ha disminuido aproximadamente 12.34% hectáreas frente a la anterior campaña. La producción de papa fue de aproximadamente de 30 608 toneladas en la campaña 2018 -2019”. (SIC, 2020).

En el distrito de “Challhuahuacho en la última campaña de producción fue de 8 726 TM, la intensidad de siembra de papa frente a la campaña de 2019 – 2020 ha disminuido de 290 hectáreas” (SIC, 2020), es una

evidencia que los campos agrícolas están siendo abandonados por los agricultores.

La papa, es el principal cultivo en el distrito en el periodo de 2013 – 2018, la superficie sembrada es 800 ha bajo secano, a nivel de la provincia de Cotabambas es el distrito que ocupa el primer lugar en la dedicarse a esta actividad, así mismo los rendimientos de papa son de 11.8 tn/ha. en el distrito. (SIEA, 2012).

## **2.3. Marco Conceptual**

### **2.3.1. Clima**

Son las condiciones climáticas (temperatura, precipitación, humedad, etc.) que caracterizan un espacio geográfico que pueden durar períodos largos (meses hasta millones años) siendo el promedio de 30 años (SENAMHI, 2018)

### **2.3.2. Elementos de la producción agrícola**

Los elementos que intervienen en la producción agrícola como son: los suelos, la riqueza de los sustratos, el contenido nutricional y la disponibilidad de agua. (Borja & Valdivia, 2013)

### **2.3.3. Elementos del clima**

Son aquellos fenómenos climáticos y/o condiciones de la atmósfera que en conjunto definen el estado físico del tiempo o del clima de un área geográfica, así mismo es probable que puedan modificar las condiciones climáticas para un instante o un periodo de tiempo. Estos elementos son: Temperatura, precipitación humedad, viento, nubosidad, etc. (Terregrosa, 2012)

#### **2.3.4. Factores climáticos**

Son aquellos factores que modifican o controlan las intensidades del clima de una región que son distintos a los elementos climáticos que pueden ser variables o fijos como: latitud, altitud, longitud, relieve topográfico, la proximidad o lejanía del mar, masas de aire, corrientes oceánicas, etc. (Acuña, D. & Robles, D., 2015).

#### **2.3.5. Impacto del cambio climático**

Describen los efectos (consecuencias) que tiene sobre medios de vida de la humanidad y el medio ambiente (IPCC, 2012). Estos impactos se vienen manifestándose en los recursos costeros, la agricultura, los recursos hídricos, el ecosistema y la energía, cuales afectan el comportamiento de la economía. (Saldarriaga et al., 2017).

#### **2.3.6. Indicadores climáticos**

Describe la variación del clima los cuales proporcionan un conjunto de indicadores físicos que se encuentra interrelacionados y conectados a la composición cambiante de la atmósfera con los cambios de energía en el sistema climático, además de la respuesta que tiene la tierra, el océano y el hielo. Los indicadores toman una amplia gama de base datos que son tomados de múltiples de sistemas de observación, también los datos satelitales e *in situ*. (OMM, 2022)

#### **2.3.7. Precipitación**

Gotas de agua que caen a la tierra desde el cielo y que pueden ser sólidas, líquidas o una mezcla de ambas (agua y nieve). el granizo, el rocío, la escarcha, la escarcha negra, la niebla helada, la lluvia helada y la llovizna son ejemplos de precipitación. (SENAMHI, 2021). Las gotas



de lluvia tienen un diámetro de 0.1 mm los cuales pueden incrementar su volumen a causa de la colisión. Para que ocurra el proceso de precipitación las gotas de agua incrementan su tamaño y el aire situado debajo de las nubes no son muy cálidos, ni muy secos de ser así las gotas de agua que inician su caída volverían a evaporarse. (Acuña, D. & Robles, D., 2015).

### **2.3.8. Producción**

La producción está constituida por un conjunto de procesos que tiene un objetivo, donde también puede ser tomado como la incorporación del valor agregado a un bien o un servicio mediante procesos de modificación o transformación de los insumos. La producción involucra los elementos principales como: el trabajo, capital y la tierra. (Masaquiza, 2017)

### **2.3.9. Factores de producción**

Son las componentes básicas y/o los recursos fácilmente accesibles que participan en la fabricación de un determinado producto o servicio. Donde se ha identificado a cuatro factores: trabajo, capital, tierra y organización. (Pindyck & Rubinfeld, 2013). La agronomía define como la interacción y relación de los componentes y/o elementos (suelo, clima, planta), también el agua juega un rol importante para el crecimiento de planta, de modo que estos componentes son compatibles en el proceso de producción que genera la productividad con la conservación del medio ambiente. (Anaya & Moncada, 2014)

### **2.3.10. Producción agrícola**

Se refiere a los muchos tipos de productos y beneficios que pueden crear las explotaciones agrícolas dada la disponibilidad de mano de obra en el mercado y el suelo son factores primordiales de la producción. También se enfoca en el crecimiento biológico, vegetativo o natural convirtiéndose en la base fundamental de dicha actividad (Martinez, 1995), por lo tanto, “es el volumen total obtenido del producto primario al cosechar una determinada área” (SIEA, 2012)

### **2.3.11. Temperatura máxima**

Es el valor más alto que alcanza en un lugar determinado que puede presentarse en un día o en un año. Presentándose en dos horarios luego del mediodía cuando el cielo existe poca presencia de nubes o en caso que está despejado, también el suelo ha concentrado durante hora la radiación solar. (SENAMHI, 2021). Las máximas mensuales se registran en el mes de “julio o agosto en el hemisferio norte y enero o febrero en el hemisferio sur”. (Acuña, D. & Robles, D., 2015)

### **2.3.12. Temperatura media**

Es el promedio del registro realizado entre las 24 horas que fueron tomados a las 07, 13 y 18 horas. En caso que no se contará con dichos registros se procede a promediar la temperatura mínima y máxima lo cual indicará el comportamiento durante el día, mensual o anual. (Acuña, D. & Robles, D., 2015)

### **2.3.13. Temperatura mínima**

Es el valor más bajo que se presenta en un lugar durante el día, en un mes o en un año. Al haber menos radiación solar por la noche, la

temperatura de la superficie del suelo y del aire próximo al suelo desciende; de ahí que a menudo se registre a primera hora de la mañana. Los cielos despejados aumentan la probabilidad de que se produzcan fenómenos extremos, como heladas meteorológicas y agronómicas, etc., ya que el suelo y el aire se enfrían más rápidamente. (SENAMHI, 2021). Por lo general se registran en el mes de enero o febrero en el hemisferio norte y en julio y agosto en el hemisferio sur. (Acuña, D. & Robles, D., 2015)

#### **2.3.14. Tiempo**

Hacen referencia al estado de la atmósfera, que puede variar a corto plazo ya sea en minutos a días y un lugar concreto, es posible que su efecto repercuta sobre la vida y las actividades humanas. (AMS, 2018)

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis General**

El cambio climático tiene fuerte incidencia en la producción de la papa en el Distrito Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac, periodo 1997 – 2019.

##### **3.1.2. Hipótesis Específico**

- La fluctuación de la temperatura tiene mayor incidencia en la producción de la papa en el distrito de Challhuahuacho, provincia de Cotabambas, periodo 1997 – 2019.
- La fluctuación de la precipitación tiene mayor incidencia en la producción de la papa en el distrito de Challhuahuacho, provincia Cotabambas – Apurímac, periodo 1997 – 2019.
- La precipitación y la temperatura tienen una relación moderadamente significativa para la producción de la papa en el Distrito Challhuahuacho provincia Cotabambas, durante el período de 1997 - 2019

#### **3.2. Método**

En la presente investigación se utilizó el método de observación lo cual permitió registrar los datos de los indicadores del cambio climático

(temperatura media y precipitación) y la producción de papa donde se utilizaron instrumentos digitales y mecánicos, con el propósito de analizar mediante procedimientos estadístico para comprobar la hipótesis.

### **3.3. Tipo de investigación**

El tipo de investigación tiene un enfoque cuantitativo dado que permite medir la ocurrencia de los variables en estudio de manera que se recolectó la información de modo que analizo mediante procedimientos estadísticos estructurados con la finalidad de responder el problema planteado en la investigación. Dado que se analizará el comportamiento del indicador climático (temperatura y precipitación) de modo que cuantificó la influencia que tuvo en la producción de papa. (Hernández & Mendoza, 2018)

### **3.4. Nivel o alcance de investigación**

El estudio de investigación tiene el nivel o alcance descriptivo, es decir, permite recolectar los datos empíricos para desarrollar el informe de la unidad de análisis, además el nivel explicativo de investigación conduce explicar la función de causa – efecto que permite constatar mi hipótesis planteado, es decir, que intenta responder a preguntas sobre las causas y consecuencias del objeto de investigación. (Hernández & Mendoza, 2018), por ende, se realizó una serie de procedimientos estadísticos con la finalidad de determina los impactos del cambio climático en la producción de papa en la zona de estudio.

### **3.5. Diseño de investigación**

El diseño de investigación es no experimental, que se observa y se abstrae la realidad ya existente de las variables de investigación, lo que significa que, la variable independiente no ha sufrido ninguna manipulación debida que no se

tenía el control directo sobre la variable, ni intervenir a razón de que ya había sucedido el fenómeno, también los efectos. (Hernández & Mendoza, 2018)

Por lo tanto, la base de datos históricos de los indicadores de cambio climáticos (temperatura y precipitación) y la producción de papa fueron recopilados sin ninguna manipulación para su análisis correspondiente.

### 3.6. Operacionalización de variables

**Tabla 1:** Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<p><b><u>Variable independiente:</u></b> Impacto climático</p>	<p>cambio climático</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precipitaciones</li> <li>• Temperatura máxima</li> <li>• Temperatura media</li> <li>• Temperatura mínima</li> </ul>	<p>mm °C °C °C</p>
<p><b><u>Variable dependiente:</u></b> Producción de papa (Solanum sp.)</p>	<p>Producción agrícola</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción</li> </ul>	<p>Tn</p>

Fuente: Elaboración propia

### 3.7. Población, muestra y muestreo

La población estudiada en la investigación son registros de datos de los elementos climáticos (temperatura, precipitación, humedad, viento, etc.) y la producción de la papa en el distrito de Challhuahuacho, provincia de Cotabambas.

La muestra en la presente investigación se ha identificado a los indicadores climáticos como la temperatura y precipitación de manera que después de la preindustrial viene sufriendo cambios abruptos en sus patrones.

En la elaboración de la tablas y figuras se tomó la base datos histórico de los indicadores climáticos (precipitación y temperatura) y producción de papa entre el periodo 1997 a 2019, son eventos totalmente aleatorios.

### **3.8. Técnicas e instrumentos**

#### **3.8.1. Técnicas**

En la investigación se tuvo acceso a la ficha de registros del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) específicamente de la estación meteorológica de Tambobamba que se encuentra ubicada cercana a la zona de estudio. Así mismo, a la base de datos del Aplicativo de Sistemas Agrícola (SISAGRI) de la Dirección Regional Agraria – Apurímac, de manera que se tabularon la información.

#### **3.8.2. Instrumentos**

Se empleó la información de fuentes secundarias registrada en una ficha diseñada por la misma entidad a cargo del monitoreo de los elementos climáticos de modo que, los responsables de la estación de Tambobamba del SENAMHI, recopilan utilizando instrumentos como termómetro de mercurio que mide la temperatura máxima, del mismo modo termómetro de alcohol mide “la tendencia de la temperatura mínima, en cambio para la precipitación se utiliza el pluviómetro”. (Andrade & Múñez, 2012).

La base de datos históricos de la producción de papa se descargó del aplicativo Sistemas Agrícola (SISAGRI) de la \*Dirección Regional Agraria de Apurímac, que fueron almacenados de la recopilación de información del campo.

### **3.9. Consideraciones éticas**

Durante el proceso de la investigación no ha sido manipulado, los variables se han tomado exactamente en su estado natural la base de datos históricos de los indicadores. Cabe resaltar que se cumplió con los normativas y requisitos establecida por la comunidad científica, así mismo se tuvo en cuenta el Decreto Legislativo N°822 de todas las fuentes bibliográficas revisadas, citándoles cada uno de los autores. También por ley de transparencia se pudo usar la base de datos históricos que previamente se cumpliendo con los requisitos que tiene establecida por las entidades involucradas.

### **3.10. Procesamiento estadístico**

En la investigación la información obtenida de los variables en estudio, se sistematizó mediante procedimientos estadísticos, que a continuación se detalla:

#### **3.10.1. Para la determinación de la variación de la temperatura y precipitación en la producción de papa**

Para lograr el objetivo se utilizó los siguientes procedimientos estadísticos, que a continuación se detalla:

**Primero:** Se procedió a la sistematización de datos en Excel, permitiendo la organización de información de la base datos históricos con la finalidad de analizar.

**Segundo:** Elaboración de histogramas permitió graficar e interrelacionar el comportamiento del variable independiente y dependiente durante el período de análisis (1997 – 2019).



**Tercero:** Mediante el coeficiente de correlación de Pearson que permitió la determinación el grado de relación entre el variable independientes (temperatura y precipitación) y dependiente (producción de papa).

### **3.10.2. Para la determinación de la relación de la precipitación, temperatura y la producción de papa**

Para lograr el objetivo se utilizó procedimientos estadísticos, que a continuación, se detalla:

**Primero:** Mediante la medida de dispersión se determinó la variabilidad y/o la distribución de los datos entre la independiente y dependiente, de modo que, se complementa con la línea de tendencia que puede ir de manera ascendente positivo o descendente inversa, para dichos análisis se usa la fórmula de Gutierrez & Vladimirovna, (2016):

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

**Segundo:** Luego se determina con la prueba de regresión lineal la tendencia central que muestra la influencia de la variable independiente sobre la variable dependiente, de manera que se utiliza la siguiente formula de Gutierrez & Vladimirovna, (2016):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

**Tercero:** Se usa el coeficiente de correlación de Pearson para determinar el grado de relación entre el variable independiente y dependiente, de manera que se utiliza la siguiente formula de Gutierrez & Vladimirovna, (2016):

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

**Cuarto:** El Coeficiente de Determinación ( $r^2$ ) nos permite determinar el porcentaje de la variabilidad de la variable dependiente, de manera que se utiliza la siguiente formula de (Gutiérrez & Vladimirovna, 2016):

$$r^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (\bar{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum_{t=1}^T (\bar{Y}_t - \bar{Y})^2}$$

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Resultados**

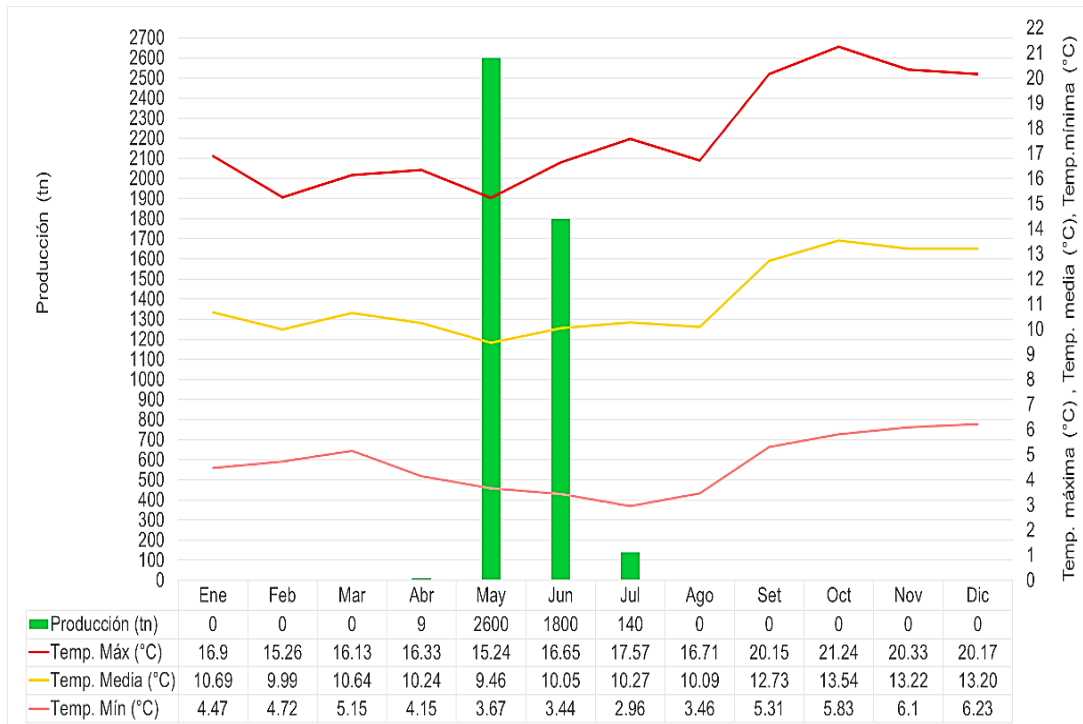
##### **4.1.1. Comportamiento de la producción de papa, precipitación y temperatura (Solanum sp.) en el distrito Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac**

En la presente investigación se procedió a la sistematización y análisis de la información de los indicadores climáticos (precipitación, temperatura máxima, temperatura media y temperatura mínima) y la producción de papa, el análisis se desarrolló por cada año, con la finalidad de determinar la variación de los indicadores climáticos y su influencia en la producción de papa en la zona de estudio.

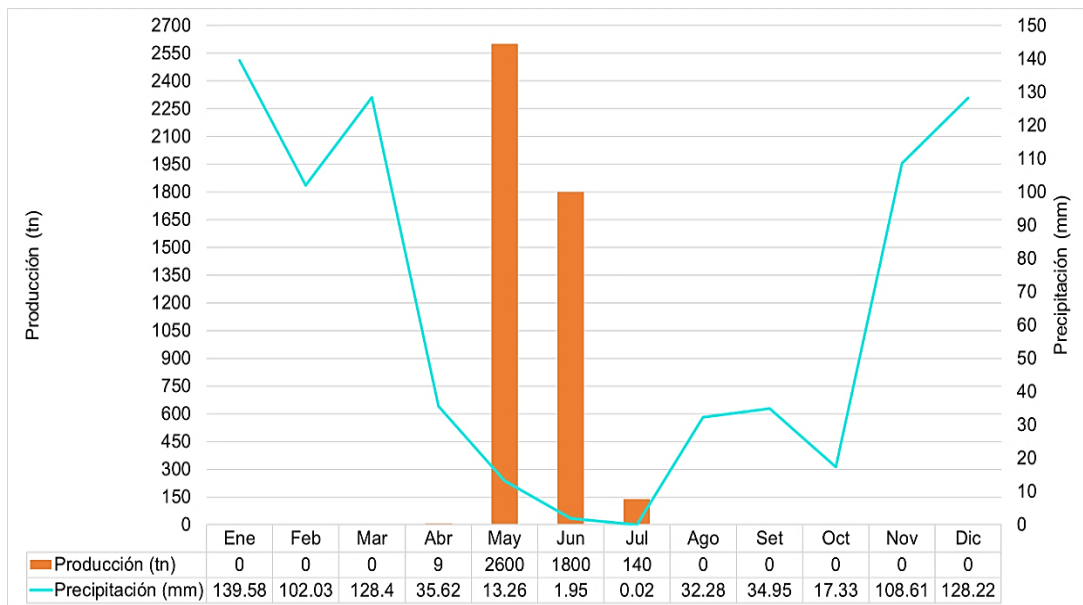
**Comportamiento de la temperatura (máxima y mínima), precipitación y la producción de papa (Solanum sp.) en el distrito de Challhuahuacho, periodo 1997.**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 1997, a continuación, se detalla en la figura 3:

**Figura 3:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y la temperatura (máxima, media y mínima), periodo 1997



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (3, a y b) muestra el comportamiento de producción de papa, el volumen máximo de la producción se registra de 2600 tn de papa en el mes de mayo y el volumen mínimo de la producción se reporta de 9

tn de papa en el mes de abril, de manera que la producción anual de papa se reporta 4549 tn en el periodo de análisis.

En la figura (3, a) se observa la tendencia de la temperatura creciente e irregular en el periodo, de manera que la temperatura máxima mensual es 21.24°C valor que se reporta en el mes de octubre, lo cual indica, que es el mes más caluroso del periodo de modo que, la tendencia se incrementó en más 3.27°C (enero – diciembre). El promedio de la temperatura media mensual es 11.7°C y su tendencia se incrementó en más 2.51°C de enero a diciembre. Finalmente, la temperatura mínima desciende gradualmente hasta 2.96°C dicho valor se registró en el mes de julio, es decir, la ocurrencia de olas de frío intensos en el periodo y la disminución de la temperatura es por debajo los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

La figura (3, b) muestran la tendencia de la precipitación mensual decreciente e irregular en el periodo, el máximo volumen de la precipitación es 140 mm valor que se reporta en el mes de enero, luego desciende en febrero hasta 102 mm, en marzo la tendencia se incrementa en más 26.4 mm respecto a febrero, en cambio, de abril la línea de tendencia de la precipitación mensual continúa descendiendo hasta julio donde se registra 0.02 mm. Mientras tanto, del mes de agosto la tendencia de la precipitación se incrementa hasta el mes de diciembre. La precipitación anual es 742.25 mm en el periodo, dicho valor se mantuvo dentro de los parámetros óptimos del requerimiento del cultivo.

**Tabla 2:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 1997.

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	2600	4,549		
Pp. (mm)	0.02	139.6	742.25	0.467	0.126
T. Máx. (°C)	15.2	21.2		0.411	0.184
T. Mín. (°C)	2.96	6.23		0.456	0.137

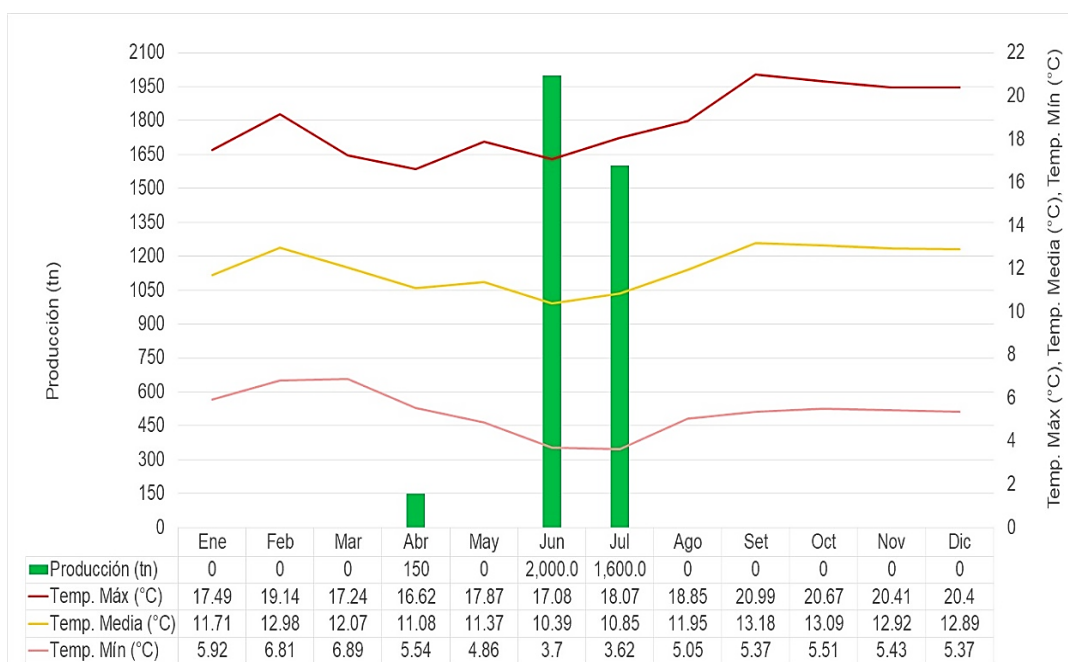
Fuente: Elaboración propia

En la tabla (2) la dinámica del coeficiente de correlación de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.467$ , es decir, que la relación es lineal positiva moderada entre ambos variable; el coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.411$  y la temperatura mínima y la producción de papa es  $r = 0.456$ , hace referencia que la relación es lineal positiva modera entre la producción de papa y la temperatura (máxima y mínima). El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación y temperatura) es que: ( $p > 0.05$ ) estadísticamente es no significancia, de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa en vista que la fluctuación de la precipitación y temperatura (máxima y mínima) no fueron significativa en el transcurso del tiempo de análisis.

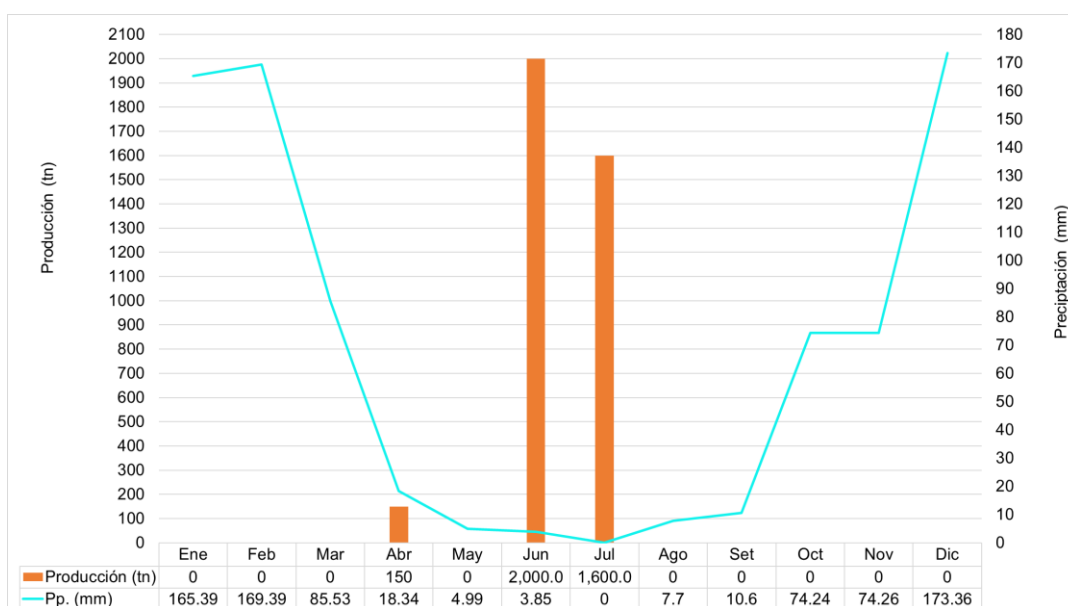
### **Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima del distrito de Challhuahuacho, periodo 1998**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 1998, a continuación, se detalla en la figura 4:

**Figura 4:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y la temperatura (máxima, media y mínima), periodo 1998.



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

En la figura (4, a y b) muestra que el comportamiento de la producción de papa se concentra de abril a julio, el volumen máximo de la producción se reporta en el mes de junio de 2000 tn de papa y la producción mínima se registra en abril de 150 tn de papa, de manera que el volumen total de la producción anual es 3750 tn de papa.

En la figura (4, a) se observa la tendencia de la temperatura es creciente e irregular en el periodo, la temperatura máxima mensual es 20.99°C valor que se registra en el mes de setiembre, convirtiéndose en el mes más caluroso y la línea de la tendencia se incrementó en más 2.91°C (enero - diciembre). El promedio de la temperatura media mensual es 12.04°C, de manera que la tendencia se incrementó en más 1.18°C en el periodo. Finalmente, la temperatura mínima mensual desciende gradualmente hasta 3.62°C valor que se registró en el mes de julio, es decir la ocurrencia de las olas de frío intensos en el periodo y la temperatura disminuyó por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

En la figura (4, b) se visualiza la tendencia de la precipitación mensual creciente e irregular en el periodo, el volumen máximo de la precipitación es 173.36 mm valor que se reportó en el mes de diciembre, lo cual indica que es el mes más húmedo del periodo. Sin embargo, la tendencia de la precipitación disminuye del mes de enero hasta el mes julio donde la precipitación fue nula, lo cual refiere que es el mes más seco del periodo. En cambio, del mes de agosto la tendencia de la precipitación se incrementa ligeramente hasta el mes de diciembre y la precipitación anual es 787.65 mm en el periodo 1998.

**Tabla 3:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 1998.

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	2000	3,750		
Pp. (mm)	0	173.4	787.65	0.439	0.153
T. Máx. (°C)	16.6	20.99		0.390	0.210
T. Mín. (°C)	3.62	6.89		0.780	0.003

Fuente: Elaboración propia

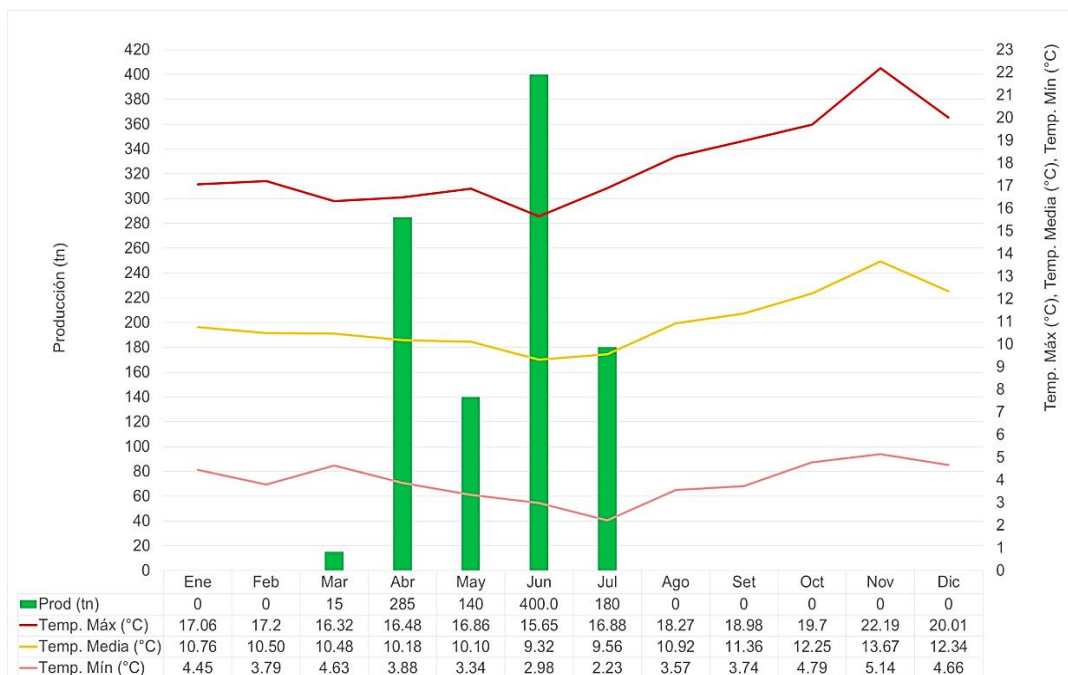


La tabla (03) muestra la dinámica del coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.439$ , es decir, que la relación es lineal positiva moderada entre ambas variables, el coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.390$ , es decir que la relación es lineal positiva baja entre ambos variables. El nivel de significancia de la producción y los indicadores climáticos (precipitación y temperatura máxima) es que ( $p > 0.05$ ) estadísticamente es no significativa, de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y la temperatura máxima no fue significativa. Finalmente, el coeficiente de correlación de la producción de papa y temperatura mínima es  $r = 0.780$ , lo cual refiere que la relación es lineal positiva alta entre ambos variables. el nivel de significancia de la producción de papa y la temperatura mínima es que ( $p < 0.05$ ) estadísticamente es significativo, de manera que existe una variación significativa en la producción de papa debido que la variabilidad de la temperatura mínima es significativa en el transcurso del periodo de evaluación.

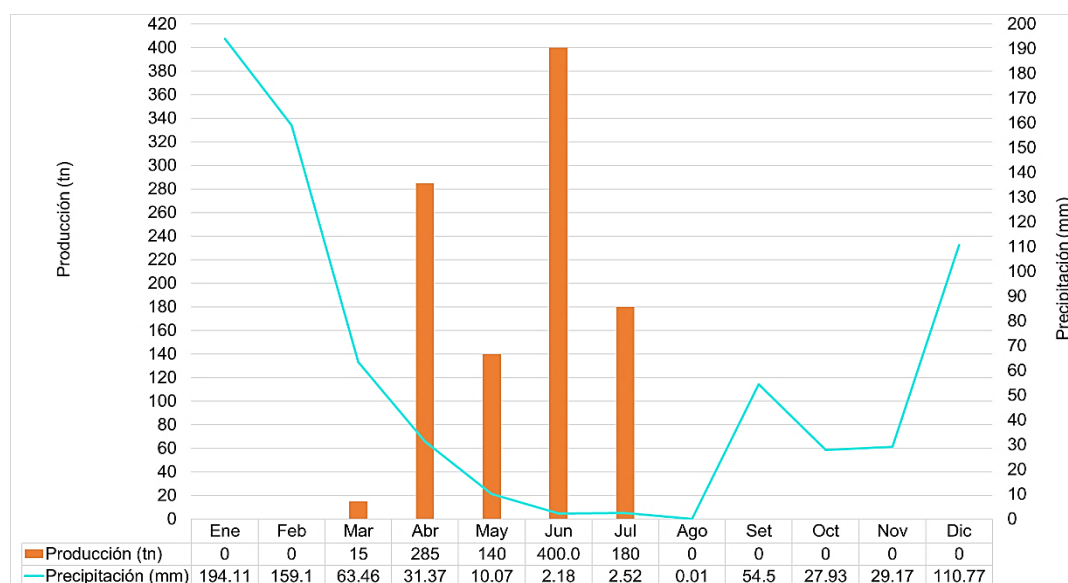
**Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 1999**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 1999, a continuación, se detalla en la figura 5:

**Figura 5:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 1999



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (5, a y b) muestra la dinámica de la producción de papa se concentra del marzo a julio, el volumen máximo de la producción de papa de 400 tn valor que se reporta en el mes de julio y la producción mínima se registra en el mes de mayo de 15 tn de papa. La producción anual es 1020 tn de papa en el periodo 1999.

En la figura (5, a) se observa la tendencia de la temperatura creciente e irregular en el transcurso del periodo, de manera que la temperatura máxima mensual es 22.19°C dicho valor se registró en el mes de noviembre, lo cual indica que es el mes más caluroso y la tendencia se incrementó en más 2.95°C (enero a diciembre). El promedio de la temperatura media mensual es 10.95°C y la tendencia se incrementó en más 1.58°C de enero a diciembre. La tendencia de temperatura mínima desciende gradualmente hasta 2.23°C valor que reporta en el mes de julio, lo cual indica la ocurrencia de las olas de frío intensos en el periodo y la temperatura disminuye por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo. (figura 1).

En la figura (5, b) se visualiza la tendencia de la precipitación mensual decreciente e irregular en el periodo, el volumen máximo de la precipitación es 194.11 mm valor que reporta en el mes de enero, en cambio de febrero la tendencia de la presencia de las lluvias disminuye gradualmente hasta el mes de agosto de manera que la precipitación es nula, es decir, que es el mes más seco del periodo de evaluación. Desde el mes de setiembre la tendencia de la precipitación se incrementa ligeramente hasta diciembre y la precipitación anual fue 685.19 mm, valor que se mantuvo dentro del requerimiento del cultivo.

**Tabla 4:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 1999

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	400	1,020		
Pp. (mm)	0.01	194.1	685.19	0.468	0.125
T. Máx. (°C)	13.8	22.2		0.496	0.101
T. Mín. (°C)	3.62	5.14		0.61	0.035

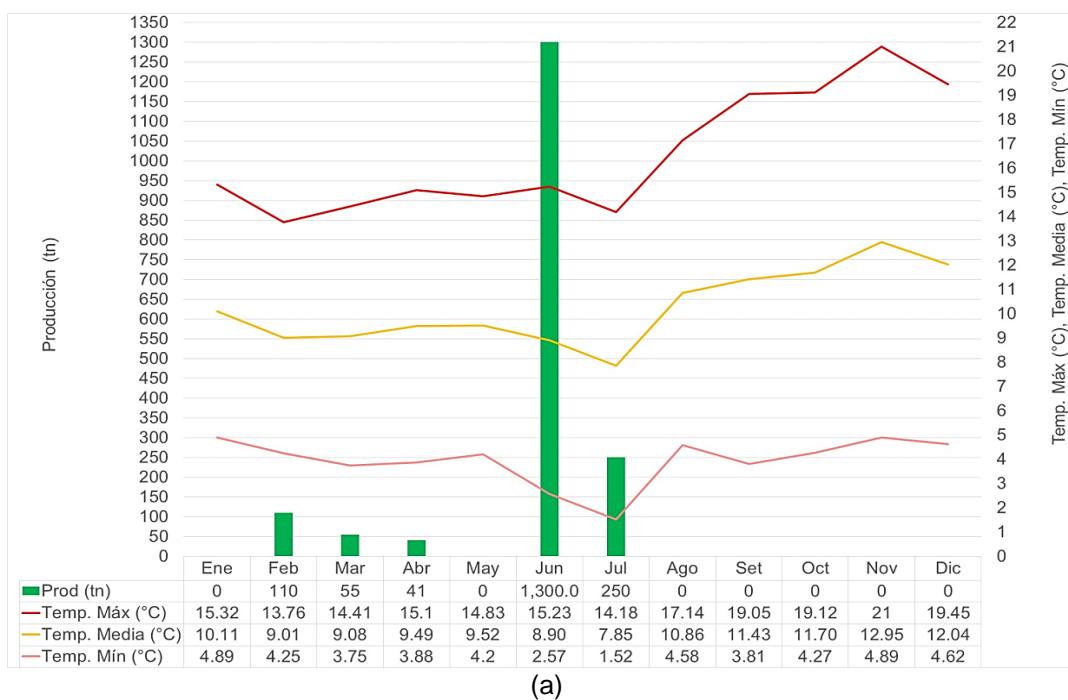
Fuente: Elaboración propia

La tabla (4) muestra que el coeficiente de relación de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.468$ , lo cual refiere, que la relación es lineal positiva moderada entre la producción de papa y la precipitación, el coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.496$ , es decir, que la relación es lineal positiva moderada entre ambas variables. El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación y la temperatura máxima) es que ( $p > 0.05$ ) estadísticamente es no significativa, de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la variabilidad de la temperatura máxima no fue significativa en el transcurso del periodo de evaluación. El coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura mínima es  $r = 0.61$ , lo cual refiere que la relación es lineal positiva alta entre ambas variables. el nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación y temperatura) es que ( $p < 0.05$ ) estadísticamente es significativo, de manera que existe una variación significativa en la producción de papa debido dado que la variabilidad de la temperatura mínima fue significativa en transcurso del periodo de evaluación.

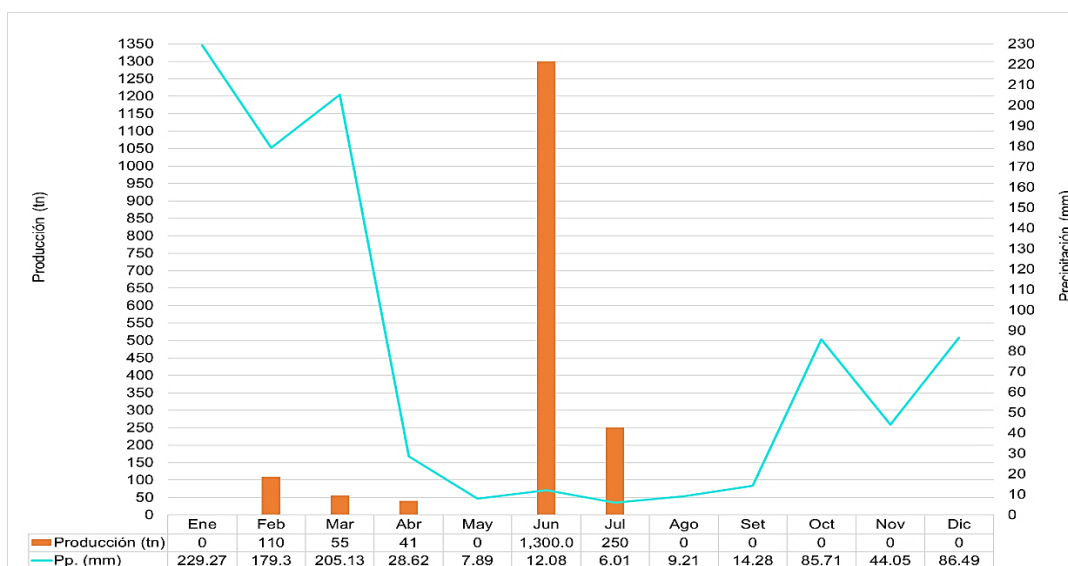
#### **Comportamiento de la producción de papa, temperatura y precipitación en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2000**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2000, a continuación, se detalla en la figura 6:

**Figura 6:** Base de datos de producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2000.



(a)



Ítem (b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (6, a y b) muestra el comportamiento de la producción de papa de manera que se concentró de febrero a julio, el máximo volumen de la producción es 1300 tn de papa valor que se reporta en el mes de junio y la producción mínima se registró en el mes de abril de 41 tn de papa. La producción anual es 1756 tn de papa en el periodo.

La figura (6, a) muestra la tendencia de la temperatura que es creciente e irregular en el periodo, de manera que la temperatura máxima mensual es 21.0°C dicho valor se reportó en el mes de noviembre, lo cual indica que es el mes más caluroso y la tendencia de la temperatura máxima se incrementó en más 4.13°C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 10.24°C de modo que la tendencia se incrementó en más 1.93°C (enero a diciembre). Finalmente, la tendencia de temperatura mínima mensual desciende gradualmente hasta 1.52°C valor que reporta en el mes de julio, lo cual indica la ocurrencia de las olas de frío intensos en el periodo y la disminución de la temperatura es por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

La figura (6, b) muestra la tendencia de la precipitación mensual decreciente e irregular en el periodo, de manera que el máximo volumen de la precipitación es 229.27 mm valor que se reportó en el mes de enero, es decir, que es el mes más húmedo del periodo. Sin embargo, desde el mes de febrero la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta el mes de julio donde el volumen de la precipitación es mínimo de 6.01 mm. Sin embargo, del mes de agosto la tendencia de la precipitación se incrementa ligeramente hasta el mes de diciembre. La precipitación anual es 908.04 mm, manteniéndose dentro de los parámetros óptimos del requerimiento del cultivo.

**Tabla 5:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2000

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	1,300	1,756		
Pp. (mm)	6.01	229.3	908.04	0.246	0.441
T. Máx. (°C)	13.8	21		0.276	0.386
T. Mín. (°C)	1.52	4.89		0.585	0.046

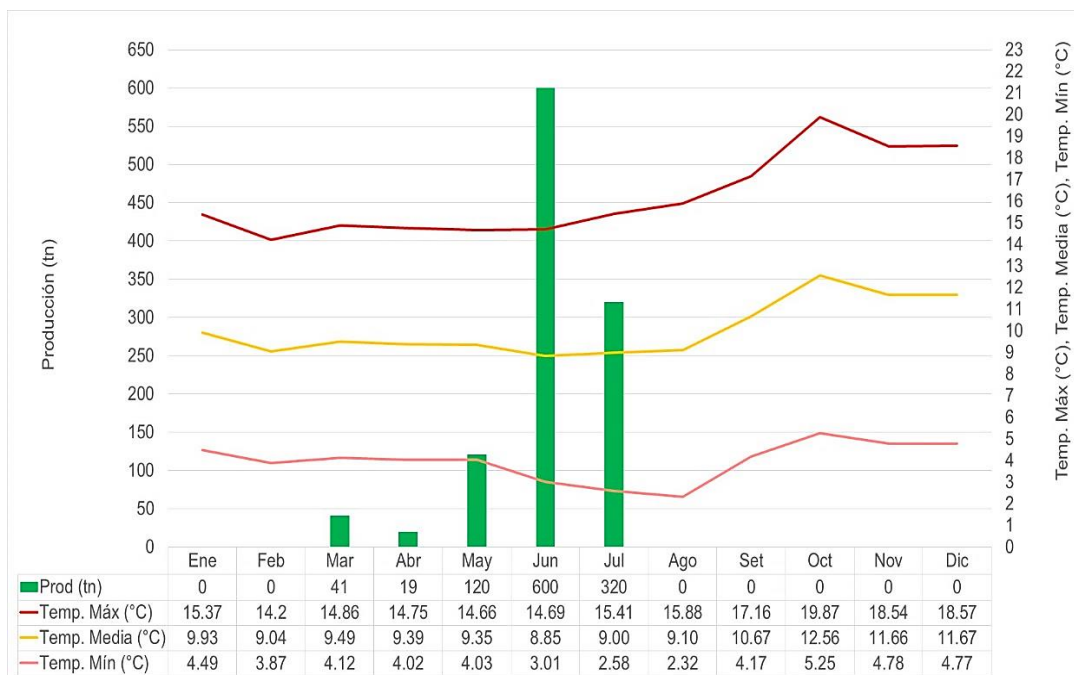
Fuente: Elaboración propia

La tabla (5) muestra la coeficiencia de correlación de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.246$ , lo cual indica, que el grado de relación es lineal positiva bajo entre ambos variables, así mismo, la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.276$ , es decir, que la relación es lineal positiva bajo entre ambos variables. Mientras que, la producción de papa y la temperatura mínima es  $r = 0.585$ , lo cual refiere, que el grado de relación es lineal positiva moderada entre ambos variables. El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima) es que ( $p > 0.05$ ) estadísticamente es no significativa, de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa, debido que la variabilidad de la precipitación, la temperatura máxima y temperatura mínima no fue significativa durante el periodo de evaluación.

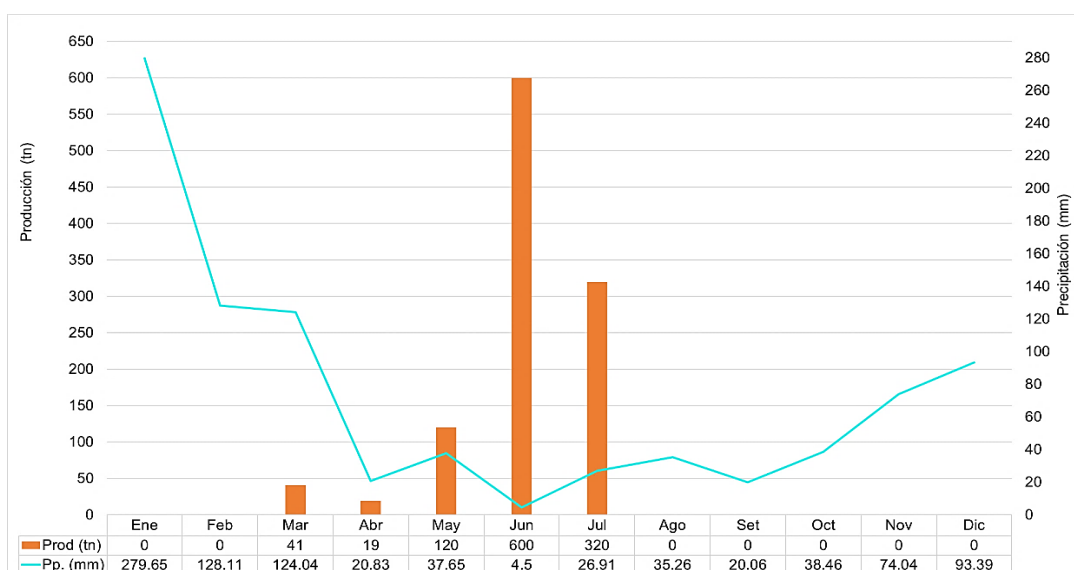
**Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2001.**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2001, a continuación, se detalla en la figura 7:

**Figura 7:** Base de datos de producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2001.



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (7, a y b) muestra dinámica de la producción de papa que se concentró de marzo a julio, la producción de máximo volumen es 600 tn de papa dicho valor se registró en el mes de junio y la producción mínima se registra en el mes de abril de 19 tn de papa. La producción anual es 1100 tn de papa en el periodo 2001.



En la figura (7, a) muestra la tendencia de la temperatura creciente e irregular, de manera que la temperatura máxima mensual es 19.87°C, valor que se registró en el mes de octubre, lo cual indica, que es el mes más caluroso durante el periodo, así mismo, se incrementó en más 3.2°C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 10.06°C, de manera que la tendencia se incrementó 1.74°C de enero a diciembre. Finalmente, la tendencia de la temperatura mínima descendió gradualmente hasta 2.32°C valor que se reportó en el mes de agosto, es decir, la ocurrencia de las olas de frío intensos en el periodo y la temperatura disminuyó es por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

La figura (7, b) se observa la tendencia de la precipitación mensual decreciente durante el año, donde la precipitación de máxima volumen es 279.65 mm valor que se registra en el mes de enero, lo cual indica que fue el mes más húmedo del periodo, mientras tanto, de febrero la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta el mes de junio donde el volumen de la precipitación es 4.5 mm. Sin embargo, desde el mes de julio la tendencia se incrementa ligeramente hasta el mes de diciembre. La precipitación anual en el periodo de evaluación se reportó 882.9 mm, de manera que se mantuvo por dentro del requerimiento del cultivo.

**Tabla 6:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2001

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	600	1,100		
Pp. (mm)	4.5	279.7	882.9	0.380	0.222
T. Máx. (°C)	14.2	19.9		0.359	0.252
T. Mín. (°C)	2.32	5.25		0.539	0.071

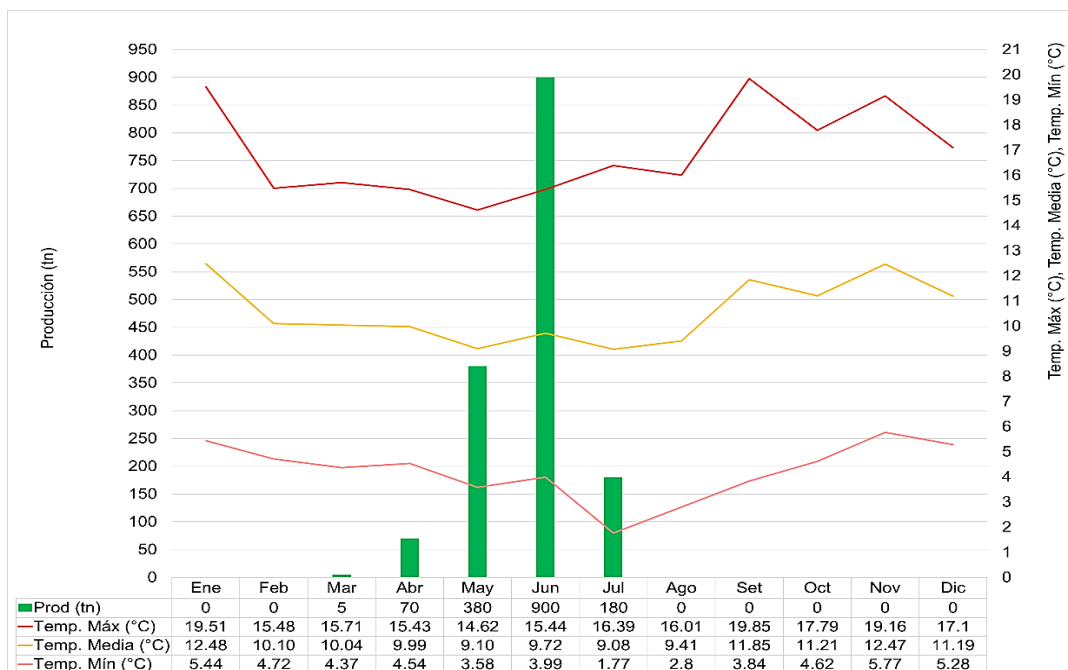
Fuente: Elaboración propia

La tabla (6) muestra la coeficiencia de correlación de la producción de papa y precipitación es  $r = 0.380$ , es decir que la relación es lineal positiva baja entre ambos variables y la producción y la temperatura máxima mensual es  $r = 0.359$ , lo cual, hace referencia que la relación es lineal positiva baja entre ambos variables. Mientras que la producción y la temperatura mínima es  $r = 0.539$ , lo cual indica que la relación es lineal positiva moderada. El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación, temperatura máxima y mínima) es que  $p > 0.05$ , estadísticamente es no significativa, de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y la temperatura (máxima y mínima) no fue significativa en el transcurso del periodo 2001.

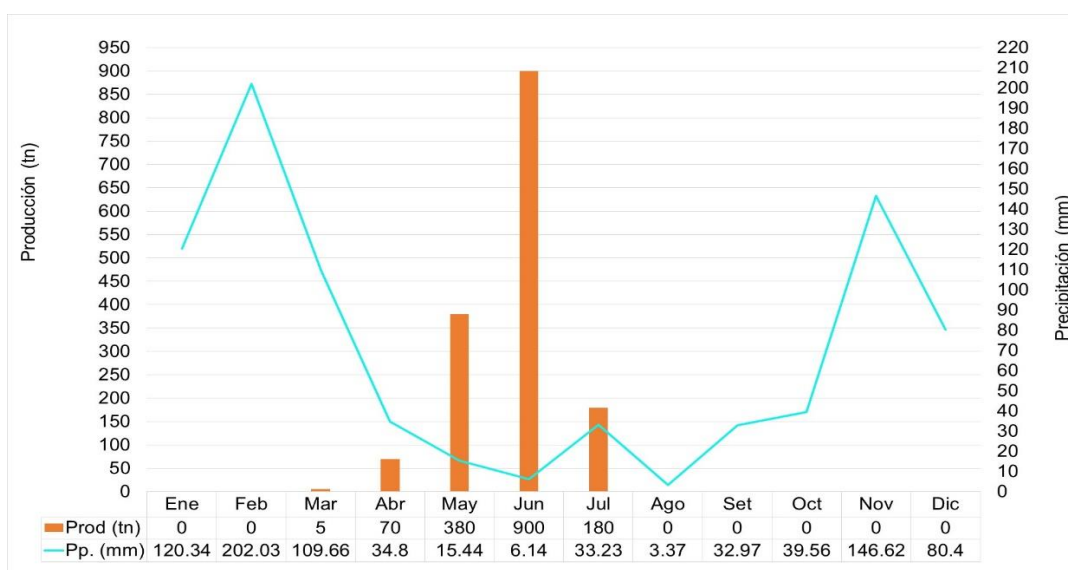
### **Comportamiento de la producción, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2002**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2002, a continuación, se detalla en la figura 8:

**Figura 8:** Base de datos de la producción de papa, la precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2002



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

En la figura (8, a y b) muestra el comportamiento de la producción de papa que se concentró de marzo a julio, la producción de máxima volumen se reportó de 900 tn de papa en el mes de junio y la producción mínima es 5 tn de papa valor que se reportó en el mes de marzo. La producción anual es 1535 tn en el año de análisis.

La figura (8, a) muestra la tendencia de la temperatura en el periodo creciente e irregular en el periodo, de manera que la temperatura máxima mensual es 19.85 valor que se registró en el mes de setiembre, lo cual indica, que es el mes más caluroso en el periodo y la tendencia disminuye en menos 2.41°C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 10.55°C y la tendencia de la temperatura mínima mensual disminuyó en menos 1.29°C (enero a diciembre). Finalmente, la tendencia de la temperatura mínima descendió gradualmente hasta 1.77°C valor que se registró en el mes de julio, lo cual indica la ocurrencia de las olas de frío intensos en el periodo y la temperatura disminuyó por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

En la figura (8, b) muestra la tendencia de la precipitación mensual decreciente e irregular durante el periodo, el máximo de volumen de precipitación es 202.03 mm valor que se reporta en el mes febrero, es decir, que es el mes más húmedo de periodo. En cambio, desde marzo la tendencia desciende gradualmente hasta 6.41 mm valor que registra en el mes de junio. Sin embargo, desde julio la tendencia de la precipitación se incrementa ligeramente hasta el mes de diciembre. La precipitación anual se reportó 824.56 mm, de manera que se mantuvo dentro del requerimiento del cultivo.

**Tabla 7:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2002

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	900	1,535		
Pp. (mm)	3.37	202	824.56	0.456	0.137
T. Máx. (°C)	14.6	19.9		0.4411	0.151
T. Mín. (°C)	1.77	5.77		0.2616	0.412

Fuente: Elaboración propia

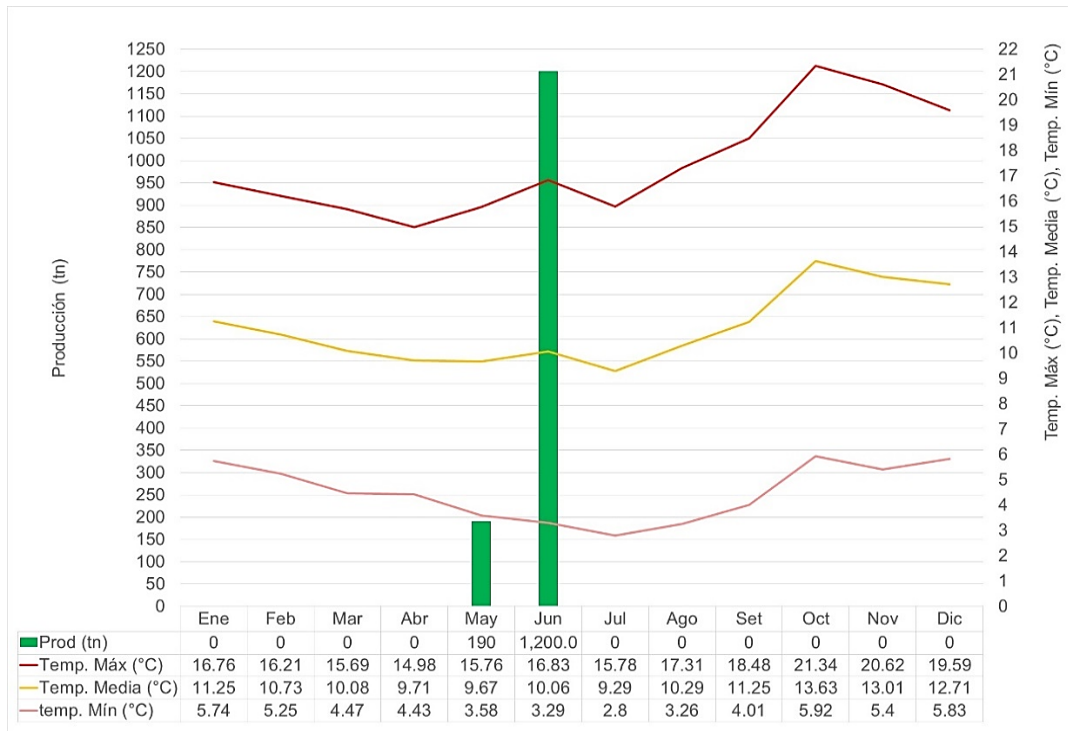
La tabla (7) muestra la coeficiencia de correlación de la producción de papa y precipitación es  $r = 0.456$ , lo cual indica, que la relación es lineal positiva baja entre ambos variables, el coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.4411$ , es decir, que la relación es lineal positiva modera entre ambos variables y el coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura mínima es  $r = 0.2616$ , es decir que la relación es lineal positiva muy baja entre ambos variables.

El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima) es que  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativa, de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y temperatura (máxima y mínima) no fue significativa en el transcurso del año 2002.

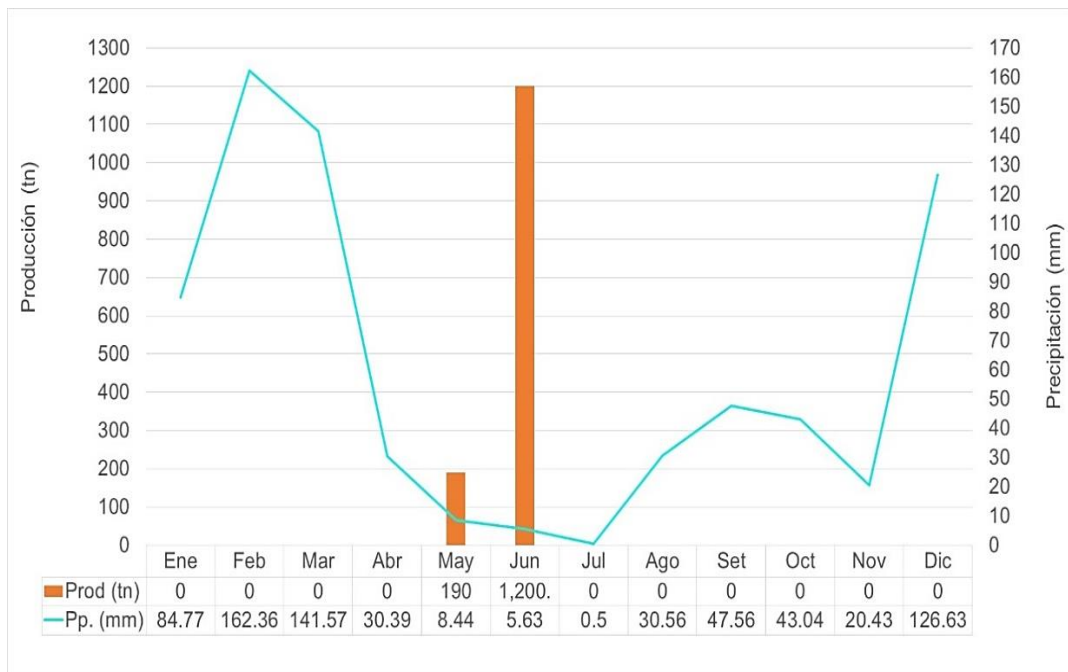
**Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2003**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2003, se detalla en la siguiente figura 9:

**Figura 9:** Base de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2003



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (9, a y b) muestra la dinámica de la producción de papa que se concentró de mayo a junio, la producción de máxima volumen es 1200 tn de papa valor que se reportó en el mes de junio y la producción

mínima se registra en el mes de mayo de 190 tn de papa. La producción anual es 1390 tn de papa en el periodo de 2003.

En la figura (9, a) muestra la tendencia de la temperatura en el periodo es creciente e irregular, de manera que la temperatura máxima mensual es 31.34°C valor que se registró en el mes de octubre, lo cual indica que es el mes caluroso durante el periodo y la tendencia de la temperatura máxima mensual se incrementó en más 2.83 °C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media anual es 10.97°C, de manera que la tendencia se incrementó en más 1.46°C de enero a diciembre. Finalmente, la tendencia de la temperatura mínima mensual descendió gradualmente hasta 2.80°C valor se registró en julio, lo cual refiere que la ocurrencia de las olas de fríos intensos en el periodo y la temperatura disminuyó por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

La figura (9, b) se observa la tendencia de la precipitación mensual es decreciente e irregular durante el año, el máximo volumen de la precipitación es 162.36 mm valor que se reportó en el mes de febrero, es decir que es el mes más húmedo del periodo, mientras tanto, desde marzo la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta el mes de julio donde el volumen de las precipitaciones es mínimo de 0.5 mm, es decir que fue el mes más seco del año. Sin embargo, de agosto la tendencia se incrementó ligeramente hasta el mes de diciembre. La precipitación anual durante el año se reportó de 701.88 mm, de manera que mantuvo dentro del requerimiento del cultivo.

**Tabla 8:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2003

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	P-value
Producción de papa (ha)	0	1200	1,390		
Pp. (mm)	0.5	162.4	701.88	0.340	0.28
T. Máx. (°C)	15	21.3		0.133	0.68
T. Mín. (°C)	2.8	5.92		0.383	0.219

Fuente: Elaboración propia

La tabla (8) muestra la coeficiencia de correlación de Pearson de la producción de la papa y la precipitación es  $r = 0.340$ , es decir que la relación es lineal positiva baja entre los variables en análisis, la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.133$ , lo cual indica, que la relación es lineal positiva muy baja entre ambos variables y el coeficiente de la correlación de la producción y la temperatura mínima es  $r = 0.383$ , es decir que la relación es lineal positiva baja entre ambos variables. El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima) es que  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativo de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa dado que la fluctuación de la precipitación y la temperatura (máxima y mínima) no fue significativa durante el periodo 2003.

**Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2004**

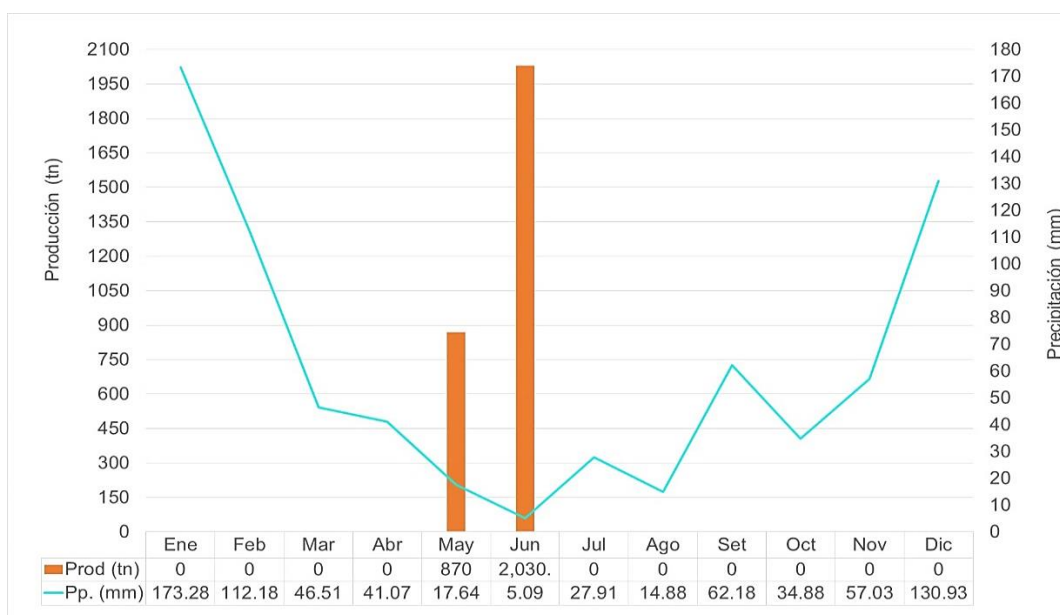
Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2004, a continuación, se detalla en la figura 10:



**Figura 10:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2004



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (10, a y b) muestra el comportamiento de la producción de manera que se concentra de mayo a junio, el máximo volumen de la producción es 2030 tn de papa valor que se registra en el mes de junio y la producción mínima se reportó en mayo de 870 tn de papa, de

manera que la producción anual es 2900 tn de papa durante el año 2004.

La figura (10, a) muestra la tendencia de la temperatura es creciente e irregular en el año, de manera que la temperatura máxima mensual es 20.4°C, valor que se registró en el mes de octubre, lo cual indica, que es el mes más caluroso del periodo, así mismo, la tendencia de la temperatura máxima mensual se incrementó en más 0.97°C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 10.79°C, de manera que su tendencia se incrementó en más 0.59°C en el transcurso del año de análisis. Finalmente, la tendencia de la temperatura mínima descendió gradualmente hasta 2.07°C valor que se reporta en el mes junio, es decir que la ocurrencia de olas de fríos intensos en el periodo, de manera que la temperatura disminuyo por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

En la figura (10, b) se observa la tendencia de la precipitación mensual decreciente e irregular en el periodo, de manera que el máximo volumen de la precipitación es 173.28 mm valor que se registra en el mes de enero, lo cual indica es el mes más humedad en el año. Mientras que, en el mes de febrero la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta 5.09 mm valor que se registró en el mes de junio, lo cual indica, que es el mes más seco del año. Sin embargo, del mes de julio la tendencia de la precipitación se incrementa progresivamente hasta el mes de diciembre. La precipitación anual durante el año se reportó 723.58 mm, de manera que se mantuvo dentro los parámetros del requerimiento del cultivo.

**Tabla 9:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2004

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	2030	2,900		
Pp. (mm)	5.09	173.3	723.58	0.424	0.170
T. Máx. (°C)	15.7	20.4		0.358	0.253
T. Mín. (°C)	2.07	6.01		0.528	0.078

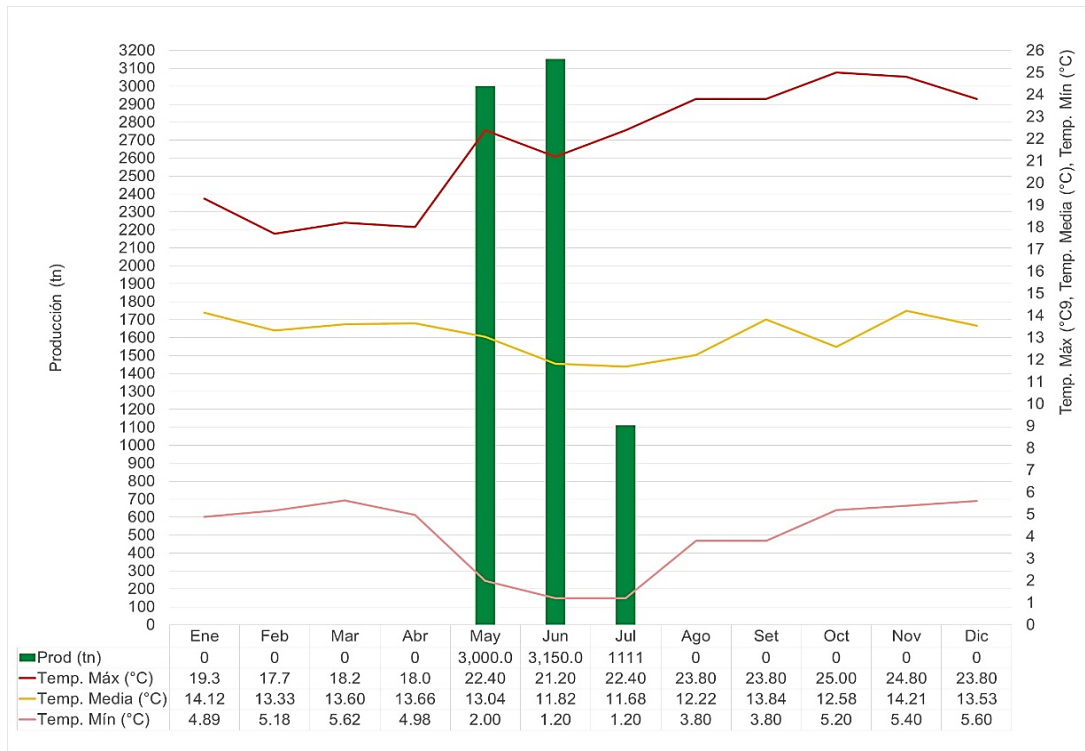
Fuente: Elaboración propia

La tabla (9) muestra el coeficiente de correlación de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.424$ , lo cual hace referencia que la relación es lineal positiva moderada entre ambos variables, el coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.358$ , es decir, que la relación es lineal positiva baja entre ambos variables. El coeficiente de la correlación de la producción y la temperatura mínima es  $r = 0.528$ , es decir que la relación es lineal positiva moderada entre ambos variables. El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación, temperatura máxima y la temperatura mínima) es que  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativo de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y temperatura (máxima y mínima) no fue significativa durante el transcurso del año de análisis.

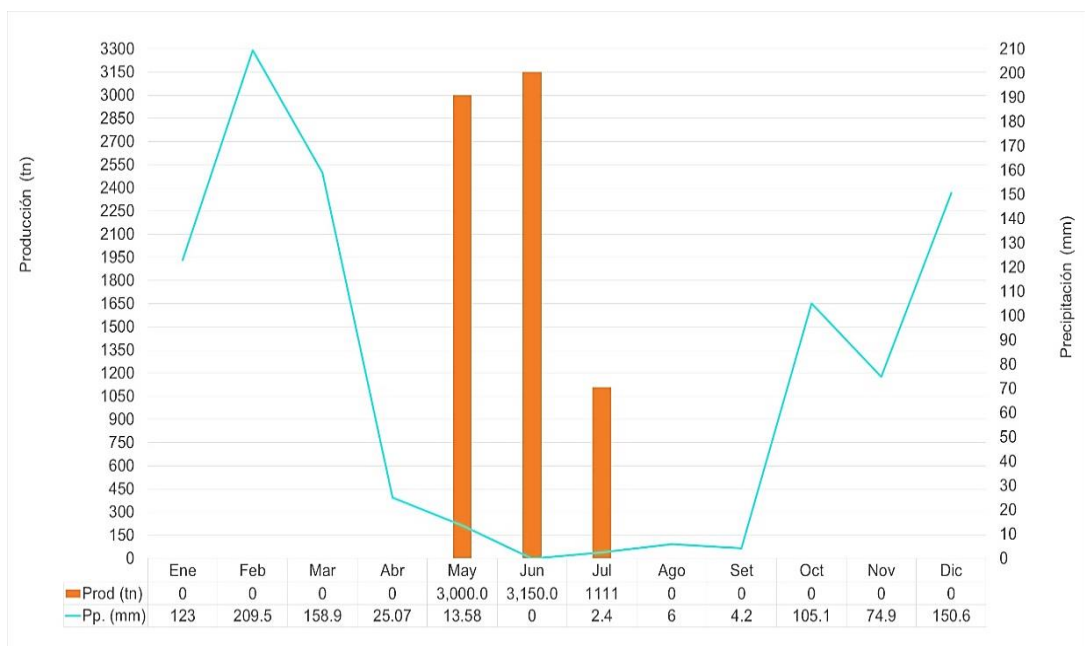
**Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2005**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2005, a continuación, se detalla en la figura 11:

**Figura 11:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2005



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (11, a y b) muestra la dinámica del comportamiento de la producción de papa de manera que se concentra de mayo a julio, la producción de máximo volumen es 3150 tn valor que se registró en el

mes de junio y la producción mínimo se reportó en el mes de julio de 1111 tn, mientras tanto, la producción anual se registró 7261 tn durante el año 2004.

La figura (11, a) muestra que la tendencia de la temperatura es creciente e irregular en el periodo, de manera que la temperatura máxima mensual es 25.0°C valor que se reportó en el mes de octubre, lo cual indica el mes más caluroso del periodo y la tendencia de la temperatura máxima mensual se incrementó en más 4.5°C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual 13.14°C de manera que la tendencia disminuyó en menos 0.59°C. Mientras tanto, la tendencia de la temperatura mínima descendió gradualmente hasta 1.20°C valor que se registró en el mes de junio y julio y la temperatura disminuyó por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

En la figura (11, b) muestra la tendencia de la precipitación mensual decreciente e irregular, el máximo volumen de la precipitación es 209.5 mm valor que se reporta en el mes de febrero. En cambio, del mes de marzo la tendencia la precipitación disminuye gradualmente hasta el mes de junio donde la precipitación es nula, es decir que fue el mes más seco del periodo. Sin embargo, del mes de julio la tendencia de la precipitación se incrementa ligeramente hasta diciembre. La precipitación anual se reportó 873.25 mm, de manera que se mantuvo dentro de los parámetros del requerimiento del cultivo.

**Tabla 10:** Coeficiencia de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2005

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	3150	7,261		
Pp. (mm)	0	209.5	873.25	0.4949	0.102
T. Máx. (°C)	17.7	25		0.0361	0.911
T. Mín. (°C)	1.2	5.62		0.8293	0.001

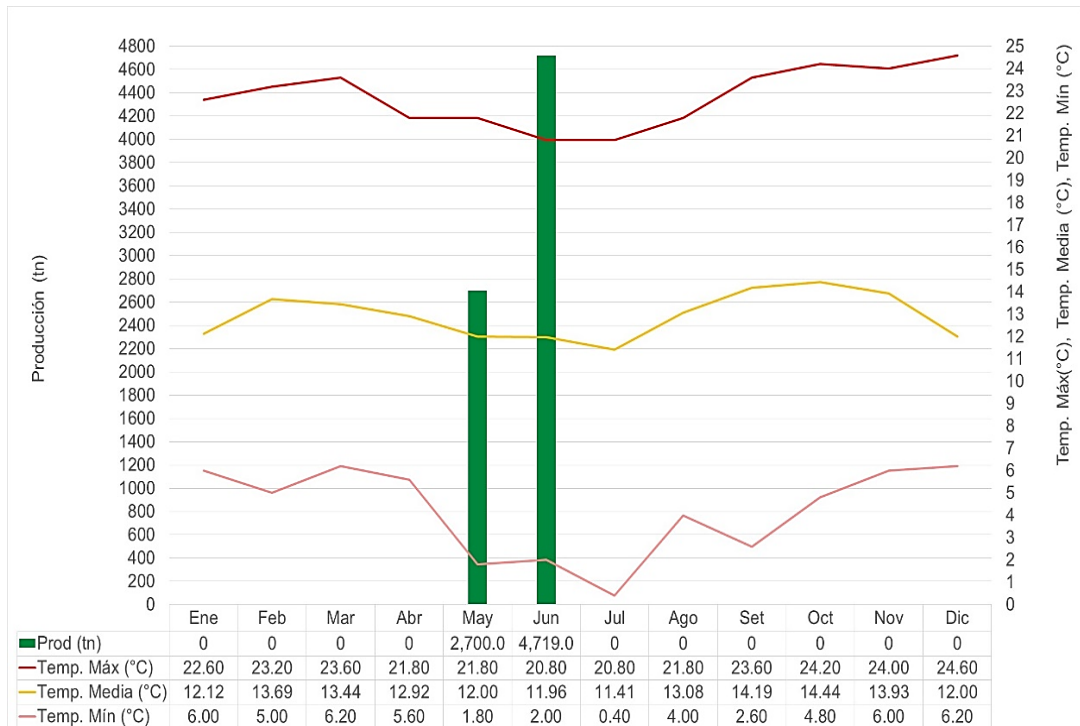
Fuente: Elaboración propia

La tabla (10) muestra la dinámica del coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y precipitación es  $r = 0.4949$ , lo cual indica, que la relación es lineal moderada entre ambos variables y la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.0361$ , es decir que la relación es lineal positiva muy baja entre ambos variables. El nivel de significancia de la producción de papa, precipitación y la temperatura máxima es que  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativa, de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y la temperatura máxima no fue significativa en el periodo. Mientras que, el coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura mínima es  $r = 0.8293$ , lo cual hace referencia, que la relación es lineal positiva muy alta y el nivel de significancia de la producción de papa y la temperatura mínima es que  $(p < 0.05)$  estadísticamente es significativa, de manera que existe una variación significativa en la producción de papa debido que la variabilidad de la temperatura mínima es significativa durante el transcurso del año 2005.

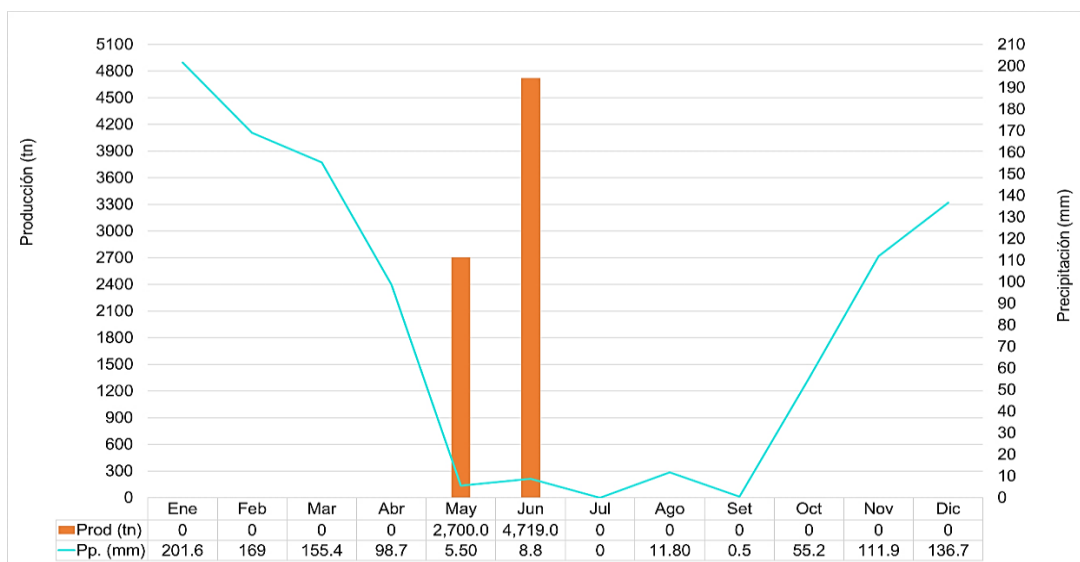
**Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2006**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2006, a continuación, se detalla en la figura 12:

**Figura 12:** Base de datos de la producción de papa y temperatura (máxima y mínima), periodo 2006



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (12, a y b) muestra el comportamiento de la producción de papa de manera que se concentra de mayo a junio, donde el máximo

volumen de producción es 4719 valor que se registró en junio y la producción mínima se reportó en el mes de mayo de 2700 tn de papa, la producción anual es 7419 tn de papa en el periodo.

La figura (12, a) muestra la tendencia de la temperatura creciente e irregular en el año, de manera que la temperatura máxima mensual es 24.6°C dicho valor se reportó en el mes de diciembre, es decir que es el mes más caluroso y la tendencia de la temperatura máxima se incrementó en más 2.0C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 13.14°C, de modo que la tendencia disminuyó en menos 0.12°C con respecto de enero a diciembre. La tendencia de la temperatura mínima descendió hasta 0.4°C, lo cual indica que la ocurrencia de olas de fríos intensos en el periodo y la disminución de la temperatura fue por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

En la figura (12, b) se visualiza la tendencia de la precipitación mensual decreciente e irregular en el periodo, donde el máximo volumen de la precipitación es 201.6 mm valor que se reportó en el mes enero, es decir, que es el mes más húmedo. En cambio, de febrero la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta el mes de junio donde el valor es nulo, lo cual indica, que fue el mes más seco del año. Sin embargo, del mes de julio la tendencia de la precipitación se incrementa progresivamente hasta el mes de diciembre. La precipitación anual se reportó 955.10 mm, de manera que se mantuvo dentro del requerimiento del cultivo.



**Tabla 11:** Coeficiente de Correlación de Pearson y Nivel de Significancia de la producción de papa, periodo 2006.

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	4719	7,419		
Pp. (mm)	0	201.6	955.1	0.4307	0.1622
T. Máx. (°C)	20.8	24.6		0.534	0.074
T. Mín. (°C)	0.4	6.2		0.506	0.093

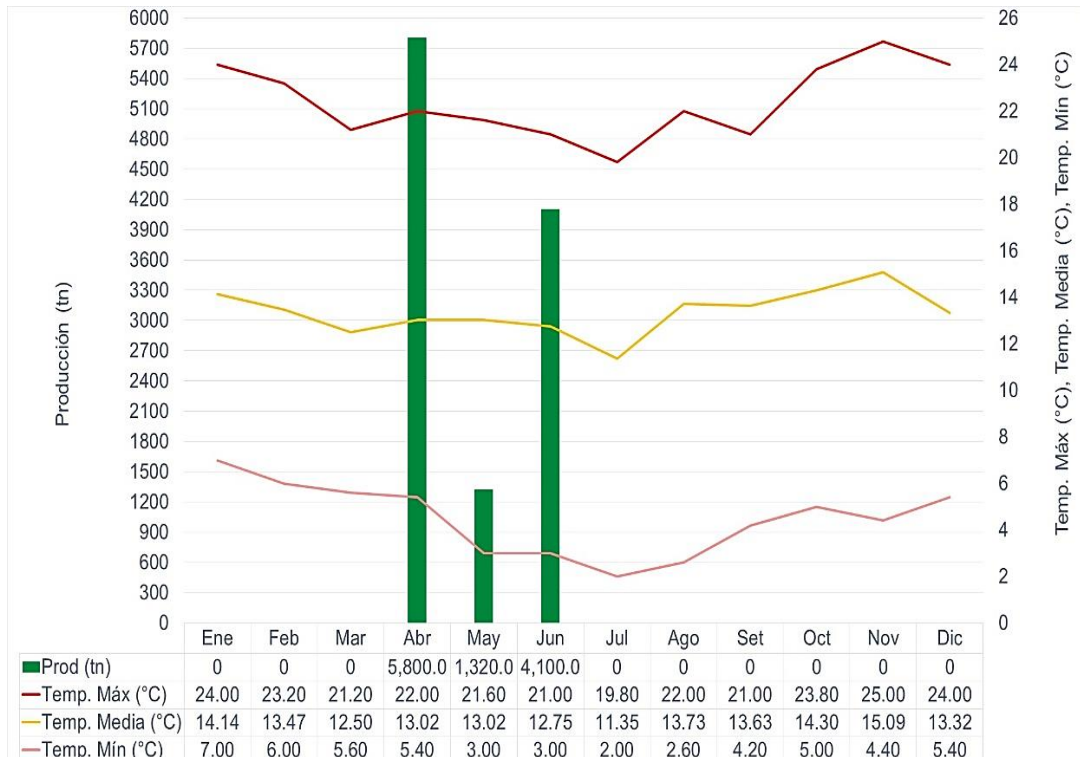
Fuente: Elaboración propia

La tabla (11) muestra el coeficiente de correlación de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.407$ , es decir, que la relación es lineal positiva moderada entre ambas variables. El coeficiente de correlación de la producción de papa y temperatura máxima es  $r = 0.534$ , es decir, que la relación es lineal positiva moderada entre ambas variables. El coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura mínima es  $r = 0.506$ , lo cual indica que la relación es lineal positiva moderada entre ambas variables. El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima) es que  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativo, de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y la temperatura (máxima y mínima) no fue significativa en el transcurso del año 2006.

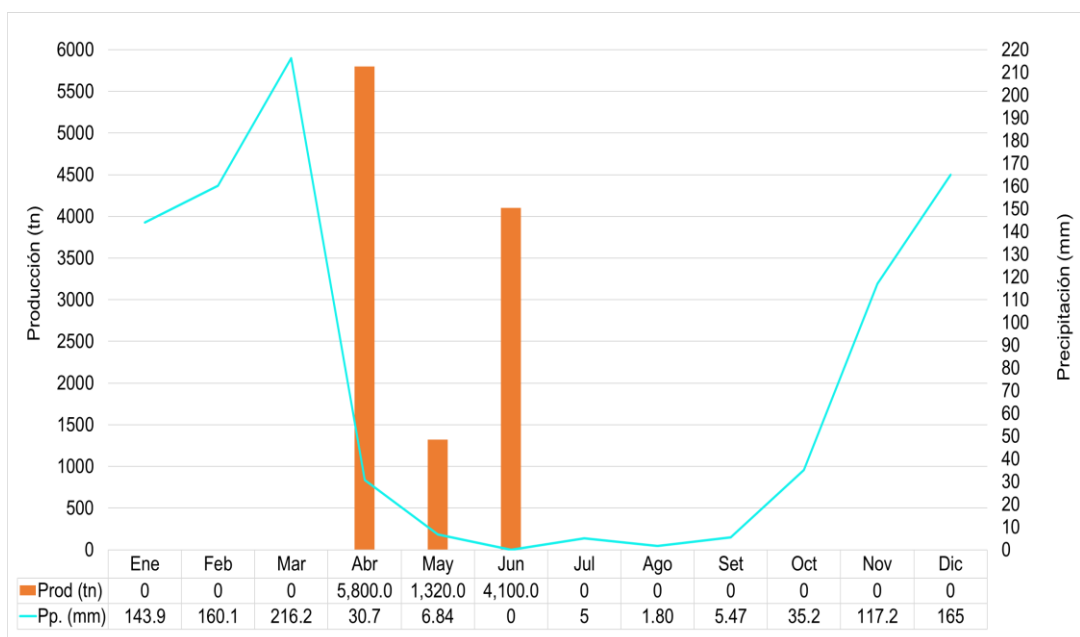
**Comportamiento de la producción de la papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2007**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2007, a continuación, se detalla en la figura 13:

**Figura 13:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2007



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (13, a y b) muestra la dinámica de la producción de papa de manera que se concentra de abril a junio, donde el máximo volumen de la producción es 5800 tn de papa valor que se reporta en el mes abril y la producción mínima se registra en el mes de mayo de 1320 tn de papa. La producción anual es 11220 tn durante el periodo.

La figura (13, a) se observa la tendencia de la temperatura ligeramente creciente e irregular durante el año, de manera, que la temperatura máxima es 25.0°C, lo cual indica, que es el mes más caluroso durante el periodo y la tendencia temperatura máxima se mantiene constante. El promedio de la temperatura media mensual es 12.93°C, de manera la tendencia disminuye en menos 0.82°C. La tendencia de la temperatura mínima descendió gradualmente hasta 2.0°C valor que se registra en el mes de julio, lo cual indica, que la ocurrencia de las olas de fríos intensos en el periodo y la disminución de la temperatura fue debajo de los límites críticos de la temperatura (figura 1).

Finalmente, en la figura (13, b) muestra la tendencia de la precipitación mensual es decreciente e irregular en el periodo, el máximo volumen de la precipitación es 216.2 mm valor que se registró en el mes de marzo, es decir, que es el mes más húmedo del periodo. Sin embargo, del mes de abril la tendencia de la precipitación desciende gradualmente hasta el mes de junio de manera que la precipitación es nula, lo cual refiere que es el mes más seco en el periodo. En cambio, de agosto la tendencia de la precipitación se incrementa ligeramente hasta el mes de diciembre. La precipitación anual se reportó 887.41 mm, de manera se mantuvo dentro del parámetro óptimo del cultivo.

**Tabla 12:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2007.

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	5,800	11220		
Pp. (mm)	0	216.2	887.41	0.374	0.231
T. Máx. (°C)	19.8	25		0.263	0.408
T. Mín. (°C)	2	7		0.077	0.812

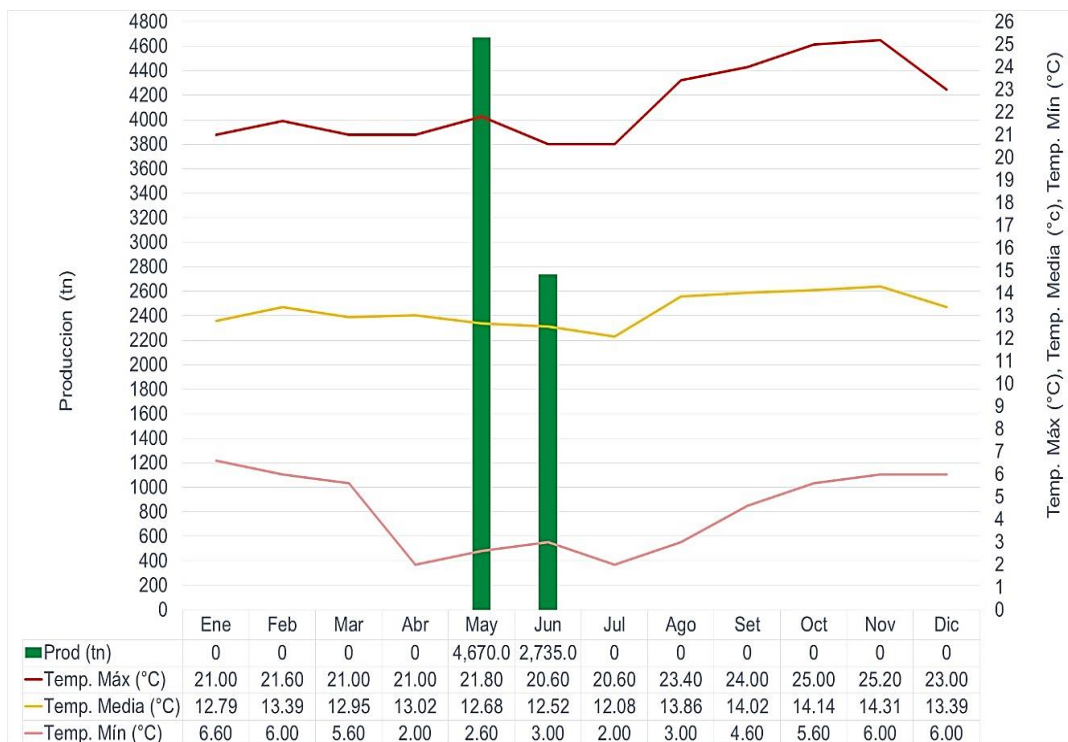
Fuente: Elaboración propia

La tabla (12) muestra el coeficiente de correlación de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.374$ , lo cual indica que el grado de relación es lineal positiva baja, el coeficiente de correlación de la producción y la temperatura máxima es  $r = 0.263$ , lo cual refiere, que la relación es lineal positiva baja entre ambas variables, en cambio el coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y la temperatura mínima es  $r = 0.077$ , es decir que la relación es lineal positiva muy baja entre ambas variables. El nivel de significancia de la producción de papa, la precipitación y la temperatura (máxima y mínima) es que  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativo de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y la temperatura (máxima y mínima) no fue significativa en el transcurso del año 2007.

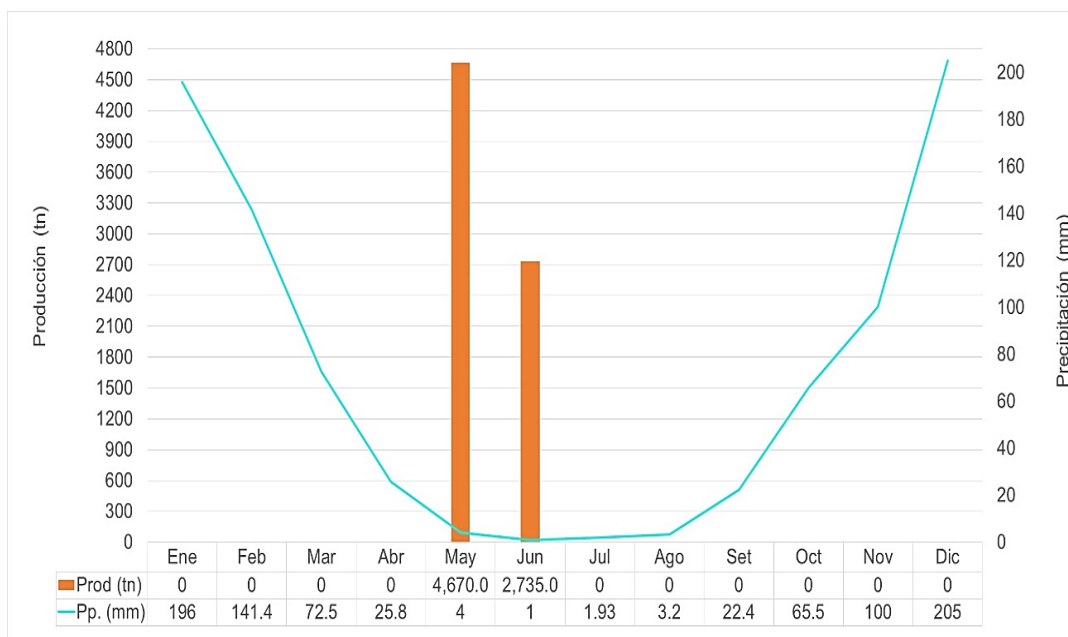
### **Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2008**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2008, a continuación, se detalla en la figura 14:

**Figura 14:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2008



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (14, a y b) muestra el comportamiento de la producción de papa que se concentró de mayo a junio, la producción de máximo volumen es 4670 valor que se registró en el mes de mayo y la

producción mínimo se reportó en el mes de junio de 2735. La producción anual se reportó 7450 tn durante el periodo.

La figura (13, a) muestra la tendencia de la temperatura creciente e irregular en el periodo, de manera que la temperatura máxima mensual es 25.2°C valor que se registra en el mes de noviembre, convirtiéndose en el mes más caluroso del periodo y la tendencia se incrementó en más 2.0°C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 13.36°C de manera que la tendencia se incrementó en más 0.6°C. Sin embargo, la tendencia de la temperatura mínima descendió gradualmente hasta 2.0° valores que se registra los meses de abril y julio, lo cual indica que la ocurrencia de olas de fríos intensos en el periodo y la disminución de la temperatura es por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

En la figura (13, b) se observa la tendencia de la precipitación mensual creciente e irregular en el periodo, el volumen máximo de la precipitación es 205 mm valor que registra en el mes de diciembre. Mientras tanto, la tendencia de precipitación del mes de enero disminuye gradualmente hasta 1.0mm valor que se registra en el mes de junio, lo cual indica que es el mes más seco del año. En cambio, del mes de julio la tendencia de la precipitación se incrementa progresivamente hasta el mes de noviembre. La precipitación anual se reportó 838.73 mm, de manera que mantuvo dentro del requerimiento del cultivo.

**Tabla 13:** Coeficiente de Correlación de Pearson y nivel significancia de la producción de papa, periodo 2008

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	4,670	7,405		
Pp. (mm)	1	205	838.73	0.3901	0.210
T. Máx. (°C)	20.6	25.2		0.262	0.411
T. Mín. (°C)	2	6.6		0.426	0.168

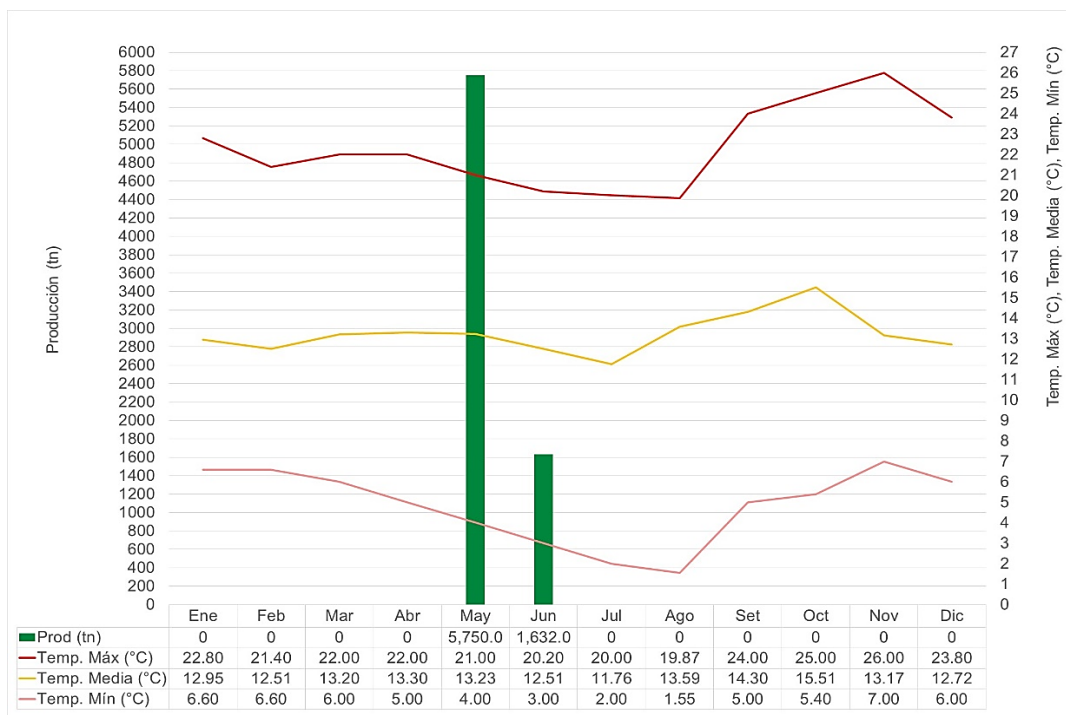
Fuente: Elaboración propia

La tabla (13) muestra la dinámica del coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.390$ , lo cual indica, que la relación es lineal positiva baja entre ambas variables, la coeficiencia de correlación de la producción y la temperatura máxima es  $r = 0.262$ , lo cual refiere, que la relación es lineal positiva baja entre ambas variables. Mientras tanto, la producción de papa y la temperatura mínima es  $r = 0.426$ , es decir, que la relación es lineal moderada entre ambas variables. El nivel de significancia de la producción y los indicadores climáticos (precipitación y temperatura) es  $p > 0.05$ , estadísticamente es no significativa, de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la variabilidad de la precipitación y temperatura (máxima y mínima) no fue significativa en el periodo.

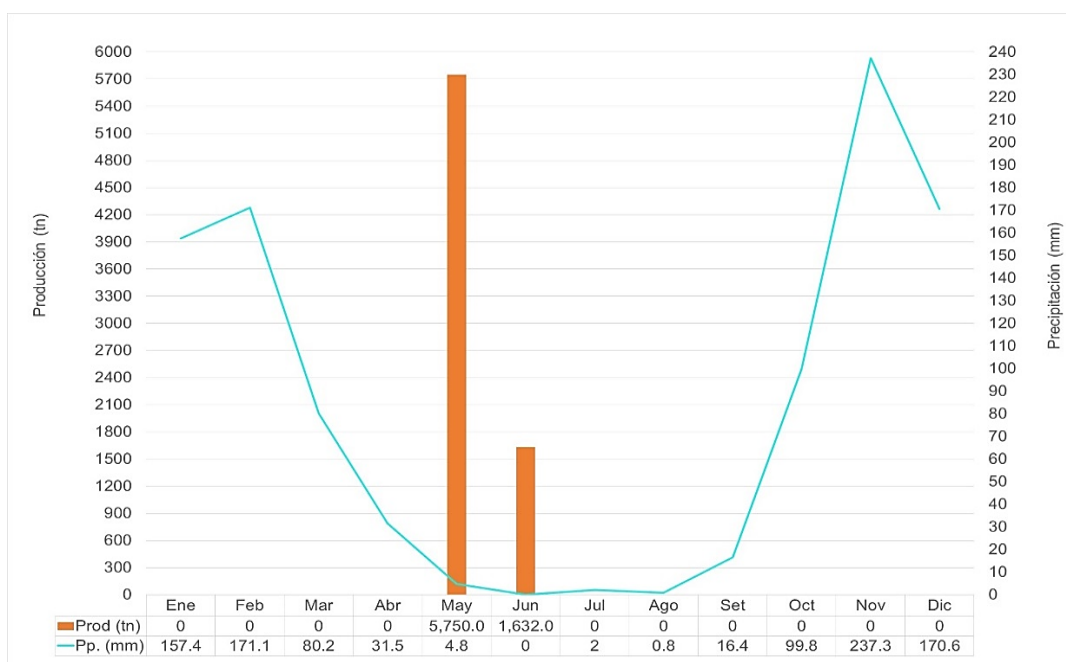
**Comportamiento de la producción de papa, precipitación. Temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2009**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2009, a continuación, se detalla en la figura 15:

**Figura 15:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2009



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (15, ítem a y b) muestra la dinámica de la producción de papa se concentró de mayo a junio, la producción de máximo volumen es 5750 tn valor que se reporta en el mes de mayo y la producción mínima



se registró en el mes de junio de 1632 tn, mientras, mientras tanto, la producción anual se registró 7382 tn en el año.

La figura (15, a) muestra la tendencia de la temperatura es creciente e irregular en el periodo, de manera que la temperatura máxima mensual es 26.0°C valor que se reporta en el mes de noviembre, es decir que es el mes más caluroso del periodo y la tendencia de la temperatura máxima se incrementó en más 1.0°C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 13.23°C, de manera que la tendencia disminuyó en menos 0.23°C. La tendencia de la temperatura mínima mensual descendió gradualmente hasta 1.55°C valor que registró en el mes de agosto, lo cual indica que la ocurrencia de olas de fríos intensos en el periodo y la disminución de la temperatura es por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

En la figura (15, b) se observa la tendencia de la precipitación creciente e irregular en el periodo, el máximo volumen de la precipitación es 237.3 mm valor que se reporta en el mes noviembre, de manera que, fue el mes más húmedo del periodo. Sin embargo, desde el mes diciembre la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta el mes de junio donde la precipitación es nula, lo cual indica, que es el mes más seco del periodo. En cambio, desde el mes de julio la tendencia de la precipitación se incrementa ligeramente hasta diciembre y la precipitación anual se reporta 971.90 mm, de manera que se mantuvo dentro de los parámetros del requerimiento del cultivo.

**Tabla 14:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2009.

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	5750	7,382		
Pp. (mm)	0	237.3	971.9	0.365	0.244
T. Máx. (°C)	19.9	26		0.300	0.344
T. Mín. (°C)	1.55	7		0.232	0.468

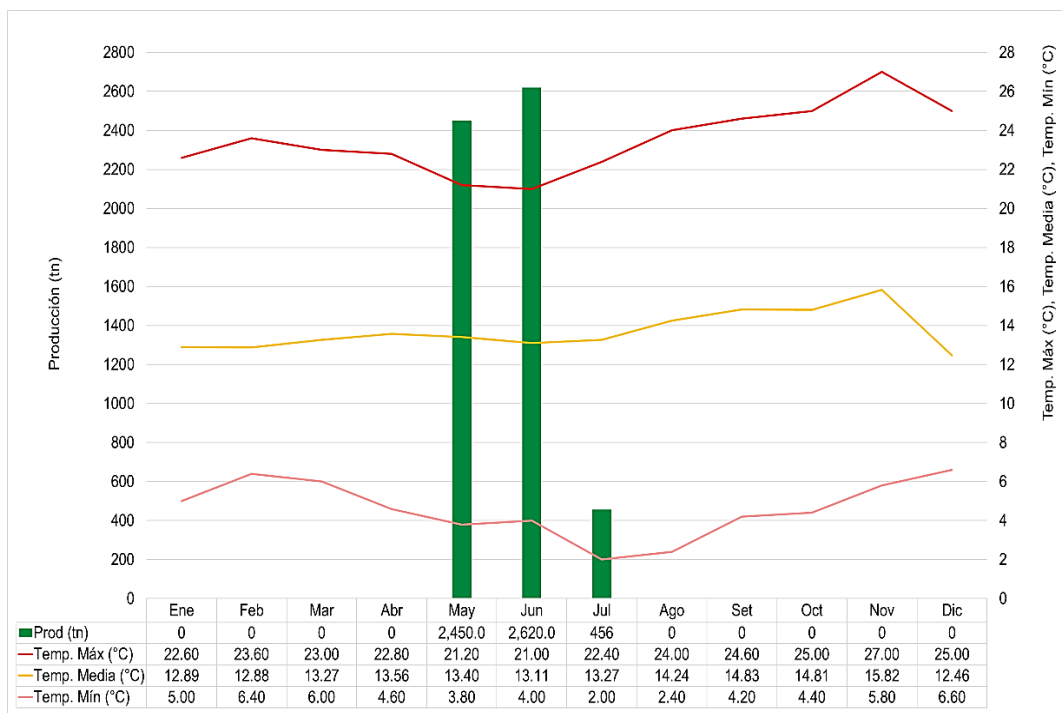
Fuente: Elaboración propia

La tabla (14) muestra el coeficiente de correlación de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.365$ , lo cual indica, que la relación es lineal positiva baja entre los variables, el coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura (máxima y mínima) es  $r = 0.300$  y  $r = 0.232$  es decir, que la relación es lineal positiva baja entre los variables. El nivel de significancia es ( $p > 0.05$ ) estadísticamente es no significativo de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y la temperatura (máxima y mínima) no fue significativa en el transcurso del año.

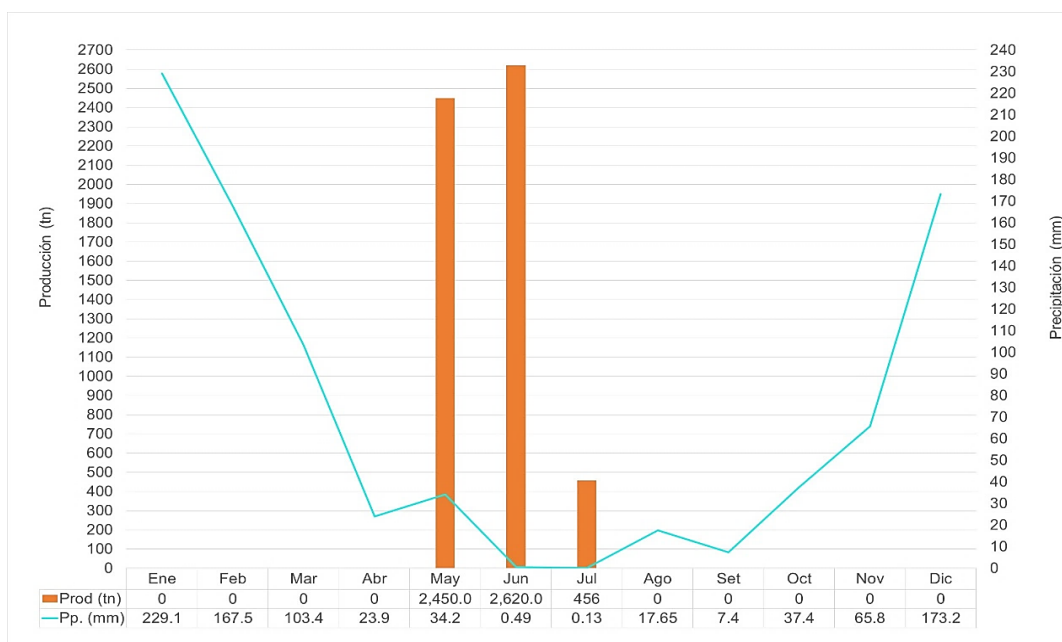
#### **Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y precipitación en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2010**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2010, a continuación, se detalla en la figura 16:

**Figura 16:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2010



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (16, a y b) muestra la dinámica de la producción de papa que se concentró de mayo a julio, la producción de máximo volumen es 2620 tn valor que se reporta en el mes de junio y la producción mínima

se registró en el mes de julio de 456 tn y la producción anual se reportó 5526 tn en el año.

La figura (16, ítem a) muestra la tendencia de la temperatura creciente e irregular en el periodo, de manera que la temperatura máxima mensual es 27.0°C valor que se reportó en el mes de noviembre, es decir que es el mes más caluroso en el periodo y la tendencia de la temperatura máxima se incrementó en más 2.4 °C, de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 13.71°C, de manera que la tendencia disminuyó en menos 0.43°C de enero a diciembre. La tendencia de la temperatura mínima descendió gradualmente hasta 2.0°C valor que se reporta en el mes de julio, lo cual indica que la ocurrencia de las olas de fríos intensos en el periodo y la disminución de la temperatura es por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

En la figura (16, ítem b) se visualiza la tendencia de la precipitación decreciente e irregular en el periodo, el máximo volumen de la precipitación es 229.1 mm valor que se registra en el mes de enero, lo cual refiere que es el mes más húmedo del periodo. Sin embargo, desde el mes de febrero la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta el mes de julio donde se registra 0.13mm, lo cual indica, que es el mes más seco en el periodo. En cambio, la tendencia de la precipitación del mes de agosto se incrementa progresivamente hasta el mes de diciembre. La precipitación anual se registró 860.17 mm, de manera que se mantuvo dentro de los parámetros del requerimiento del cultivo.

**Tabla 15:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2010

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	P-value
Producción de papa (ha)	0	2620	5,526		
Pp. (mm)	0.13	229.1	860.17	0.369	0.238
T. Máx. (°C)	21	27		0.691	0.013
T. Mín. (°C)	2	6.6		0.299	0.345

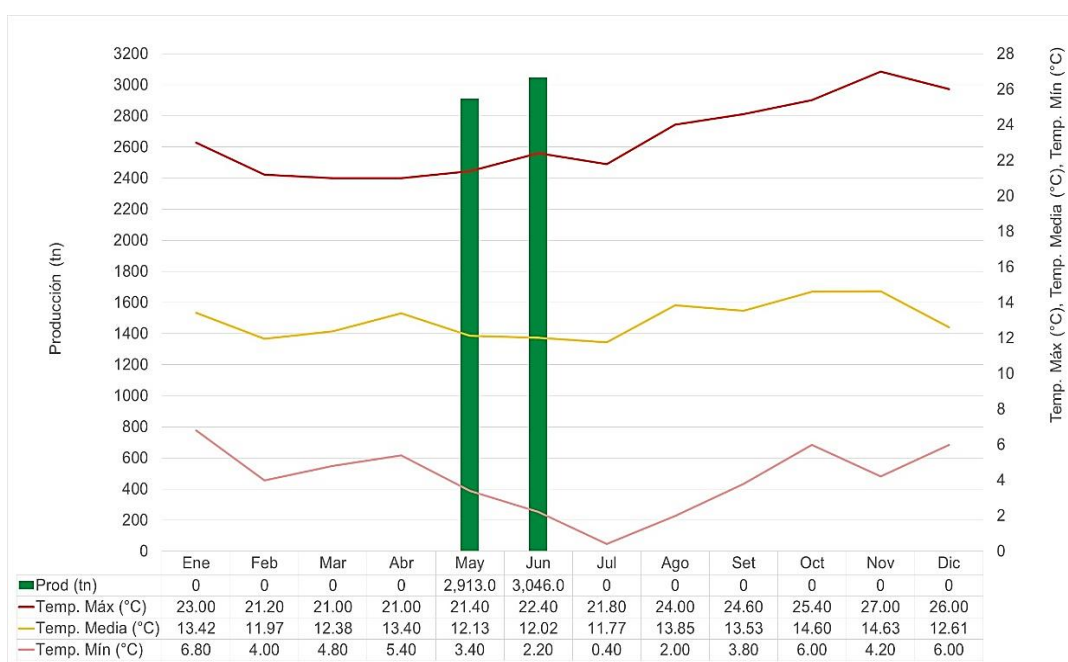
Fuente: Elaboración propia

La tabla (15) muestra el coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.369$ , lo cual indica, que la relación es lineal positiva baja entre ambas variables, el coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.691$ , lo cual refiere, que la relación es lineal positiva alta entre los variables. Mientras tanto, el coeficiente de la correlación de la producción de papa y la temperatura mínima es  $r = 0.299$ , es decir, que la relación es lineal positiva baja entre ambas variables. El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación y temperatura mínima) es  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativa, de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y la temperatura mínima no significativa, mientras tanto el nivel de significancia de la producción de papa y la temperatura máxima es  $p < 0.05$ , estadísticamente es significativa, de modo que existió una variación significativa en la producción de papa debido que la variabilidad de la temperatura máxima fue significativa durante el transcurso del periodo.

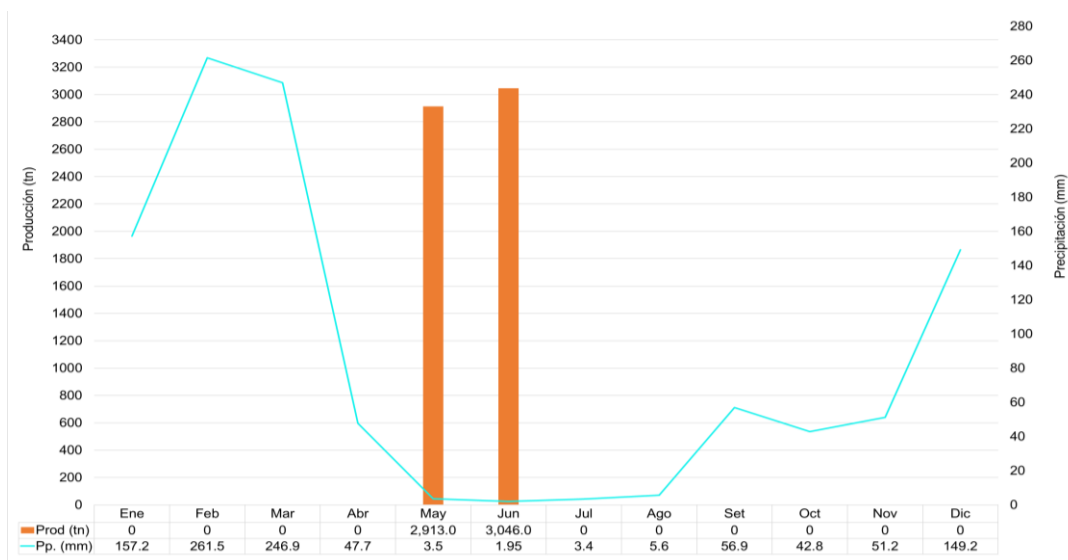
## Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2011

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2011, a continuación, se detalla en la figura 17:

**Figura 17:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2011



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (17, a y b) muestra la dinámica de la producción de papa se concentró de mayo a junio. La producción de máximo volumen es 3046.0 tn valor que se registra en el mes de junio y la producción mínima se reporta en el mes de mayo de 2913 tn de papa. La producción anual se reportó 5959 tn de papa en el periodo.

La figura (17, a) muestra la tendencia de la temperatura es creciente e irregular, de manera que la temperatura máxima mensual es 27.0°C, convirtiéndose el mes más caluroso del periodo y la tendencia de la temperatura máxima se incrementó en más 3.0°C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 13.03°C, y la tendencia de la temperatura media disminuye en menos 0.81°C (enero a diciembre). La tendencia de la temperatura mínima descendió gradualmente hasta 2.20°C dicho valor se reportó en el mes de junio, lo cual indica que la ocurrencia de las olas de frío es intensa y la disminución de la temperatura es debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

En la figura (17, b) se visualiza la tendencia de la precipitación decreciente e irregular en el periodo, el máximo volumen de la precipitación es 261.5 mm valor que se registra en el mes de febrero, lo cual refiere que es el mes más húmedo del periodo. Sin embargo, desde el mes febrero la tendencia disminuye gradualmente hasta el mes de junio, donde se reportó 1.95 mm, lo cual indica, que es el mes más seco. En cambio, del mes marzo la tendencia de la precipitación se incrementa progresivamente hasta el mes de diciembre y la

precipitación anual es 1027.85 mm de manera que se mantuvo dentro del requerimiento del cultivo.

**Tabla 16:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2011

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	3046	5,959		
Pp. (mm)	1.95	261.5	1027.85	0.4097	0.1859
T. Máx. (°C)	21	27		0.2917	0.3575
T. Mín. (°C)	0.4	6.6		0.3216	0.3080

Fuente: Elaboración propia

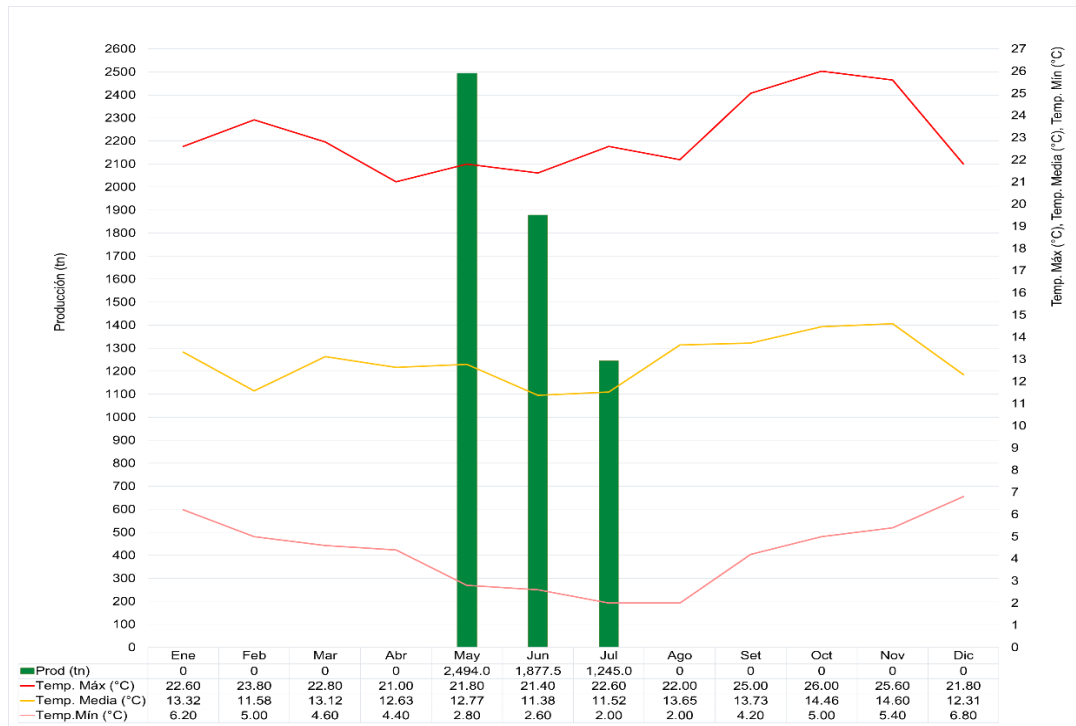
La tabla (16) muestra el coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.4097$ , lo cual indica, que la relación es lineal positiva moderada entre ambas variables. El coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.2917$  y la producción de papa y la temperatura mínima es  $r = 0.3216$ , lo cual hace referencia que la relación es lineal positiva baja entre la producción de papa y la temperatura (máxima y mínima). El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación y temperatura) es que ( $p > 0.05$ ) estadísticamente es no significativo de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y temperatura (máxima y mínima) no fue significativa en el transcurso del año.

**Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínimo en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2012**

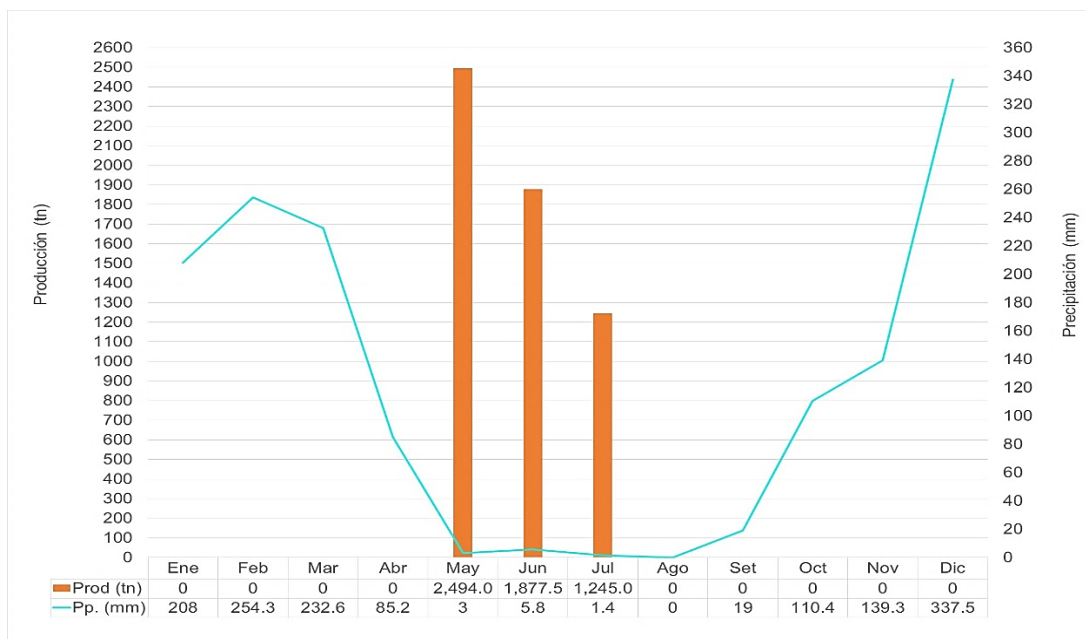


Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2012, a continuación, se detalla en la figura 18:

**Figura 18:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima) periodo 2012



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (18, a y b) muestra la dinámica de la producción de papa que se concentró de mayo a julio, la producción de máximo volumen es 2494 tn de papa valor que se registró en el mes de mayo y la producción mínima se reportó en el mes de julio de 1245 tn de papa, mientras que la producción anual es 5617 tn de papa en el periodo.

La figura (18, a) muestra la tendencia de la temperatura creciente hasta el mes de noviembre, en cambio en diciembre disminuye en el periodo, la máxima temperatura es 26.60°C valor que se reporta en el mes de noviembre, lo cual indica, que es el mes más caluroso en el año y la tendencia de la temperatura máxima se incrementa en más 4.0°C de enero a noviembre, mientras que, en diciembre la tendencia disminuye en menos 3.8°C. El promedio de la temperatura media mensual es 12.92°C, de manera que la tendencia disminuyó en menos 1.0°C (enero a diciembre). La tendencia de la temperatura mínima desciende gradualmente hasta 2.0°C valor que se reportó entre julio y agostos, lo cual indica que la ocurrencia de olas de frío es intensa y la disminución de la temperatura es por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

En la figura (18, b) se visualiza la tendencia de la precipitación es creciente e irregular en el periodo, el máximo volumen de la precipitación es 337.5 mm valor que se reporta en el mes de diciembre. Sin embargo, del mes de marzo la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta el mes julio donde se reporta 1.4 mm, lo cual indica, que es el mes más seco del periodo. Desde el mes de setiembre la tendencia de la precipitación se incrementa ligeramente

hasta el mes de diciembre. El total de la precipitación anual se reportó 1396.5 mm en el transcurso del periodo

**Tabla 17:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2012.

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	2494	5,617		
Pp. (mm)	0	337.5	1396.5	0.503	0.095
T. Máx. (°C)	21	26		0.406	0.190
T. Mín. (°C)	2	6.8		0.612	0.034

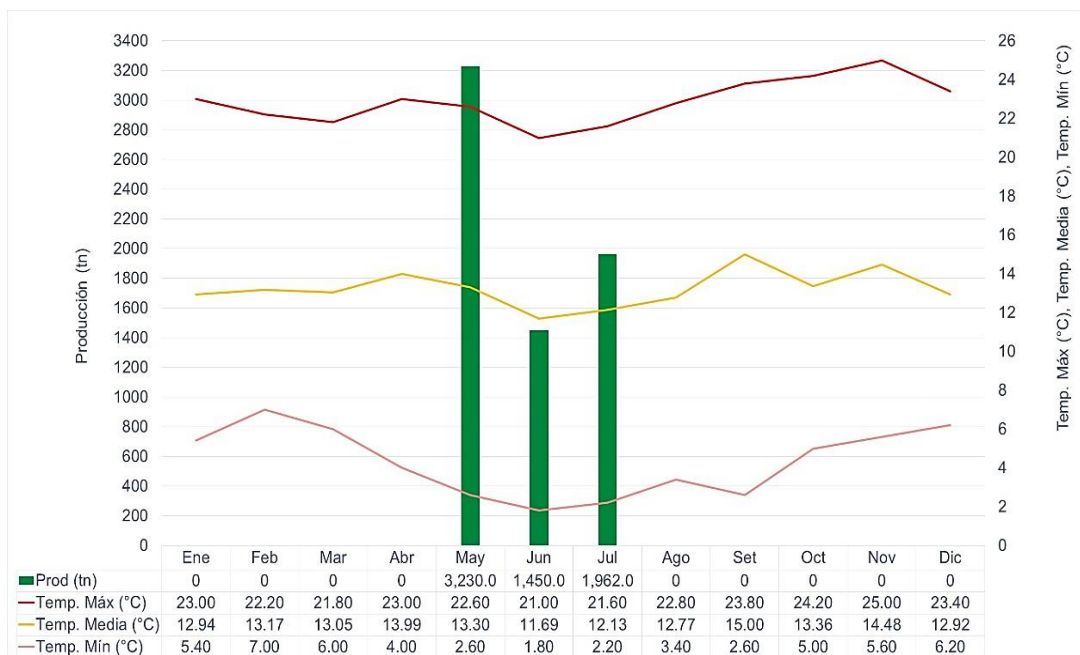
Fuente: Elaboración propia

La tabla (17) muestra el coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.503$ , lo cual indica, que la relación es lineal positiva moderada entre ambas variables. El coeficiente de relación de la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.406$ , es decir que la relación es lineal positiva moderada entre ambas variables. El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación y temperatura máxima) es que  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativo de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y la temperatura máxima no fue significativa. En cambio, el coeficiente de correlación de la producción de papa y temperatura mínima es  $r = 0.612$ , lo cual refiere, que la relación es lineal positiva alta entre ambas variables. EL nivel de significancia de la producción de papa y la temperatura mínima es que  $p < 0.05$  estadísticamente es significativa de manera que existe una variación significativa en la producción de papa debido que la variabilidad de la temperatura mínima fue significativa en el transcurso del año.

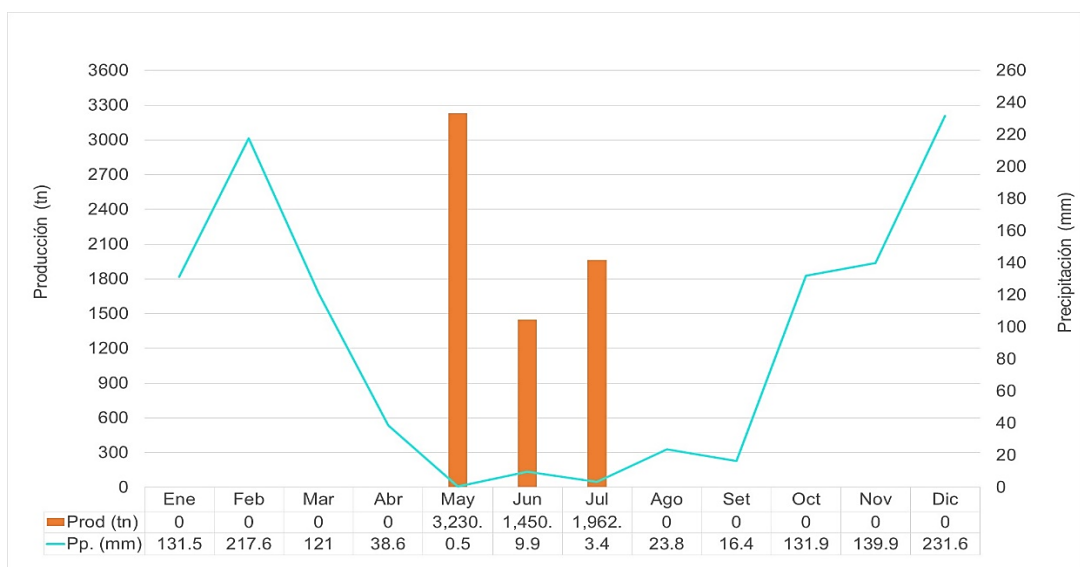
## Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2013

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2013, a continuación, se detalla en la figura 19:

**Figura 19:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2013



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (19, a y b) muestra la dinámica de la producción de papa que concentró de mayo a julio, de manera que la temperatura máxima mensual es 25.0°C valor que se registró en noviembre, lo cual indica, que el mes más caluroso en el periodo y la tendencia de la temperatura máxima se incrementa en más 0.4°C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 13.23°C y la tendencia se disminuye en menos 0.06°C de enero a diciembre. La tendencia de la temperatura mínima disminuye gradualmente hasta 1.80°C dicho valor se reporta en el mes de junio, lo cual indica, la ocurrencia de las olas de fríos intensos en el periodo y la disminución de la temperatura es por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

La figura (19, a) muestra la tendencia de la precipitación creciente e irregular en el periodo, el máxima volumen de la precipitación es 231.6 mm valor que se registró en el mes de diciembre, lo cual indica, que es el mes más húmedo del periodo. Sin embargo, del mes enero la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta el mes de mayo donde se reporta 0.5 mm, lo cual refiere que es el mes más seco del año. Mientras tanto, del mes junio la tendencia de la precipitación se incrementa ligeramente hasta el mes diciembre y el total de la precipitación anual es 1066.1 mm en el periodo.

**Tabla 18:** Coeficiente de correlación de Pearson y el nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2013.

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	3,230	6,642		
Pp. (mm)	0.5	231.6	1066.1	0.571	0.05
T. Máx. (°C)	21	25		0.450	0.14
T. Mín. (°C)	1.8	7		0.637	0.03

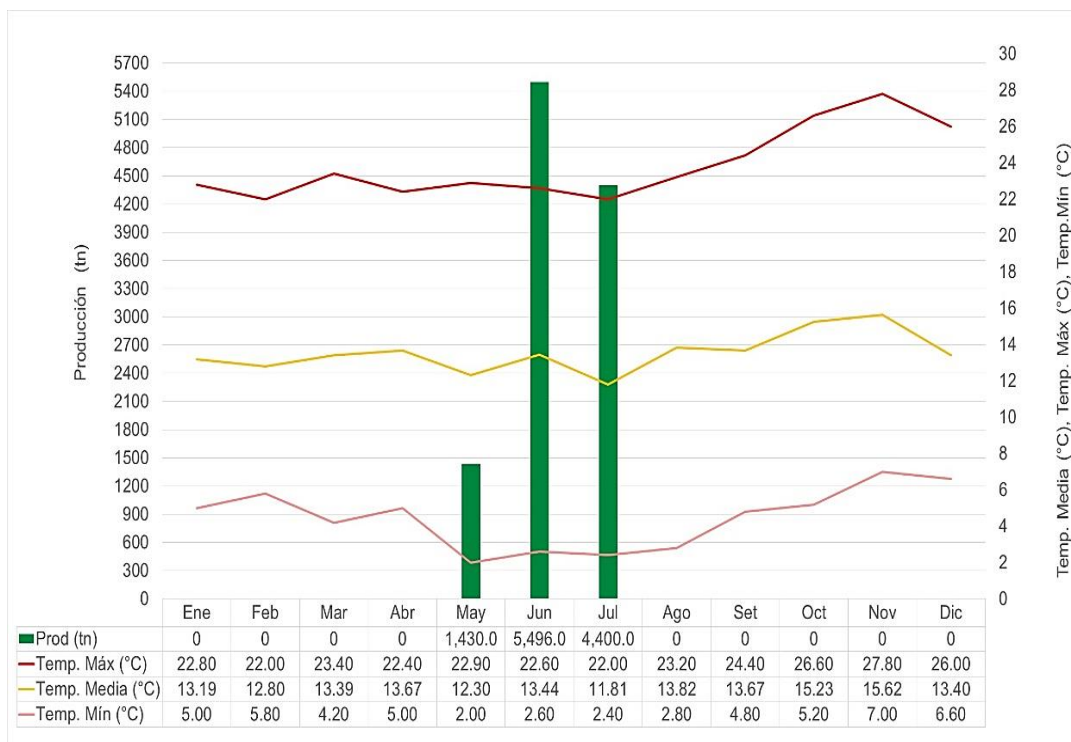
Fuente: Elaboración propia

La tabla (18) muestra el coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.571$ , es decir, que la relación es lineal positiva alta entre ambas variables. El coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura mínima es  $r = 0.637$ , lo cual indica, que la relación es lineal positiva alta entre ambos variables. El nivel de significancia de la producción y los indicadores climáticos (precipitación y temperatura mínima) es que ( $p < 0.05$ ) estadísticamente es significativa de manera que existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y la temperatura mínima es significativa. Mientras tanto, el coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.450$ , es decir, que la relación es lineal positiva moderada entre ambas variables y el nivel de significancia de la producción de papa y la temperatura máxima es que  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativa, de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la variabilidad de la temperatura máxima no fue significativa en el transcurso del año.

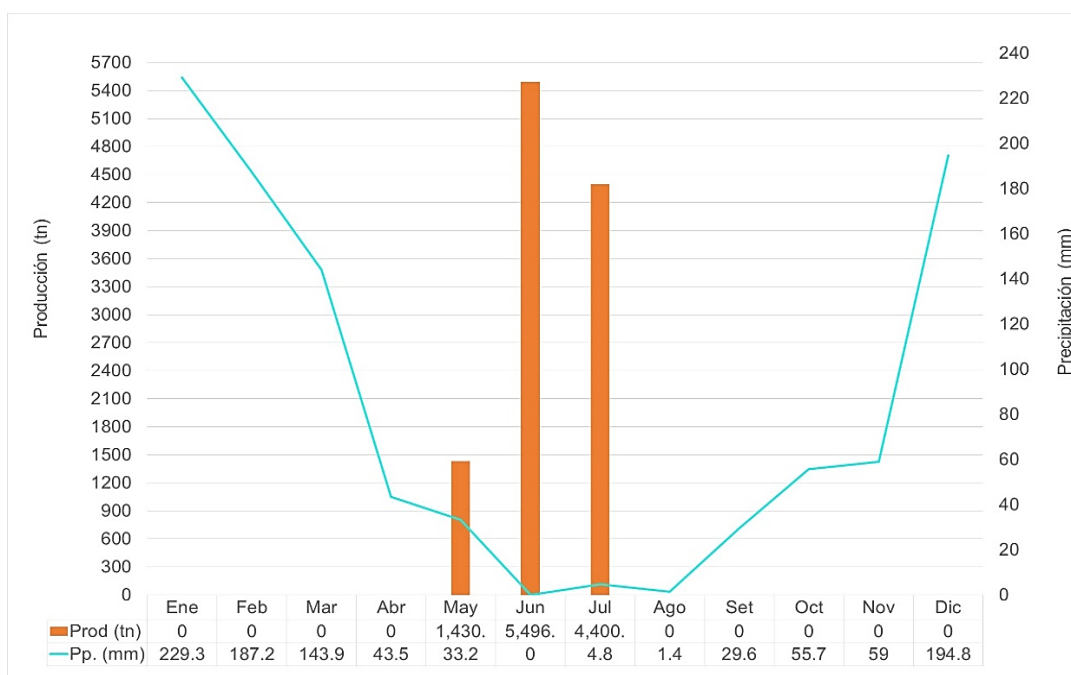
#### **Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2014**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2014, a continuación, se detalla en la figura 20:

**Figura 20:** Base de datos la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2014



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (20, a y b) muestra la dinámica de la producción de papa que se concentró de mayo a julio, la producción de máximo volumen es 5496 tn de papa valor que se registró en el mes de junio y la producción

mínima se reportó en el mes de mayo de 1430 tn de papa. El total de producción anual se reportó 11326 tn de papa en el periodo de evaluación.

La figura (20, a) muestra la tendencia de la temperatura creciente e irregular durante el año, de manera que la temperatura máxima es 27.8°C valor que se reportó en el mes de noviembre, lo cual refiere que es el mes más caluroso del año y la tendencia se incrementó en más 3.2°C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 13.53°C y la tendencia se incrementó en más 0.21°C de enero a diciembre. La tendencia de la temperatura mínima descendió gradualmente hasta 2.0°C valor que se reportó en el mes de mayo, lo cual indica, la ocurrencia de las olas de fríos intensos en el periodo y la disminución de la temperatura es por debajo de límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

Finalmente, en la figura (20, b) se visualiza la tendencia de la precipitación mensual es decreciente e irregular en el periodo, el máximo volumen de la precipitación es 229.3 mm valor que se reportó en el mes de enero, lo cual indica, que es el mes más humedad del periodo. Sin embargo, del mes de febrero la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta el mes de junio donde se reporta la ausencia de las lluvias, lo cual indica que es el mes más seco del periodo. En cambio, desde el mes de julio la tendencia de la precipitación se incrementa ligeramente hasta el mes de diciembre y el total de la precipitación anual es 982.4 mm, de manera que se mantuvo dentro del requerimiento del cultivo.



**Tabla 19:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2014

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	5,496	11,326		
Pp. (mm)	0	229.3	982.4	0.486	0.11
T. Máx. (°C)	22	28		0.396	0.20
T. Mín. (°C)	2	7		0.641	0.03

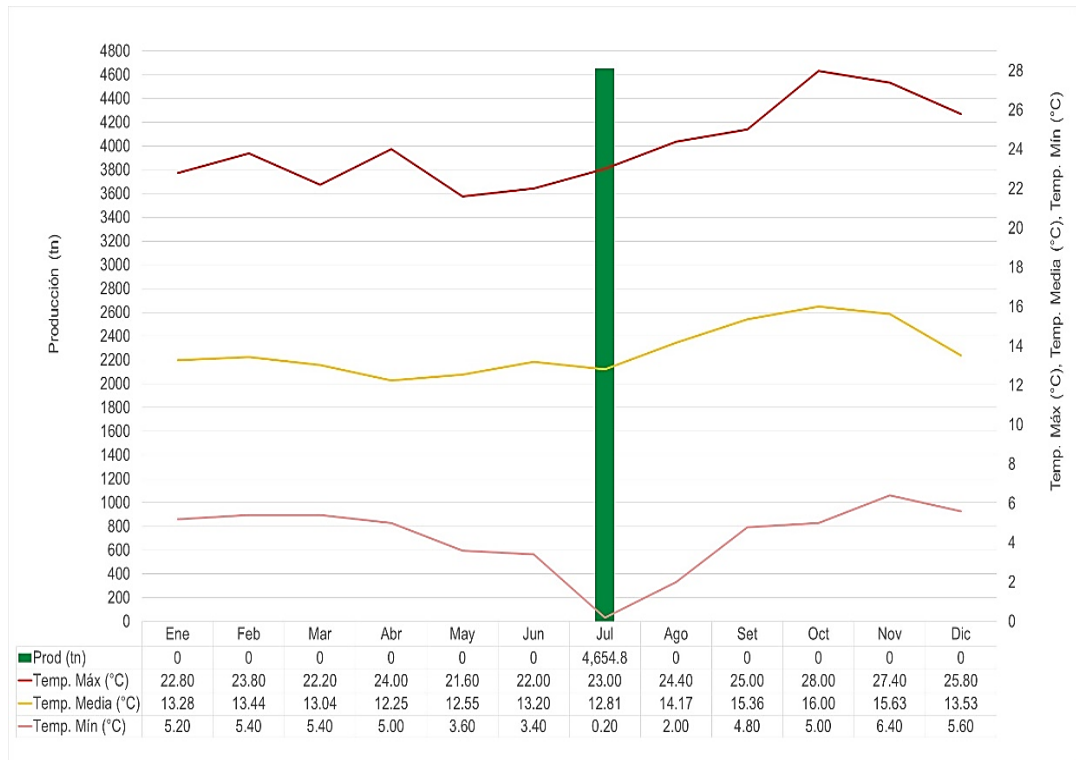
Fuente: Elaboración propia

La tabla (19) muestra el coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y precipitación es  $r = 0.486$ , lo cual indica, que la relación es lineal positiva moderada entre ambas variables. El coeficiente de correlación de la producción de papa y temperatura máxima es  $r = 0.396$ , lo cual refiere que la relación es lineal positiva baja entre ambas variables. El nivel de significancia de la producción de papa es que  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativa, de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y temperatura máxima no fue significativa durante el transcurso del año. En cambio, el coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura mínima es  $r = 0.641$ , lo cual indica que la relación es lineal positiva alta entre ambas variables. El nivel de significancia de la producción de papa y la temperatura mínima es que  $p < 0.05$  estadísticamente es significativa, de manera que existe una variación significativa en la producción de papa debido que la variabilidad de la temperatura máxima fue significativa durante el tiempo de evaluación.

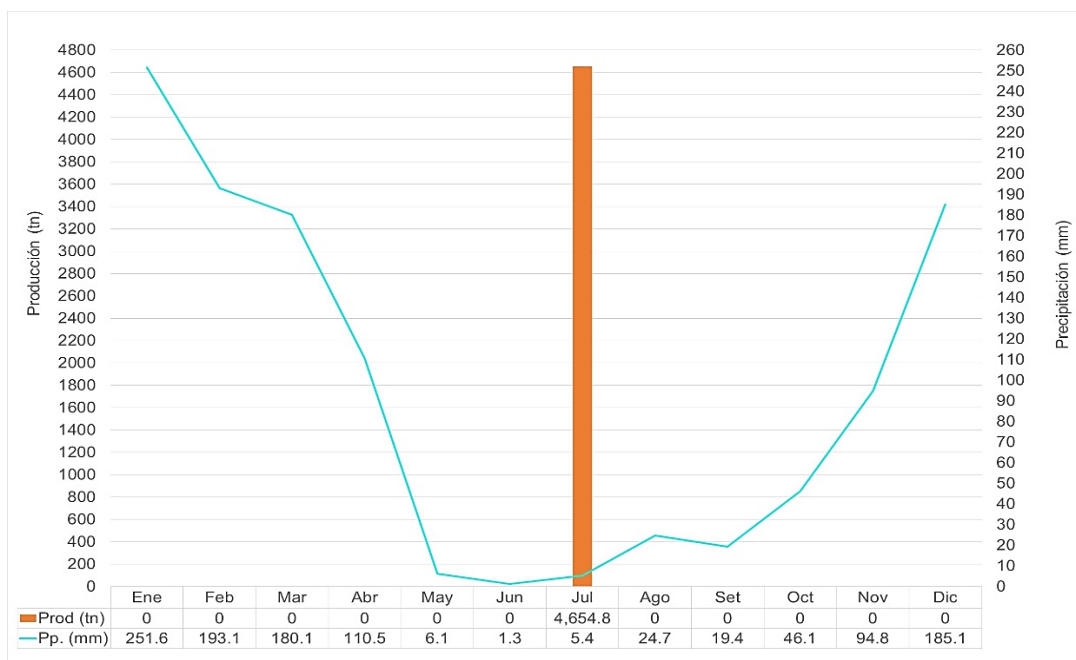
**Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2015**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2015, a continuación, se detalla en la figura 21:

**Figura 21:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2015



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (21, a y b) muestra la dinámica de la producción de papa se registró solamente los meses de julio de manera que la producción es de 4654.8 tn de papa.

La figura (21, a) muestra la tendencia de la temperatura creciente e irregular en el periodo, la temperatura máxima mensual es 27.4°C, siendo el mes más caluroso del tiempo de análisis y la tendencia se incrementó en más 3.0°C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 13.77°C, y la tendencia se incrementó en más 0.25°C de enero a diciembre. La tendencia de la temperatura mínima disminuye gradualmente hasta el mes de julio, donde el valor es 0.20°C lo cual indica, la ocurrencia de las olas de frío intensos en el periodo y el descenso de la temperatura se mantuvo por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

En la figura (21, b) se visualiza la tendencia de la precipitación mensual es decreciente e irregular en el periodo, el máximo volumen de la precipitación es 251.6 mm valor que se registró en el mes de enero, lo cual indica que es el mes más húmedo del periodo. Sin embargo, desde el mes febrero la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta 1.3 mm valor que se registró en el mes de junio, es decir que es el mes más seco del periodo. En cambio, del mes de julio la tendencia de la precipitación se incrementa ligeramente hasta el mes de diciembre y el total de la precipitación anual es 1118.28 mm, de manera que superó los parámetros del requerimiento del cultivo.

**Tabla 20:** Coeficiente de correlación de Pearson y el nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2015.

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	4654.8	4,654.8		
Pp. (mm)	1.3	251.6	1,118.28	0.291	0.36
T. Máx. (°C)	21.6	28		0.178	0.58
T. Mín. (°C)	0.2	6.4		0.741	0.01

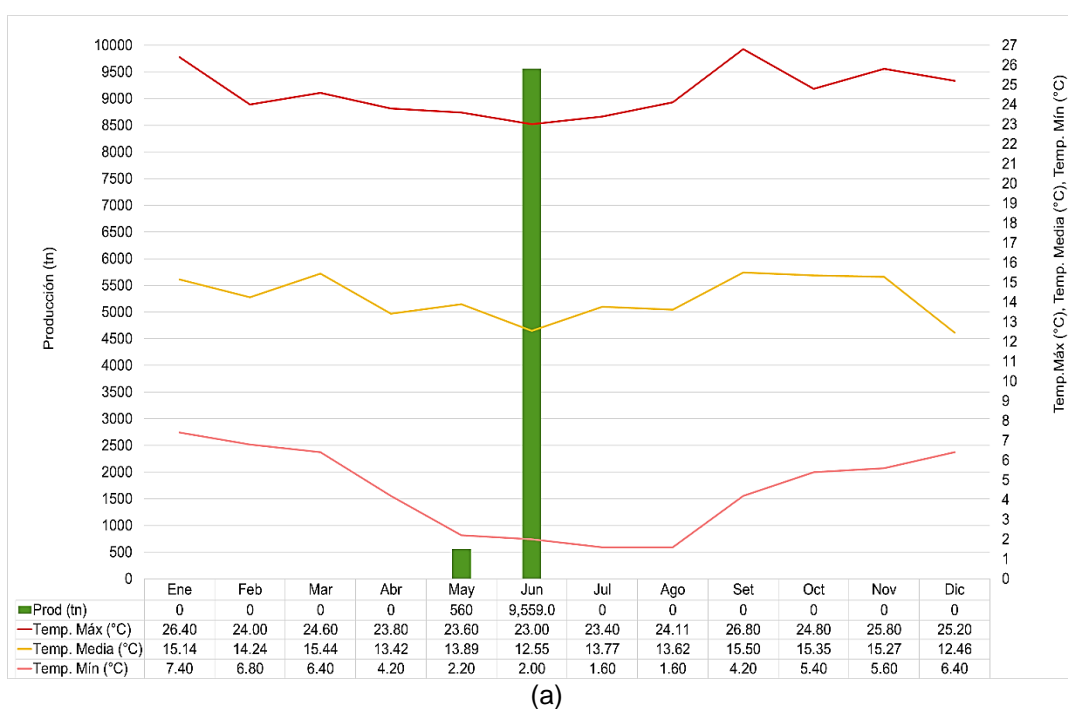
Fuente. Elaboración propia

La tabla (20) se aprecia el coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.291$ , lo cual indica, que la relación es lineal positiva baja entre ambas variables, el coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.178$ , lo cual refiere que la relación es lineal positiva muy baja entre ambas variables. El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación y temperatura máxima) es que  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativo de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y la temperatura máxima no fue significativa durante el tiempo de análisis. Finalmente, el coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura mínima es  $r = 0.741$ , es decir, que el grado de relación es lineal positiva alta. El nivel de significancia de la producción de papa y la temperatura mínima es que  $p < 0.05$ , estadísticamente es significativa, de manera que existe una variación significativa en la producción de papa debido que la variabilidad de la temperatura mínima es significativa durante el transcurso del año.

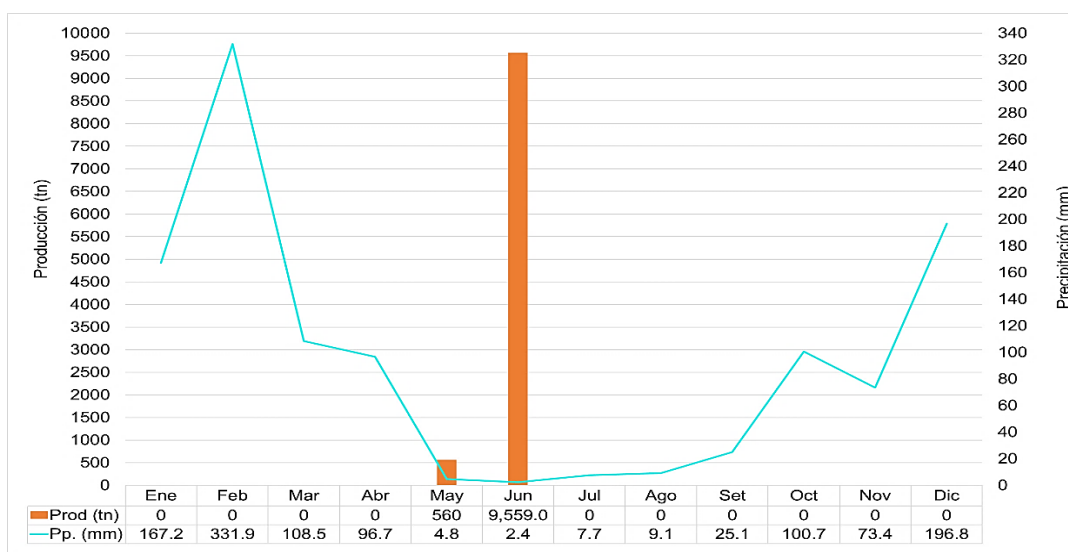
## Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2016

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2016, a continuación, se detalla en la figura 22:

**Figura 22:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2016



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (22, a y b) muestra dinámica de la producción de papa que se concentró de mayo a junio, la producción de máximo volumen es 9559 tn de papa valor que se registró en junio, la producción mínima se reporta en el mes de mayo de 560 tn de papa y el total de la producción anual se registró 10119 tn de papa en el periodo.

La figura (22, a) muestra la tendencia de la temperatura creciente e irregular en el periodo, de manera que la temperatura máxima mensual es 26.8°C lo cual indica que es el mes más caluroso en el año de análisis y la tendencia de la temperatura máxima se incrementó en más 0.4°C de enero a setiembre. El promedio de la temperatura media mensual es 14.22°C y así mismo la tendencia de la temperatura media disminuyó en menos 2.68 °C de enero a diciembre durante el año de análisis. La tendencia de la temperatura mínima disminuye gradualmente hasta 1.60°C dicho valor se registró los meses de junio y agosto, lo cual refiere la ocurrencia de las olas de fríos es intensa en el periodo y la disminución de la temperatura es por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

En la figura (22, b) se visualiza la tendencia de la precipitación mensual es decreciente e irregular en el periodo, la precipitación de volumen máximo es 331.9 mm dicho valor se registró en febrero, lo cual indica que es el mes más húmedo del año. Sin embargo, el mes de marzo la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta 2.4mm valor que se reporta en el mes junio, lo cual indica que es el mes más seco del periodo. En cambio, desde el mes de julio la tendencia de la

precipitación se incrementa ligeramente hasta el mes de diciembre y el total de la precipitación anual es 1124.30 mm en el periodo de análisis.

**Tabla 21:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2016.

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	9559	10,119		
Pp. (mm)	2.4	331.9	1124.3	0.307	0.33
T. Máx. (°C)	23	26.8		0.440	0.15
T. Mín. (°C)	1.6	7.4		0.382	0.22

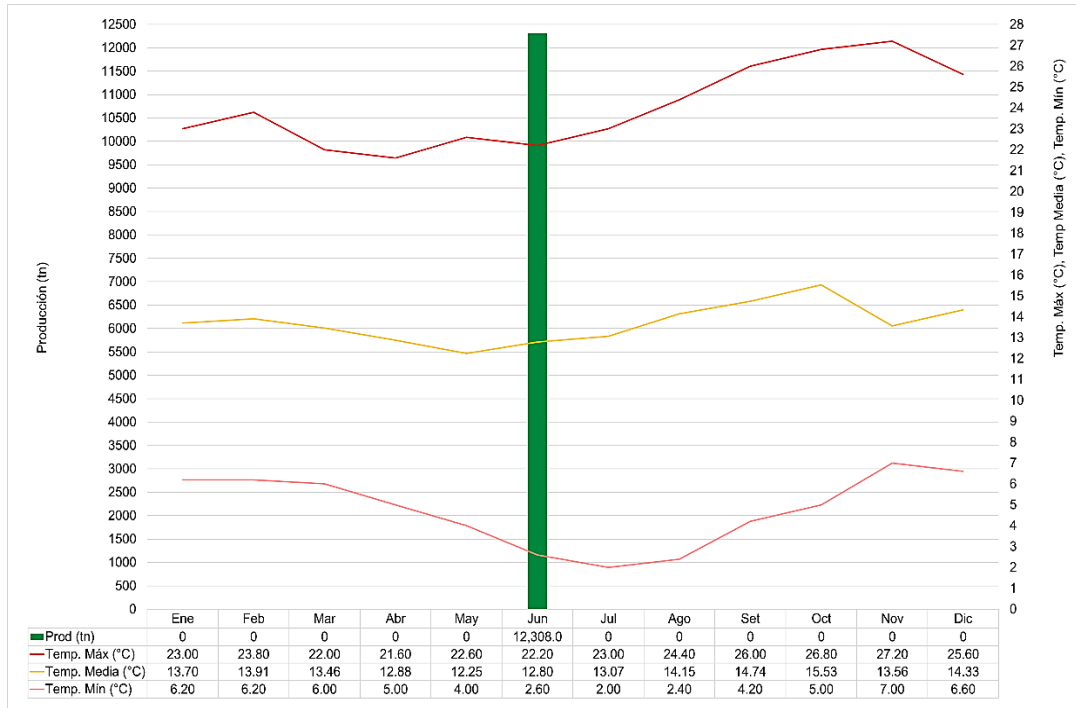
Fuente: Elaboración propia

La tabla (21) muestra el coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.307$ , es decir que la relación es lineal positiva baja entre ambas variables, el coeficiente de correlación de la producción de papa y temperatura máxima es  $r = 0.440$ , lo cual indica, que la relación es lineal positiva moderada entre ambos variables y la coeficiente de relación e la producción de papa y temperatura mínima es  $r = 0.382$ , lo cual refiere, que la relación es lineal baja entre ambos variables. El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación y temperatura) es que  $p > 0.05$ , estadísticamente es no significativo de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y temperatura (máxima y mínima) es no significativa durante el transcurso del año.

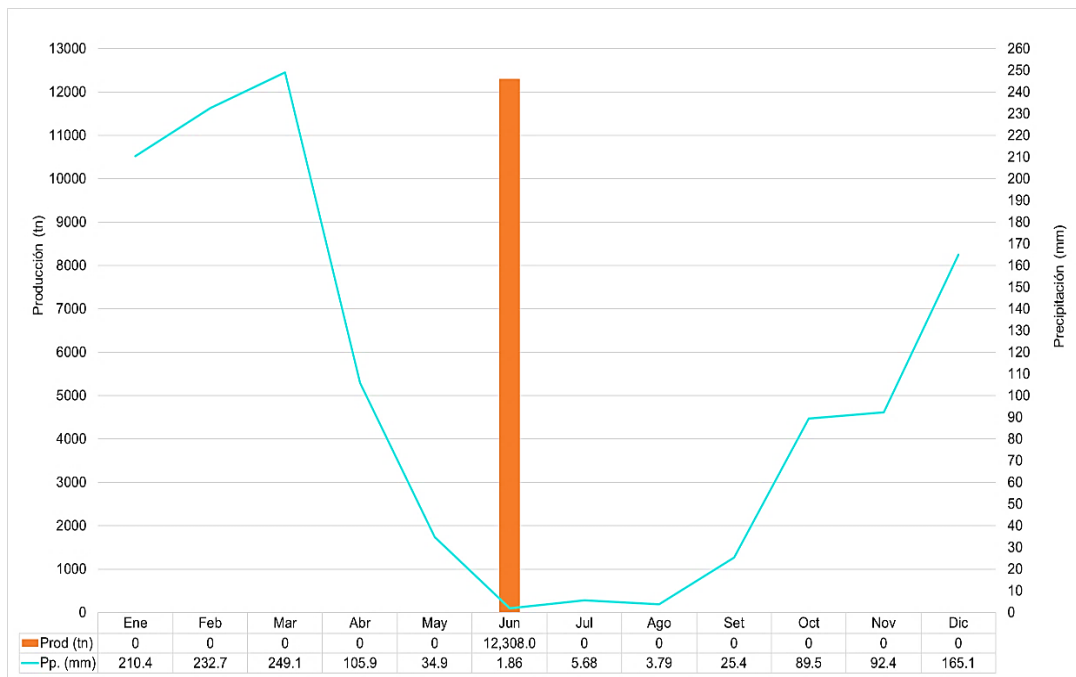
**Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2017**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2017, a continuación, se detalla en la figura 23:

**Figura 23:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2017



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia



La figura (23, a y b) muestra dinámica de la producción de papa se registró solamente en junio de 12308 tn de papa en el transcurso de 2017.

En la figura (23, a) la línea de tendencia de la temperatura es creciente e irregular en el periodo, de manera que la temperatura máxima es 27.2°C valor que se registró en el mes de noviembre, lo cual indica que es el mes más caluroso del periodo y la tendencia de la temperatura mensual se incrementó en más 4.2°C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 13.70°C y la tendencia se incrementó en más 0.63°C de enero a diciembre. La tendencia de la temperatura mínima descendió gradualmente hasta 2.0°C valor que se reporta en el mes de julio, lo cual refiere la ocurrencia de las olas de fríos es intensa en el periodo y la disminución de la temperatura es por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

La figura (23, b) muestra la tendencia de la precipitación decreciente e irregular en el periodo, de manera que el máximo volumen de la precipitación es 249.1 mm valor que se reportó en el mes de marzo, lo cual indica que es el mes más húmedo del periodo. Sin embargo, del mes de abril la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta el mes de junio donde se registra 1.85 mm de precipitación. En cambio, la tendencia de la precipitación del mes de agosto se incrementa ligeramente hasta el mes de diciembre y el total de la precipitación anual es 1216.73 mm en el tiempo de análisis.

**Tabla 22:** Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2017

<b>VARIABLE</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>MÁXIMO</b>	<b>Σ</b>	<b>r</b>	<b>p-value</b>
Producción de papa (ha)	0	12308	12,308		
Pp. (mm)	1.86	249.1	1216.7	0.339	0.28
T. Máx. (°C)	21.6	27.2		0.293	0.36
T. Mín. (°C)	2	7		0.394	0.21

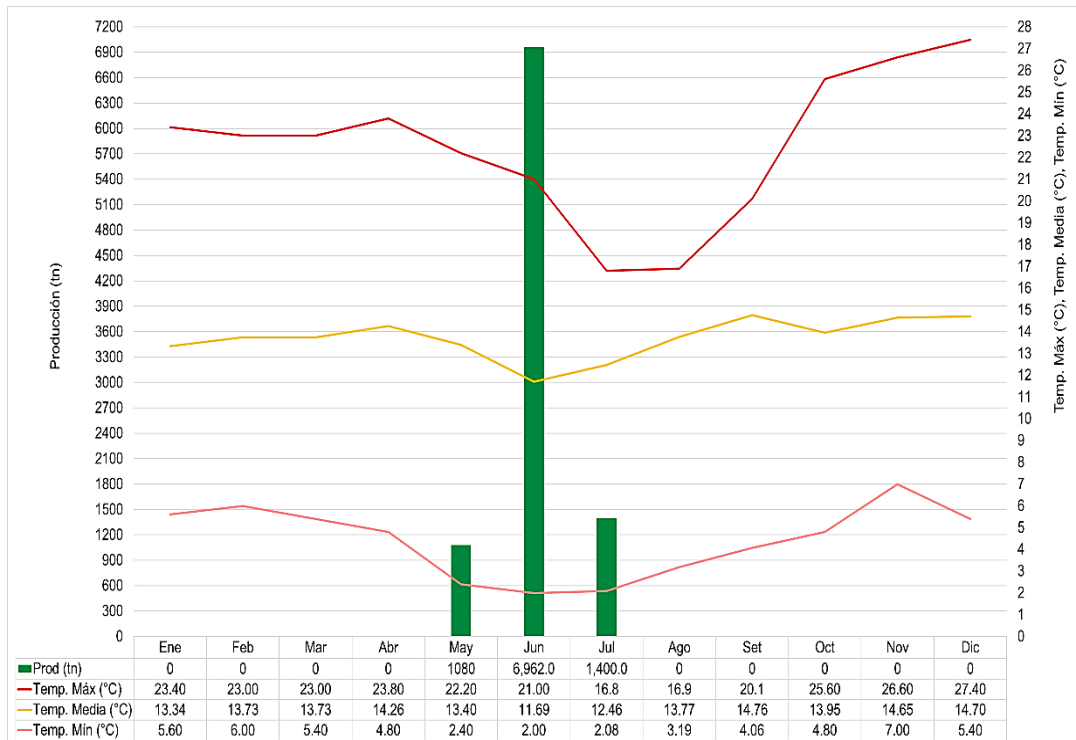
Fuente: Elaboración propia

La tabla (22) muestra el coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.339$ , lo cual indica, que la relación es lineal baja entre ambos variables. El coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.293$ , es decir, que la relación es lineal positiva baja de ambos variables y el coeficiente de correlación de la producción de papa y mínima es  $r = 0.394$ , lo cual indica, que la relación es lineal positiva baja entre los variables. El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación, temperatura máxima, y temperatura mínima) es que  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativa de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y temperatura (máxima y mínima) no fue significativa durante el transcurso del tiempo de análisis.

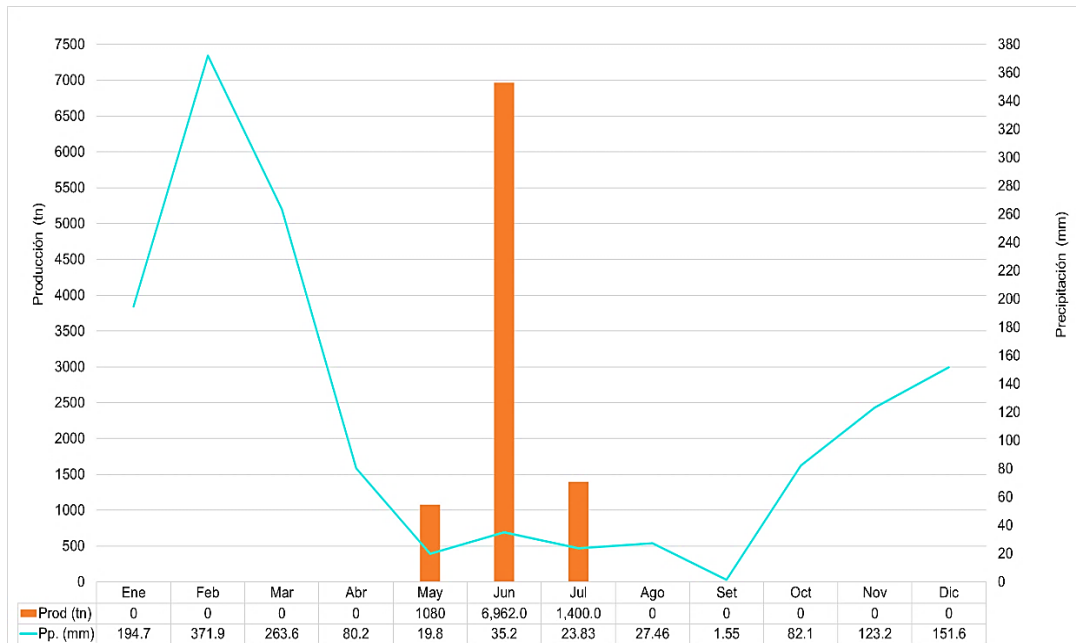
### **Comportamiento de producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2018**

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2018, a continuación, se detalla en la figura 24:

**Figura 24:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2018



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (24, a y b) muestra la dinámica de la producción de papa se concentra de mayo a julio, la producción de máximo volumen es 6962 tn de papa valor que se registró en el mes de junio y la producción

mínima es 1080 tn de papa dicho valor se reporta en el mes de mayo. EL total de la producción anual es 9442 tn durante el 2018.

La figura (24, a) muestra la tendencia de la temperatura es creciente e irregular en el periodo, de manera que la temperatura máxima mensual es 27.4°C valor que se registró en el mes de diciembre, lo cual indica que es el mes más caluroso y la tendencia de la temperatura máxima mensual se incrementó en más 4.0°C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 13.70°C y la tendencia se incrementó en más 0.63°C de enero a diciembre. La tendencia de la temperatura mínimas disminuye hasta 2.0°C dicho valor se registró en el mes junio, lo cual refiere la ocurrencia de las olas de fríos intensos en el periodo y la temperatura disminuye por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

En la figura (24, b) se visualiza la tendencia de la precipitación mensual es decreciente e irregular en el periodo, la precipitación de máximo volumen es 371.9 mm valor que se registró en el mes de febrero, lo cual indico que es el mes más húmedo del año. Sin embargo, del mes marzo la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta 1.55°C valor que se registró en el mes de setiembre, lo cual indica que es el mes más seco del periodo. En cambio, la tendencia de la precipitación se incremente ligeramente hasta el mes de diciembre y la precipitación anual es 1372.14 mm en el periodo.

**Tabla 23:** Coeficiente de correlación de Pearson y el nivel de significancia de la producción de papa, periodo 2018.

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	p-value
Producción de papa (ha)	0	6,962	9,442		
Pp. (mm)	1.55	371.9	1375.14	0.312	0.32
T. Máx. (°C)	16.8	27.4		0.250	0.43
T. Mín. (°C)	2	7		0.608	0.04

Fuente: Elaboración propia

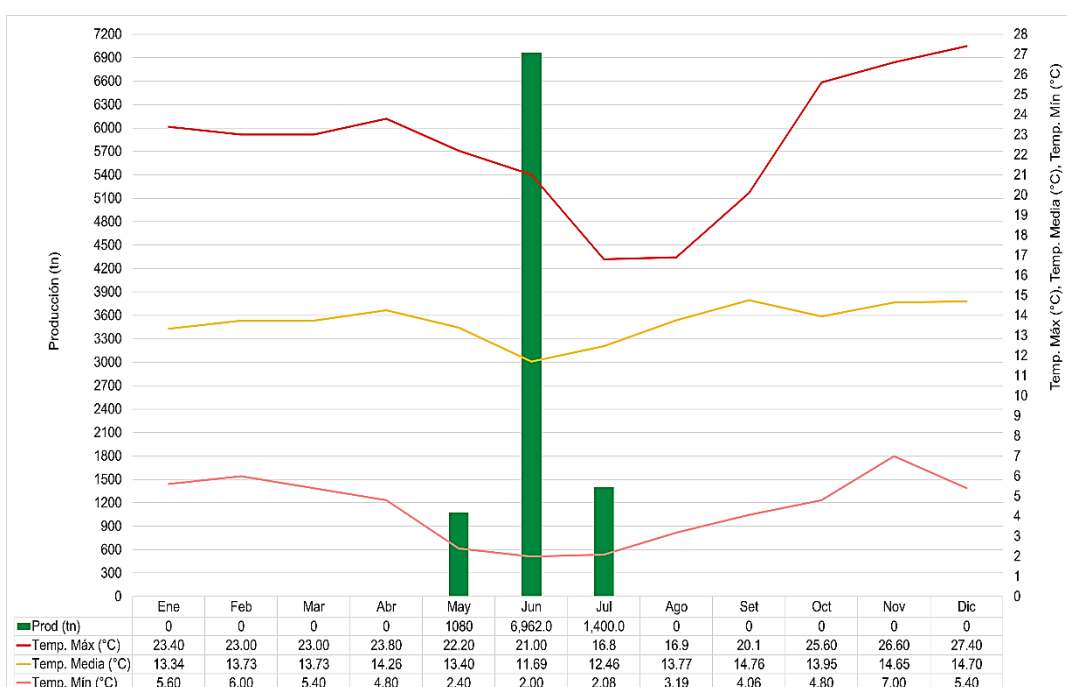
La tabla (23) muestra el coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.312$ , lo cual indica, que la relación es lineal positiva baja entre ambas variables. El coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.520$ , es decir, que la relación es lineal positiva baja entre ambas variables, el nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climático (precipitación y temperatura máxima) es  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativa, de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y temperatura máxima no fue significativa durante el transcurso del año.

El coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura mínima es  $r = 608$ , lo cual refiere, que el grado de relación es lineal positiva alta entre ambas variables y el nivel de significancia de la producción de papa y la temperatura mínima es que  $p < 0.05$  estadísticamente es significativa de manera que existe una variación significativa en la producción de papa debido que la variabilidad de la temperatura mínima fue significativa en el transcurso del año.

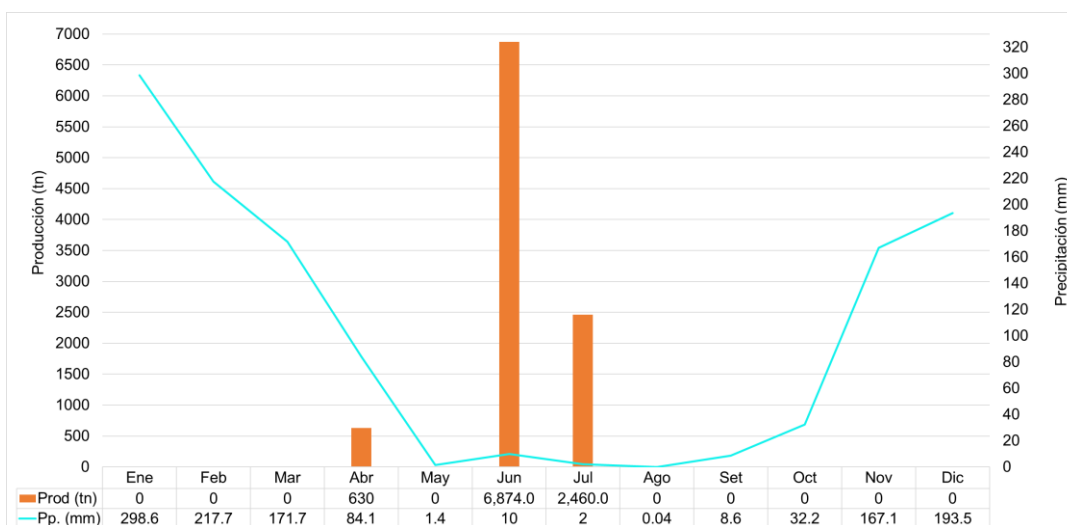
## Comportamiento de la producción de papa, precipitación, temperatura máxima y mínima en el distrito de Challhuahuacho, periodo 2019

Los datos se analizaron mensualmente para determinar la variación de los indicadores climáticos y la influencia en la producción de papa en el transcurso del año 2019, a continuación, se detalla en la figura 25:

**Figura 25:** Base de datos de la producción de papa, precipitación y temperatura (máxima y mínima), periodo 2019



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

La figura (25, a y b) muestra la dinámica de la producción de papa que se concentró de abril a julio, la producción de máximo volumen es 6874.0 tn de papa valor que reportó en el mes de junio, la producción mínima se registró en el mes de abril de 630 tn de papa y el total de la producción anual es 9964 tn de papa.

La figura (25, a) muestra la tendencia de la temperatura es decreciente e irregular en el periodo, de manera que la temperatura máxima mensual es 26.0°C valor que se registró en el mes de enero, lo cual indica que es el mes más caluroso en el periodo y la tendencia disminuye en menos 6.0°C de enero a diciembre. El promedio de la temperatura media mensual es 14.07°C y la tendencia disminuye en menos 1.54°C de enero a diciembre. La tendencia de la temperatura mínima disminuye hasta 3.39°C dicho valor se registró en el mes de julio, lo cual hace referencia la ocurrencia de las olas de frío intensos en el periodo y la temperatura disminuyo por debajo de los límites críticos del requerimiento del cultivo (figura 1).

En la figura (25, b) se visualiza la tendencia de la precipitación mensual es decreciente e irregular en el periodo, la precipitación de máximo volumen es 298.6 mm valor que reportó en el mes de enero, es decir que fue el mes más húmedo del periodo. Sin embargo, del mes de febrero la tendencia de la precipitación disminuye gradualmente hasta el mes de agosto donde se reportó 0.04 mm de precipitación, lo cual indica que es el mes más seco del periodo. En cambio, desde el mes de setiembre la tendencia se incrementa progresivamente hasta el mes

de diciembre y el total de la precipitación anual es 1186.94 mm en el periodo.

**Tabla 24:** Coeficiente de Correlación de Pearson y el Nivel de Significancia de la producción de papa, periodo 2019.

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	P-value
Producción de papa (ha)	0	6,874	9,964		
Pp. (mm)	0.04	298.6	1186.94	0.364	0.24
T. Máx. (°C)	17.9	26		0.338	0.28
T. Mín. (°C)	3.39	6.4		0.601	0.04

Fuente: Elaboración propia

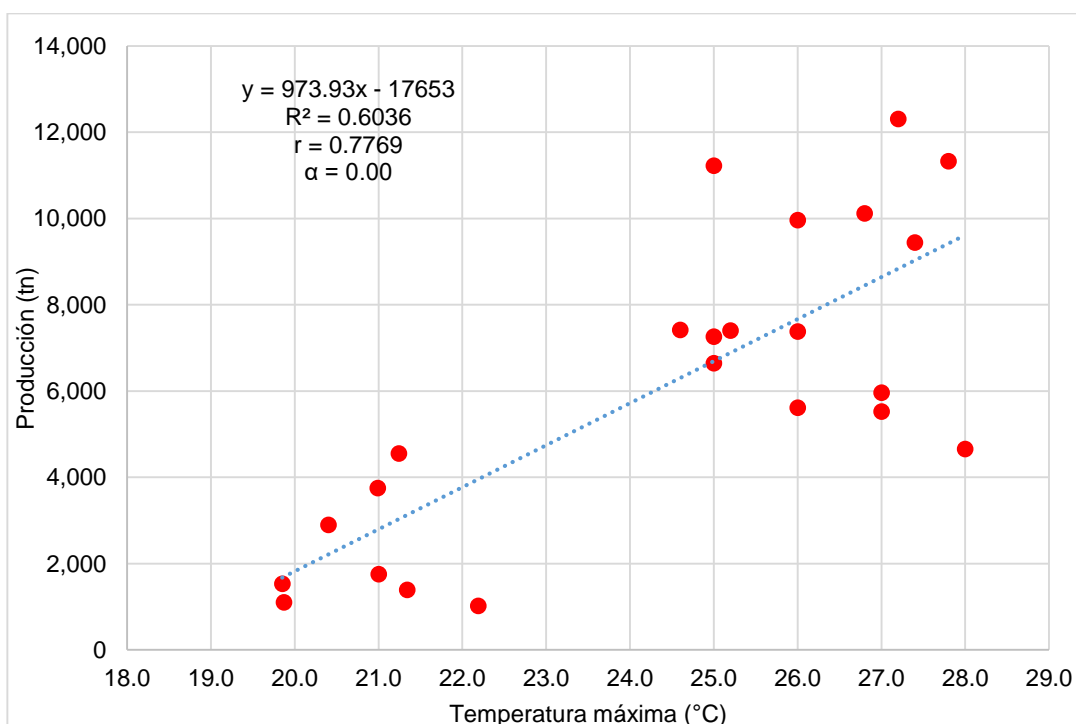
La tabla (24) muestra el coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y la precipitación es  $r = 0.364$ , lo cual indica que el grado de relación es lineal positiva baba, el coeficiente de correlación de la producción de papa y la temperatura máxima es  $r = 0.338$ , es decir, que la relación es lineal positiva baja entre ambos variables. El nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos es que:  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativa dado que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la fluctuación de la precipitación y la temperatura máxima no fue significativa. En cambio, el coeficiente de correlación de Pearson de la producción de papa y la temperatura mínima es  $r = 0.601$ , es decir que la relación es lineal positiva alta entre ambos variables. El nivel de significancia de la producción y la temperatura mínima es que:  $p < 0.05$  estadísticamente es significativo de manera que existe una variación significativa en la producción de papa dado que la variabilidad de la temperatura mínima fue significativa en el transcurso del tiempo de análisis.



#### 4.1.2. Relación de la temperatura, precipitación y la producción de papa (Solanum sp) en el distrito de Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac, periodo 1997 – 2019.

Describe la relación entre el variable de indicadores climáticos (precipitación y temperatura) y la variable de la producción de papa, de manera que se busca determinar la relación de causa – efectos de la variable independiente y dependiente en estudio, mayores detalles en la figura 26, 27, 28, 29 y 31.

**Figura 26:** Línea de tendencia (producción de papa – temperatura máxima), 1997 – 2019.

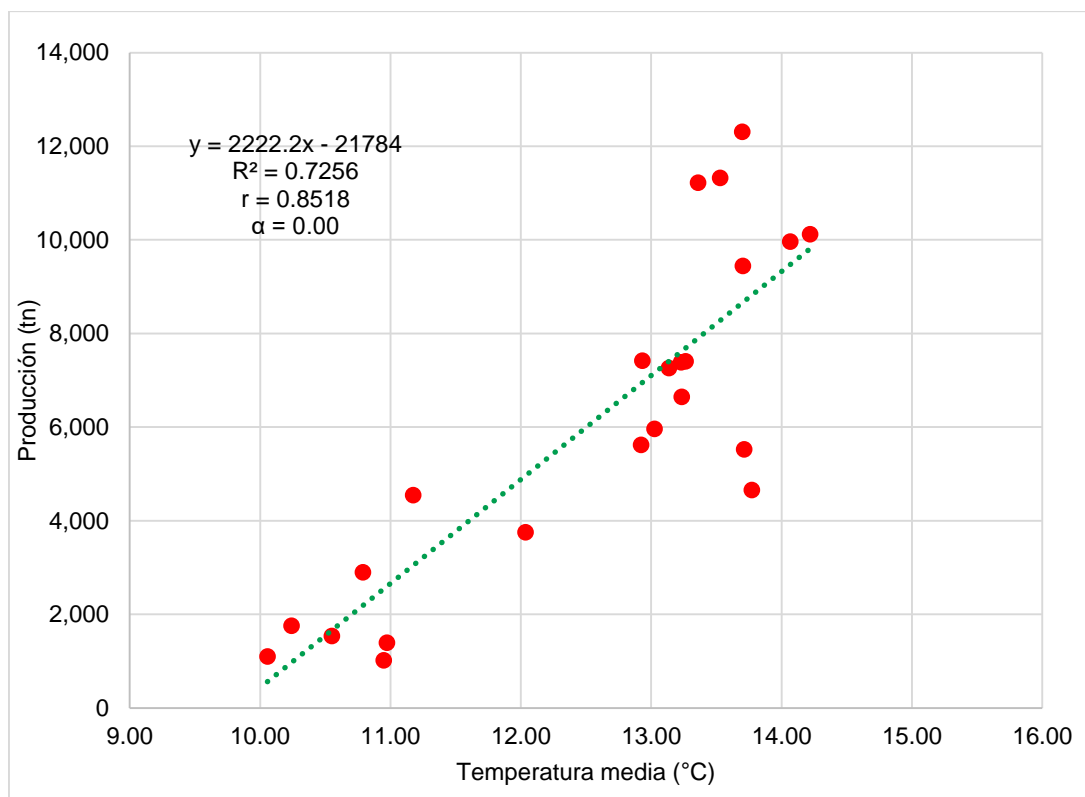


Fuente: Elaboración propia

La figura (26) se visualiza la dinámica de la línea de tendencia de la temperatura máxima y la producción de papa que es ascendente positivo de modo que el grado de correlación es alta entre ambos variables (temperatura máxima y producción de papa). De acuerdo al nivel de significancia  $p < 0.05$  estadísticamente es significativo de

manera que existe una variación significativa en la producción de papa debido que la variabilidad de la temperatura máxima fue significativa, es decir que la tasa de producción de papa fue ascendente ante el incremento de la temperatura máxima durante el periodo 1997 – 2019. Por lo tanto, de acuerdo al coeficiente de determinación es  $r^2$ : 0.6036 (60.36%) de la producción de papa obtenida dependió de la variabilidad de la temperatura máxima.

**Figura 27:** Línea de tendencia (producción de papa – temperatura media)

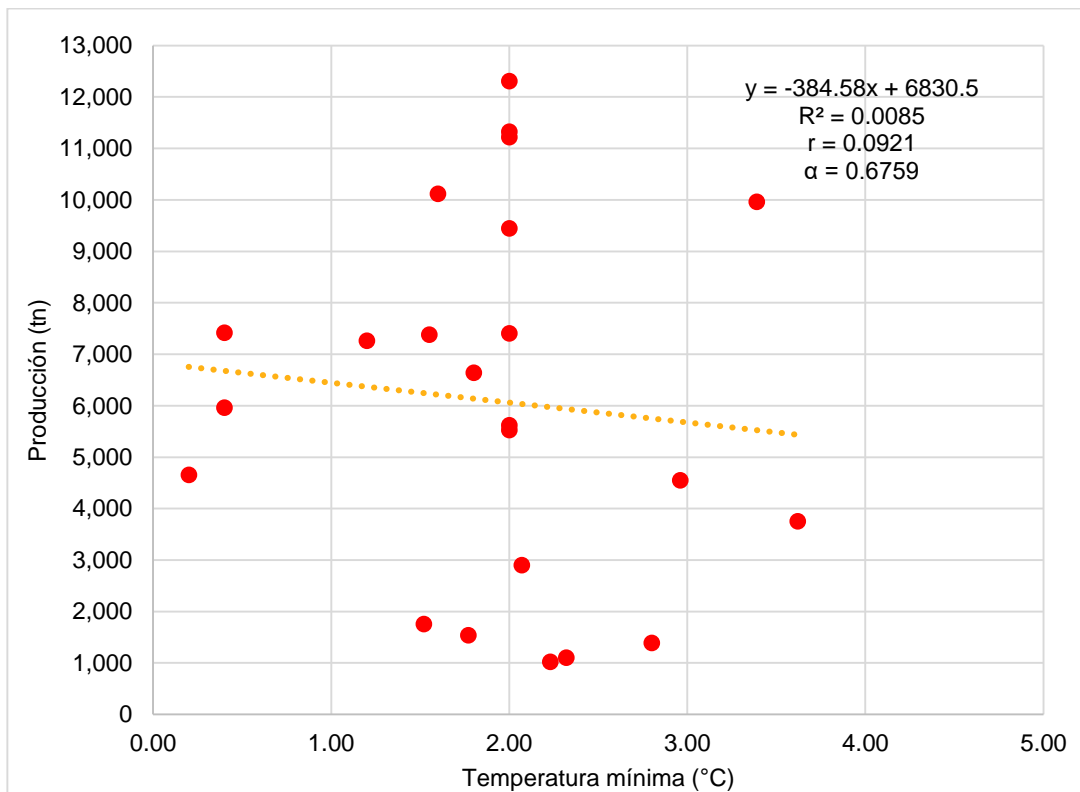


Fuente: Elaboración propia

La figura (27) se visualiza la línea de la tendencia de la temperatura media y la producción de papa es ascendente positivo de modo que, el grado de relación es muy alta entre ambas variables (temperatura media y la producción de papa). El nivel de significancia de la producción de papa y la temperatura media es que  $p < 0.05$  estadísticamente es significativo, de manera que existe una variación

significativa en la producción de papa debido que la variabilidad de la temperatura media fue significativa durante el periodo 1997 - 2019. Por lo tanto, de acuerdo al coeficiente de determinación es  $r^2$ : 0.7256 (72.56%) que la producción de papa dependió de la variación de la temperatura media en el periodo 1997 – 2019.

**Figura 28:** Línea de tendencia (producción de papa – temperatura mínima) 1997 – 2019.

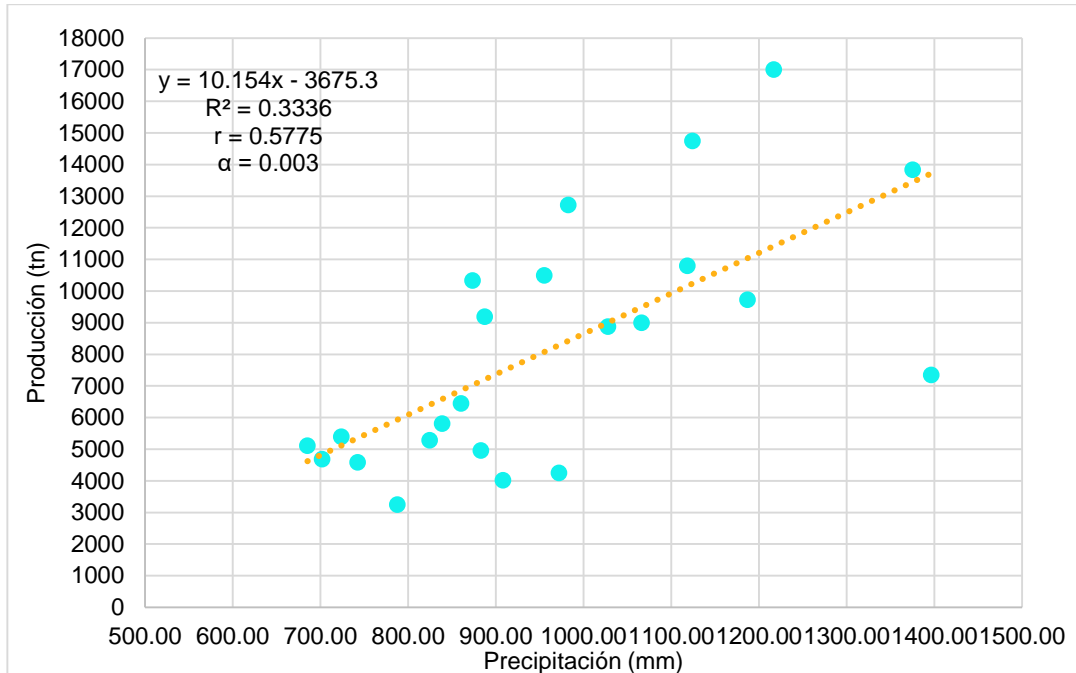


Fuente: Elaboración propia

La figura (28) se visualiza la línea de tendencia de la temperatura mínima y la producción de papa es descendente a la inversa de modo que, el grado de relación es muy baja entre ambas variables (temperatura mínima y la producción de papa). de acuerdo al nivel de significancia  $p > 0.05$  estadísticamente es no significativo, de manera que no existe una variación significativa en la producción de papa debido que la variabilidad de la temperatura mínima no fue significativa

durante el periodo 1997 - 2019. Por lo tanto, el coeficiente de determinación es  $r^2$ : 0.0085 (0.85%) de la producción de papa dependió de la variación de la temperatura mínima.

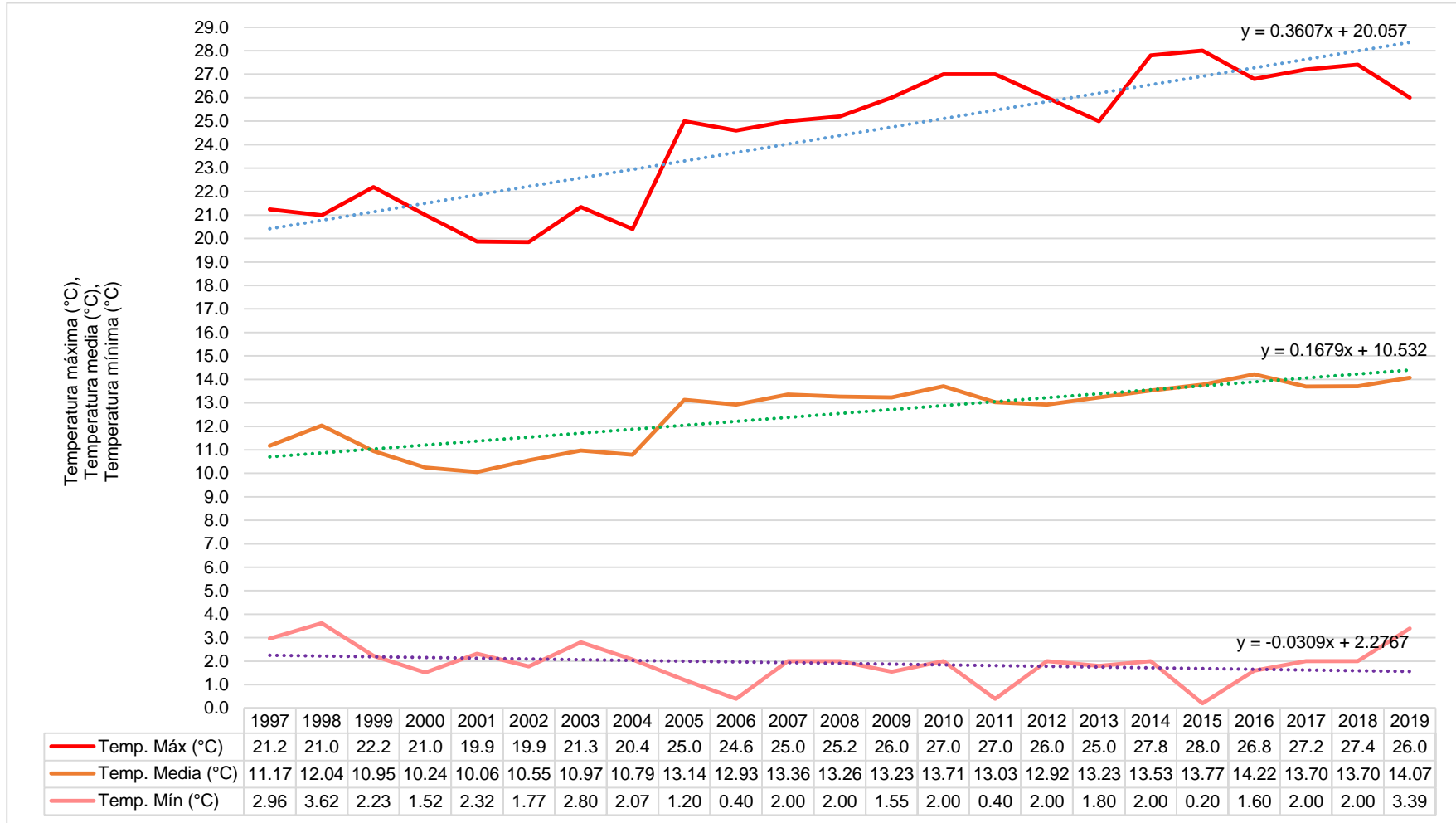
**Figura 29:** Línea de tendencia (producción de papa – precipitación) periodo 1997 – 2019.



Fuente: Elaboración propia

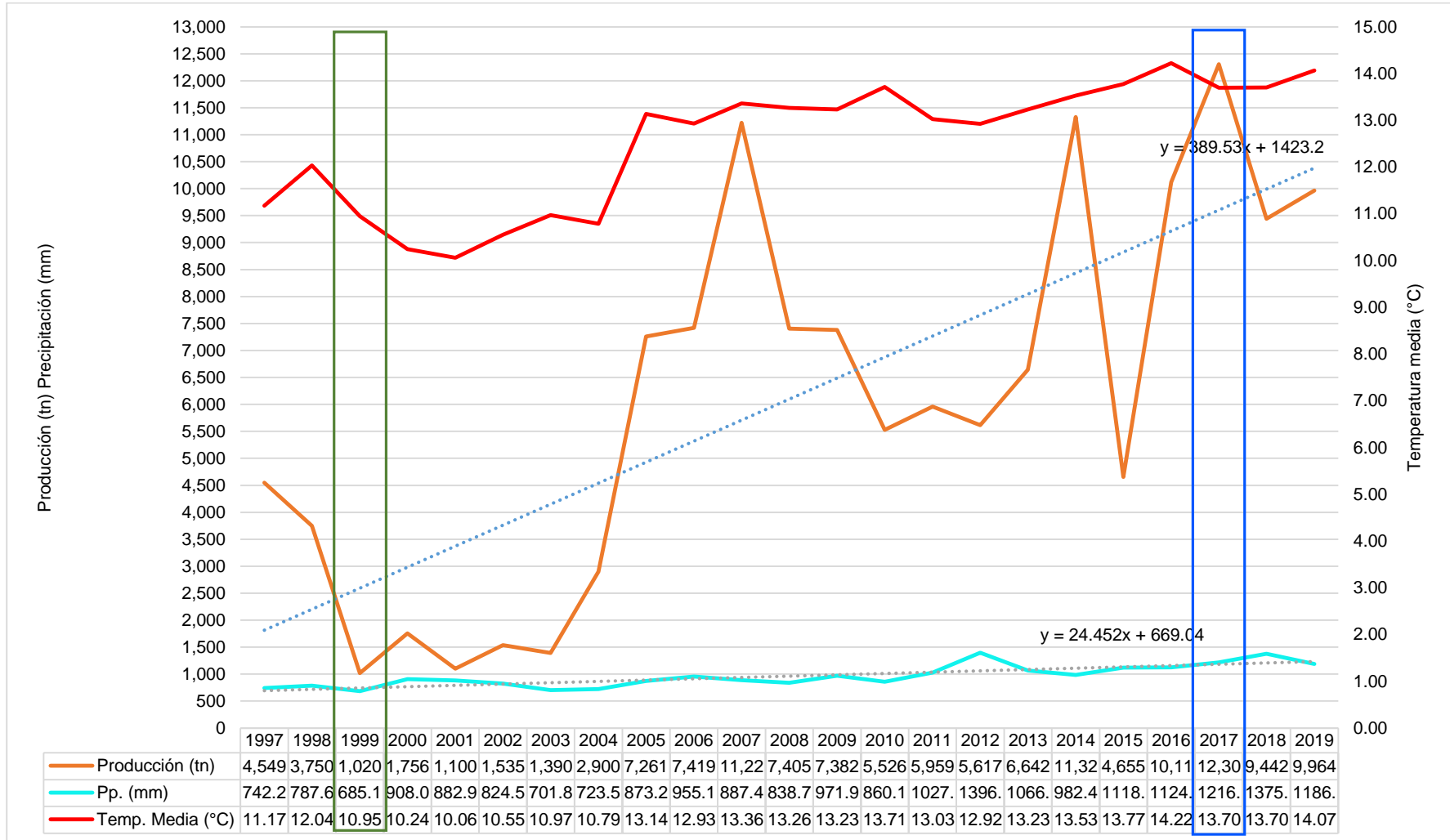
La figura (29) muestra la línea de tendencia de la precipitación y la producción de papa es ligeramente ascendente positivo, donde la relación es moderada entre ambas variables (precipitación y la producción de papa). De acuerdo al nivel de significancia  $p < 0.05$  estadísticamente es significativo, de modo que existe una variación en la producción de papa debido que la variabilidad de la precipitación es significativa, es decir, el incremento de las precipitaciones influyó de manera negativa en la producción de papa disminuyendo durante el periodo de análisis. Por consiguiente, el coeficiente de determinación es  $r^2$ : 0.3336 (33.36%) la producción de papa obtenida dependió de la precipitación.

**Figura 30:** Comportamiento de la temperatura máxima, temperatura media y temperatura mínima, durante el periodo 1997 – 2019.



Fuente: Elaboración propia

Figura 31: Relación de la temperatura, precipitación y la producción de papa, periodo 1997 – 2019.



Fuente: Elaboración propia

La figura (31) muestra el comportamiento de la producción de papa y los indicadores climáticos (precipitación y temperatura) durante el periodo 1997 – 2019, de manera que la línea de la tendencia de la producción de papa es creciente positiva e irregular ( $y = 389.53x + 1423.3$ ), la tasa de crecimiento de la producción de papa a lo largo de los 23 años fue 119.03%, de manera que la producción de papa por cada año se incrementó en 389.53 tn, por lo tanto, la variación de la producción de papa es significativa ( $p < 0.05$ ) para el distrito de Challhuahuacho.

La tendencia de la temperatura media durante el periodo 1997 - 2019 se observa creciente positiva e irregular ( $y = 0.1679x + 10.532$ ) (figura 30), de manera que la temperatura media se incrementó en  $0.17^{\circ}\text{C}$ , de modo que la variabilidad fue significativa para producción de papa durante el periodo (figura 26). La tendencia de temperatura máxima se visualiza ascendente positiva e irregular ( $y = 0.3607x + 20.057$ ), de modo que se incrementó en  $0.36^{\circ}\text{C}$ , la máxima temperatura en el periodo es  $28.0^{\circ}\text{C}$  valor que se reporta en el año 2015 (figura 30). La tendencia de la temperatura mínima se observa descendente inversa e irregular ( $y = -0.0309x + 2.2767$ ) (figura 30), es decir que disminuyó en menos  $0.04^{\circ}\text{C}$  a lo largo de los 23 años, dicha variación no fue significativa en la producción de papa y la temperatura mínima es  $0.4^{\circ}\text{C}$  valor que se reporta los años 2006 y 2011 en la zona de estudio.

La tendencia de la precipitación se muestra en el transcurso de 1997 – 2019 es creciente positivo e irregular ( $y = 24.452x + 669.04$ ), de manera que la precipitación se incrementó por cada año 24.452 mm, dicha

variación fue significativa para la producción de papa. La precipitación de máximo volumen es 1396 mm valor que se reporta en el año 2012, es decir, que supero los parámetros del requerimiento del cultivo, dicho incremento de la precipitación no fue significativa para la producción de papa (tabla 17) y la precipitación mínima es 685.1 mm valor que se registró en el año 1999, de manera que se mantuvo dentro del parámetro del requerimiento del cultivo, de acuerdo de nivel de significancia no fue significativa para producción de papa (tabla 4).

La tendencia de la producción mínima en el transcurso de los 23 años de análisis es 1020 tn de papa valor que se registra en 1999, la precipitación influyo moderadamente (685.19 mm) en la producción de papa, sin embargo, la variación no fue significativa en el año 1999 (tabla 4). Mientras tanto, la influencia de la temperatura máxima fue moderada en la producción de papa, dicha variabilidad no fue significativa para la producción (tabla 4). En cambio, la influencia de la temperatura media es alta, de manera que la variación fue significativa para producción de papa. Finalmente, la variación de la temperatura mínima (2.23°C) es alta, dicha variabilidad es significativa para la producción de papa (tabla 4).

La tendencia de la producción máxima en el transcurso de los 23 años de análisis es 12308 tn valor que reporta en el año 2017. La influencia de indicadores climáticos (precipitación, temperatura máxima, temperatura media y temperatura mínima) es bajísimo, dicha variación de los indicadores climáticos no fue significativa para la producción de papa en el periodo 2017 (tabla 22).



**Tabla 25:** Coeficiente de correlación de Pearson, Coeficiente de determinación y el nivel de significancia de la producción de papa, periodo 1997 – 2019.

VARIABLE	MÍNIMO	MÁXIMO	$\Sigma$	r	r <sup>2</sup>	P - value
Producción de papa	1,020.00	12,308.00	140,244.30	0.862	0.7435	0.00
Precipitación (mm)	685.19	1,396.50				
Temp. máx. (°C)	19.9	28.0				
Temp. media (°C)	10.1	14.2				
Temp. mín. (°C)	0.20	3.62				

Fuente: Elaboración propia

En la prueba de regresión múltiple en la tabla (27) se muestra la relación de la producción de papa, la precipitación y temperatura (máxima, media y mínima) es muy alta entres los variables en análisis y el nivel de significancia de la producción de papa y los indicadores climáticos es que ( $p < 0.05$ ) estadísticamente es significativo de manera que existe una variación significativa en la producción de papa debido a la variabilidad de la precipitación y temperatura (máxima, media y mínima) fue significativa durante el periodo 1997 – 2019, es decir, que el 74.34 % ( $r^2$ : 0.7435) de la producción de papa obtenida dependió de la fluctuación de la precipitación y la temperatura (máxima, media y mínima).

## 4.2. Discusión

En los resultados de investigación la producción de papa tuvo una tasa de crecimiento de 119.03%, de manera que la producción de papa por cada año se incrementó de 389.53 tn dicha variabilidad fue significativa durante el periodo 1997 – 2019.

La tendencia de la temperatura media en el transcurso del periodo 1997 – 2019 se incrementó en 0.17°C, dicha variabilidad fue significativa para producción de papa.

La temperatura máxima en el periodo es 28.0°C, valor que se reportó en el año 2015, de manera que la tendencia de la temperatura máxima se incrementó en 0.36°C, dicha variación fue significativa para producción de papa. De manera que, esta variabilidad probablemente ocasionó trastornos en el crecimiento normal del cultivo lo cual repercutió en la producción y rendimiento de la papa que coincide con la investigación de Quispe et. al, (2021). Mientras tanto, los años 2009, 2011, 2012, 2014, 2015, 2017, 2018 y 2019 la temperatura máxima supero los límites óptimos de requerimiento de “ 17°C a 25°C “ (SENAMHI, 2012) , sin embargo, no superar el límite crítico de la temperatura no obstante este incremento no fue significativa para la producción de papa.

Mientras tanto la tendencia de la temperatura mínima es descendente inversa y la temperatura mínima en la zona estudio fue de 0.4°C valor que se reportan los años 2006 y 2011, de modo que el descenso de la temperatura mínima por debajo de los requerimientos óptimos del cultivo, en este caso no fue relevante en vista que la siembra solo se realiza en campaña grande (setiembre a diciembre), a consecuencia de ella la producción se registró de abril a julio.

La tendencia de la precipitación en el período de análisis se incrementó por cada año de 24.452 mm, dicho incremento de la precipitación a lo largo de los 23 años

fue significativo de modo que dicho incremento influyó en la producción de papa es posible que el 33.36% ( $r^2$ : 0.3336) de la producción dependió de la precipitación. La precipitación de máximo volumen es 1396 mm dicho valor se reportó en el año 2012, de manera que superó los parámetros del requerimiento del cultivo, sin embargo, el incremento de la precipitación no fue significativo para la producción de papa. La precipitación mínima es 685.1 mm valor que registró en el año 1999, manteniéndose dentro del requerimiento del cultivo. Mientras que los años 2012, 2017, 2018 y 2019 se superó los requerimientos óptimos dado que “precipitación por encima de los 3,800 msnm para el cultivo es entre 500 a 1,160 mm/año” (SENAMHI, 2012), en cambio este incremento de la precipitación anual estos años mencionados antes no fueron significativos para la producción de papa.

## CONCLUSIONES

La investigación concluye que la tendencia de la producción de papa es ascendente positivo de manera que la tasa de crecimiento fue 119.03% en el transcurso del periodo 1997 - 2019, lo cual indica que la producción de papa por cada año se incrementó de 389.53 tn, de manera que la producción máxima en el distrito de Challhuahuacho fue en el año 2017 de 12308 tn de papa a temperatura media de 13.7°C y precipitación de 1216.7mm y la producción mínima se reportó en el año 1999 de 1020 tn de papa a temperatura media de 10.95°C y precipitación de 685.1 mm.

La tendencia de la temperatura media se incrementó en 0.17°C, dicha variabilidad fue significativa para producción de papa, de manera que el 72.56% ( $r^2 = 0.7256$ ) de la producción de papa dependió de la variación de la temperatura media. La tendencia de la temperatura máxima se incrementó en 0.36°C, la variación fue significativo para la producción de papa. Mientras que la tendencia de la temperatura mínima disminuyó en menos 0.04°C, dicha variación no fue significativa para la producción de papa. La tendencia de precipitación se incrementó en 24.452 mm por cada año, dicha variabilidad fue significativa para producción de papa de modo que el 33.36% ( $r^2: 0.3336$ ) de la producción dependió de la precipitación en el transcurso del período de análisis (1997 – 2019).

Ante el análisis de la relación de los indicadores climáticos (Temperatura y precipitación) y la producción de papa es muy alta y acuerdo al nivel de significancia ( $p < 0.05$ ) estadísticamente es significativa, de manera que existió cambios significativos en la producción de papa, es decir que 74.35% ( $r^2: 0.07435$ ) de la producción de papa dependió de la variabilidad de la precipitación y la temperatura (máxima, media y mínima) en el transcurso del período 1997 – 2019.

## RECOMENDACIONES

A los productores se recomienda realizar la identificación y sistematización de variedades de papa resistentes ante el cambio climático.

A la comunidad investigadora se recomienda utilizar las herramientas de SIG (Sistema de Información Geográfica) como: Qgis, ArcGis, Rstudio, etc., para el monitoreo y análisis de la variabilidad de los indicadores climáticos por efectos del cambio climático.

Se sugiere a los estudiantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Tecnológica de los Andes considerar nuevas investigaciones tomando en cuenta otras variables como: Humedad relativa, radiación solar, los eventos extremos climáticos (sequías y heladas) y otros variables que se encuentren vinculados al cambio climático.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, D. & Robles, D. (2015). *Manual de Meteorología y de Gestión de la Información Climática. Proyecto "Asegurando el Agua y los Medios de Vida en la Montaña"*.
- AMS. (2018). Weather. Glossary of Meteorology. *American Meteorological Society*.  
Obtenido de <http://glossary.ametsoc.org/wiki/weather>
- Asociación Latinoamericana de la Papa. (22 de 08 de 2016). *La estrella de Panama*.  
Obtenido de La Estrella de Panama: <http://laestrella.com.pa/vida-de-hoy/planeta/cambio-climatico-destruye-20-cultivo-papa-latinoamerica/23957443>
- Asociación Latinoamericana de la Papa. (22 de 08 de 2016). *La estrella de Panama*.  
Obtenido de La Estrella de Panama: <http://laestrella.com.pa/vida-de-hoy/planeta/cambio-climatico-destruye-20-cultivo-papa-latinoamerica/23957443>
- Blackmore et al. (2021). El impacto de la estacionalidad y la variabilidad climática en la seguridad de los medios de subsistencia de los Andes ecuatoriana. *Climate Risk Management*.
- Calle. (2019). *Determinación Económica del Rendimiento por Hectárea del Cultivo de Papa en Blivia*. [Tesis de Grado: Universidad de Bolivia]. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/22356/T-2453.pdf?sequence=1>
- Casaverde. (2021). *Variabilidad climática en los sistemas familiares de producción agrícola en el distrito de Huancaray, Apurímac, Tesis de investigación*. Lima - Perú.

- CENEPRED. (2018). *CENTRO NACIONAL DE ESTIMACIÓN, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES. \*Escenarios de Riesgo por Heladas y Frijoles en el Marco del Plan Multisectorial Multianual 2019 - 2021.* Lima - Perú: CENEPRED. Obtenido de <https://cenepred.gob.pe/web/escenario-de-riesgo-pronostico-hyf/>
- Contreras, S. (21 de Mayo de 2021). La Papa en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Sergio-Contreras-Liza/publication/351669809\\_La\\_papa\\_en\\_el\\_Peru/links/60a4687f92851ccc66b770c7/La-papa-en-el-Peru.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sergio-Contreras-Liza/publication/351669809_La_papa_en_el_Peru/links/60a4687f92851ccc66b770c7/La-papa-en-el-Peru.pdf)
- Dipas & Clemente. (2016). *Efectos del Cambio Climático sobre la Tasa de Crecimiento de la Producción de Papa en el Valle del Mantaro, 2000 – 2014*. Huancayo - Perú.
- Escucero, U. V. (2017). *Impacto ambiental de la variabilidad de la temperatura, humedad relativa y precipitación en la producción de papa entre Casma, Pomabamba y reguay, 2012 – 2015 ante los efectos del cambio climático.* Ancash - Perú. Obtenido de [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1899/T033\\_70459144\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1899/T033_70459144_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- FAO. (2013). *Afrontar la escasez de agua. Un marco de acción para agricultura y la seguridad alimentaria. informe sobre temas hídricos.* Roma.
- Gil, et. al. (2014). *Estudios de Impactos Económicos del Cambio Climático en el Perú. Banco Interamericano de Desarrollo - BID. Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL.* Lima - Perú.

- Granados, R. H. (2021). *\*Análisis del Cambio Climático y su Impacto en el Cultivo de Papa a través de WorldClim/ArcGIS en la Comunidad de Paru Paru-Cusco*. Lima.
- Hernández & Mendoza. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN "Las Rutas Cuantitativas, Cualitativas y Mixtas"*. MÉXICO.
- INDECI. (2018). *Estado Situacional de la Emergencia*. INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL, Abancay - Apurímac. Obtenido de <http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/emergencias/mapa/VentanaAlertasEventosSinLog.asp>
- IPCC. (2013). *CAMBIO CLIMÁTICO: Bases Físicas. Resumen para Responsables de Políticas. Quinto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático - IPCC*. Suiza.
- IPCC. (2014.). *CAMBIO CLIMÁTICO. Quinto Informe de Síntesis de la Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra - Suiza.
- IPCC. (2019). *El Cambio Climático y la Tierra. Informe Especial sobre el Cambio Climático, la Desertificación, la Degradación de la Tierra, la gestión Sostenible de las Tierras, la Seguridad Alimentaria y los Flujos de Gases de Efecto Invernadero en los Ecosistemas*. Ginebra - Suiza.
- Julio, P. (14 de Enero de 2014). Cambio CLimático y Agricultura un relación con un fuerte impacto en el Perú. *La Revista Agraria*, 22 - 23.
- Mallma. (2019). Lima - Perú.
- Martinez. (1995). *Estrategia y Administración Agropecuaria*. Buenos Aires - Argentina.



- Masaquiza. (2017). *Producción agrícola y desarrollo económico de los productores agrícolas de la Parroquia EL Roario del Cantón Pelileo*. Ecuador: [Tesis Grado: Universidad Técnica de Ambato]. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24521/1/T3850e.pdf>
- MINAGRI. (2018). *MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. Plan Nacional de Cultivos - Campaña Agrícola 2018 - 2019. Dirección Gneral de políticas Agrarias*. Lima - Perú.
- Monteros. (2021). *Evaluación del Impacto Potencial del Cambio Climático sobre Cuatro Accesiones de Papa Nativa (Solanum tuberosum) como Recurso Alimentario en la Provincia de Carchi*. Ibarra - Ecuador.
- Morales & Zuniga. (2016). Impactos del Cambio Climático en la Agricultura y Seguridad Alimentaria. *Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio CLimático*, 1.
- Nieto & Costa. (2018). *Entemdiendo \*el Clima de la la Cuenca del Río Mantaro - Perú*. Lima. Obtenido de [\\*http://cuencasresilientes-ciifen.org/es/images/pdf/Entendiendo-el-clima-de-la-cuenca-del-rio-Mantaro.pdf](http://cuencasresilientes-ciifen.org/es/images/pdf/Entendiendo-el-clima-de-la-cuenca-del-rio-Mantaro.pdf)
- Novoa, C. J. (2020). *Impactos del cambio climático en los cultivos de papa del Departamento de Boyacá - Colombia, análisis de causas y soluciones para la región*. Colombia. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/31958/janovoac.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- OMM. (2019). *ORGANIZACIÓN DE METEOROLOGÍA MUNDIAL. Declaración Sobre el Estado del Clima Mundial*. Suiza.

- OMM. (2022). *Estado Provisional del Clima Mundial. Organización Mundial de Meteorología* . Ginebra - Suiza.
- Pindyck & Rubinfeld. (2013). *Microeconomía* (Setima Edición ed.). España.
- Postigo. (14 de Enero de 2014). Cambio CLimático y Agricultura un relación con un fuerte impacto en el Perú. *La Revista Agraria*, 22 - 23.
- Quispe. (2015). Efectos del Cambio Climático en la Agricultura de la Cuenca Ramis. *Revista Investigación Altoandino*, 47 - 52.
- Roberqui & Jerez. (2017). Efectos de las \*temperaturas en el rendimiento de la papa (Solanum tubersum L.) variedad romano. *Cultivos Trpicales*, 75 - 80.
- Ruiz, M. (19 de Junio de 2017). Cambio Climático y la Perspeectivas del Acuerdo de París para el Perú. *Agenda Internacional*, XXIV, 67 - 79.
- Saldarriaga et al. (2017). Cambio climático: Impactos y Perspectivas de Investigación desde una Visión Multidisplinar. *Tendencias*, 122-138. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/tend/v18n2/v18n2a08.pdf>
- Sanabria et. al. (2011). *Impacto del cambio climático en cultivos anuales de las regiones de Cusco y Apurímac. Dirección General de Agrometeorología - SENHAMI*. Lima.
- SENAMHI. (2012). *Caracterización agroclimática de la Región Apurímac. Programación de adaptación al Cambio Climático - PACC. Ministerio del Ambiente*. . Lima - Perú.
- SENAMHI. (2017). *Manual de Observaciones fenológicas. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ. Ministerio de Agricultura y Riego*. Lima - Perú.
- SENAMHI. (2018). *Glosario Meteorológico*. . *Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental. Ministerio del Ambiente*.

- SIC. (2020). *Sistema de Información de Cultivos*. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, Lima - Perú. Obtenido de <http://sissic.minagri.gob.pe/sissic>
- SIEA. (25 de Marzo de 2012). *Lineamientos Metodológicos de la Actividad Estadística de Sistema Integrado de Estadística Agraria*. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima - Perú.
- Terregrosa. (2012). *Diccionario Etimológico de Meteorología y Naturaleza*.
- Tonconi, Q. J. (Mayo de 2015). Producción Agrícola Alimentaria y Cambio Climático: Un Análisis Económico en el Departamento de Puno - Perú. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. *IDESIA*, 119 - 136.
- Veizaga. (2021). *Resiliencia al Cambio Climático en la Producción de Papa (Solanum Sp.), Municipio de Totora del Departamento De Cochabamba*. Bolivia.
- Viguera et. al. (2017). *Impacto del cambio climático en la agricultura de centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación*. Costa Rica: Conservación Internacional-CATIE. Obtenido de [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9476/Impactos\\_del\\_cambio\\_climatico\\_modulo2.pdf?sequence=1](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9476/Impactos_del_cambio_climatico_modulo2.pdf?sequence=1)
- Zuñiga et al. (2017). *Cultivo de la papa y sus Condiciones Climáticas*. Universidad Metropolitana del Ecuador Sede Machala. Ecuador.

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos se encuentran resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes