

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



Valoración Económica del Impacto de la Temperatura y la  
Precipitación en la Producción de Papa en las Comunidades  
Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto, distritos San Isidro  
del Maino y Levanto, Chachapoyas, Amazonas

**TESIS**

**Para obtener el Título Profesional de:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR** : Bach. LAMBERTO VALQUI VALQUI

**ASESOR** : M.Sc. WAGNER GUZMÁN CASTILLO

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



Valoración Económica del Impacto de la Temperatura y la  
Precipitación en la Producción de Papa en las Comunidades  
Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto, distritos San Isidro  
del Maino y Levanto, Chachapoyas, Amazonas

**TESIS**

**Para obtener el Título Profesional de:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

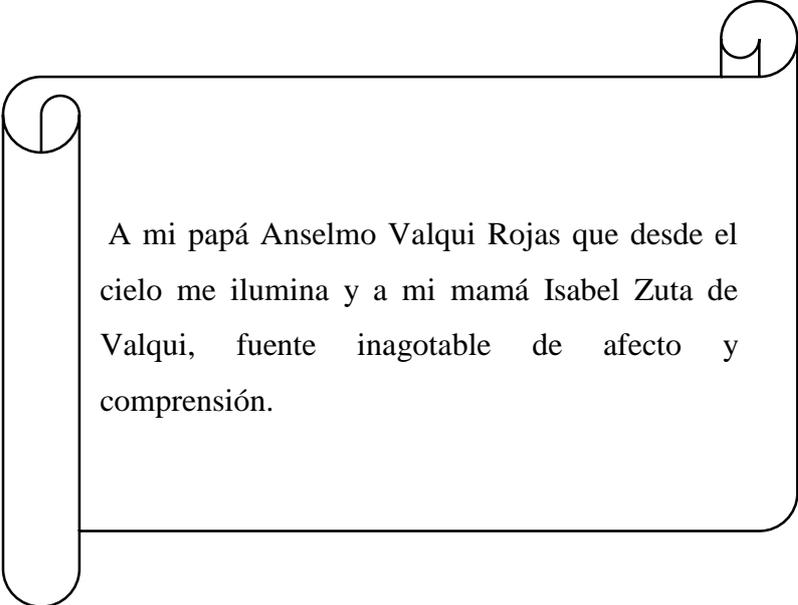
**AUTOR** : Bach. LAMBERTO VALQUI VALQUI

**ASESOR** : M.Sc. WAGNER GUZMÁN CASTILLO

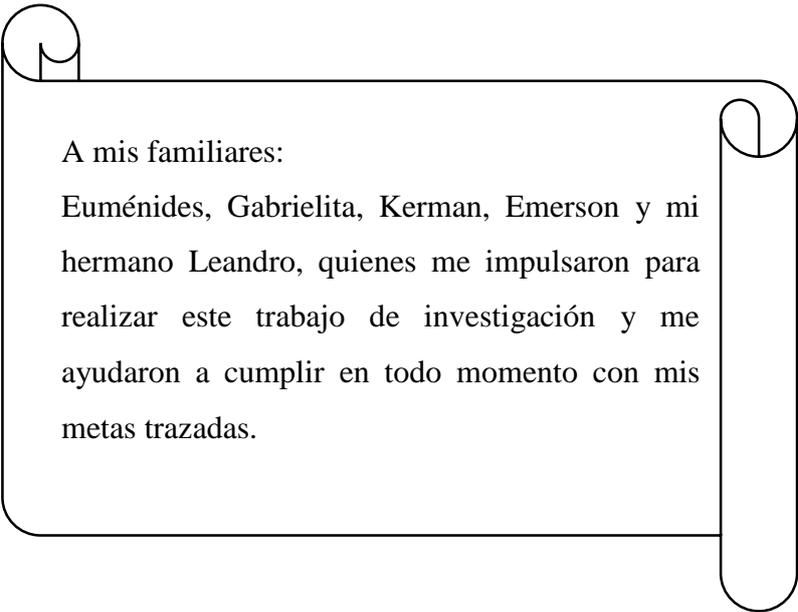
**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2018**

## DEDICATORIA



A mi papá Anselmo Valqui Rojas que desde el cielo me ilumina y a mi mamá Isabel Zuta de Valqui, fuente inagotable de afecto y comprensión.



A mis familiares:

Euménides, Gabrielita, Kerman, Emerson y mi hermano Leandro, quienes me impulsaron para realizar este trabajo de investigación y me ayudaron a cumplir en todo momento con mis metas trazadas.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres y familiares, quienes me demostraron confianza y nunca escatimaron en esfuerzos para apoyarme en una de mis metas.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por haber inculcado en mi la cultura de investigación y por todo el aporte de conocimientos, que realizaron a lo largo de mi formación universitaria.

Al M.Sc. Wagner Guzmán Castillo, asesor de esta tesis por su valioso tiempo, en el desarrollo de este trabajo de investigación. Así como también, por haber impulsado a realizar este trabajo de investigación y compartido sus conocimientos con mi persona.

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI**

RECTOR

**Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN**

VICERRECTOR ACADÉMICO

**Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN**

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

**Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES**

DECANO (e) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

## **VISTO BUENO DEL ASESOR**

Yo M.Sc. Wagner Guzmán Castillo, docente a tiempo completo de Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, hago constar que he asesorado el proyecto de tesis titulado: “VALORACIÓN ECONÓMICA DEL IMPACTO DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA EN LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO, DISTRITOS SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO, CHACHAPOYAS, AMAZONAS”, presentado por el Bachiller Lamberto Valqui Valqui, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la UNTRM dando el visto bueno a la presente tesis.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que se estimen convenientes.

---

M.Sc. WAGNER GUZMÁN CASTILLO

Asesor

## **JURADO DE TESIS**

---

M.Sc. ROSALYNN YOHANNA RIVERA LÓPEZ

**PRESIDENTE**

---

M.Sc. ELÍ PARIENTE MONDRAGÓN

**SECRETARIO**

---

Lic. JOSÉ LUIS QUISPE OSORIO

**VOCAL**

## DECLARACIÓN JURADA

Yo, Lamberto Valqui Valqui, Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, identificado con DNI N° 46770612, declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: “VALORACIÓN ECONÓMICA DEL IMPACTO DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE PAPA EN LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO, DISTRITOS SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO, CHACHAPOYAS, AMAZONAS”, la misma que presento para optar el Título de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, y asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Chachapoyas, julio de 2018.

---

Bach. Lamberto Valqui Valqui

DNI N° 46770612

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	ii
<b>AUTORIDADES UNIVERSITARIAS</b>	iii
<b>VISTO BUENO DEL ASESOR</b>	iv
<b>JURADO DE TESIS</b>	v
<b>DECLARACIÓN JURADA</b>	vi
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	vii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	ix
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	x
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	xi
<b>RESUMEN</b>	xii
<b>ABSTRACT</b>	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. OBJETIVOS</b>	4
<b>III. MARCO TEÓRICO</b>	5
3.1 Antecedentes de la Investigación	5
3.2 Bases Teóricas	8
3.2.1 La papa en nuestro País	8
3.2.2 Variables Climáticas	9
a) Temperatura	9
b) Precipitación	10
3.2.3 Consideraciones ambientales del cultivo de papa	11
3.2.4 Efectos de la temperatura y la precipitación en el cultivo de papa	15
3.2.5 Cambio Climático y Calentamiento Global	17

3.2.6 Escenarios a2 y b2 del IPCC (grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático)	20
3.2.7 Impacto de la temperatura y precipitación en la economía agrícola	23
3.3 Definición de Términos	26
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>27</b>
4.1 Lugar de Ejecución	27
a) Comunidad Campesina de Levanto	27
b) Comunidad Campesina de San Isidro del Maino	28
4.2 Para la Obtención de información del trabajo de investigación	28
a) Población	28
b) Muestra	28
c) Muestreo	29
d) Diseño de Investigación	30
e) Materiales, métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	30
1. Materiales y equipos utilizados	30
2. Métodos y/o procedimientos de recolección de datos	31
2.1 Visita de reconocimiento a la zona de estudio	31
2.2 Recolección de Datos	31
2.2.1 Información Meteorológica	31
2.2.2 Información Agrícola	32
f) Análisis de Datos	32
1. Temperatura	32
2. Precipitación	33
2.1 Tratamiento inicial de los datos	35
2.2 Análisis de consistencia de la base de datos	35
2.2.1 Análisis de Histograma de Precipitación	36
2.2.2 Análisis de Doble Masa	36
2.2.3 Análisis Estadístico	37
2.3 Corrección y Completación de datos	40
2.4 Generación de Precipitación para la zona de estudio	42
2.4.1 Relación Altitud vs Precipitación	42
2.4.2 Precipitación Generada	43

3.	Organización de los Datos	44
4.	Desarrollo del Modelo de Regresión	44
4.1	Modelo Panel de Producción	47
4.2	Modelo Panel de Rendimiento	49
4.3	Modelo Panel de Termoperíodo	52
5.	Selección y Validación del Modelo de Regresión	53
6.	Validación del Modelo Regional PRECIS	58
7.	Creación de Escenarios (A2 y B2): Método del Delta Change	60
8.	Determinación del cambio en el beneficio de los agricultores	61
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>64</b>
5.1	RELACIÓN ENTRE EL CULTIVO DE PAPA Y LOS INDICADORES CLIMÁTICOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN	64
a)	Temperatura	65
b)	Precipitación	66
5.2	VARIACIÓN DEL INGRESO ECONÓMICO QUE PERCIBIRÁN LOS AGRICULTORES QUE CULTIVAN PAPA, COMO CONSECUENCIA DE VARIACIONES EN LA TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN HASTA EL AÑO 2100	66
a)	Escenario A2	68
b)	Escenario B2	69
<b>VI.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>70</b>
6.1	RELACIÓN ENTRE EL CULTIVO DE PAPA Y LOS INDICADORES CLIMÁTICOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN	70
a)	Temperatura	71
b)	Precipitación	72
6.2	VARIACIÓN DEL INGRESO ECONÓMICO QUE PERCIBIRÁN LOS AGRICULTORES QUE CULTIVAN PAPA, COMO CONSECUENCIA DE VARIACIONES EN LA TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN HASTA EL AÑO 2100	73
a)	Escenario A2	73

b) Escenario B2	74
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	75
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	77
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	79
<b>X. ANEXOS</b>	87

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 01: Población por unidades agropecuarias existentes en las comunidades campesinas involucradas	29
Tabla 02: Estación Meteorológica utilizada en el estudio para la variable de Temperatura	33
Tabla 03: Estaciones Hidrometeorológicas utilizadas en el estudio para la variable de Precipitación	34
Tabla 04: Indicadores estadísticos de desempeño	59
Tabla 05: Características de los escenarios climáticos	60
Tabla 06: Resultados de la regresión del Modelo Panel de Producción	65
Tabla 07: Delta Change de Temperatura Máxima (°C) para el escenario climático A2	67
Tabla 08: Delta Change de Precipitación (mm) para el escenario climático A2	67
Tabla 09: Delta Change de Temperatura Máxima (°C) para el escenario climático B2	67
Tabla 10: Delta Change de Precipitación (mm) para el escenario climático B2	67
Tabla 11: Estimación final de las pérdidas económicas por períodos a precios constantes (S/.) del cultivo de papa en base a los resultados del Modelo Panel Ecuación 05 para el Escenario A2	68
Tabla 12: Estimación final de las pérdidas económicas por períodos a precios constantes (S/.) del cultivo de papa en base a los resultados del Modelo Panel Ecuación 05 para el Escenario B2	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1: Esquema de Escenarios de Emisiones según el Reporte Especial (SRES) para el IPCC. Se indican los forzantes que determinarían los posibles futuros económicos y ambientales	21
Figura 2: Medias Multi-modelo y rangos evaluados del calentamiento de la superficie según el IPCC	22
Figura 3: Mapa de Ubicación del Distrito de Levanto	27
Figura 4: Mapa de Ubicación del Distrito de San Isidro del Maino	28
Figura 5: Mapa de Ubicación de las Estaciones Meteorológicas utilizadas	35
Figura 6: Producción de papa a temperatura máxima en la zona de estudio según Modelo Panel Ecuación 05	65
Figura 7: Producción de papa a precipitación total anual en la zona de estudio según el modelo Panel de Producción Ecuación 05	66
Figura 8: Producción del cultivo de papa estimado para el año 2100 según Modelo Panel de Producción – Ecuación 05 para el escenario A2	68
Figura 9: Producción del cultivo de papa estimado para el año 2100 según Modelo Panel de Producción – Ecuación 05 para el escenario B2	69

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1: MAPAS DE UBICACIÓN</b>	88
1.1. FIGURA N° 03 MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE LEVANTO	88
1.2. FIGURA N° 04 MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE SAN ISIDRO DEL MAINO	89
1.3. FIGURA N° 05 MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS	90
<b>ANEXO 2: TEMPERATURA</b>	91
2.1. TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (°C) ESTACIÓN CHACHAPOYAS	91
2.2. TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (°C) ESTACIÓN CHACHAPOYAS	92
2.3. TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL GENERADA (°C) ESTACIÓN COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO	93
2.4. TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL GENERADA (°C) ESTACIÓN COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO	94
<b>ANEXO 3: PRECIPITACIÓN</b>	95
3.1. PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ESTACIÓN CHACHAPOYAS	95
3.2. SERIE HISTÓRICA DE PRECIPITACIÓN – ESTACIÓN CHACHAPOYAS	96
3.3. PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ESTACIÓN LEIMEBAMBA	97
3.4. SERIE HISTÓRICA DE PRECIPITACIÓN – ESTACIÓN LEIMEBAMBA	98
3.5. PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ESTACIÓN QUEBRADA SHUGAR	99
3.6. SERIE HISTÓRICA DE PRECIPITACIÓN – ESTACIÓN QUEBRADA SHUGAR	100
3.7. ANÁLISIS DE DOBLE MASA DE DATOS DE PRECIPITACIÓN CHACHAPOYAS - Q. SHUGAR	101
3.8. DIAGRAMA DE DOBLE MASA CHACHAPOYAS – Q. SHUGAR	101
3.9. ANÁLISIS DE DOBLE MASA DE DATOS DE PRECIPITACIÓN LEIMEBAMBA – Q. SHUGAR	102
3.10. DIAGRAMA DE DOBLE MASA LEIMEBAMBA – Q. SHUGAR	102
3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	103
3.12. PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL CORREGIDA Y EXTENDIDA (mm) ESTACIÓN CHACHAPOYAS	104

3.13. PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL CORREGIDA Y EXTENDIDA (mm)	
ESTACIÓN LEIMEBAMBA	105
3.14. PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL GENERADA (mm) ESTACIÓN	
COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO	106
<b>ANEXO 4: BASE DE DATOS – ESTIMACIÓN PANEL</b>	<b>107</b>
4.1. BASE DE DATOS PARA LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO	
DEL MAINO Y LEVANTO – MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN	107
4.2. BASE DE DATOS PARA LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO	
DEL MAINO Y LEVANTO – MODELO PANEL DE RENDIMIENTO	110
4.3. BASE DE DATOS PARA LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO	
DEL MAINO Y LEVANTO – MODELO PANEL DE TERMOPERÍODO	113
<b>ANEXO 5: VALIDACIÓN DEL MODELO REGIONAL PRECIS</b>	<b>116</b>
5.1. ESTACIÓN CHACHAPOYAS: PARÁMETRO PRECIPITACIÓN	116
5.2. VARIACIÓN MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN DE ESTACIÓN Y PRECIS	116
5.3. ESTACIÓN CHACHAPOYAS: PARÁMETRO TEMPERATURA MÁXIMA	117
5.4. VARIACIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATURA MÁXIMA DE ESTACIÓN Y	
PRECIS	117
5.5. ESTACIÓN CHACHAPOYAS: PARÁMETRO TEMPERATURA MÍNIMA	118
5.6. VARIACIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATURA MÍNIMA DE ESTACIÓN Y	
PRECIS	118
5.7. ESTACIÓN LEIMEBAMBA: PARÁMETRO PRECIPITACIÓN	119
5.8. VARIACIÓN MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN DE ESTACIÓN Y PRECIS	119
<b>ANEXO 6: DESARROLLO DEL MODELO DE REGRESIÓN</b>	<b>120</b>
6.1. MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN	120
6.1.1 ECUACIÓN 01	120
6.1.2 ECUACIÓN 02	121
6.1.3 ECUACIÓN 03	122
6.1.4 ECUACIÓN 04	123
6.1.5 ECUACIÓN 05	124
6.1.6 ECUACIÓN 06	125
6.1.7 ECUACIÓN 07	126
6.1.8 ECUACIÓN 08	127

6.1.9 ECUACIÓN 09	128
6.1.10 ECUACIÓN 10	129
6.1.11 ECUACIÓN 11	130
6.1.12 ECUACIÓN 12	131
6.1.13 ECUACIÓN 13	132
6.1.14 ECUACIÓN 14	133
6.1.15 ECUACIÓN 15	134
6.1.16 ECUACIÓN 16	135
6.1.17 ECUACIÓN 17	136
6.1.18 ECUACIÓN 18	137
6.2. MODELO PANEL DE RENDIMIENTO	138
6.2.1 ECUACIÓN 01	138
6.2.2 ECUACIÓN 02	139
6.2.3 ECUACIÓN 03	140
6.2.4 ECUACIÓN 04	141
6.2.5 ECUACIÓN 05	142
6.2.6 ECUACIÓN 06	143
6.2.7 ECUACIÓN 07	144
6.2.8 ECUACIÓN 08	145
6.2.9 ECUACIÓN 09	146
6.2.10 ECUACIÓN 10	147
6.2.11 ECUACIÓN 11	148
6.2.12 ECUACIÓN 12	149
6.2.13 ECUACIÓN 13	150
6.2.14 ECUACIÓN 14	151
6.2.15 ECUACIÓN 15	152
6.2.16 ECUACIÓN 16	153
6.2.17 ECUACIÓN 17	154
6.2.18 ECUACIÓN 18	155
6.3. MODELO PANEL DE TERMOPERÍODO	156
6.3.1 ECUACIÓN 01	156
6.3.2 ECUACIÓN 02	157

<b>ANEXO 7: SELECCIÓN DEL MODELO FINAL DE REGRESIÓN</b>	158
<b>ANEXO 8: VALIDACIÓN DEL MODELO FINAL DE REGRESIÓN</b>	159
<b>ANEXO 9: VARIACIÓN DE INGRESOS ESTIMADA AL 2100 SEGÚN MODELO PANEL POOLED</b>	160
9.1. VARIACIÓN DE INGRESOS ESTIMADA AL 2100 SEGÚN EL MODELO PANEL ECUACIÓN 05 PARA EL ESCENARIO A2	160
9.2. VARIACIÓN DE INGRESOS ESTIMADA AL 2100 SEGÚN EL MODELO PANEL ECUACIÓN 05 PARA EL ESCENARIO B2	163
<b>ANEXO 10: RECONOCIMIENTO DE CAMPO Y APLICACIÓN DE ENCUESTAS</b>	167
10.1. COMUNIDAD CAMPESINA DE LEVANTO	167
10.2. COMUNIDAD CAMPESINA DE SAN ISIDRO DEL MAINO	168

## RESUMEN

Esta investigación realizó la valoración del impacto económico que ocasionan las variables climáticas de temperatura y precipitación en la producción de papa, en las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto, Provincia de Chachapoyas, Departamento de Amazonas. El objetivo principal fue evaluar la pérdida en soles (S/.) de los productores de papa hasta el año 2100, teniendo en cuenta los escenarios A2 y B2 del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). Se empleó el Modelo Pooled Panel de Producción, cuya base de datos se ha elaborado teniendo en cuenta las series históricas de las variables climáticas (temperatura y precipitación) y las variables Agrícolas (producción, superficie cosechada, precio en chacra) que forman las variables independientes para el periodo 1996 - 2015. Se trabajó con datos anuales y mensuales para temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación, los cuales se obtuvieron del SENAMHI de las estaciones Meteorológicas Chachapoyas y Leimebamba. Los datos de las variables agrícolas se obtuvieron del Ministerio de Agricultura, Gobierno Regional Amazonas y se corroboró con el reconocimiento de campo. Para las estimaciones se utilizaron 60 observaciones y en total se corrieron 38 estimaciones en el software econométrico EViews8, de los cuales se eligió como el mejor a la Ecuación 05 del Modelo Pooled Panel de Producción. Una vez obtenido el Modelo se utilizó los pronósticos de temperatura y precipitación del INPE (Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales) de Brasil, validada para la zona de estudio. Las estimaciones que se realizaron, indican una función cóncava entre la producción de papa (TM/Ha), con la temperatura y precipitación. Finalmente se estimó que para el período 2016 – 2100, en base al escenario climático A2 que es el más pesimista, una pérdida para los productores de papa de aproximadamente 8 927 521.49 millones de soles.

**Palabras clave:** Valoración Económica, Cultivo de Papa, Temperatura, Precipitación, Cambio Climático, Econometría, EViews8.

## ABSTRACT

This research carried out the assessment of the economic impact caused by climatic variables of temperature and precipitation in the production of potatoes, in the Peasant Communities of San Isidro del Maino and Levanto, Chachapoyas Province, Department of Amazonas. The main objective was to evaluate the loss in soles (S /.) Of the potato producers until the year 2100, in scenarios A2 and B2 of the IPCC (Intergovernmental Group of Experts on Climate Change). The Pooled Production Panel Model was used, whose database has been elaborated in the historical series of the climatic variables (temperature and precipitation) and the Agricultural variables (production, harvested area, price in farm) that form the independent variables for the 1996 - 2015 period. Annual and monthly data were used for maximum temperature, minimum temperature and precipitation, which were obtained from the SENAMHI of the Chachapoyas and Leimebamba Meteorological stations. The data of the agricultural variables were obtained from the Ministry of Agriculture, the Amazonas Regional Government and corroborated with the field recognition. For the estimations 60 observations were used and in total if the color was 38 estimations in the econometric software EViews8, of which was chosen as the best one to the Equation 05 of the Pooled Model Production Panel. Once, the model used the temperature and precipitation forecasts of the INPE (National Institute for Space Research) of Brazil, validated for the study area. The estimates that were made indicate a concave function between potato production (TM / Ha), temperature and precipitation. Finally, it was estimated that for the period 2016 - 2100, based on the climatic scenario A2 which is the most pessimistic, a loss for potato producers of approximately 8 927 521.49 million soles.

**Keywords:** Economic Valuation, Potato Cultivation, Temperature, Precipitation, Climate Change, Econometrics, EViews8.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa reviste gran importancia a nivel mundial, constituye el cuarto producto más cultivado y el primero no cerealero, siendo producido y consumido en más de 100 países, alcanzando en el 2007 una producción record de 325 millones de toneladas, con más de la mitad de éstas sembradas en países no desarrollados, convirtiéndose en un valioso producto comercial para miles de agricultores de bajos ingresos y en un cultivo recomendado para garantizar la seguridad alimentaria de los consumidores más vulnerables. (Rojas, 2011; FAO, 2008). En este contexto se encuentran los pobladores, específicamente los agricultores, de las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto que dependen económicamente de actividades productivas agrícolas: cultivo de papa y maíz principalmente, donde la producción de papa es de vital importancia, tanto para ser consumida en el hogar como para su comercialización, llegando a convertirse en uno de sus principales medios de sustento alimenticio y económico cotidiano.

El cambio climático afecta por doquier a la vida y a los medios de subsistencia de las personas. Sin embargo, tal consecuencia, se ha intensificado a través de cambios en las principales variables climáticas: la temperatura y la precipitación, como consecuencia del incremento de emisiones de los llamados Gases de Efecto Invernadero (GEI), en su mayoría representados por el dióxido de carbono producto de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, aunque también es importante la contribución del carbono natural concentrado en la biomasa, el cual es liberado como consecuencia de la deforestación. (Cortes, 2015).

El presente trabajo supone que el Cambio Climático generará impactos económicos negativos en el sector agrícola. Esto porque las condiciones en que se realiza esta actividad, especialmente en la zona de estudio, se hace en una situación de temperaturas casi óptimas, y su variación podría llevar a que los cultivos alcancen sus umbrales de temperatura y precipitación. Además, la producción de papa está ligada en su totalidad al clima del lugar en el cual se cultiva. De esta manera, el clima se convierte en un recurso natural fundamental que influye en el bienestar, salud y prosperidad de la sociedad. La información climática ayuda a los pobladores y agricultores a planificar y adaptar sus actividades y proyectos, a condiciones previsibles. Ello permite adoptar decisiones durante el proceso de planificación,

que reduzcan los riesgos y optimicen los beneficios socioeconómicos. Sabiendo esto es necesario recalcar que esta información climática no está al alcance de los agricultores de la zona de estudio lo cual hace que de la producción de papa vea complicada su planificación, al no contar con un calendario agrícola para su cultivo, el cual se vería afectada en su producción y daría rendimientos menores a los esperados.

Estos efectos nocivos del cambio climático se han ido estudiando a lo largo del tiempo por diversas instituciones del estado, instituciones privadas, ONG, gobiernos regionales y locales de Amazonas. Pero, ninguno de estos estudios ha evaluado aún los costos asociados a estos efectos. Dicha evaluación del costo económico, puede servir de herramienta para estimar en términos económicos el riesgo ambiental de la inacción frente a los efectos futuros del cambio en los patrones de temperatura y precipitación, lo cual, da la posibilidad de acrecentar de manera estructural la conciencia de la opinión pública. Como consecuencia se crea un potencial para considerar mejor las preferencias públicas y por ende, de quienes toman decisiones en el desarrollo de proyectos de planificación a nivel nacional, regional y local.

El presente estudio tiene como objetivo principal, realizar una evaluación de los impactos económicos de la temperatura y precipitación en el cultivo de la papa en las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto, teniendo en cuenta los escenarios climáticos A2 y B2 del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). De esta forma, se desea poder interpretar los impactos de alteraciones de tipo climático sobre el rendimiento de los cultivos, ampliando los conocimientos teóricos al respecto y así generar una visión a futuro del impacto del clima en la productividad de la papa. Los escenarios de variabilidad climática y las series históricas de las variables climáticas registradas en la zona de estudio, serán analizados y utilizados para generar las series de datos mensuales y anuales necesarios como datos de entrada para las simulaciones económicas.

Cabe mencionar que el presente estudio utiliza el modelo agronómico, es decir, construye funciones econométricas a fin de calcular la variación de los ingresos agrícolas a partir de la variación proyectada de las variables climáticas (precipitación y temperatura).

El uso de herramientas de modelación, como alternativa para evaluar el impacto del clima en los cultivos o en general como herramienta de investigación para avanzar en el conocimiento que se tiene de los múltiples aspectos de la producción, ha venido desarrollándose significativamente, consolidándose en una valiosa área de conocimiento, que permite obtener resultados, que de manera práctica no se pueden conseguir por medio de metodologías y experimentos tradicionales (Harpal y Graeme, 2004; Román *et al.*, 2002).

Después se hace una descripción de la metodología empleada paso a paso. Finalmente, se presentan los resultados y las conclusiones.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar el impacto económico de la temperatura y precipitación, en la producción de papa para el período 2016-2100 en las comunidades campesinas de San Isidro del Maino y Levanto, en los supuestos escenarios A2 y B2 del IPCC.

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar la zona de estudio, según Temperatura máxima y mínima (°C) y Precipitación (mm) para el período 1996 – 2015, en las comunidades campesinas de San Isidro del Maino y Levanto.
- Determinar los indicadores (precio en chacra del cultivo, superficie cosechada y producción total) de producción de la papa, cultivada en las comunidades campesinas de San Isidro del Maino y Levanto.
- Identificar la relación entre el cultivo de papa y los indicadores climáticos de temperatura y precipitación.
- Estimar la variación del ingreso económico que percibirán los agricultores que cultivan papa, como consecuencia de variaciones en la temperatura y precipitación hasta el año 2100 (IPCC, 2007).

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

**Rojas, E.** (2011), en las conclusiones de su estudio: “Evaluación del desarrollo del cultivo de papa bajo escenarios de variabilidad climática interanual y cambio climático, en el suroeste de la sabana de Bogotá”, reporta que encontró una asociación directa y clara entre la temperatura máxima y la temperatura media de la zona de estudio con la oscilación ENOS (El Niño-Oscilación del Sur), una asociación inversa importante con la precipitación, mientras que la temperatura mínima y el brillo solar mostraron no estar significativamente asociados con el comportamiento del Índice Oceánico ONI.

Consecuentemente los cambios considerables en los elementos del clima como consecuencia de la variable ENOS (El Niño Oscilación Sur), afectarían considerablemente los cultivos de papa, por la relación dependiente entre el cultivo de papa y la temperatura y precipitación especialmente.

Rojas Barbosa, pone especial énfasis en que las alteraciones climáticas definitivamente reducen el rendimiento del cultivo de papa, en escenarios donde las precipitaciones se reducen y aumentan las temperaturas máximas en consonancia con el Fenómeno de El Niño, lo cual denota la relación entre nuestras variables de estudio.

**Fernández, M.** (2013), realizó su investigación titulada: “Efectos del cambio climático en el rendimiento de tres cultivos mediante el uso del modelo aquacrop” - Colombia -, utilizando para ello tres cultivos en materia de estudio: maíz, papa y arroz. La simulación del rendimiento de los cultivos mencionados bajo escenarios de cambio climático tuvo como resultados para el cultivo de la papa lo siguiente: “Se puede esperar que los nuevos escenarios climáticos hagan que las precipitaciones se presenten anticipadamente lo que obligaría a los productores a desplazar los periodos de siembra y de cosecha”, siendo los lugares con mayor humedad en el suelo los que ofrecen una mejor oferta ambiental.

**Vargas, P.** (2009) en la serie Documentos de Trabajo, auspiciado por el Banco Central de Reserva del Perú, determinó que el impacto del cambio climático se manifestará en el Perú a través de muchos efectos, algunos de los cuales son:

- Retroceso glaciar, que actualmente se viene manifestando con una disminución del 22% de la superficie glaciar en los últimos 22 a 35 años.
- Agudización del período de estiaje y disminución de la disponibilidad de agua para consumo humano, uso agrícola, uso industrial y generación eléctrica.
- Aumento del riesgo de desastres naturales como huaycos, deslizamientos, etc. e inundaciones en zonas costeras por la elevación del nivel del mar.
- Aumento de la frecuencia e intensidad del Fenómenos del Niño.
- Disminución de la disponibilidad de fitoplancton en el mar y, en consecuencia, menor productividad pesquera primaria y disponibilidad de recursos pesqueros.
- Pérdida de biodiversidad y extinción de especies.

Por tanto, como indica la autora, no cabe duda que el impacto del cambio climático sobre los cultivos es consecuencia inevitable y más aún se expresará directamente en la economía nacional, pues un “aumento de 2°C en la temperatura máxima y 20% en la variabilidad de las precipitaciones al 2050, generaría una pérdida de 6% respecto al PBI potencial en el año 2030”, desde ya un escenario así, es desastroso en especial para la población pobre y marginal de nuestra sociedad, y mientras el cambio climático se agudice más se sentirán las alteraciones económicas, “en el año 2050 estas pérdidas serían superiores al 20%; reduciéndose estas pérdidas a menos de la tercera parte en caso se adopten políticas globales que estabilicen la variables climáticas al 2030” (Vargas, 2009). Solamente nos queda poner en práctica acciones urgentes y medidas viables para mitigar los efectos del cambio del clima en el ámbito agrícola de manera especial.

**Bolívar, V.** (2012), en la investigación titulada “Valoración del impacto de la temperatura y la precipitación en la producción de papa en la cuenca del río Santa”; concluye que existe una relación de concavidad entre la producción del cultivo de papa en la cuenca del río santa y las variables climáticas de temperatura máxima y precipitación, la temperatura mínima del cultivo no tiene una mayor influencia en la producción [...] A medida que la temperatura máxima y la precipitación aumenta la producción de papa tiende a crecer, sin embargo, superado un umbral límite, esta producción tiende a disminuir.

Consecuentemente la temperatura máxima favorece hasta cierto grado la producción de papa y tiene mayor significancia que los niveles de precipitación, lo cual demuestra la correlación entre las variables de estudio que se han considerado. Respecto a los escenarios los resultados a los que llegó la investigadora denotan pérdidas económicas en los agricultores, así afirma que para el año 2100 bajo un escenario climático A2 del IPCC, se estima – refiere la autora – que los agricultores del cultivo de papa en la cuenca del río Santa tendrían pérdidas económicas equivalentes a 31 490 802,11 nuevos soles considerando una tasa de descuento de 0,005 y de 13 270 612,71 y 4 961 740 99 nuevos soles para tasas de descuento de 0,02 y 0,04 respectivamente. En cambio, para el año 2100 bajo un escenario climático B2 del IPCC, se estima que los agricultores del cultivo de papa en la cuenca del río Santa tendrían pérdidas económicas equivalentes a 28 342 868,02 nuevos soles considerando una tasa de descuento de 0,005 y de 11 778 765,17 y 4 376 978,89 nuevos soles para tasas de descuento de 0,02 y 0,04 respectivamente.

De esta manera en ambos escenarios la variación económica se mueve hacia pérdidas económicas para los agricultores de papa, así y de acuerdo a la autora, para el año 2100 se estima respecto al año 2010, una reducción del 100% de los beneficios económicos de los agricultores, en tanto que respecto al 2070 se reduciría en un 99% para un escenario A2 y en un 71,5% para un escenario B2, siguiendo con las proyecciones, se estima que para el 2040 se tendría una reducción de 23,9% en un escenario A2 y de un 22,4% en un escenario B2. Todo esto demuestra una correlación mixta entre las variables de estudio y en consecuencia dicha relación influye directamente en la variación económica de los agricultores productores de papa en el área o contexto estudiado.

Debo precisar que esta última investigación fue la que motivó el proyecto de investigación que estoy desarrollando, en este sentido he tomado como un referente de importancia a la metodología de estudio que Bolívar (2012) ha considerado en su informe de tesis para el tratamiento de las variables de estudio de la presente investigación.

## 3.2. BASES TEÓRICAS

### 3.2.8 LA PAPA EN NUESTRO PAÍS.

Una leyenda, que circula en Andahuaylas – Apurímac, narra el origen del cultivo de la papa en nuestro país:

Cuenta una vieja leyenda andina que los hombres cultivadores de la quinua dominaron durante muchos años a los pueblos de las tierras altas y, a fin de dejarlos morir lentamente, les fueron disminuyendo la ración de alimentos para ellos y sus hijos. Ya al borde de la muerte, los pobres clamaron al cielo y Dios les entregó unas semillas carnosas y redondeadas, las cuales, después de sembradas, se convirtieron en hermosas matas que tiñeron de morado las gélidas punas con sus flores. Los dominadores no se opusieron al cultivo, con la mañosa esperanza de cosecharlo todo para ellos, llegada la oportunidad. En efecto, cuando las plantas se amarillaron y los frutos parecieron maduros, los opresores segaron los campos y se llevaron todo lo que juzgaron era una óptima cosecha. Desconsolados y moribundos de hambre, los vencidos pidieron otra vez clemencia al cielo y una voz les dijo desde las alturas: Remuevan la tierra y saquen los frutos, que allí los he escondido para burlar a los hombres malos y enaltecer a los buenos. Y a así fue, debajo del suelo estaban las hermosas papas, que fueron recogidas y guardadas en estricto secreto. Cada mañana, los hombres de las punas añadieron a su dieta empobrecida una porción de papas y pronto se restablecieron, cobraron fuerzas y atacaron a los invasores que, viéndose vencidos, huyeron para no regresar jamás a perturbar la paz de las montañas. (Wust, 2007).

La papa, o patata (*Solanum tuberosum*), fue cultivada por primera vez entre los años 8000 y 5000 a. C. en una región que comprendería lo que hoy es los Andes del sur de Perú y el extremo noroeste de Bolivia. Este origen es refrendado por muchos estudiosos, como el botánico ruso Nikolai I. Vavilov, quien propuso la teoría de los “centros de origen de las plantas”, así, de los ocho centros de origen de la agricultura, uno de ellos, la “papa se había originado en los Andes Peruanos, teoría que se ha mantenido vigente hasta la actualidad” (Chauvin, 2007).

Por tanto, los pueblos andinos han sido grandes innovadores en el cultivo de plantas y la agricultura, con la introducción de técnicas de sembrado, cuidado y sistemas de irrigación que se adaptaba a al suelo accidentado de la sierra peruana; por ello, “la papa debe su extraordinaria utilidad tanto al ingenio de estos pueblos como a las características del clima y el paisaje andino” (Swaminathan, 2007), Desde el ande, el cultivo y consumo de la papa se ha extendido por todo el mundo y se ha convertido en un alimento básico en muchos países. La comida rápida y la precocinada se ha masificado con el uso frecuente de las papas; por ello hoy es posible aseverar que la papa es un alimento global, que se irradió desde nuestros Andes a todas las mesas del mundo.

### 3.2.9 VARIABLES CLIMÁTICAS.

#### a) TEMPERATURA.

La temperatura es la variable o parámetro más característico del clima, y hace referencia al nivel térmico o al grado de calor que tiene un cuerpo. De modo que un cuerpo caliente tiene más temperatura que otro cuerpo frío. En consecuencia, “la temperatura es una indicación de lo frío o caliente que es un objeto. Es también otra manera de identificar el flujo del calor” (Guayasamin, 2010). En relación al clima, la temperatura se considera como el grado de calor o frío que se presenta en un determinado lugar o zona, de allí que cuando hace calor se suele decir que la temperatura es alta.

La temperatura ambiental está muy condicionada por otros parámetros y factores como “la temperatura del aire, la velocidad del viento, la humedad y la radiación solar, de lo cual resulta la temperatura del ambiente.” (Hernández, 2002); la combinación de los factores mencionados anteriormente puede “ofrecer un ambiente térmicamente confortable, o bien uno excesivamente caliente o uno excesivamente frío” (Hernández, 2002). También, y en concordancia con Díaz (2002); el valor de la temperatura del ambiente influye en el movimiento del aire, la evaporación y radiación a través de sus variaciones diarias y estacionales.

De otro lado, el calor y la temperatura están relacionadas entre sí, pero son conceptos diferentes. El calor es la energía total del movimiento molecular en una sustancia,

mientras que la temperatura es una medida de la energía molecular media. El calor depende de la velocidad de las partículas, su número, su tamaño y su tipo. La temperatura no depende del tamaño, del número o del tipo de partículas de un cuerpo. Las temperaturas más altas tienen lugar cuando las moléculas se están moviendo, vibrando y rotando con mayor energía. En consecuencia: “El calor es una forma de energía que se transfiere de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura” (Burbano y Gracia, 2003), o también “la cantidad total de energía cinética que tienen las moléculas del objeto” (Guayasamin, 2010), en tanto que, y en “base a la física estadística temperatura se define como la magnitud que mide el grado de agitación molecular de un cuerpo, y en Termodinámica se define como el factor de intensidad de la energía calorífica” (Galán García, 1991). Consecuentemente, la temperatura es la medida del calor. A efectos de la presente investigación, la temperatura está referida a la medida del calor o frío de una determinada región o zona, concretamente el de las zonas de investigación.

#### b) PRECIPITACIÓN.

Es una variable o parámetro del clima, y que hace referencia a las diversas formas de agua, ya sea en estado líquido o sólido, que caen a la superficie de la tierra; estas formas pueden ser lluvias, lloviznas, lluvias heladas, granizo, nieve, etc. Así, “se entiende por precipitación a la caída de partículas líquidas o sólidas de agua” (Maderrey Rascón, 2005) hacia la superficie de nuestro planeta.

Las precipitaciones, de modo particular las lluvias, constituyen uno de los fenómenos meteorológicos más comunes, y es la variable climática que determina directamente en la vida de las plantas y demás seres vivos. Cuidar el agua y adaptarse al régimen natural de las precipitaciones en una agricultura de secano, es de suma importancia para esta actividad económica. Por lo tanto, tener en cuenta y evaluar el régimen de lluvias en periodos considerables indica las posibilidades de producción de cultivos de secano de la tierra en su estado natural, es decir, sin tener en cuenta las mejoras o los deterioros que se derivan de la actividad humana. Por consiguiente, los resultados se deben considerar con esta reserva, puesto que es bien conocido que gran parte de la tierra utilizada en la agricultura ha sufrido modificaciones en el curso del tiempo, para bien o para mal, debido a la intervención humana. (Alexandratos, 1995).

Esto demuestra la estrecha interrelación de dependencia que existe entre las precipitaciones y la producción de los suelos, en su estado natural. Por tanto, al considerar la “idoneidad de cualquier parcela de tierra para producir uno o más cultivos con un rendimiento ‘aceptable’, el régimen de precipitaciones y la capacidad de retención del agua del suelo son elementos fundamentales” (Alexandratos, 1995). De esta manera queda de manifiesto que, la alteración en el régimen de las precipitaciones en un determinado lugar, determina en una la calidad del desarrollo de las plantas y la producción final.

### 3.2.10 CONSIDERACIONES AMBIENTALES DEL CULTIVO DE PAPA

La papa se cultiva en climas templados, subtropicales y tropicales, sin embargo, se adapta muy bien a climas predominantemente frescos y con valores regulares o no muy altos de humedad ambiental, esto permite el lento desarrollo de la planta, favoreciendo de acuerdo a Faiguenbaum (1987) la formación de carbohidratos que son fundamentales para el proceso de formación de los tubérculos; además, disminuyendo la posibilidad de aparición de enfermedades producidas por hongos patógenos.

#### Fotoperiodo:

La domesticación y la adaptación a condiciones de climas muy diversos, produjo numerosas variedades de papa con diferencias considerables en cuanto a la respuesta al fotoperiodo. Las variedades endémicas (subespecie Andígena) podrían clasificarse como de día cortó, variedades en las que la tuberización ocurre adecuadamente con menos de 12 horas de radiación, pero al ser llevadas a fotoperiodo largo, el periodo de crecimiento se alarga excesivamente, florece profusamente y su tuberización es escasa con tubérculos pequeños, ya que para el desarrollo del área foliar son convenientes días largos. Puede observarse que las variedades adaptadas a latitudes altas (subespecie *Tuberosum*), cuando son sembradas en condiciones de latitudes tropicales de día corto muestran una tuberización temprana, los estolones son cortos y el follaje permanece pequeño.

El acortamiento del fotoperiodo es una señal de la llegada de condiciones desfavorables, por lo que la planta se prepara para la formación de sus órganos de almacenamiento y resistencia propiciando la tuberización. Hay que aclarar que el acortamiento de los días estimula el proceso de tuberización en la mayoría de variedades, pero no lo determina, pues puede empezarse este proceso aun contando con fotoperiodos largos (Aldabe y Dogliotti, 2006).

La respuesta al fotoperiodo está relacionada con la temperatura promedio. Kooman (1996) encuentra una relación de aumento lineal entre el inverso del tiempo hasta el inicio de la tuberización, que llamo tasa de desarrollo y la temperatura promedio, para cuatro variedades diferentes de papa tanto para días largos como días cortos. Manrique (1990) concluye que la duración del día optimo depende entonces de la temperatura y de la variedad de cultivar. En cuanto a los requerimientos de luz, Arse (1996) señala que mientras mayor sea la intensidad de luz, mayor es la fotosíntesis, lo que explicaría que el cultivo pueda terminarse con éxito en los páramos incluso a altitudes mayores de 3500msnm. En general para las variedades de día largo, la relación entre el desarrollo del follaje y el crecimiento de los tubérculos se ve favorecida por estímulos como nitrógeno, días largos, temperaturas elevadas y alta humedad.

#### Temperatura:

La respuesta a la temperatura ambiental depende de la etapa de desarrollo del cultivo y está determinada por la relación entre la fotosíntesis y la respiración de la planta, teniendo en cuenta que en la papa, las moléculas se forman con tres carbonos en su forma primaria, por lo que está clasificada según su metabolismo como planta tipo C3, menos resistente a altas temperaturas y días demasiado largos que otros cultivos como el maíz o la caña de azúcar y además resaltando que la respiración también ocurre durante el día y está determinada directamente por la temperatura.

El mayor limitante para el cultivo de la papa “son las temperaturas, ya que si son inferiores a 10 °C y superiores a 30 °C afectan irreversiblemente el desarrollo del cultivo, mientras que la temperatura óptima para una mejor producción va de 17 a 22 °C.” (INTAGRI S.C., 2018). La papa es considerada una planta termoperiódica,

indicando que necesita una variación entre la temperatura máxima y mínima de al menos 10°C. Si la diferencia es menor, el crecimiento y tuberización se ven afectados. Si esta situación se presenta con frecuencia a lo largo del ciclo vegetativo, el rendimiento y la calidad se ponen en riesgo, pues las temperaturas altas son ideales para el crecimiento de tallos y hojas, pero no para el desarrollo de los tubérculos (CENTA, 2002).

La papa se puede cultivar en lugares donde la temperatura mínima nocturna sea de 18°C como máximo, aunque este cultivo prefiere climas con temperaturas un poco más bajas. Conforme la temperatura mínima es más alta, la producción disminuye. Con temperaturas entre 12°C y 18°C la producción es mejor tanto de follaje y tallos como la producción de tubérculos (Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José de Costa Rica, 1991). Con temperaturas máximas mayores a 25°C, la respiración de la planta aumenta significativamente, aumentando a su vez el consumo de asimilados disponibles para el crecimiento de la planta, por lo que las temperaturas óptimas no deben sobrepasar este valor. Altas temperaturas antes del inicio de la tuberización tienden a favorecer el crecimiento del follaje retrasando el inicio de este proceso. Con “temperaturas por debajo de los 17°C, la tasa de aparición y crecimiento de hojas se ve limitada y con esto la capacidad de absorción de radiación, que también retrasa el proceso de tuberización” (Aldabe y Dogliotti, 2006). Días cortos y temperaturas bajas estimulan la iniciación de tubérculos, pero en días cortos con altas temperaturas las variedades de ciclo corto inician y desarrollan los tubérculos considerablemente más temprano que variedades de ciclo largo. “Temperaturas nocturnas bajas son más efectivas que temperaturas diurnas bajas para iniciar la tuberización. Bajo condiciones de días muy largos y altas temperaturas la formación de tubérculos puede verse disminuida”. (Contreras, 2009).

En la etapa de llenado de tubérculos, la variación entre la temperatura máxima y mínima puede ser un poco menor. Los valores óptimos de temperaturas máximas y mínimas están entre “los 18°C y 20°C para el día y los 12°C y 14°C para la noche, con el fin de que los carbohidratos formados por el proceso fotosintético no sean consumidos por la respiración diurna y nocturna” (Contreras, 2009), aun cuando bajo

estos valores de temperatura entre “el 25 y 30% de los carbohidratos producidos son gastados en el proceso de respiración”. (Contreras, 2009).

Temperaturas demasiado bajas pueden afectar significativamente el cultivo, por lo que es importante tener en cuenta que diversos tipos de daños pueden ser causados cuando una helada afecta el cultivo. Puede presentarse muerte de algunas plantas, pues no todas pueden soportar de igual manera este fenómeno atmosférico. Los daños dependen de factores como duración e intensidad de la helada, contenido de humedad del suelo y de la planta y etapa de desarrollo fenológico del cultivo. El daño que soportan las plantas puede variar significativamente entre heladas y dentro del mismo campo, siendo comunes daños en los tallos y defoliación. Fairlie y Ortega (1995), simulando daños ocasionados mecánicamente sobre el cultivo en diferentes fases de desarrollo fenológico, mostraron que los estados fenológicos más susceptibles resultaron ser la emergencia y el inicio de la formación de estolones cuando el daño de la parte aérea de la planta fue superior al 50%. Mostraron también que el daño ocasionado por una helada en el inicio de la floración puede representar una disminución de hasta el 55% en el rendimiento final.

#### Precipitación:

Según Kalazich (1993), el agua es un elemento fundamental para el crecimiento de la planta, indispensable para la fotosíntesis, la respiración y otras funciones fisiológicas. Por otro lado, es el medio de transporte de minerales y productos de la fotosíntesis, necesarios para la turgencia de las células de la planta, para la transpiración y regulación de la temperatura de las hojas. “El consumo de agua por parte del cultivo es ampliamente influenciado por las condiciones climáticas, así como el rendimiento final puede variar ampliamente de acuerdo a la disponibilidad de agua ya sea de precipitación o riego” (Sepúlveda et al., 1999; Jara 1999). Mucha o poca lluvia afecta el rendimiento del cultivo, ya que debido a la poca profundidad de las raíces de la papa la respuesta productiva a la irrigación frecuente es considerable y se obtienen cosechas muy abundantes con sistemas de riego automático que sustituyen a diario o cada tercer día el agua perdida por evapotranspiración y mantienen en un buen nivel la humedad del suelo. Un estrés hídrico moderado durante la etapa de expansión del follaje, frena el crecimiento del

mismo y favorece la partición de asimilados hacia el crecimiento de los tubérculos, sobre todo cuando ya existen tubérculos iniciados en la planta. Este efecto del “estrés hídrico puede interpretarse como un adelantamiento del fin del crecimiento del follaje a favor de la partición a los tubérculos, que puede resultar en un acortamiento del ciclo del cultivo” (Aldabe y Dogliotti, 2006), con reducciones importantes en el rendimiento. Se debe considerar que el exceso de agua en el suelo, provoca un desarrollo pobre de las raíces, la pudrición de los tubérculos recién formados y de los que se utilizan como semilla, los cuales son especialmente susceptibles a la pudrición, máxime, si se siembran y tapan estando húmedos. “La humedad ambiental alta favorece el desarrollo de la enfermedad conocida como tizón tardío” (Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José de Costa Rica, 1991).

Beniot y Grant (1985), concluyeron que no siempre es la falta de lluvias la limitante para obtener rendimientos óptimos sino el patrón de distribución irregular de las lluvias durante el año lo que provoca que el cultivo pase por períodos tanto de exceso como de escasez de agua. De acuerdo con Román y Hurtado (2002), la cantidad óptima de agua requerida por el cultivo depende también de la variedad y 600 mm de agua distribuida en todo su ciclo vegetativo pueden ser suficientes, teniendo en cuenta que las mayores demandas se dan en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos, por lo que es recomendable efectuar riegos suplementarios en los períodos críticos cuando no se presenten lluvias.

En general, la falta de agua hace disminuir la producción cuando se produce a mitad o final del período de desarrollo, más que si falta al inicio y cuando hay poca agua ésta debe concentrarse en obtener la producción máxima por hectárea en vez de aplicarse a una superficie más amplia.

### 3.2.11 EFECTOS DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN EN EL CULTIVO DE PAPA.

Tener en cuenta las necesidades climáticas de las plantas, es de vital importancia en cualquier tipo de cultivo, a fin de tener un desarrollo normal y máximo rendimiento; así: “Las características climáticas de una zona deben analizarse en relación con las necesidades de las plantas que se intenta cultivar” (FAO, 2002).

La influencia de los elementos meteorológicos en las diferentes fases del cultivo de papa se da durante las etapas de crecimiento del cultivo de papa, las cuales son las siguientes:

Siembra: es una fase donde los factores predominantes son temperatura y humedad del suelo, así como el grado de madurez del tubérculo. La papa es considerada un cultivo de media estación, debiendo sembrarse pasado el invierno para que así pueda florecer rápidamente. Se aconseja además una temperatura a 10 cm del suelo de 8°C para su siembra. Cuando se hacen las plantaciones con temperaturas bajas, la germinación se ve retrasada, así como también cuando se hace con exceso de humedad, ya que los brotes son destruidos por que el tubérculo se pudre. Así mismo Ruesta (1981), menciona que en la sierra del Perú las épocas de siembra en secano son generalmente primavera y coinciden con el incremento de la temperatura y el gradual aumento de la humedad del suelo y aire por efecto de la lluvia y nubosidad más acentuada.

Brotación: con una temperatura promedio entre 6°C a 7°C en el suelo a 10 cm de profundidad se consigue una buena brotación siendo la temperatura óptima entre 20 a 25°C. Según Ruesta (1981) el brotamiento de un cultivo es importante, porque así se obtiene plantas con un crecimiento temprano y parejo, se reduce el periodo vegetativo, los tallos son más robustos y por lo tanto habrá mayor rendimiento.

En cuanto a las necesidades hídricas de la papa, la papa es especialmente sensible a este factor, tanto la insuficiencia como el exceso de la lluvia en el sub-período entre la plantada y brotamiento.

Emparejamiento: el cultivo durante esta fase aún no es parejo, es decir que es posible encontrar en forma simultánea plantas de una misma siembra, unas que ya hayan llegado a la floración mientras que otras no, esto se puede explicar debido a que las yemas de los tubérculos y aun en un mismo tubérculo no tienen el mismo vigor.

Tuberización: la formación de tubérculos es el proceso biológico más complejo de las fases de la papa. En esta fase los estolones, los cuales crecen a través de una

continua división celular y elongación a través de un gancho que se ubica al extremo del tejido, comienzan a engrosarse. En esta fase la temperatura, de acuerdo con Ruesta (1981), juega un papel muy importante, ya sea acelerándola o retardándola. Una mejor tuberización se presenta con temperaturas bajas, las ideales están comprendidas entre 10 y 20°C.

Floración: la cantidad y duración de la floración depende de la cantidad de crecimiento de los tallos y las ramas. Hay variedades con abundante floración como también hay variedades que no florecen. En esta fase y de acuerdo con Ruesta (1981); las plantas son más susceptibles a las heladas, pues, aunque sea muy ligera es suficiente para destruir totalmente la planta, resultando las heladas tardías las más perjudiciales; por ende: “Los cultivos requieren una cierta amplitud o variación diaria de temperatura, para que su comportamiento fisiológico sea normal. La diferencia mínima entre las temperaturas medias del día y de la noche, es alrededor de 5 a 7 °C” (FAO, 2002).

Cosecha: es muy importante escoger el tiempo de cosecha del cultivo de papa sin importar que variedad sea. Si se da antes o después de lo debido se pueden sufrir graves pérdidas. Por ejemplo, un mal tiempo como una lluvia fuerte o helada con nieve puede hacer que el tubérculo se deprecie por un brotamiento de las yemas, o en todo caso la cosecha almacenada se eche a perder rápidamente.

### 3.2.12 CAMBIO CLIMÁTICO Y CALENTAMIENTO GLOBAL

El clima siempre ha variado, el problema del cambio climático es que en el último siglo el ritmo de estas variaciones se ha acelerado de manera anómala, a tal grado que afecta ya la vida planetaria. Al buscar la causa de esta aceleración, los científicos encontraron que existe una relación directa entre el calentamiento global o cambio climático y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), provocado principalmente por las sociedades industrializadas. (OEFA, 2010).

Calentamiento global es el fenómeno observado en las medidas de la temperatura que muestra en promedio un aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas: 2 a 4,5 °C. Este aumento de la temperatura se

debe al uso de combustibles fósiles y a otros procesos industriales que llevan a una acumulación de gases invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y clorofluorocarbonos) en la atmósfera. “Es decir que la mayor parte del calentamiento observado en los últimos 50 años, es atribuible a la actividad humana” (IPCC, 2001).

Una de las alternativas es el Protocolo de Kyoto, que promueve una reducción de emisiones contaminantes (principalmente gases de efecto invernadero) por parte de los países industrializados. El protocolo ha sido tachado de injusto, al considerar asociadas el incremento de las emisiones al desarrollo, con lo que las naciones más afectadas serán aquellas menos desarrolladas. La previsión del protocolo es que, si todos los países más contaminantes lo firmaran, se conseguiría una reducción de la temperatura media del aire en el planeta de 0.07 °C. El clima es sensible a muchas cosas, [...] tenemos que preocuparnos por el CO<sub>2</sub> y otros gases invernadero influidos por las actividades humanas [...] Nos hemos vuelto más poderosos que cualquier fuerza de la naturaleza (Gore, 2006).

Por lo tanto, existe una relación directa entre calentamiento global o cambio climático y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, provocado principalmente por las sociedades industrializadas. El calentamiento global, es el fenómeno observado en las medidas de la temperatura que muestra en promedio un aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas; “se sabe que en el siglo XX la temperatura media sobre la Tierra aumentó unos 0,6 °C y se calcula que durante el presente siglo podría subir entre 1,4 y 5,8 °C más” (De Castro Carranza, 2004). La temperatura de la Tierra ha aumentado, debido al uso de combustibles fósiles y a otros procesos industriales que llevan a una acumulación de gases invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y clorofluorocarbonos) en la atmósfera. La opinión científica mayoritaria sobre el cambio del clima coincide en que la mayor parte del calentamiento observado en los últimos 50 años, es atribuible a la actividad humana preferentemente industrial. “Muchos compuestos peligrosos sólo se fabrican y generan en países ricos (aunque algunos terminen como residuos en países pobres)” (De Castro Carranza, 2004).

Paradójicamente, la experiencia lo demuestra que a mayor riqueza le corresponde directamente mayor impacto ambiental. Es momento de actuar desde diferentes frentes, la escuela es un escenario apropiado para darnos cuenta y reflexionar con el estudiantado que estamos en un hoyo, pero seguimos cavando en lo que con certeza será nuestra tumba. Debemos actuar ahora sobre la base de lo que sabemos. Algunos científicos temen que estemos a punto de dejar atrás una encrucijada irreversible, tras la cual habremos perdido la última oportunidad de resolver el problema antes que éste inicie una espiral ascendente imposible de controlar (Gore, 1993).

El cambio climático está relacionado con la generación de la pobreza, por las condiciones climáticas y geográficas, elevada dependencia de recursos naturales y producción agrícola, limitada capacidad para adaptarse a estos cambios. Ahora bien, los países industrializados tienen una deuda ecológica, paga quien contamina, pero también tienen derecho a su crecimiento económico el cual está ligado al cambio climático, no cabe duda de que las condiciones climáticas son condiciones de desarrollo y paz, condiciones que determinan el rendimiento en el ámbito de la producción agrícola. Estos cambios son bastante conocidos y reconocidos por nuestros pobladores del campo, tal como lo demuestra el siguiente testimonio: Yo soy presidente de la comunidad de Los Andes. Ahora en verdad, el tiempo está cambiando. En años anteriores, durante estas temporadas estaba lloviendo. Ahora hasta el pasto se seca, antes no era así, en estas estaciones había buenos pastos, ahora está todo pelado. La causa de este cambio será la mucha contaminación que hay. Cuando cae la granizada o la helada la afecta, a veces no se cosecha. [...] Cuando cae una helada siempre tenemos que fracasar, perdemos todo, no hay forma de que alguien nos ayude. Para el consumo casi no tenemos, solo recuperamos la semilla, pero en poca cantidad [...]. Más antes no sembrábamos papas dulces por aquí, todo era papas mallkus, será como cinco años que el tiempo ha cambiado (Mamani, 2007).

La variación del clima está haciendo mucho daño y de manera directa a la producción agrícola, los tubérculos andinos son sensibles a estos cambios drásticos.

### 3.2.13 ESCENARIOS A2 Y B2 DEL IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático).

El concepto de escenario no debe confundirse con el de pronóstico, ya que el objeto de cada uno de ellos es diferente, así como las causas, el manejo y comunicación de la incertidumbre apropiados en cada caso. De acuerdo con el IPCC, los escenarios climáticos se definen como una representación posible y simplificada del clima futuro, “basada en un conjunto de relaciones climatológicas que ha sido construida expresamente para investigar las posibles consecuencias del cambio climático antropogénico, y que en muchas ocasiones sirve como materia prima para modelos de impacto” (IPCC, 2007).

Los escenarios de emisiones del IPCC están agrupados en cuatro familias (A1, A2, B1 y B2) que exploran vías de desarrollo alternativas incorporando toda una serie de fuerzas causantes demográficas, sociales, económicas, tecnológicas y ambientales, junto con las emisiones de GEI resultantes. La decisión sobre cuál de los diversos escenarios descritos parece más probable se deja abierta, puesto que el IPCC no asume el riesgo de asignar probabilidades a cada uno de ellos. (IPCC, 2007)

Las cuatro líneas evolutivas combinan dos conjuntos de tendencias opuestas: el primero, un mundo que se desarrolla bien sea entre fuertes intereses económicos o intereses de tipo ambientalista, y un segundo conjunto que varía, entre el desarrollo global y regional. Las líneas evolutivas pueden resumirse según el IPCC (2007), de la siguiente forma:

El **escenario A1** presupone un crecimiento económico mundial muy rápido, un máximo de la población mundial hacia mediados de siglo que después decrece, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Los patrones regionales específicos tienden a desaparecer como resultado de un aumento de la interacción cultural. La brecha existente entre regiones en relación con los ingresos per cápita se reduce sustancialmente. Partiendo del escenario A1, se han desarrollado tres alternativas que describen diferentes fórmulas de aprovisionamiento de energía: intensiva en combustibles fósiles (A1FI), energías de origen no fósil (A1T), y equilibrio entre las distintas fuentes (A1B).

El **escenario A2** describe un mundo muy heterogéneo basado en la preservación de las identidades locales. Los patrones de fertilidad de las regiones convergen lentamente, lo que se traduce en un aumento de población constante. El desarrollo económico está orientado regionalmente, y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están más fragmentados que en A1.

El **escenario B1** representa un mundo convergente, con la misma población mundial que A1, pero con una evolución más rápida de las estructuras económicas hacia una economía de servicios y de información. Describe reducciones en el consumo y la introducción de tecnologías limpias y eficientes. Se pone el énfasis en soluciones globales hacia la sostenibilidad, incluyendo la mejora de la equidad, pero sin iniciativas adicionales respecto al clima.

El **escenario B2** describe un planeta donde el énfasis se pone en las soluciones locales dirigidas hacia la sostenibilidad social, económica y ambiental. Es un mundo con una población creciente, pero a tasas más lentas que en los otros escenarios, con niveles de desarrollo económico intermedios, y un cambio tecnológico lento pero variado. La sociedad está orientada hacia la protección ambiental y la equidad social, y prioriza los ámbitos local y regional.

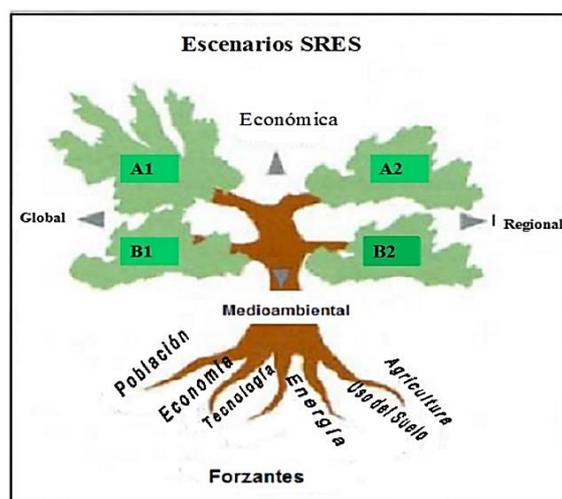


Figura 1: Esquema de Escenarios de Emisiones según el Reporte Especial (SRES) para el IPCC. Se indican los forzantes que determinarán los posibles futuros económicos y ambientales.

Cabe mencionar que estos escenarios son hipotéticos y ninguno de ellos se ha basado en forma directa en las propuestas o los acuerdos del protocolo de Kyoto. En base a ellos se predijeron los cambios de temperatura que se experimentarían para el 2100. Vale mencionar que si se continua con los patrones actuales de crecimiento y desarrollo la temperatura media global podría incrementarse en aproximadamente 2-3°C en los próximos 50 años, con algunos grados más a fin de siglo si las emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) siguen incrementándose (Stern, 2007)

Así mismo, la mayoría de impactos a futuro se han evaluado considerando un incremento de temperatura de 4 a 5°C, sin embargo, según las últimas proyecciones del cuarto informe del IPCC, sugieren un incremento hasta de 5 a 6°C, dado que se han incluido el retro efecto del ciclo clima-carbono causados por el incremento del CO<sub>2</sub>.

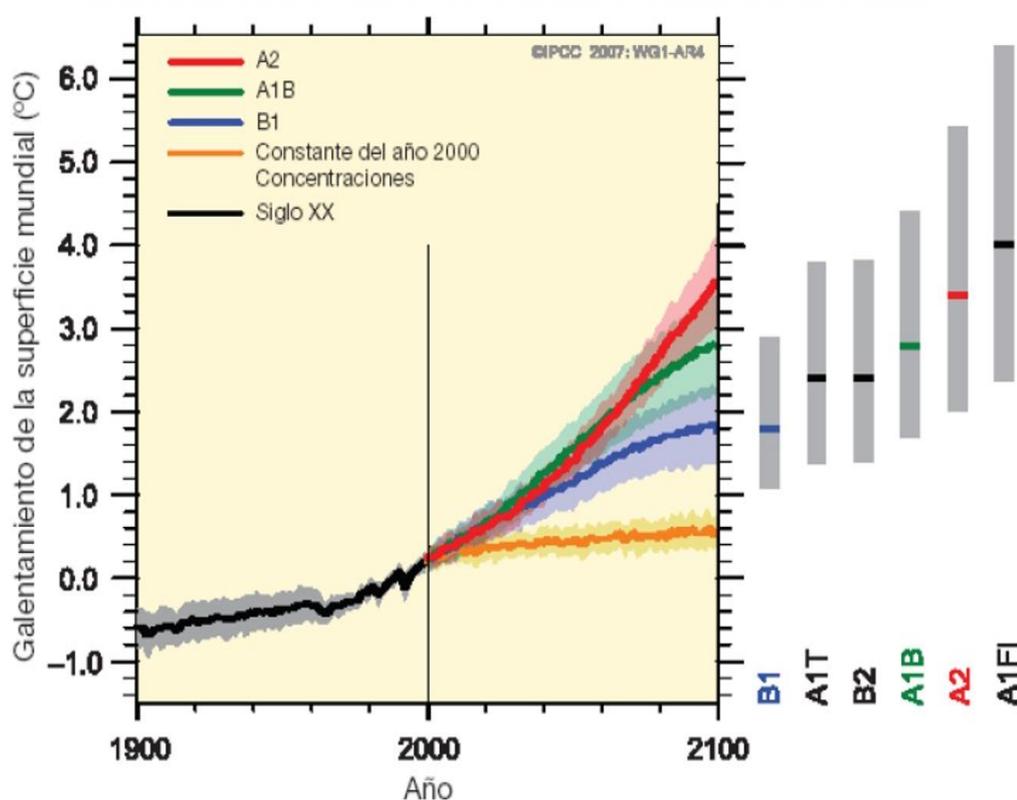


Figura 2: Medias Multi-modelo y rangos evaluados del calentamiento de la superficie según el IPCC.

### 3.2.14 IMPACTO DE LA TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN LA ECONOMÍA AGRÍCOLA.

Es conocida la interrelación y mutua dependencia que se establece entre el desarrollo de los seres vivos y el clima en una determinada región de la Tierra. De manera más específica, el éxito reproductivo natural de los vegetales está en función directa de las variables climáticas: temperatura y precipitaciones, las cuales deben ser las óptimas o mantenerse en rangos moderados de tal manera que no afecten el desarrollo vegetal.

La agricultura es una de las actividades más importantes en la economía nacional y el cultivo de la papa, tradicionalmente es una producción agropecuaria muy fuerte en la región andina, por ende, cualquier variación en la producción de papa necesariamente afectara la economía del agricultor y con ello toda la secuela que ello implica para su familia y entorno.

Teniendo en cuenta que el cambio climático actual está generando el fenómeno del calentamiento global, se “estima que la temperatura se incrementará entre 1.4 °C y 5.8 °C entre 1990 y 2100” (Houghton *et al*, 2001), de esta manera el incremento de la temperatura atmosférica ocasionado por el cambio climático “probablemente afectará la producción de cultivos, disminuyendo su rendimiento y generando diferencias importantes entre las regiones” (Rosenzweig y Liverman, 1992), ante este escenario donde la temperatura juega un papel preponderante, se han realizado estimaciones para mostrar un panorama a tenerse en cuenta, al respecto algunas estimaciones, sobre los efectos del cambio climático a nivel mundial en el cultivo de la papa durante los próximos 50 años proyectan, como señala Hijmans (2003), que la reducción del rendimiento, puede oscilar entre 18% y 32% si las variedades no tienen una adaptación adecuada. Pero estas pérdidas pueden ser menores, hasta en un 9% entre las variedades adaptadas. No cabe duda del enorme impacto que ejerce el aumento de la temperatura sobre los cultivos es significativa, la “causa principal de esta disminución se atribuye hasta el momento, únicamente al cambio de la temperatura, que se incrementará hasta en 3.2 °C sobre el promedio en algunas regiones del planeta” (Gutiérrez, 2008).

En caso de la variación de la precipitación, es muy probable que, como consecuencia de una intensificación general del ciclo hidrológico mundial, la cantidad de precipitación pluvial aumente en regiones de latitudes altas y que disminuya en la mayoría de las regiones subtropicales. Los modelos de circulación general predicen una disminución de las precipitaciones en algunas zonas, y aumentos en otras, pero existe una tendencia general de que todas las regiones serán más secas.

De otro lado, otra consecuencia del calentamiento global se hace evidente al observar la disminución acelerada de los glaciares en los últimos años, lo que ha tenido como consecuencia una “severa reducción de las reservas de agua en dos de las principales zonas de los Andes peruanos, donde se encuentra el 70 % de los glaciares tropicales del mundo” (Thompson *et al.*, 2006). En los nevados Huascarán (cuenca del río Santa, Ancash) y Quelccaya (cuenca del río Salca, Vilcanota, Cusco), el retroceso glaciar se ha incrementado: en el caso del Qori Kalis (Quelccaya), en el periodo 1991-2005 el proceso ha sido 10 veces más rápido que en el periodo 1963-1978. Estas reservas naturales de agua son esenciales para las épocas de ausencia de lluvia, pues “abastecen a los ríos durante el estiaje, época en la que se produce una disminución de la disponibilidad, oportunidad y cantidad de agua destinada a la agricultura en dichas cuencas” (Gutiérrez, 2008). Una referencia puntual al respecto, lo precisa Painter (2007): Hasta 2006, la superficie glaciar en el Perú se había reducido hasta en un 30 % con respecto a la de 1970.

Es evidente que los efectos de las variables físicas del clima sobre la producción de cultivos son complejos, pues el crecimiento y rendimiento de las plantas están relacionados a ellas. “La papa puede crecer en varios ambientes, pero está adaptada a climas templados” (Haverkort, 1990). Por ejemplo, si la “temperatura está por encima de los 17 °C la tuberización disminuye, en tanto que, si es menor a 0 °C, los daños en el cultivo pueden llegar a ser bastante severos” (Stol *et al.*, 1991). Dicho lo anterior, el efecto del calentamiento global en ambientes donde las bajas temperaturas limitaban la producción de la papa podría ahora beneficiar su cultivo, pero resultaría, en cambio, sumamente adversa en ambientes donde su crecimiento es óptimo en la actualidad. De darse una situación como esta última, “podrían afectarse las cerca de 170 mil hectáreas que se cultivan anualmente bajo secano en el

Perú” (MINAGRI, 2007), dato que sin embargo ya está siendo superado al 2015, donde en promedio se han cultivado “319.106 miles de hectáreas” (MINAGRI, 2015) tal como se reporta en el Boletín estadístico agrario de octubre-2015 del Ministerio de Agricultura y Riego.

Nuestra realidad confirma los datos el diario Correo en su edición diaria difundió el 29 de enero de 2016 que el “95% de cultivos de papas y 80% de quinua en Puno, se han destruido por la sequía ocasionada por el Fenómeno de El Niño”.

Los efectos de las variaciones climáticas son desastrosas para los cultivos, conocer estos cambios es importante, es más la información está disponible, sin embargo muchas veces damos la espalda a esta realidad como parte de una cultura de prevención que garantizaría nuestro desarrollo, la educación y la cultura son dos elementos clave en el desarrollo sostenible (Matsuura, 2007), por lo tanto no puede existir fragmentación o dicotomía entre nuestras creencias y formación con las formas de actuar con la realidad medioambiental, en especial en relación al clima, de lo contrario estamos siendo irresponsables porque conocemos o sabemos nuestra realidad o la aquella que podría venir, pero no creemos aquello que sabemos. De esta negación de la realidad se nutre la rutina del productivismo, para seguir despilfarrando los recursos naturales del mundo, es necesario secretar un mecanismo de negación e ignorancia voluntaria (Voynet, 2007), se hace necesaria desterrar esta ignorancia espontánea y nacida de la voluntad, para prevenir y con éxito muchas dificultades que sabemos ocurrirán a futuro, en consecuencia nos hallamos ante dos opciones que convergen en nuestras formas de pensar, en nuestra cultura y civilización, podemos optar por la fuga adelante y el egoísmo u optar también por ser responsables y adoptar soluciones adecuadas (Voynet, 2007). Y de esto es lo que se trata, de ser responsables y honestos con la realidad, para no navegar hacia la desilusión aun sabiendo que vamos hacia ella.

### 3.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

- **Cultivo de Papa.** Actividad económica que depende de los niveles de producción del cultivo de tubérculos *Solanum tuberosum*.
- **Cambio Climático.** Variación del clima en el planeta como resultado de las actividades humanas.
- **Economía Agrícola:** Desarrollo de la actividad agrícola y buen uso de la tierra, que garantice la alimentación humana y, además, mediante la comercialización de productos, generar riqueza y crecimiento económico.
- **Temperatura Atmosférica:** Es la cantidad de energía calórica acumulada en el aire, medida en grados. Grado de calor o frío en un determinado lugar y tiempo.
- **Precipitación Atmosférica:** Agua que cae sobre la superficie terrestre, puede ser en forma líquida o sólida.
- **Producción de Papa:** la cantidad total de papa que producen los agricultores de las comunidades campesinas en estudio, medida en toneladas (TM).
- **Precio del tubérculo en chacra:** el gasto total de inversión del productor por Kg. de papa sembrada.
- **Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto:** Áreas de estudio donde se realizará la presente investigación.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Zona de Estudio

La investigación se realizó en las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto.

Geográficamente se ubica entre las coordenadas: 184 828 Este, 9 305 580 Norte y 194 635 Este y 9 295 446 Norte (Datum WGS84 UTM Z18).

Políticamente, pertenece al departamento de Amazonas, provincia de Chachapoyas y los distritos de Levanto y San Isidro de Maino. En el Figura N° 03 y N° 04 se muestra la ubicación.

#### a) Comunidad Campesina de Levanto

Ubicada en el centro de la provincia de Chachapoyas, el distrito de Levanto con una población aproximada de 1.500 habitantes, se ubica a 2 651 msnm y es considerado como uno de los distritos muy pobres de la provincia. Tiene una superficie de 6.577,40 ha. Entre sus actividades productivas figura en primer lugar la ganadería seguida de la agricultura (cultivo de papa y maíz principalmente). Especies forestales de valor comercial también se hallan presentes.

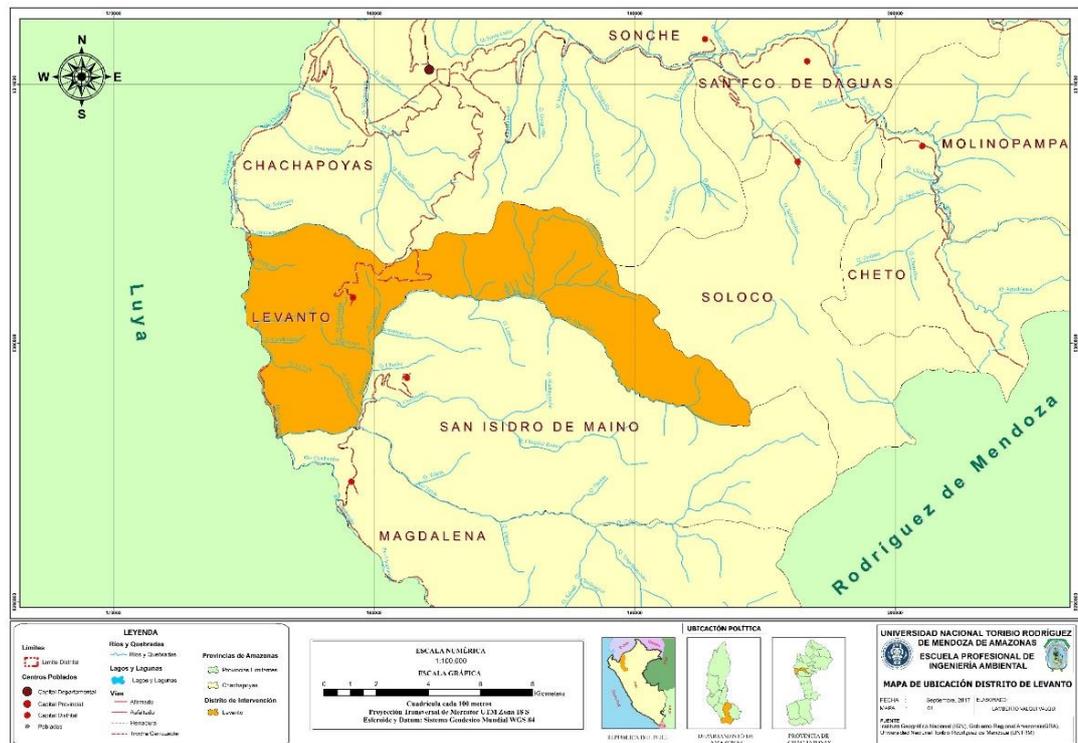


Figura 3: Mapa de Ubicación del Distrito de Levanto.

## b) Comunidad Campesina de San Isidro del Maino

Próxima al distrito de levanto y con una población aproximada de 900 habitantes, está ubicada a 2 786 msnm, cuenta con una superficie de 11.870 ha. Es considerado como uno de los distritos en extrema pobreza de la provincia. Con una vocación netamente agropecuaria, tiene a la ganadería y la agricultura como sus principales actividades productivas. También cuentan con especies forestales de valor comercial.

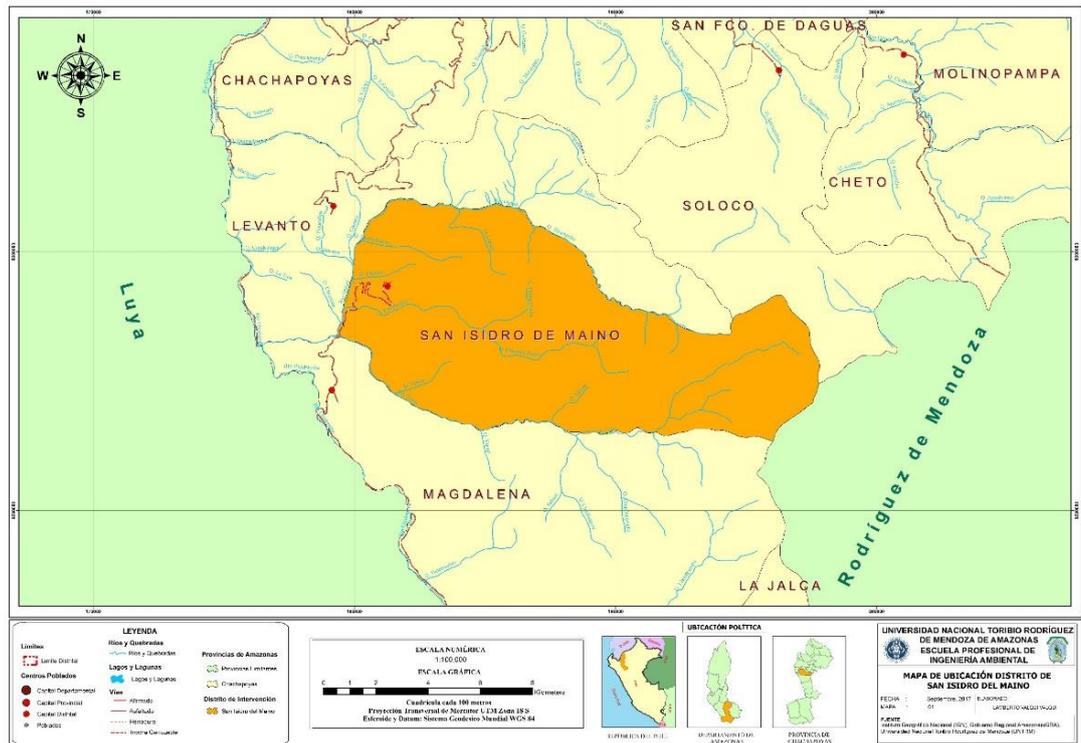


Figura 4: Mapa de Ubicación del Distrito de San Isidro del Maino.

## 4.2. Para la obtención de información del trabajo de investigación.

### a) Población:

La población estuvo conformada por el total de Unidades Agropecuarias productoras de papa en las comunidades campesinas de San Isidro del Maino y Levanto por año.

### b) Muestra: Unidades Agropecuarias seleccionadas.

c) **Muestreo:** El muestreo fue probabilístico y al azar. Además, el tamaño de la muestra es uno de los aspectos a concretar en las fases previas de la investigación y determina el grado de credibilidad que concederemos a los resultados obtenidos.

La siguiente fórmula orienta sobre el cálculo del tamaño de la muestra para población finita (menos de 100 000 elementos). (Borja, 2012).

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N-1)) + k^2 * p * q}$$

Donde:

**n:** tamaño de la muestra.

**k:** constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos: Nivel de confianza que se utilizará 90 % = 1.65

**e:** es el error muestral deseado. Para este estudio se empleará el error muestral igual a 5%.

**p:** es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que  $p=q=0.5$  que es la opción más segura.

**q:** es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es  $1-p$ .

**N:** es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados). Para nuestro estudio se utilizará la siguiente población:

Tabla 01: Población por unidades agropecuarias existentes en las comunidades campesinas involucradas.

UNIDAD AGROPECUARIA \ DISTRITO	LEVANTO	SAN ISIDRO DEL MAINO
	PERSONA NATURAL	195
COMUNIDAD CAMPESINA	1	1
OTRA	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>197</b>	<b>118</b>

Fuente: IV CENAGRO - 2012

Para el distrito de Levanto:

$$n = \frac{(1.65)^2 * 0.5 * 0.5 * 197}{((5\%)^2 * (197 - 1)) + ((1.65)^2 * 0.5 * 0.5)}$$

$$n = 115$$

Para el distrito de San Isidro del Maino:

$$n = \frac{(1.65)^2 * 0.5 * 0.5 * 118}{((5\%)^2 * (118 - 1)) + ((1.65)^2 * 0.5 * 0.5)}$$

$$n = 83$$

Total de muestreo:  $n_{total} = 115 + 83 = 198$

Por lo tanto, el total del muestreo es 198 unidades agropecuarias.

#### **d) Diseño de Investigación**

Teniendo en cuenta que en el presente proyecto no se va a tener un control directo de las variables que actúan como independientes, dado que su efecto ya ha ocurrido o son inherentemente no manipulables, el diseño de investigación es de tipo descriptivo no experimental, ya que busca describir determinadas características del objeto de estudio y se limitará a observar el hecho en los grupos con las características a estudiar y sin ellas (Borja, 2012). Además, de acuerdo a la orientación, la investigación es aplicada porque se usará conocimientos teóricos para referir o interpretar una realidad concreta. Y el tipo de caso es Prospectivo o Cohorte, dado que se conoce la posible causa y se investiga su efecto en el tiempo.

#### **e) Materiales, métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

##### **1. Materiales y equipos utilizados**

###### **Equipos**

Laptop Sony Vaio, Cámara fotográfica, Estación Meteorológica, GPS, Impresora, Fotocopiadora, Tablero de Campo y Libreta de apuntes.

###### **Materiales de Escritorio**

CD's, tinta para impresora, papel A4, regla metálica, bolsas plásticas, cinta masking, resaltador, engrapador, perforador, borrador, corrector, plumón tinta indeleble, tajador, lápices, lapiceros, folders manila.

### **Software**

ArcGis 10.3, EViews8.

## **2. Métodos y/o procedimientos de recolección de datos.**

### **2.1 Visita de reconocimiento a la zona de estudio**

Se realizó la visita a la zona de estudio, donde se aplicó la encuesta y se recolectó información agraria relacionada al cultivo de papa, así como otros datos que ayudaron a obtener datos más exactos de las variables de estudio.

### **2.2 Recolección de Datos**

Para el presente estudio se requirió de información específica para cada variable considerada con la cual se elaboró un registro histórico de data meteorológica e información agrícola de la zona de estudio.

#### **2.2.1 Información Meteorológica.**

Se ha recopilado la información necesaria para el presente estudio de SENAMHI, en lo que respecta a datos de precipitación y temperatura. Se utilizó la estación Meteorológica Chachapoyas de tipo Convencional y que actualmente está en funcionamiento y se seleccionó data histórica para el periodo 1996-2015. Teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Precipitación: Datos totales diarios de precipitación a 7 horas y a 19 horas, con las que se calculó la precipitación total anual.
- Temperatura: Datos de temperaturas extremas diarias, máximas y mínimas mensuales.

#### **2.2.1 Información Agrícola.**

Se ha recopilado la información necesaria para el presente estudio del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), de la Dirección Agraria

de Amazonas y se corroboró con la información obtenida en las encuestas aplicadas. Se seleccionó data histórica para el periodo 1996-2015.

Teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Producción en toneladas (TM).
- Superficie cosechada en Hectáreas (Ha).
- Precio en chacra en S/. Kg.

**f) Análisis de los Datos.**

Los datos meteorológicos con los que se trabajó en el presente estudio son los datos de temperatura máxima, mínima mensual y anual, así como de precipitación total mensual y anual.

Cabe recalcar que las comunidades campesinas de San Isidro del Maino y Levanto, en la actualidad no cuentan con un calendario específico para la siembra de papa y lo hacen a lo largo del año de manera muy variable; pero tienden a tener como campaña de siembra favorita los meses de noviembre y diciembre; y es durante los meses de enero, febrero y marzo que la planta de papa alcanza el período de crecimiento vegetativo en el cual es más sensible a los efectos del clima.

Para el análisis de datos se empleó los siguientes pasos:

**1. Temperatura**

La temperatura en las comunidades campesinas de San Isidro del Maino y Levanto, se ha generado debido a la ausencia de datos, usando como estación base a la de Chachapoyas.

Tabla 02: Estación Meteorológica utilizada en el estudio para la variable de Temperatura.

Estaciones Categoría		Chachapoyas Convencional
Ubicación Geográfica	Latitud	06°12'30.0"
	Longitud	77°52'01.8"
	Altitud	2490
Ubicación Política	Distrito	Chachapoyas
	Provincia	Chachapoyas
	Departamento	Amazonas

Fuente: SENAMHI

Para generar datos de temperatura, se calculó la temperatura máxima y mínima mensual y anual para el periodo 1996 – 2015.

Una vez obtenidos los datos, estos fueron sometidos a un control de calidad, además El SENAMHI realiza un control de calidad de los datos mediante un control de calidad automático bajo criterios básicos y específicos, posteriormente emplea criterios meteorológicos y estadísticos.

Se elaboró los gráficos de histogramas para temperatura máxima y mínima a través del tiempo y no se observaron saltos ni inconsistencia, por lo que se prefirió no corregir esta serie de datos y validarla para el presente estudio.

Finalmente, para generar los datos de temperatura en la zona de estudio, se usó el criterio de Scholz Lutz, afectando los datos por un factor de gradiente térmico de  $-5.3^{\circ}\text{C}$  por cada 1 000 metros de altitud. En el Anexo 2 se muestran los valores generados tomando la altitud media de la zona de estudio (3 060 m.s.n.m.).

## **2. Precipitación**

El estudio de la precipitación es importante para el balance hidrológico siendo el principal vector de entrada del ciclo hidrológico y se refiere a la cantidad total de agua que cae sobre la superficie.

La precipitación es la fuente de agua importante para las comunidades campesinas de Levanto y San Isidro del Maino. Toda la agricultura en las zonas de Levanto y San Isidro del Maino se realiza en secano, por lo que el estudio de la precipitación en su distribución espacial y temporal es de suma importancia.

Debido al problema de la falta de estaciones meteorológicas en las comunidades campesinas de Levanto y San Isidro del Maino, se utilizó la información de las estaciones más cercanas a la zona de estudio, teniendo en cuenta la cercanía, la altitud, integración del mismo sistema hidrográfico (Río Marañón), ubicación del mismo ecosistema tipo páramo jalca y teniendo en cuenta que estén dentro del mismo rango de isoyetas (Sánchez, 2008). Con estas estaciones se buscó

una relación entre la altitud y la precipitación; finalmente se generó la precipitación para la zona de estudio. La elección de estas estaciones es información de SENAMHI.

Las estaciones de Chachapoyas y Leimebamba son las estaciones base por su cercanía a la microcuenca. Y se usó la estación Quebrada Shugar para validar y dar consistencia a los datos de precipitación de las estaciones base del estudio. Las estaciones usadas para la generación de precipitación en la zona de estudio se presentan en la Tabla 03.

Tabla 03: Estaciones Hidrometeorológicas utilizadas en el estudio para la variable de Precipitación.

Estaciones		Chachapoyas	Leimebamba	Quebrada Shugar
Categoría		Convencional	Convencional	Convencional
Ubicación Geográfica	Latitud	06°12'30.0"	06°33'00.0"	06°41'16.0"
	Longitud	77°52'01.8"	77°48'0.00"	78°27'25.0"
	Altitud	2490	2779	3293
Ubicación Política	Distrito	Chachapoyas	Mariscal Castilla	Bambamarca
	Provincia	Chachapoyas	Chachapoyas	Hualgayoc
	Departamento	Amazonas	Amazonas	Cajamarca

Fuente: SENAMHI

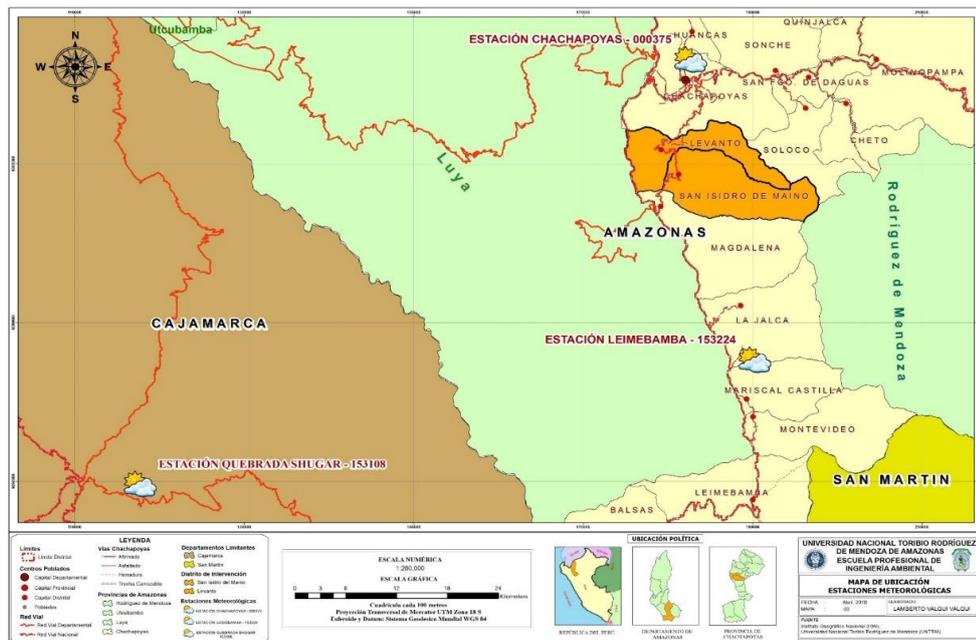


Figura 5: Mapa de Ubicación de las Estaciones Meteorológicas utilizadas.

## **2.1 Tratamiento inicial de los datos**

Para el caso de la precipitación la información obtenida a 7 horas y 19 horas se convirtió a precipitación total diaria como resultado de la suma del dato diario de las 19 horas del día anterior y las 7 horas del día presente. Posteriormente se calculó a partir de la suma de los datos diarios la precipitación total mensual y anual.

Una vez obtenidos los datos, estos fueron sometidos a un control de calidad, además El SENAMHI realiza un control de calidad de los datos mediante un control de calidad automático bajo criterios básicos y específicos, posteriormente emplea criterios meteorológicos y estadísticos.

## **2.2 Análisis de consistencia de la base de datos**

Este análisis previo debe ser completo y viable, ya que es de suma importancia que los datos elegidos sean consistentes porque a partir de ellos se generaron datos de precipitación en la zona de estudio. La inconsistencia de datos es sinónimo de error sistemático y se presenta como saltos y tendencias y no homogeneidad, es definido como los cambios de los datos vírgenes con el tiempo, debido a la acción del hombre o causas naturales (Mejía, 2006). Los pasos seguidos en el análisis de la información de precipitación son los siguientes:

### **2.2.1. Análisis de Histograma de Precipitación.**

Los histogramas son gráficas que describen el comportamiento de la precipitación respecto al tiempo. Los gráficos obtenidos sirvieron para analizar la consistencia de la información en forma visual, e indicar el periodo en los cuales la información es dudosa, lo cual se reflejó como “picos” muy altos, saltos y o tendencias (Villón, 2002).

Los histogramas se muestran en el Anexo 3.2, 3.4 y 3.6. Los gráficos nos dan una lectura de la distribución de la precipitación a través del tiempo; por simple inspección solo en la estación de Leimebamba, no se observa saltos significativos y que por el contrario tiende a tener una buena homogeneidad

en su comportamiento, presentando la variación estacional y cíclica de los valores de precipitación.

### **2.2.2. Análisis de Doble Masa**

El análisis de doble masa denominado también de “dobles acumulaciones”, es una herramienta muy conocida y utilizada en la detección de inconsistencia de datos hidrológicos múltiples, cuando se dispone de 2 ó más series de datos, en lo que respecta a errores que pueden haberse producido durante la obtención de los mismos. (Mejía, 2006).

El análisis se realiza entre los datos del mismo parámetro, en este caso de precipitación versus precipitación para los mismos años de información. Para el presente caso se analizó las estaciones de Chachapoyas de Amazonas y la de Quebrada Shugar de Cajamarca, desde 1993 al 2008 y las estaciones de Leimebamba y la de Quebrada Shugar. Estos dos grupos de análisis de doble masa se formaron con el criterio de coincidir los años disponibles de cada estación.

En el Anexo 3.7 al 3.10, se presentan el análisis y los diagramas de doble masa para los grupos elegidos. La estación de Chachapoyas y Quebrada Shugar presentaron quiebres considerables, por lo que se realizó un análisis estadístico para los dos grupos de datos identificados con pendientes diferentes en el gráfico de doble masa.

Es importante mencionar que, para determinar los períodos dudosos y confiables de las series históricas en estudio, se tuvo como referencia tanto el diagrama de doble masa como la gráfica de la serie histórica (Histograma).

### **2.2.3. Análisis Estadístico.**

Para el análisis estadístico se realizó un proceso de inferencia para las medias y desviación estándar, de ambos períodos; mediante las pruebas “T” - Student y “F” – Fischer.

$$\bar{X}_1 = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^n X_i; \quad S_1 = \left[ \frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_1)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\bar{X}_2 = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^n X_i; \quad S_2 = \left[ \frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_2)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

$X_i$  : Información de análisis.

$\bar{X}_1, \bar{X}_2$  : Medias del período 1 y 2 respectivamente.

$S_1, S_2$  : Desviación estándar del período 1 y 2 respectivamente.

$n_1, n_2$  : Tamaño del período 1 y 2 respectivamente.

$n$  : Tamaño de muestra =  $n_1 + n_2$

- Primero se aplicó la prueba de consistencia en la Media (Prueba de Medias), la cual se describe a continuación:

H.p.:  $\mu_1 = \mu_2$  (media poblacional)

H.a.:  $\mu_1 \neq \mu_2$

$\alpha = 0,05$

- También se calculó las desviaciones estándar de promedios y ponderada.

$$S_d = S_p \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{1/2}$$

$$S_p = \left[ \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right]^{1/2}$$

Donde:

$S_d$  = Desviación estándar de los promedios

$S_p$  = Desviación estándar ponderada

- Realización de la prueba “T” – Student

$$T_c = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_d}$$

Donde:  $\mu_1 - \mu_2 = 0$  (por hipótesis);  $T_c$  es el estadístico  $T$  calculado. El valor  $T_t$  (tabular) se calcula con:  $\alpha = 0,05$  y G.L. =  $n_1 + n_2 - 2$

Conclusión:

$$\begin{aligned} \text{Si } |T_c| < T_t(95\%) & \quad \bar{X}_1 = \bar{X}_2 \text{ (estadísticamente)} \\ \text{Si } |T_c| > T_t(95\%) & \quad \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2 \text{ (estadísticamente)} \end{aligned}$$

- Luego se realizó la prueba de Consistencia en la Desviación Estándar (Prueba de variancias). Para lo cual se calculó las variancias de ambos períodos  $S_1^2$  y  $S_2^2$  y se aplicó la prueba de Fischer.

Prueba estadística “F”

$$\text{H.p.: } \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ (media poblacional)}$$

$$\text{H.a.: } \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

$$\alpha = 0,05$$

Cálculo de “ $F_c$ ”

$$F_c = \frac{S_1^2/\sigma_2^2}{S_2^2/\sigma_2^2} = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad \text{Si } S_1^2 > S_2^2$$

$$F_c = \frac{S_2^2}{S_1^2} \quad \text{Si } S_2^2 > S_1^2$$

Hallar el valor de  $F_t$  en las tablas con:

$$\alpha = 0,05$$

$$\text{G.L.N.} = n_1 - 1 \text{ (grados de libertad del numerador)}$$

$$\text{G.L.D.} = n_2 - 1 \text{ (grados de libertad del denominador)}$$

$$F_c = \text{Valor de F calculado}$$

$$F_t = \text{Valor de F tabular}$$

Criterios de decisión:

$$\text{Si } F_c < F_t(95\%) \quad S_1 = S_2 \quad \text{(estadísticamente)}$$

$$\text{Si } F_c > F_t(95\%) \quad S_1 \neq S_2$$

- Según los resultados obtenidos, se concluye que hay que realizar una corrección de 5 años para la estación de Chachapoyas, ya que existen saltos en la Media y la Variancia en esta estación:

- Quiebres Identificados en la Estación Chachapoyas:

1er Período: 1993 - 1997, 2do Período: 1998 – 2015

#### ANALISIS DE SALTO

1er Período	$n_1=60$	$X_1=95.61$	$S_1=74.38$
2do Período	$n_2=216$	$X_2=71.90$	$S_2=53.42$

#### PRUEBA DE MEDIAS

$\alpha = 0,05$	G.L.=274	$S_p= 59.49$	$S_d= 8.68$
-----------------	----------	--------------	-------------

$T_c$	2.81
$T_t$	1.96

Como  $T_c > T_t$ , se concluye que existe salto en la Media.

#### PRUEBA DE VARIANZAS

$\alpha = 0,05$	G.L.N.=59	G.L.D.=215
-----------------	-----------	------------

$F_c$	1.94
$F_t$	1.44

Como  $F_c > F_t$ , se concluye que existe salto en la Variancia.

### 2.3 Corrección y Completación de datos

Después de identificado el salto mediante el análisis de doble masa y la inconsistencia de estos, se procede a corregir el grupo de datos. Se debe tener en cuenta que a pesar que el número de años de registro en que la estación fue operada en las condiciones iniciales, estas son mayores que las actuales, por lo que es más aconsejable corregir los datos del primer periodo, o sea, dejando

inalterados los datos más recientes; porque en cualquier momento se puede hacer una inspección y conocer el estado de operación y conservación del mismo.

Una vez hechas estas verificaciones y correcciones, los datos están expeditos para ser procesados. La primera etapa del procedimiento, en general, es el cálculo de las medias, la selección de valores máximos y mínimos observados, el cálculo de la desviación estándar y el coeficiente de variación, tanto para valores diarios, mensuales o anuales que corresponde a la información corregida con la cual, posteriormente, se pueden hacer análisis estadísticos, algunos de ellos serán abordados en los siguientes acápite.

En los casos en que los parámetros media y desviación estándar resultan ser estadísticamente iguales, la información original no se corrige por ser consistente al 95% de probabilidades, aun cuando en la doble masa se observa pequeños quiebres.

$$X'_t = \left[ \frac{X_t - \bar{X}_1}{S_1} \right] S_2 + \bar{X}_2 \quad \text{para corregir el primer período.}$$

$$X'_t = \left[ \frac{X_t - \bar{X}_2}{S_2} \right] S_1 + \bar{X}_1 \quad \text{para corregir el segundo período.}$$

En ambos casos:

$X'_t$  = valor corregido de la información

$X_t$  = valor a ser corregido

Después del análisis de consistencia de los datos base de las estaciones elegidas, y de verificar que hay consistencia de esta información, se procede a completar los años que faltan y así uniformizar 20 años para cada estación elegida.

Para la completación de datos se usó el siguiente modelo matemático:

- Generación de números aleatorios

Se utilizó una distribución normal, se probó si los datos hidrológicos se ajustaban a esta distribución. Creus et al. (1996) en base a su estudio de

series históricas de precipitación y temperatura, llegó a la conclusión de que dichas variables climatológicas siguen una distribución normal, lo cual se puede confirmar si existe una escasa diferencia entre el valor de la media y la mediana. Si así fuere el caso se toma cualquier número aleatorio generado para completar el dato faltante en base al siguiente modelo:

$$P_i = \bar{P} + \sigma\varepsilon$$

Donde:

$P_i$  = es la precipitación generada en el mes “i”

$\bar{P}$  = es la precipitación promedio del mes

$\sigma$  = es la desviación estándar de la precipitación del mes

$\varepsilon$  = número aleatorio de distribución normal:  $\bar{X} = 0$  y  $\sigma = 1$

Si faltaba uno o dos datos se completaba de manera simple usando el promedio.

La información extendida y corregida de la estación de Chachapoyas se muestra en el Anexo 3.12 y de la estación de Leimebamba, en el Anexo 3.13.

## **2.4 Generación de Precipitación para la zona de estudio.**

Para realizar la generación de datos en la zona de estudio, se generó una estación ficticia, a la altitud media (3 060 m.s.n.m.), estimándose la precipitación mensual a partir de la estación Chachapoyas y Leimebamba, por su cercanía a la altitud media de la zona de estudio.

### **2.4.1 Relación Altitud vs Precipitación.**

Las observaciones indican que, en general, la pluviosidad aumenta con la altitud hasta alcanzar un máximo, a partir de la cual decrece; esto permitirá elaborar el perfil pluviométrico de la zona de estudio.

Para definir la variación de la precipitación respecto a la altitud, inicialmente se determinó la relación existente entre la precipitación total anual y la altitud sobre el nivel del mar, mediante el modelo de regresión lineal para la precipitación de todas las estaciones que cumplieran las características mencionadas anteriormente, según él, se estableció solo las dos estaciones más cercanas al área de estudio (Chachapoyas y Leimebamba). Para la generación de las precipitaciones obteniendo un rango de precipitaciones en la zona de estudio. La ecuación lineal que se obtuvo de la relación de estas dos estaciones es la siguiente:

Estación Chachapoyas:

- Precipitación Promedio Anual =  $P = 862.30$  mm
- Altitud =  $H = 2\,490$  m.s.n.m.

Estación Leimebamba:

- Precipitación Promedio Anual =  $P = 1180.02$  mm
- Altitud =  $H = 2\,779$  m.s.n.m.

$$P = 1.0994H - 1875.2093$$

#### 2.4.2 Precipitación Generada

Los valores de precipitación mensual de las estaciones ficticias en la zona de estudio, se obtienen por medio del coeficiente de corrección ( $C_c$ ) a partir de la estación de Chachapoyas y Leimebamba, elegidas por su cercanía y por tener también la altitud más cercana. Las precipitaciones anuales estimadas en el Anexo 3.14 se obtuvo reemplazando el valor de la precipitación promedio anual de la estación ficticia obtenida de la ecuación lineal de Altitud Vs. Precipitación. Finalmente, este factor de corrección se multiplica por cada mes de

todos los años de la estación Leimebamba (estación base) y así se genera el rango de precipitación para la microcuenca. Los factores de corrección son los siguientes:

- Coeficiente de Corrección – ALTITUD MEDIA (3 060 msnm)

$$Cc_1 = \frac{\text{Estación Ficticia}}{\text{Estación Base}} = \frac{1488.95 \text{ mm}}{1180.02 \text{ mm}} = 1.26 \text{ mm}$$

La precipitación generada en la estación ficticia de la zona de estudio se muestra en el Anexo 3.12.

La precipitación media anual de la microcuenca en la estación ficticia ubicada a la altitud media:

**Precipitación Media de la zona de estudio = 1486.83 mm**

### 3. Organización de los Datos

Luego de tener las variables ya corregidas y completadas se procedió a organizar los datos.

En econometría para el análisis empírico se cuenta con tres tipos de datos, los datos de series de tiempo, de corte transversal y de panel. En los de series de tiempo se observa una variable en un período largo de tiempo, en los datos transversales se recopilan valores de una o más variables para varias unidades muestrales en el mismo punto en el tiempo. Finalmente, en los datos panel se estudia la misma unidad de corte transversal a lo largo del tiempo, es decir se considera tanto la dimensión de tiempo como espacio (Gujarati, 2010). Debido a que las fuentes de información consultadas no contaban con un período largo de observaciones de las variables estudiadas, no se trabajó con datos de series de tiempo.

Por tal motivo se planteó determinar el efecto del cambio climático sobre la producción mediante la aplicación de un modelo con datos panel. En econometría se cuenta con este modelo que tiene la ventaja de poder trabajar con una cantidad mínima de 60 observaciones, menos colinealidad entre variables, más grados de libertad y, por tanto, incrementa la precisión de los estimadores. El panel que se trabajó se define como un panel balanceado dado que cada comunidad campesina tiene el mismo número de observaciones (Gujarati, 2010). Los datos se agruparon siguiendo la estructura para datos panel los cuales se detallan en el Anexo 4.

#### 4. Desarrollo del Modelo de Regresión.

Según la revisión bibliográfica existen varias formas de establecer la relación producción e insumos (entre ellas, las variables climáticas), sin embargo, esta relación tuvo que adecuarse en función a la disponibilidad de información. En el presente estudio, la forma funcional utilizada no estima directamente la variación del beneficio ante el cambio de una variable afectada por el Cambio Climático (algún insumo), tal como en otros estudios (Fisher et al, 2009; Mendelsohn, 2008). En este caso, el cambio en el bienestar es medido a través de la variación en los ingresos, los cuales dependen a su vez de la variación en la producción. (Loyola, 2010).

Para el cultivo de papa en los distritos antes mencionados se consideró únicamente la parte de función de producción del modelo Ricardiano aplicado a la agricultura el cual antes de medir el efecto del cambio climático en la producción, mide el efecto sobre el beneficio (Mendelsohn *et al* 1994). Además, tiene ventaja de reducir distorsión en la estimación de los beneficios.

$$Q_t = \beta_0 + \beta_1 S_t^j + \beta_2 P_{t-k}^j + \beta_3 TM_t + \beta_4 TM_t^2 + \beta_5 TN_t + \beta_6 TN_t^2 + \beta_7 PP_t + \beta_8 PP_t^2 + \mu_t$$

Donde:

$Q_t$ : Producción en el año (mes) t  
 $S_t^j$ : Superficie cosechada del cultivo j en el año (mes) t.  
 $P_{t-k}^j$ : Precio real del cultivo j para el año (mes) t-k.  
 $TM_t$ : Temperatura máxima promedio del año (mes) t.  
 $TM_t^2$ : Temperatura máxima promedio al cuadrado del año (mes) t.  
 $TN_t$ : Temperatura mínima promedio del año (mes) t.  
 $TN_t^2$ : Temperatura mínima promedio al cuadrado del año (mes) t  
 $PP_t$ : Precipitación del año (mes) t.  
 $PP_t^2$ : Precipitación al cuadrado del año (mes) t.  
 $\mu_t$ : Término de error aleatorio.

En esta función se esperó que los signos de los coeficientes  $\beta_3, \beta_5, \beta_7$  sean positivos, ya que se espera que en los primeros años los incrementos en los niveles de temperatura y/o precipitación generen un aumento en la producción de los cultivos. Por el contrario los coeficientes  $\beta_4, \beta_6, \beta_8$  deberían ser negativos en lapsos de tiempo mayores, ya que después que dichas variables sobrepasen un umbral, ocasionaran disminuciones en los niveles de producción. (Bolívar, 2012).

El presente estudio se centró principalmente en las variables climatológicas de precipitación y temperatura y en base a la disponibilidad real de información histórica relacionada al cultivo, se emplearon variables adicionales como superficie cultivada y precio en chacra del cultivo.

Así mismo, se empleó el software EViews8 para desarrollar modelos de regresión con datos panel, para los cuales se emplearon las variables en estudio. Se esperó que la función de producción tenga una forma no lineal como sucedió en las ecuaciones obtenidas en los estudios realizados por Mendelsohn y Niggol (2008) así como Schlenker y Roberts (2008), en el primer caso las variables temperatura y precipitación promedio en verano y en invierno tienen término cuadrático con signo negativo, mientras que en el segundo caso Schlenker y Roberts (2008) llegan a la conclusión de su estudio que en un análisis del mercado a futuro existe una relación no lineal y asimétrica entre la temperatura

y los rendimientos del cultivo, en su estudio trabajaron con cultivo de algodón, soya y maíz.

Se realizaron diferentes estimaciones (ecuaciones) se optó por la forma funcional lineal – lineal, dado que debido a que contaba con datos cuyo valor era cero no se emplearon las formas funcionales log – lineal o lineal – logarítmica.

Además, EViews8 nos da opciones para solucionar problemas de heteroscedasticidad y/o autocorrelación del modelo. Se corrigieron las ecuaciones empleando el método ponderador de Weights, con la opción de EViews8, el cual permitió realizar ajustes en la correlación contemporánea entre las secciones transversales.

Para esto EViews8 estima los mínimos cuadrados generalizados corrigiendo por heteroscedasticidad y correlación contemporánea. También se empleó el método de coeficiente de covarianza, mediante el uso de la opción *White cross-section*, ya que se asumió que los errores son contemporáneos (corte transversal correlacionado con los periodos temporales). Este método trató a la regresión Pooled como una regresión multivariada, es decir, con una ecuación para corte transversal y computa los errores estándar robustos para el sistema de ecuaciones.

Se estimaron tres tipos de posibles modelos los cuales llamaremos: Modelo Panel de Producción, Modelo Panel de Rendimiento y Modelo Panel de Termoperíodo, cada uno de los cuales con sus diferentes posibles estimaciones. Los cuales explicaremos a continuación:

#### **4.1 Modelo Panel de Producción.**

En este modelo a diferencia de los otros la variable dependiente fue la producción de toneladas, como variables independientes se consideraron a las variables de temperatura máxima y mínima, precipitación, superficie cosechada y precio real en chacra. Se corrió el modelo en el software EViews8 teniendo en cuentas las siguientes posibles estimaciones:

### Estimaciones utilizando datos con las variables anuales

- Ecuación 1

LS PROD C SCOSE PREAL(-2) TMIN\_ANUAL TMIN\_ANUAL^2  
TMAX\_ANUAL TMAX\_ANUAL^2 PPTOTAL PPTOTAL^2 AR(1)

- Ecuación 2

LS PROD C SCOSE PREAL(-2) TMIN\_ANUAL TMIN\_ANUAL^2  
TMAX\_ANUAL TMAX\_ANUAL^2 PPTOTAL AR(1)

- Ecuación 3

LS PROD C SCOSE PREAL(-2) TMIN\_ANUAL TMIN\_ANUAL^2  
PPTOTAL PPTOTAL^2 AR(1)

- Ecuación 4

LS PROD C SCOSE PREAL(-2) TMIN\_ANUAL TMIN\_ANUAL^2  
PPTOTAL AR(1)

- Ecuación 5

LS PROD C SCOSE PREAL(-2) TMAX\_ANUAL TMAX\_ANUAL^2  
PPTOTAL PPTOTAL^2 AR(1)

- Ecuación 6

LS PROD C SCOSE PREAL(-2) TMAX\_ANUAL TMAX\_ANUAL^2  
PPTOTAL AR(1)

### Estimaciones utilizando datos con las variables del mes de enero

- Ecuación 7

LS PROD C SCOSE PREAL(-2) TMIN\_ENERO TMIN\_ENERO^2  
TMAX\_ENERO TMAX\_ENERO^2 PPENERO PPENERO^2 AR(1)

- Ecuación 8  

$$LS \text{ PROD } C \text{ SCOSE } \text{PREAL}(-2) \text{ TMIN\_ENERO } \text{TMIN\_ENERO}^2 \text{ TMAX\_ENERO } \text{TMAX\_ENERO}^2 \text{ PPENERO } \text{AR}(1)$$
- Ecuación 9  

$$LS \text{ PROD } C \text{ SCOSE } \text{PREAL}(-2) \text{ TMIN\_ENERO } \text{TMIN\_ENERO}^2 \text{ PPENERO } \text{PPENERO}^2 \text{ AR}(1)$$
- Ecuación 10  

$$LS \text{ PROD } C \text{ SCOSE } \text{PREAL}(-2) \text{ TMIN\_ENERO } \text{TMIN\_ENERO}^2 \text{ PPENERO } \text{AR}(1)$$
- Ecuación 11  

$$LS \text{ PROD } C \text{ SCOSE } \text{PREAL}(-2) \text{ TMAX\_ENERO } \text{TMAX\_ENERO}^2 \text{ PPENERO } \text{PPENERO}^2 \text{ AR}(1)$$
- Ecuación 12  

$$LS \text{ PROD } C \text{ SCOSE } \text{PREAL}(-2) \text{ TMAX\_ENERO } \text{TMAX\_ENERO}^2 \text{ PPENERO } \text{AR}(1)$$

Estimaciones utilizando datos con las variables del mes de febrero

- Ecuación 13  

$$LS \text{ PROD } C \text{ SCOSE } \text{PREAL}(-2) \text{ TMIN\_FEBRERO } \text{TMIN\_FEBRERO}^2 \text{ TMAX\_FEBRERO } \text{TMAX\_FEBRERO}^2 \text{ PPFEBRERO } \text{PPFEBRERO}^2 \text{ AR}(1)$$
- Ecuación 14  

$$LS \text{ PROD } C \text{ SCOSE } \text{PREAL}(-2) \text{ TMIN\_FEBRERO } \text{TMIN\_FEBRERO}^2 \text{ TMAX\_FEBRERO } \text{TMAX\_FEBRERO}^2 \text{ PPFEBRERO } \text{AR}(1)$$
- Ecuación 15  

$$LS \text{ PROD } C \text{ SCOSE } \text{PREAL}(-2) \text{ TMIN\_FEBRERO } \text{TMIN\_FEBRERO}^2 \text{ PPFEBRERO } \text{PPFEBRERO}^2 \text{ AR}(1)$$

- Ecuación 16  

$$LS \text{ PROD C SCOSE PREAL}(-2) \text{ TMIN\_FEBRERO TMIN\_FEBRERO}^2 \text{ PPFEBRERO AR}(1)$$
- Ecuación 17  

$$LS \text{ PROD C SCOSE PREAL}(-2) \text{ TMAX\_FEBRERO TMAX\_FEBRERO}^2 \text{ PPFEBRERO PPFEBRERO}^2 \text{ AR}(1)$$
- Ecuación 18  

$$LS \text{ PROD C SCOSE PREAL}(-2) \text{ TMAX\_FEBRERO TMAX\_FEBRERO}^2 \text{ PPFEBRERO AR}(1)$$

#### 4.2 Modelo Panel de Rendimiento

En este modelo, la variable dependiente fue el rendimiento en toneladas producidas por hectárea, como variables independientes se consideraron a las variables de temperatura máxima y mínima, precipitación y precio real en chacra.

##### Estimaciones utilizando datos con las variables anuales

- Ecuación 1  

$$LS \text{ RENDIMIENTO C PREAL}(-2) \text{ TMIN\_ANUAL TMIN\_ANUAL}^2 \text{ TMAX\_ANUAL TMAX\_ANUAL}^2 \text{ PPTOTAL PPTOTAL}^2 \text{ AR}(1)$$
- Ecuación 2  

$$LS \text{ RENDIMIENTO C PREAL}(-2) \text{ TMIN\_ANUAL TMIN\_ANUAL}^2 \text{ TMAX\_ANUAL TMAX\_ANUAL}^2 \text{ PPTOTAL AR}(1)$$
- Ecuación 3

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMIN\_ANUAL TMIN\_ANUAL^2  
PPTOTAL PPTOTAL^2 AR(1)

- Ecuación 4

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMIN\_ANUAL TMIN\_ANUAL^2  
PPTOTAL AR(1)

- Ecuación 5

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMAX\_ANUAL TMAX\_ANUAL^2  
PPTOTAL PPTOTAL^2 AR(1)

- Ecuación 6

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMAX\_ANUAL TMAX\_ANUAL^2  
PPTOTAL AR(1)

Estimaciones utilizando datos con las variables del mes d enero

- Ecuación 7

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMIN\_ENERO TMIN\_ENERO^2  
TMAX\_ENERO TMAX\_ENERO^2 PPENERO PPENERO^2 AR(1)

- Ecuación 8

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMIN\_ENERO TMIN\_ENERO^2  
TMAX\_ENERO TMAX\_ENERO^2 PPENERO AR(1)

- Ecuación 9

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMIN\_ENERO TMIN\_ENERO^2  
PPENERO PPENERO^2 AR(1)

- Ecuación 10

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMIN\_ENERO TMIN\_ENERO^2  
PPENERO AR(1)

- Ecuación 11

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMAX\_ENERO TMAX\_ENERO^2  
PPENERO PPENERO^2 AR(1)

- Ecuación 12

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMAX\_ENERO TMAX\_ENERO^2  
PPENERO AR(1)

Estimaciones utilizando datos con las variables del mes de febrero

- Ecuación 13

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMIN\_FEBRERO  
TMIN\_FEBRERO^2 TMAX\_FEBRERO TMAX\_FEBRERO^2  
PPFEBRERO PPFEBRERO^2 AR(1)

- Ecuación 14

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMIN\_FEBRERO  
TMIN\_FEBRERO^2 TMAX\_FEBRERO TMAX\_FEBRERO^2  
PPFEBRERO AR(1)

- Ecuación 15

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMIN\_FEBRERO  
TMIN\_FEBRERO^2 PPFEBRERO PPFEBRERO^2 AR(1)

- Ecuación 16

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMIN\_FEBRERO  
TMIN\_FEBRERO^2 PPFEBRERO AR(1)

- Ecuación 17

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMAX\_FEBRERO  
TMAX\_FEBRERO^2 PPFEBRERO PPFEBRERO^2 AR(1)

- Ecuación 18

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMAX\_FEBRERO  
TMAX\_FEBRERO^2 PPFEBRERO AR(1)

### 4.3 Modelo Panel de Termoperíodo

El termoperiodismo o termoperíodo es la reacción de las plantas a la variación anual, diaria o aperiódica de la temperatura. Se distinguen 3 tipos de termoperiodismo: anual, diario y aperiódico, según se trate de la respuesta del vegetal a la termoperiodicidad anual, a la diaria o a la aperiódica. El valor del termoperíodo anual se calculó de la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura anual. En este modelo, la variable dependiente fue producción en toneladas producidas por hectárea, como variables independientes se consideraron a las variables de termoperíodo, precipitación, superficie cultivada y precio real en chacra. Se corrió el modelo en el software EViews8 teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones:

#### Estimaciones utilizando datos con las variables anuales

- Ecuación 1

LS PROD C PREAL(-1) SCOSE TERMOPERIODO  
TERMOPERIODO^2 PPTOTAL PPTOTAL^2 AR(1)

- Ecuación 2

LS PROD C PREAL(-1) SCOSE TERMOPERIODO  
TERMOPERIODO^2 AR(1)

Las ecuaciones se copiaron tal y como fueron ingresadas en el software EViews8. Debido a esto se encuentran en letras mayúsculas y abreviaturas.

Donde:

C: Intercepto

PROD: Producción (TM)

SCOSE: Superficie cosechada (Ha).

RENDIMIENTO: Rendimiento (TM/Ha)

PREAL: Precio real en chacra del cultivo de papa (Kg. /S/.)

TMAX: Temperatura máxima (°C).

TMIN: Temperatura mínima (°C)

PP: Precipitación (pp).

## **5. Selección y Validación del Modelo de Regresión.**

Para determinar el modelo que mejor se ajusta, fue necesario inicialmente realizar un análisis de la regresión de cada una de las ecuaciones estimadas tanto para el modelo panel de producción, panel de rendimientos y panel de termoperíodo. El primero de los análisis preliminares a realizar fue el de los signos de las variables. Se trató de analizar si los signos de los parámetros asociados a cada una de estas variables (relación directa o inversa entre la variable explicativa o independiente y la endógena o dependiente) eran correctos como sostenía la revisión bibliográfica.

En base a los estudios realizados por Mendelsohn y Niggol (2008) así como Schlenker y Roberts (2008), en el primer caso las variables temperatura y precipitación promedio en verano y en invierno tienen término cuadrático con signo negativo, mientras que en el segundo caso Schlenker y Roberts (2008) llegan a la conclusión de su estudio que en un análisis del mercado a futuro, existe una relación no lineal y asimétrica entre la temperatura y los rendimientos del cultivo, en su estudio trabajaron con cultivo de algodón, soya y maíz.

Este comportamiento fue confirmado por un experto en la materia, el profesor responsable del Programa de papa de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Rolando Egúsquiza en una entrevista el 20 de julio de 2011, quien, en base a su experiencia en el cultivo de papa en el Perú, confirmó una tendencia lineal positiva al inicio y posteriormente una tendencia cuadrática negativa, tanto

para las variables temperatura máxima y precipitación. Para el caso del de termoperíodo el término cuadrático también debería tener un signo negativo que demuestre la concavidad de la función. (Egúsquiza, 2000).

Posteriormente se evaluó la significancia estadística de las variables es decir determinar que variables resultaron estadísticamente relevantes para explicar el fenómeno analizado.

La hipótesis que se buscó contrastar fue la de la nulidad de cada uno de los parámetros reales, por ejemplo ¿es el parámetro real  $b_j$  nulo? Bajo esta hipótesis nula ( $H_0: b_j=0$ ) la construcción de intervalos de confianza se reduce a encontrar los valores tabulados de  $h_1$  y  $h_2$  que satisfacen la igualdad.

Si se observa la tabla de la T – Student para unos 15 grados de libertad aproximadamente se localizará que esos valores límites son de -2 y 2 respectivamente.

EViews8, ofrece precisamente y de forma directa el valor de la ratio entre el parámetro estimado y su desviación típica, lo que generalmente se conoce simplemente como el estadístico “T” de Student de cada parámetro. La regla es si ese ratio supera el valor de 2 en términos absolutos se concluye que la variable es, de forma individual, estadísticamente significativa.

Además, se evaluó el modelo en forma conjunta empleando el coeficiente de determinación o  $R^2$ . Esta medida expresa un concepto sencillo: se trata del porcentaje de la varianza de la endógena o dependiente que se consigue explicar con las variables independientes del modelo. Su valor oscila entre 0 y 1, cuanto más cercano a uno, más poder explicativo tendrá el modelo. Estos resultados se obtienen directamente del software EViews8 (Gujarati, 2010).

Asimismo, se evaluó el estadístico de Durbin Watson, el cual fue empleado para verificar que el error de la regresión está autocorrelacionado en lugar de estar independientemente distribuido. Un Durbin Watson cercano a 2 es consistente

con ausencia de autocorrelación, mientras que un valor cercano a cero, significa la existencia de probable autocorrelación.

Posteriormente, por cada modelo desarrollado se escogió la mejor estimación (ecuación), se tuvo en cuenta que dichas ecuaciones cumplan con las condiciones antes mencionadas, en los casos que se tuvo más de una posible ecuación seleccionada, estas fueron comparadas sin corrección teniendo en cuenta el criterio de información Akaike y Schwarz. El criterio de AIC es un medio para la comparación entre modelos, una herramienta para la selección de modelo. El modelo que tenga menor valor de Akaike y Schwarz será el mejor (Gujarati, 2010).

Es importante mencionar que para poder estimar la especificación del modelo panel se cuenta con técnicas de estimación, su selección depende mucho de la clase del panel ya sea corto, largo o balanceado, la naturaleza de las variables en estudio y de un test estadístico como el test de Breusch y Pagan, aplicado al modelo final, el cual se explica más adelante. Gujarati (2010) explica las posibles especificaciones de un modelo panel de la siguiente forma:

- Regresión agrupada (MCO Pooled): La forma más simple de analizar datos tipo panel es omitir las diferencias que puede existir entre cada unidad transversal a través del tiempo y calcular una regresión MCO. Este modelo se expresa como:

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + e_{it} \quad (1)$$

Donde  $i$  significa la  $i$ -ésima unidad transversal y  $t$  es el tiempo.

- Efectos Aleatorios: Esta ecuación (2) supone que el intercepto de la regresión es la misma para todas las unidades transversales. Sin embargo, es muy probable que necesitemos controlar el carácter “individual” de cada tipo de unidad transversal. El modelo de efectos aleatorios permite

suponer que cada unidad transversal tiene un intercepto diferente. Este modelo se expresa como:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + e_{it} \quad (2)$$

Donde  $\alpha_i = \alpha + u_i$ . Es decir, en vez de considerar a  $\alpha$  como fija, suponemos que es una variable aleatoria con un valor medio  $\alpha$  y una desviación aleatoria  $u_i$  de este valor medio.

Sustituyendo  $\alpha_i = \alpha + u_i$  obtenemos:

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + u_i + e_{it} \quad (3)$$

Si analizamos esta ecuación (3), observamos que si la varianza de  $u_i$  es igual a cero, es decir  $\sigma_2=0$ , entonces no existe ninguna diferencia relevante entre (1) y (3).

Breusch y Pagan formularon la prueba conocida como Prueba del Multiplicador de Lagrange para Efectos Aleatorios. La hipótesis nula de esta prueba es que  $\sigma_2=0$ . Si la prueba se rechaza, si existe diferencia entre (1) y (3), y es preferible usar el método de efectos aleatorios.

- Efectos Fijos: Otra manera de modelar el carácter “individual” de cada unidad transversal es a través del modelo de efectos fijos. Este modelo no supone que las diferencias entre estados sean aleatorias, sino constantes o “fijas” y por ello se debe estimar cada intercepto  $u_i$ . Para permitir que el intercepto varíe con respecto a cada unidad transversal se emplea la técnica de “el uso de las variables dicotómicas en el intercepto”, este se expresa de la siguiente manera:

$$Y_{it} = v_i + \beta_1 X_{1it} + e_{it} \quad (4)$$

Donde  $v_i$  es un vector de variables dicotómicas para cada unidad transversal. Se puede ver en relación con la ecuación (4), que el (1) es un modelo restringido, pues asume un intercepto común para todas las unidades transversales.

Por último, el o los modelos seleccionados fueron validados, para esto se empleó el criterio del análisis de errores. Independientemente de las virtudes estadísticas de los parámetros estimados, el modelo solo puede ser considerado valioso si es capaz de reproducir la realidad estimada, es decir, si comete errores reducidos. Los residuos o errores de un modelo representan las diferencias entre el valor real de la endógena en cada período y el valor estimado por el modelo para ese mismo período (Mahía, 2001). Evidentemente, el análisis de residuos ofrece información sobre la calidad del ajuste del fenómeno real logrado por el modelo.

En el presente estudio se examinó el gráfico de ajuste de la ecuación obtenida. Este gráfico permitió apreciar algunos matices como, por ejemplo, si existían puntos atípicos (error excesivo) en el ajuste, o si, por ejemplo, el error se iba ampliando a medida que se acerca al final de la muestra advirtiéndose así de lo complicado de su uso para la predicción. Así mismo se consideró como complemento y medida de resumen al Gráfico de residuos, el porcentaje de error absoluto, esta medida es una medida relativa en la que se comparó el residuo obtenido con los valores de la endógena lo que aporta una dimensión más valiosa a la medida. Efectivamente, de entre las muchas medidas del error disponibles, se debe siempre optar por alguna que mida el error en términos relativos, esto es comparando el tamaño del error con el nivel de la variable endógena (Mahía, 2001). A continuación, se describe la fórmula que se empleó.

$$PEA = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{y_i} \right|}{n}$$

## 6. Validación del Modelo Regional PRECIS.

PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies) cuyas siglas en inglés significan Proveyendo Climas Regionales para Estudios de Impacto, es un sistema de modelamiento de clima regional desarrollado por “The Hadley Centre” que permite a los RCM (Modelos Climáticos Regionales) incorporar el modelo climático global HadRM3P, el cual puede ser corrido en cualquier área del globo. HadRM3P tiene 19 niveles verticales y opción de dos resoluciones horizontales 50 y 25 km. La primera es la que se ha utilizado en este estudio y es además la resolución estándar para grandes áreas como el caso de Sudamérica (Marengo *et al.* 2009). Marengo *et al.* (2009), estimó los cambios futuros de temperatura y precipitación en Sudamérica como resultado del sistema de modelamiento climático PRECIS. Dichas estimaciones incluyen data de clima de tiempo presente de 1961 – 1990, y el análisis fue desarrollado usando promedios estacionales de datos observados y simulados de precipitación, temperatura baja y alta (Marengo *et al.* 2009). En este estudio se tomará la validez de esta información y se corroborará con ella el modelo que se obtendrá para el periodo 2016 – 2100, en un nivel más local, como son las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto.

Se seleccionó la estación Leimebamba y Chachapoyas para la validación debido a que cuenta con información disponible. Se emplearon los datos observados de precipitación, temperatura máxima y mínima a nivel mensual de la estación Leimebamba, a partir de la cual se obtuvo el promedio estacional, de igual modo se hallaron los promedios estacionales para los datos proporcionados por el modelo PRECIS que coincidieron con la ubicación de la estación Leimebamba. Finalmente se emplearon los indicadores estadísticos de la Tabla 04, para comparar los resultados de los datos observados con los del modelo PRECIS.

Tabla 04: Indicadores estadísticos de desempeño.

DESCRIPCIÓN	FÓRMULAS
<p>Concentración media observada (<math>\bar{O}</math>)</p> <p>Concentración media modelada (<math>\bar{P}</math>)</p> <p>Concentración media del residual (<i>SESGO</i>)</p> <p>Donde:</p> <p>“n” es el número de datos de concentraciones (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>).</p> <p><math>O_i</math> (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) es la concentración promedio horaria observada.</p> <p><math>P_i</math> (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) es la concentración promedio horaria pronosticada por el modelo.</p>	$\bar{O} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n O_i$ $\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$ $SESGO = \bar{O} - \bar{P}$
<p>Desviación estándar de los datos de concentración observadas (<math>\sigma_o</math>)</p> <p>Desviación estándar de los datos de concentración pronosticadas (<math>\sigma_p</math>)</p>	$\sigma_o = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2 \right)^{0.5}$ $\sigma_p = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2 \right)^{0.5}$
<p>Coefficiente de correlación (<i>Corr</i>)</p>	$Corr = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})(P_i - \bar{P})}{\sigma_o \sigma_p}$

Fuente: Delgado (2011)

El coeficiente de correlación refleja la intensidad de la asociación entre las dos variables a compararse; el valor absoluto de la magnitud puede variar cero y uno. Así mismo, a modo de explicación, si los resultados tienen un coeficiente de correlación cercano a cero, indica que las variables no están asociadas; es decir, el valor de una variable es independiente del valor de la otra. El signo, por su parte, refleja cómo están asociados los valores de ambas variables. Si el signo es positivo, indica que a valores altos de una variable corresponden a valores altos de la otra, o a valores bajos de una variable corresponde valores bajos de la otra. Si el signo es negativo, indica que a valores altos de una variable corresponden valores bajos de la otra. En resumen, el signo positivo indica que los valores de ambas variables cambian en el mismo sentido, mientras que el signo negativo indica que cambian en sentido contrario. (Camacho-Sandoval, 2008).

## 7. Creación de Escenarios (A2 y B2): Método del Delta Change.

En este estudio se empleará los pronósticos del INPE de Brasil para temperatura máxima, mínima y precipitación para los escenarios A2 y B2. Estos datos contenían promedios mensuales de los escenarios para América del Sur para períodos de tiempo presente (1961-1990) y futuro (2016-2100) obtenidos del modelo regional PRECIS (modelo HadRM3P) con resolución horizontal de 50km latitud-longitud. A continuación, se describen las características principales de dichos escenarios.

Tabla 05: Características de los escenarios climáticos.

<b>ESCENARIO</b>	<b>A2</b>	<b>B2</b>
Crecimiento de la población	Alto	Medio
PBI	Medio	Medio
Uso de energía	Alto	Medio
Cambios de uso de suelo	Medio/Alto	Medio
Disponibilidad de recursos	Bajo	Medio
Ritmo y dirección tecnológica	Lento	Medio
Preferencia al cambio	Regional	Dinámico como siempre

Fuente: IPCC (2007)

Se halló el Delta Change de precipitación, temperatura máxima y mínima; para los escenarios 2016-2040, 2040-2070 y 2070-2100. Para el caso de la temperatura, el Delta Change para el período 2016-2040 fue el resultado de la diferencia entre el promedio del período 2016-2040 y el período de tiempo presente 1996-2015. Se procedió de igual manera para el cálculo de los Delta Change para los demás períodos.

Para el caso de la precipitación, el Delta Change para el período 2016-2040 fue resultado de la diferencia del promedio de precipitación del período 2016-2040 y el promedio de 1996-2015 dividido por el promedio de 1996-2015, finalmente el dato obtenido se multiplicó por 100, para hallar el porcentaje de variación. Se procedió de igual manera para el cálculo de los Delta Change para los demás períodos.

Una vez obtenidos los datos del DELTA CHANGE para los escenarios A2 y B2, estos se emplearán para realizar los pronósticos hasta el año 2100 en las comunidades campesinas de San Isidro del Maino y Levanto, tomando como base el dato promedio correspondiente al año 2015.

#### **8. Determinación del cambio en el beneficio de los agricultores.**

Denotando IT y CT al ingreso total y costo total del cultivo de papa, respectivamente, para un período “t” el beneficio estuvo determinado por:

$$B_t = IT(Q_t) - CT(Q_t)$$

Nótese que las funciones IT y CT dependen del nivel de producción. Asimismo, se esperó que este beneficio cambie en el período “t” ante la variación de las variables climáticas. De esta forma, el cambio en beneficio fue:

$$\Delta B_t = \Delta IT_t - \Delta CT_t$$

Además, si los costos totales, en términos reales, permanecen constantes durante el período de análisis, entonces el cambio en el beneficio es equivalente únicamente a la variación del ingreso. Formalmente, la expresión se transformó en:

$$\Delta B_t = \Delta IT_t$$

Este supuesto ( $\Delta CT_t = 0$ ) descansa en el hecho de que en el largo plazo el proceso de aprendizaje le permite al agricultor un mayor conocimiento no solo de las técnicas agronómicas sino de distribución, redundando en una reducción de procesos, y por ende, en los costos a incurrir.

El cambio en el ingreso total dependió de la variación del nivel de producción, en otras palabras, al a diferencia entre la cosecha esperada en el período “t” para un contexto ( $Q_{CC,t}$ ) y el nivel de cosecha sin cambio climático ( $Q_{SC,t}$ ) para el

mismo período. Asumiendo que el precio del cultivo, en términos reales, permanece constante, el cambio del ingreso estuvo dado por:

$$\Delta IT_t = P(Q_{CC,t} - Q_{SC,t})$$

De esta forma, la variación del bienestar ante el efecto de las proyecciones de temperatura y precipitación sobre el cultivo de papa en las comunidades campesinas de San Isidro del Maino y Levanto fue estimada mediante el cambio en el ingreso de dicho cultivo. Este ingreso fue medido en términos constantes lo que a su vez equivale a la cosecha estimada menos la cosecha proyectada. La proyección de esta cosecha fue estimada conforme a los escenarios de Cambio Climático del IPCC para la zona de estudio.

Para determinar los ingresos de los agricultores bajo un escenario de Cambio Climático se empleó las proyecciones de temperatura y precipitación del INPE-Brasil (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) o de alguna otra fuente disponible para el año 2100, las cuales se aplicaron al modelo obtenido. Para determinar el ingreso de los agricultores bajo un escenario sin Cambio Climático se asumió las variables del año 2010 como constantes hasta el año 2100, bajo el supuesto de que no hay una variación (incremento o disminución) de las variables meteorológicas hasta el año 2100.

En ambos casos se asumieron precios reales constantes del cultivo de papa, se asume el precio promedio del periodo 1996-2015 que fue de S/. 0.54 por Kg.

## V. RESULTADOS

Los resultados se presentaron según el objetivo principal que nos planteamos en este estudio y de acuerdo al orden lógico de los objetivos específicos. Es así que se dividió los resultados en:

### 5.1 RELACIÓN ENTRE EL CULTIVO DE PAPA Y LOS INDICADORES CLIMÁTICOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN.

En base a los criterios de selección antes mencionados se optó por validar y aceptar solo el mejor modelo.

De las 38 estimaciones y regresiones realizadas, se seleccionó el siguiente modelo:

#### Modelo Panel de Producción – Ecuación 05

La Ecuación05 del modelo panel de producción (Ver Anexo 6.1.5) la cual emplea variables anuales como la mejor estimación del modelo panel de producción. La ecuación detallada es la siguiente:

$$Q_{i,t} = -7.798019 + 14.32778S_{i,t}^j + 1.378063P_{i,t}^j + 1.076138TM_{i,t} - 0.027753TM_{i,t}^2 + 0.004929PP_{i,t} - 0.00000237PP_{i,t}^2 + [AR(1) = 0.651898] + \mu_{i,t}$$

Donde:

$S_{i,t}^j$  : Superficie cosechada del cultivo papa en la provincia i y en el año (mes) t.

$P_{i,t}^j$  : Precio real de la papa en la provincia i, para el año (mes) t.

$TM_{i,t}$  : Temperatura mínima del año t y en la provincia i.

$TM_{i,t}^2$  : Temperatura mínima al cuadrado del año t y en la provincia i.

$PP_{i,t}$  : Precipitación total del año (mes) t y en la provincia i.

$\mu_{i,t}$  : Término de error aleatorio.

A continuación, se detallan los resultados de la regresión para obtener la ecuación, se estimó un modelo Pooled-Panel para el cultivo de papa. Este modelo tiene la ventaja de disponer de una mayor cantidad de datos, menos colinealidad entre variables, más grados de libertad y, por lo tanto, incrementa la precisión de los estimadores.

Tabla 06: Resultados de la regresión del Modelo Panel de Producción.

Variable Dependiente: PROD				
Variable	Coefficiente	Error Estándar	t-Estadístico	Prob.
C	-7.798019	158.1588	-0.049305	0.9609
SCOSE	14.32778	0.462537	30.97652	0.0000
PREAL(-2)	1.378063	2.917293	0.472377	0.6390
TMAX_ANUAL	1.076138	12.77805	0.084218	0.9333
TMAX_ANUAL^2	-0.027753	0.256549	-0.108179	0.9144
PPTOTAL	0.004929	0.01381	0.356908	0.7229
PPTOTAL^2	-0.00000237	0.00000685	-0.346319	0.7308
AR(1)	0.651898	0.101512	6.421894	0.0000
Estadísticos				
R-cuadrado	0.997739	Promedio de la variable dependiente		7.978176
R-cuadrado ajustado	0.997371	Durbin-Watson Estadístico		2.641816
F-statistic	2710.637			
Prob(F-statistic)	0.000000			

En estas estimaciones se incluyó la opción MCG: Cross-Section SUR y los errores robustos: White Cross-Section brindado por EViews8

Fuente: Elaboración Propia. Los valores de Prob representan los p-value.

**a) TEMPERATURA.**

En la Figura 6 se observa el mejor modelo Pooled-Panel en este caso la Ecuación 05 para el cultivo de papa en la zona de estudio teniendo en cuenta la relación con la Temperatura Máxima.

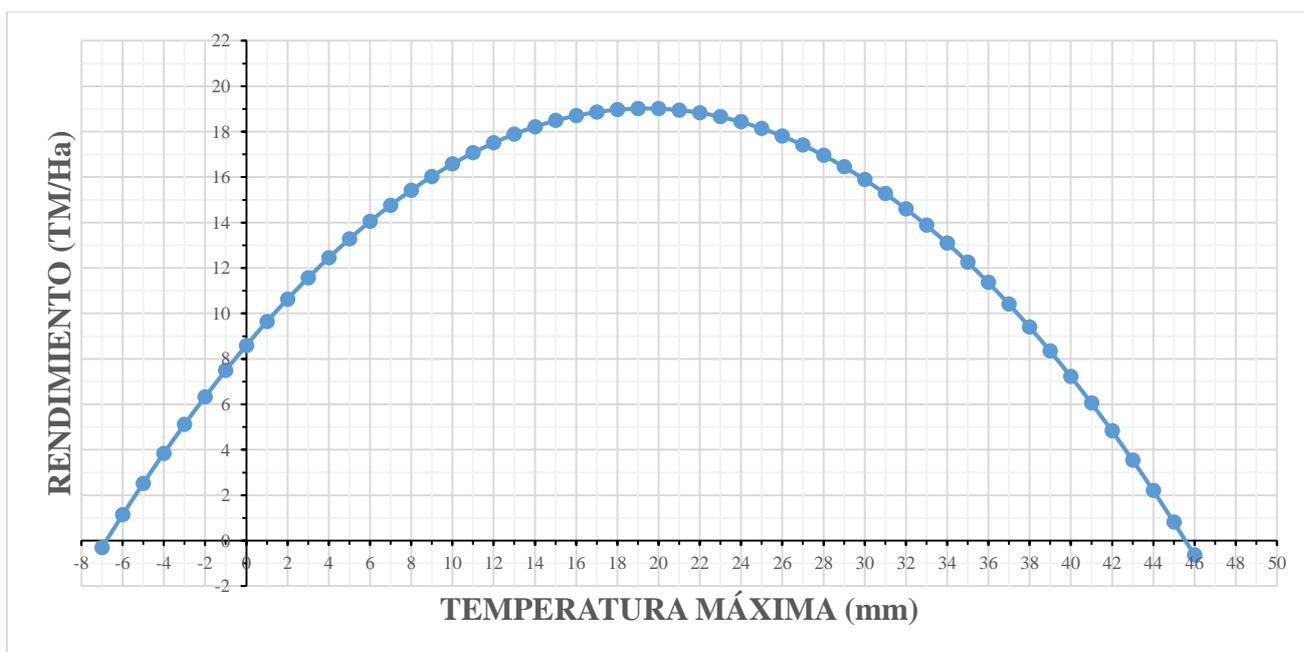


Figura 6: Producción de papa a temperatura máxima en la zona de estudio según Modelo Panel Ecuación 05.

**b) PRECIPITACIÓN.**

En la Figura 7 se observa el mejor modelo Pooled-Panel en este caso la Ecuación 05 para el cultivo de papa en la zona de estudio teniendo en cuenta la relación con la Precipitación.

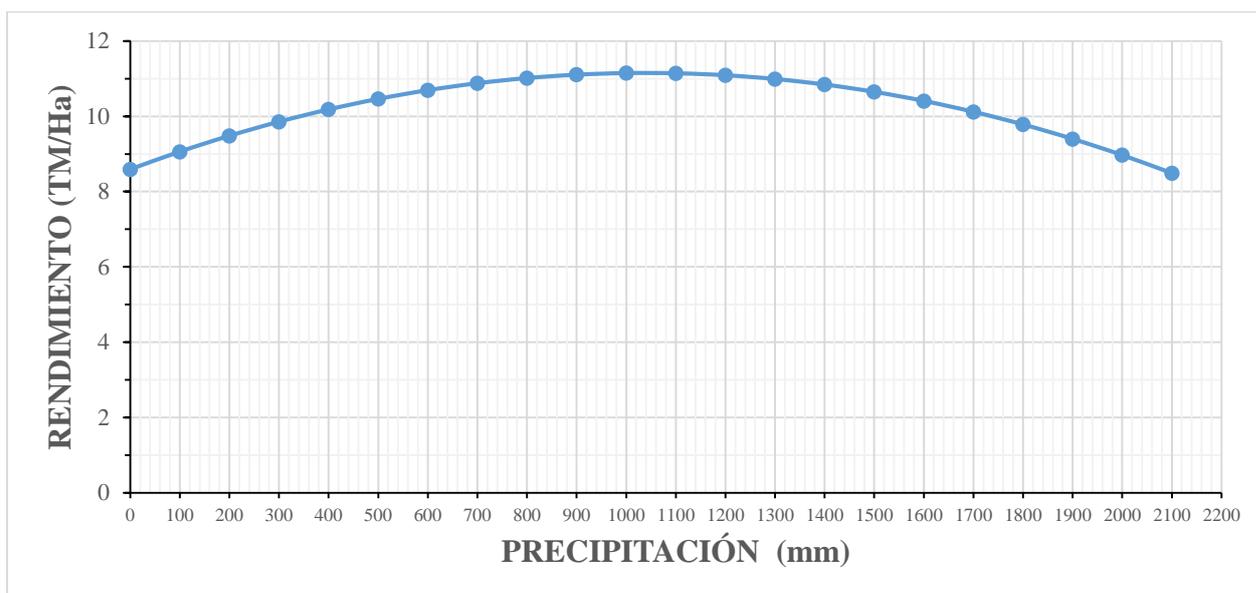


Figura 7: Producción de papa a precipitación total anual en la zona de estudio según el modelo Panel de Producción Ecuación 05.

**5.2 VARIACIÓN DEL INGRESO ECONÓMICO QUE PERCIBIRÁN LOS AGRICULTORES QUE CULTIVAN PAPA, COMO CONSECUENCIA DE VARIACIONES EN LA TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN HASTA EL AÑO 2100.**

En cumplimiento con el segundo objetivo específico, a continuación, se muestran los resultados del Delta Change obtenidos y empleados para realizar los pronósticos de temperatura y precipitación para el período 2016-2100, es decir las estimaciones de variaciones de temperatura y precipitación según los escenarios A2 y B2 del IPCC. Es importante mencionar que el modelo regional climático PRECIS empleado fue previamente validado, y se empleó las estimaciones utilizadas para el caso de Perú, ver Anexo 5.

Tabla 07: Delta Change de Temperatura Máxima (°C) para el escenario climático A2.

ESCENARIO A2	VARIACIÓN	DELTA CHANGE TEMPERATURA MÁXIMA (°C)
2015	21.03	
2040	22.37	1.34
2070	25.24	2.87
2100	30.32	5.08

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 08: Delta Change de Precipitación (mm) para el escenario climático A2.

ESCENARIO A2	VARIACIÓN	DELTA CHANGE PRECIPITACIÓN (mm)
2015	1486.83	-1.45 ANUAL
2040	1450.58	
2070	1407.08	
2100	1363.58	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 09: Delta Change de Temperatura Máxima (°C) para el escenario climático B2.

ESCENARIO B2	VARIACIÓN	DELTA CHANGE TEMPERATURA MÁXIMA (°C)
2015	21.03	
2040	22.29	1.26
2070	24.26	1.97
2100	28.29	4.03

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10: Delta Change de Precipitación (mm) para el escenario climático B2.

ESCENARIO B2	VARIACIÓN	DELTA CHANGE PRECIPITACIÓN (mm)
2015	1486.83	-1.04 ANUAL
2040	1460.83	
2070	1429.63	
2100	1398.43	

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se muestran los resultados de los cambios en los beneficios económicos de los agricultores como consecuencia de variaciones en la temperatura y precipitación para los escenarios A2 y B2 del IPCC.

**a) ESCENARIO A2.**

Se estimó la producción para el año 2100 así como las pérdidas que generarán en los productores de papa según el escenario A2 del IPCC.

Tabla 11: Estimación final de las pérdidas económicas por períodos a precios constantes (S/.) del cultivo de papa en base a los resultados del Modelo Panel Ecuación 05 para el Escenario A2.

		PÉRDIDA TOTAL
AÑOS	2016-2040	142771.57
	2041-2070	1545442.12
	2071-2100	7239307.79
	2016-2100	8927521.49

Fuente: Elaboración Propia.

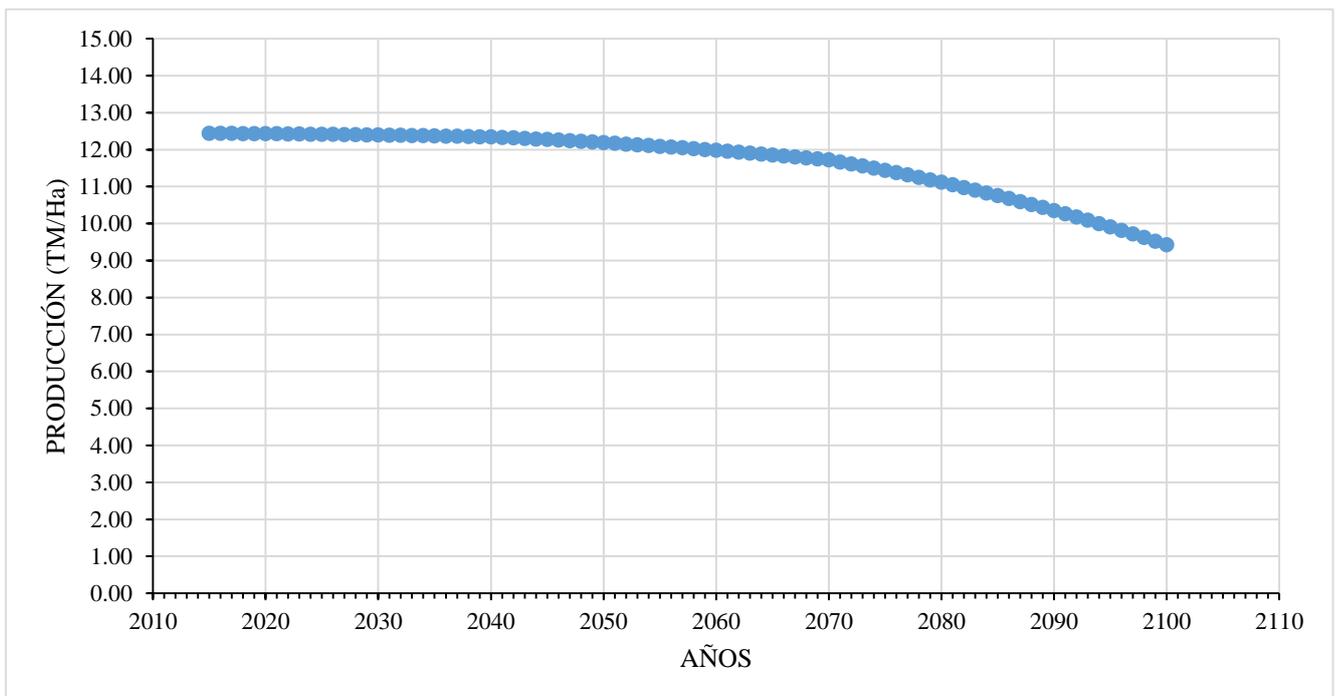


Figura 8: Producción del cultivo de papa estimado para el año 2100 según Modelo Panel de Producción – Ecuación 05 para el escenario A2.

**b) ESCENARIO B2.**

Se estimó la producción para el año 2100 así como las pérdidas que generarán en los productores de papa según el escenario B2 del IPCC.

Tabla 12: Estimación final de las pérdidas económicas por períodos a precios constantes (S/.) del cultivo de papa en base a los resultados del Modelo Panel Ecuación 05 para el Escenario B2.

		PÉRDIDA TOTAL
AÑOS	2016-2040	159390.45
	2041-2070	1115830.69
	2071-2100	4704133.16
	2016-2100	5979354.30

Fuente: Elaboración Propia.

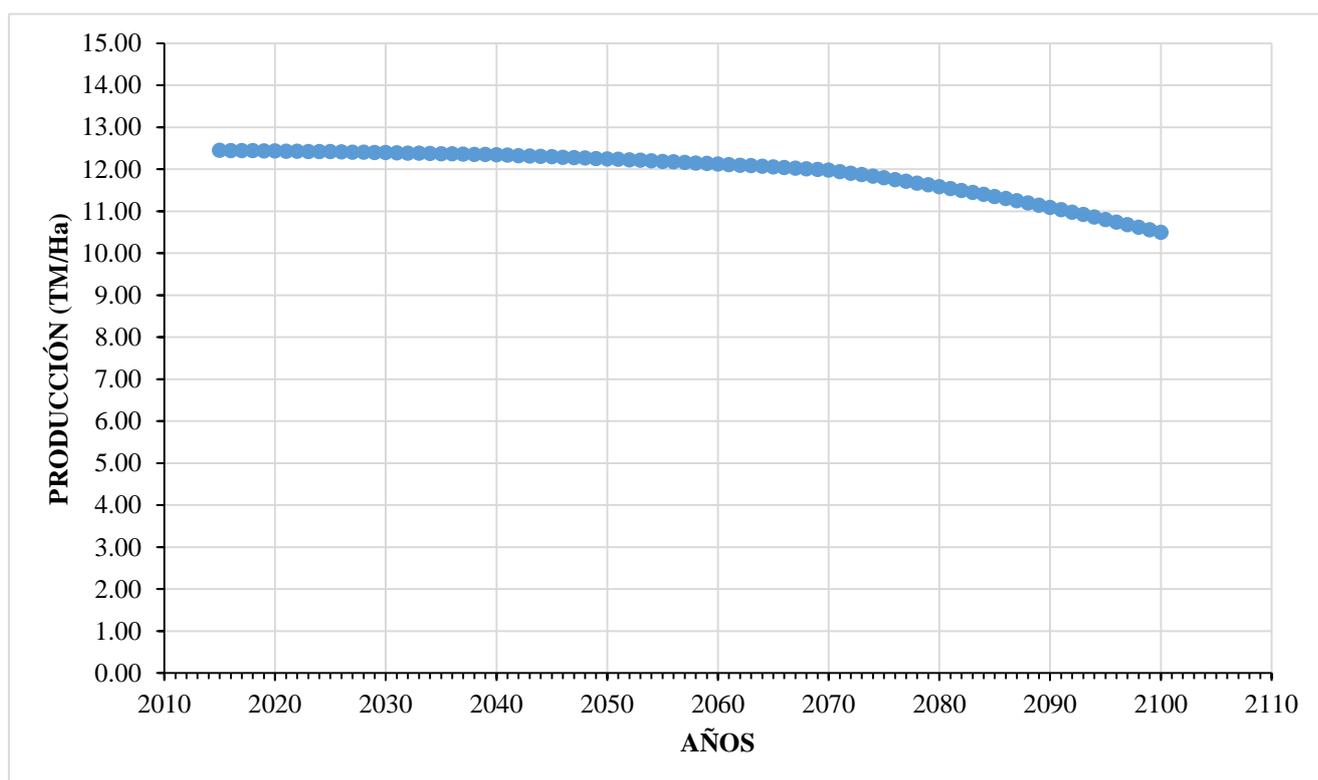


Figura 9: Producción del cultivo de papa estimado para el año 2100 según Modelo Panel de Producción – Ecuación 05 para el escenario B2

## VI. DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta los resultados se presentaron las siguientes discusiones según el objetivo principal que nos planteamos en este estudio y de acuerdo al orden lógico de los objetivos específicos.

### 6.1 RELACIÓN ENTRE EL CULTIVO DE PAPA Y LOS INDICADORES CLIMÁTICOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN.

#### Modelo Panel de Producción – Ecuación05

La Ecuación05 del modelo panel de producción nos muestra que los efectos de la temperatura y precipitación se vieron reflejados en los signos de los parámetros asociados a las variables temperatura y precipitación. De esta manera como se esperó en base a los antecedentes al presente estudio, los signos de los coeficientes de  $TM_{i,t}$  y  $PP_{i,t}$  resultaron positivos, ya que en los primeros años los incrementos en los niveles de temperatura y/o precipitación generarán un aumento en la producción de los cultivos. Por el contrario, los coeficientes  $TM_{i,t}^2$  y  $PP_{i,t}^2$  resultaron ser negativos en lapsos de tiempo mayores, ya que después que dichas variables sobrepasen un umbral, ocasionarán disminuciones en los niveles de producción, lo cual se pudo constatar en las Figuras 06 y 07.

Los resultados obtenidos concuerdan con los resultados de los estudios realizados por Mendelsohn y Niggol (2008) así como Schlenker y Roberts (2008), en el primer caso las variables temperatura y precipitación promedio en verano y en invierno tienen término cuadrático con signo negativo, mientras que en el segundo caso Schlenker y Roberts (2008) llegan a la conclusión de su estudio que en un análisis del mercado a futuro existe una relación no lineal y asimétrica entre las temperaturas y los rendimientos del cultivo.

Así mismo el efecto de la temperatura en la producción de papa es mayor que el de la precipitación. Dado que un incremento en 1mm de precipitación antes de llegar al umbral límite genera un aumento en la producción de 0.004 toneladas a diferencia de la temperatura, la cual, al incrementarse en 1°C, incrementa la producción en 1.076 toneladas. Esto se puede deber principalmente a que, en la zona de estudio durante la

época seca el riego depende únicamente de las lluvias, ya que se practica una agricultura de secano y se aprovecha la época de lluvias (diciembre-marzo).

La desventaja de este tipo de estimaciones es que no considera las posibilidades de respuestas compensatorias a los cambios en el clima, que los agricultores pudieran realizar para maximizar sus ingresos. Por ejemplo, en respuesta al cambio de clima, los agricultores podrían cambiar el uso de fertilizantes, cambiar el tipo de cultivo de papa por otro más adaptado a las condiciones climáticas, o decidir usar sus tierras para otro tipo de actividades no agrícolas (Deschênes y Greenstones, 2006). En las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto durante la visita realizada se observó la tendencia de los agricultores al monocultivo, es decir solo se dedican al cultivo de la papa y no desean migrar a otros tipos de cultivos que les puedan generar más ingresos o que se adecuen a las nuevas condiciones del clima como frutas y verduras.

Cabe indicar que se demostró que no existe heterogeneidad y no se observa en el sistema de datos, tanto intertemporalmente como entre sus variables, concluyendo así que no es necesario la estimación de un modelo de efectos fijos o aleatorios. Así mismo los parámetros resultaron con un intervalo de confianza mayor al 95% en la mayoría de los casos. Se obtuvo un R cuadrado alto igual a 0.997758 el cual nos indica que las variables dependientes explican a la variable dependiente producción en un 99.7758%, así mismo el Durbin Watson obtenido fue 2.63 por lo que se puede decir que no hay problemas de autocorrelación.

#### **a) TEMPERATURA.**

La relación de la producción con respecto a la temperatura máxima genera menores rendimientos en la producción. Este umbral es 19°C en el cual se llega a una producción máxima de 19.02 TM/Ha. Así mismo a temperaturas máximas menores a -7°C o mayores a 45°C, la producción de papa es igual a cero, dado que bajo dichas condiciones es imposible su crecimiento. Dichos resultados concuerdan con lo propuesto por Ruesta (1981) quien afirma que las temperaturas que favorecen a la formación de tubérculos están comprendidas a partir de los 16°C en adelante, sin embargo, a partir de

temperaturas extremas y mayores a 25°C la formación del tubérculo se retarda, paralizándose totalmente a temperaturas mayores a 29°C.

Es importante mencionar que la Ecuación 05 del modelo Panel de Producción no incluye el efecto de la temperatura mínima en el cultivo de papa, debido a que dicho parámetro no resultó ser significativamente estadístico. Ruesta (1981) sustenta lo antes mencionado al sostener que en el Perú la mayoría de las variedades cultivadas de papa soportan -4°C, sin sufrir alteración fisiológica. Los tubérculos pueden sobrevivir a cortos períodos de bajas temperaturas y cuando ésta se eleva vuelven a brotar.

## **b) PRECIPITACIÓN.**

El incremento de la precipitación total anual genera incrementos en la producción de papa antes de sobrepasar el umbral de la Figura 7, se puede llegar hasta una producción máxima de 11.15 TM/Ha. cuando dicha precipitación total anual oscila en 1000 mm. Por otro lado, sobrepasado el umbral se revierte la situación ocasionando pérdidas para los agricultores en términos de producción.

Según Ruesta (1981) si la humedad se encuentra en defecto o en exceso habrá una merma en los rendimientos del cultivo de papa, tal como se puede apreciar en la Figura 7. Siendo las fases del cultivo más afectadas la floración y la tuberización. Sin embargo, para Ruesta (1981) se obtienen magníficos resultados en los cultivos de papa en seco, con precipitaciones anuales de 900 a 1000 mm, lo cual corrobora los resultados obtenidos en el presente estudio.

En las Figuras 6 y 7, las estimaciones elegidas carecen de problemas de heteroscedasticidad, multicolinealidad y se corrigió en los casos que fue necesario los problemas de autocorrelación de primer orden incorporando el modelo un AR(1).

En las estimaciones de las Figuras anteriores se trató los modelos Panel-Pooled como una regresión multivariada y se computó los errores estándar robustos para ambos sistemas de ecuaciones. Así mismo, se utilizó el ponderador de mínimos cuadrados

generalizados para corregir heteroscedasticidad y correlación contemporánea, la cual se presenta en los Anexos.

## **6.2 VARIACIÓN DEL INGRESO ECONÓMICO QUE PERCIBIRÁN LOS AGRICULTORES QUE CULTIVAN PAPA, COMO CONSECUENCIA DE VARIACIONES EN LA TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN HASTA EL AÑO 2100.**

### **a) ESCENARIO A2.**

En el Tabla 11 se estimaron las pérdidas económicas por períodos a precios constantes como resultado de la producción estimada al año 2100 por la mejor estimación del modelo Panel de Producción Ecuación 05, bajo un escenario climático A2 del IPCC. Se debe tener en cuenta que, al asumir precios constantes, el método propuesto podría sobreestimar o subestimar los beneficios y/o pérdidas (Mendelsohn y Nordhaus, 1996).

Se calcularon los valores futuros para cada período en base al año 2015 y se determinó el total de pérdidas para el año 2100 equivalente a la suma de las pérdidas por cada período. Rosenzweig *et al.* (2004) afirmó que los efectos biofísicos de un futuro cambio en las variables meteorológicas tales como aumento de temperatura y cambios en la precipitación podrían tener un efecto positivo en algunas regiones y sistemas agrícolas, y un efecto negativo en otras, lo cual variaría según el tiempo. Si bien la mayoría de estudios anteriores fueron realizados en Estados Unidos, estos son una pobre referencia para estimar lo que sucederá en países en vías de desarrollo y ubicado en Sudamérica tales como el Perú. Sin embargo, Mendelsohn y Niggol (2008) realizaron un estudio sobre el impacto del cambio climático en la agricultura de Sudamérica en el cual estimaron pérdidas mayores al 50% de los beneficios de los agricultores para el año 2100. Hipótesis que se confirma parcialmente con los resultados de la presente investigación por cuanto las pérdidas son alrededor del 25% tal como se evidencia en la Tabla 11.

En la Tabla 11 se observa la variación de ingresos para toda la zona de estudio para un escenario climático A2 asumiendo precios reales constantes (Año base=2015) que asciende a S/.0.54 por Kg o S/.540.00 por TM. Se observa que en la variación de los

ingresos sigue la forma del modelo de regresión escogido para el cultivo de papa. Por lo tanto, cumpliendo con el criterio de concavidad, a medida que se incremente la temperatura los ingresos de los agricultores disminuirán. A finales de siglo se obtuvieron mayores pérdidas asociadas a un incremento de temperatura máxima de hasta 5.08°C durante el período 2070-2100.

En la Figura 8 se observa que a partir del año 2016 se incurren en pérdidas en la producción, a partir del año 2070 la producción de papa en las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto comienza a disminuir considerablemente ya que tiende a tener temperaturas superiores a 25°C, esta tendencia seguirá ocurriendo y al alcanzar temperaturas mayores a 45°C llegaría a una producción igual a cero, debido a que bajo esta condición no hay producción de papa.

#### **b) ESCENARIO B2.**

En la Tabla 12 se observa la variación de ingresos para toda la zona de estudio para el escenario climático B2 asumiendo los precios reales constantes (Año base=2015). Se observa que al igual que en el escenario A2, la variación de los ingresos sigue la forma del modelo de regresión escogido para el cultivo de papa. Por lo tanto, cumpliendo con el criterio de concavidad, a medida que se incremente la temperatura los ingresos de los agricultores disminuirán. Sin embargo, las pérdidas son menores en comparación con el escenario A2, y esto se debe a que el escenario A2 al ser uno de los escenarios más pesimistas, considera un mundo con un alto crecimiento de la población, un alto uso de energía y poca disponibilidad de recursos y cambio de opciones tecnológicas. (Bolívar, 2012)

Luego, en la Figura 9 tomando como año base el 2015, se estimó que para el año 2070 se comienza a ver una reducción notable y constante en el beneficio de los agricultores de papa en las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto, pero es menor al supuesto del escenario A2.

## VII. CONCLUSIONES

- En las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto existe una relación de concavidad entre la producción del cultivo de papa y las variables climáticas de temperatura máxima y precipitación. La temperatura mínima del cultivo no tiene una mayor influencia en la producción, lo cual es confirmado con la bibliografía consultada. A medida que la temperatura máxima y la precipitación aumentan, la producción de papa tiende a crecer, sin embargo, superado un umbral límite esta producción tiende a disminuir.
- La temperatura máxima tuvo una mayor influencia que la precipitación en la producción del cultivo de papa en las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto.
- El cultivo de papa alcanza su mayor producción a una temperatura máxima de 19°C y valores de precipitación comprendidos entre 1000 y 1100 mm anuales según el Modelo Panel de Producción obtenido.
- La mejor especificación para los modelos Panel desarrollados es el modelo integrador o Pooled-Panel. Este modelo tiene ventaja de disponer de una mayor cantidad de datos, menos colinealidad entre variables, más grados de libertad, y, por lo tanto, incrementa la precisión de los estimadores.
- Se seleccionó un modelo final, el Modelo Panel de Producción - Ecuación 05. Los modelos de rendimiento y de termoperíodo no cumplieron con las condiciones estadísticas ni agronómicas para su adaptación a la zona de estudio. Es así que el Modelo Panel de Producción - Ecuación 05 cumple con todos los criterios de evaluación y es el idóneo para representar el cambio futuro en los beneficios de los agricultores de las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto.
- Para el año 2100 bajo un escenario climático A2 del IPCC, se estima que los agricultores del cultivo de papa en las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto tendrían pérdidas económicas equivalentes a 8 927 521.49 nuevos soles.

- Para el año 2100 bajo un escenario climático B2 del IPCC, se estima que los agricultores del cultivo de papa en las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto tendrían pérdidas económicas equivalentes a 5 979 354,30.
- Para el año 2100 se estimó una reducción aproximada del 25% de los beneficios de los agricultores de papa de las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto con respecto al año 2015, mientras que desde el año 2070 tanto para el escenario A2 y el escenario B2, se marca una tendencia con mayor decrecimiento debido a contar con temperaturas mayores a 25°C.
- Bajo un escenario A2 del IPCC las pérdidas económicas estimadas para el cultivo de papa en las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto serían en promedio mayores en un 33% a las estimadas para un escenario B2 del IPCC.
- Se estima que para el período 2070-2100 (finales de siglo), la variabilidad climática y por ende la variación de los beneficios de los agricultores de papa para la zona de estudio será mayor en comparación con los períodos 2015-2040 y 2040-2070.

## VIII. RECOMENDACIONES

- El estudio tuvo ciertas limitaciones con la disponibilidad de datos meteorológicos y agrícolas en las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto por lo cual se optó por trabajar con datos panel. Esto se debió a la escasez de estaciones meteorológicas con data completa, histórica y confiable para la zona en estudio. Se recomienda mayor inversión del gobierno local y regional en la implementación de nuevas estaciones automáticas meteorológicas para la realización de futuros estudios en el Departamento de Amazonas.
- Se recomienda el empleo del modelo Regional PRECIS para pronósticos de precipitación y temperatura máxima en la zona de las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto, dado que fue validado para la zona en estudio. Sin embargo, sería conveniente realizar posteriores estudios empleando data de otros modelos de clima regionales validados para Sudamérica tales como Eta CCS, RegCM3 and HadRM3P para el escenario de altas emisiones A2 (Marengo et al.2009). Dado que en el campo de los escenarios existe aún muchas incertidumbres, por lo que una mayor cantidad de posibles estimaciones contribuyen a la investigación científica.
- Las variantes empleadas del modelo Ricardiano a la agricultura podría ser aplicable para otras zonas dentro del Perú con una climatología similar a la de las Comunidades Campesinas de San Isidro del Maino y Levanto.
- Se recomienda considerar las variedades del cultivo de papa para futuros estudios, dado que cada variedad reacciona de manera distinta frente al efecto del clima, teniendo requerimientos propios de cada especie.
- Los resultados obtenidos en este modelo podrían extrapolarse a otros tipos de cultivos similares dentro del Perú.

- El modelo de producción obtenido podría ser empleado por las agencias agrarias de cada distrito ubicadas en la zona de estudio para pronósticos anuales a menor escala.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldabe, L. y Dogliotti, S. (2006). Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de papa. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 86-93 p.
- Alexandratos, N. (1995). *Agricultura mundial. Hacia el año 2010 - Estudio de la FAO*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Arse, F. (1996). *Cultivo de la patata*. Madrid, España. Ediciones Mundiprensa.
- Bates, C., et al. 2008. *Climate Change and Water*. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Genova, pp210.
- Bolívar Paypay, V.L. (2012). *Valoración económica del impacto de la temperatura y la precipitación en la producción de papa en la cuenca del río Santa (Tesis de grado)*, Lima, Perú: Facultad de ciencias-Universidad Nacional Agraria La Molina. pp. 29-54.
- Borja, M. (2012). *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo, Perú. pp. 26-32.
- Burbano, S., Burbano, E. y Gracia, C. (2003). *Física general 32ª Edición*. Madrid, España: Tébar S.L.
- Camacho-Sandoval, J. (2008). *Asociación entre variables cuantitativas: análisis de correlación*.
- Centro Nacional de tecnología Agropecuaria y Forestal - CENTA (2002). *Guía técnica cultivo de la papa*. Consulta abril de 2018. <http://www.centa.gob.sv/>.
- Chauvin, L. (2007). Una vida por las plantas. En Graves, C. (Ed.). *La papa tesoro de los Andes. De la agricultura a la cultura*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa.
- Contreras, M. (2009). *Ecofisiología del rendimiento de la planta de papa*. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile. Chile.
- Corporación Andina de Fomento – CAF. (2006). *Memorias del Fenómeno El Niño 1997-1998. Retos y Propuestas para la Región Andina*. Consulta: febrero 2018 <http://www.caf.com/view/index.asp?ms=17&pageMs=40414>.
- Corporación Colombia Internacional-CCI. (2010). *El Fenómeno Cálido del Pacífico*. Consulta: febrero de 2018. [http://www.cci.org.co/publicaciones/1\\_Oct-1609%20Fenomeno%20del%20ni%F1o.pdf](http://www.cci.org.co/publicaciones/1_Oct-1609%20Fenomeno%20del%20ni%F1o.pdf).

- Cortes, L. y Villadiego, J. (2015). Adaptación al Cambio Climático en Santa Cruz del Islote, Cartagena De Indias. Universidad Tecnológica de Bolívar. Facultad de Economía y Negocios. Maestría en desarrollo y ambiente.
- Creus, J.; Fernández, A.; Manrique, E. (1996). Evolución de la temperatura y precipitación anuales desde el año 1400 en el sector central de la depresión del EBRO, España.
- De Castro Carranza, C. (2004). Ecología y desarrollo humano sostenible, Valladolid, España: Universidad de Valladolid.
- Delgado, H. (2011). Optimización del modelo AERMOD mediante el modelo meteorológico de mesoescala BRAMS para la dispersión de SO<sub>2</sub> de una fuente puntual. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Lima. Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias.
- Deschênes, O; Greenstone, M. (2006). The economic impacts of Climate change: Evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. Cost of climate change for US agricultura. Vol.97.Nº1.
- Diario Correo (2016). *Puno: Solicitan al Minagri ampliar la emergencia*, Lima, 28 de enero-2016.
- Díaz, R. O. (2002). *Utilización de pastizales naturales*. Córdoba, España: Brujas.
- Easterling D., et al. 2000. Observed Variability and Trends in Extreme Climate Events: A Brief Review. Bulletin of the American Meteorological Society. 81(3), 417-425.
- Egúsquiza, R. (2000). La papa, producción, transformación y comercialización. Proyecto papa andina CIP-COSUDE. Universidad Nacional Agraria La Molina. ISBN 978-9972-93-47-2-8.
- Faiguenbaum, H. (1987). *Producción de cultivos en Chile, Papa*. Santiago, Chile: Publicitaria Torreldones.
- Fairlie, T. y Ortega, A. (1995). Efecto de la presencia de heladas simuladas en diferentes estados fenológicos y su impacto en el rendimiento de la papa *cv Compis*: Estudio preliminar. Revista Latinoamericana de la Papa.
- Fernández, M. E. (2013). Efectos del cambio climático en el rendimiento de tres cultivos mediante el uso del Modelo AquaCrop, (Informe de investigación), Colombia: Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo –FONADE–, Instituto de

Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM – Banco Interamericano de Desarrollo – BID.

- Galán García, J. L. (1991). *Sistemas de unidades físicas*. Barcelona, España: Reverté.
- Gore, A. (2006). *An Inconvenient Truth*. Película-documental sobre calentamiento global, New York.
- Gore, A. (1993). *La Tierra en juego*. Ecología y conciencia humana, Barcelona, España: Emecé Editores.
- Guayasamin, G. (2010). *Física. Ciencia fundamental*. Estados Unidos de América: Xlibris corporation.
- Gujarati, D. (2010). “Econometría”. 5 Ed. Mc Graw Hill. Colombia.
- Gutiérrez, R. (2008): *Papas nativas desafiando al cambio climático: propuesta de adaptación tecnológica del cultivo de papas nativas frente al cambio climático en Cusco y Ancash*, Lima: Soluciones Prácticas.
- Harpal S. y Graeme J. 2004. *Agrometeorology: Principles and Applications of Climate Studies in Agriculture*, The Haworth Press, Binghamton, NY ISBN 1-56022-972-1 p. 364.
- Haverkort, A. (1990) «Ecología de Sistemas de Cultivo de la Papa en Relación con la latitud y la altitud». En: *Agricultural Systems. Amsterdam*. Vol. 32, N° 3, 1990. pp. 251-272.
- Hernández González, M. (2002). *Motivación animal y humana*. Guadalajara, México: El Manual Moderno.
- Hijmans, R. (2003). «The Effect of Climate Change on Global Potato Production». en *American Journal of Potato Research*. (2003) Heidelberg. Vol. 80, N° 4. pp. 271-280.
- Houghton, J. T.; Ding, Y.; Griggs, D. J.; Noguera, M.; van der Linden, P. J.; Xiaosu, D.; Maskell, K.; Johnson, C. A. (Eds). (2001). *Climate Change. The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge- Nueva York: Cambridge University Press.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM. (2010). *Cambio climático en temperatura, precipitación y humedad relativa para Colombia usando modelos meteorológicos de alta resolución (panorama 2011-2100)*. Nota técnica del IDEAM mayo de 2010. Bogotá, Colombia.

- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario: Población por unidades agropecuarias.
- Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura-INTAGRI S.C (2018). *Requerimientos de Clima y Suelo para el Cultivo de la Papa*: Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-papa> Fecha de acceso: 21 de abril, 2018.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE de Brasil. (2018). Datos de promedios mensuales de los escenarios de clima para América del Sur. Consultado en <http://www.inpe.br/>. Fecha de acceso: 01 de mayo, 2018.
- Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. (1996). *Climate Change, Contribution of working Group II*. Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. (2001). Grupo de Trabajo I. tercer informe de evaluación de Cambio climático. La base científica. París
- Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. (2007a). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. (2007b). Summary for Policymakers. In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Jara, J. (1999). Relaciones agua, planta, producción. En: XIas Jornadas de Extensión Agrícola. (21 – 22 de octubre, 1999, Temuco, Chile). Avances en Tecnología de Riego y Mecanización. (Temuco, Chile). Universidad Católica de Temuco. pp 30 – 34.
- Kalazich, J. (1993). Nuevas variedades de papa, objetivos, aptitudes y usos. En: 5° Jornada de extensión Agrícola. Manejo Agronómico del Cultivo de Papa y las perspectivas de mercado. Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile.
- Kooman, P. (1996). Effect of climate on different potato genotypes: 1. Radiation interception, total and tuber dry matter production. *European Journal of Agronomy* 5.

- Loyola, R. y Orihuela, C. (2010). El costo económico del cambio climático en la agricultura peruana: El caso de la región Piura y Lambayeque. PMP13-2009. Consorcio de Investigación Económica y Social–CIES.
- Maderey Rascón, L. E. (2005). Geografía para el siglo XXI. Principios de hidrogeografía, Estudio del ciclo hidrológico. México D.F, México: Instituto de Geografía-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mahía, R. (2001). Guía de manejo del programa *Eviews*. Departamento de Economía Aplicada. Universidad Autónoma de Madrid, España.
- Mamani Mamani, Y. E. (2007): Testimonios-14 de setiembre. Comunidad de Los Andes, provincia de Canchis, Cuzco en Gutierrez, Raymundo (2008): Papas nativas desafiando al cambio climático: propuesta de adaptación tecnológica del cultivo de papas nativas frente al cambio climático en Cusco y Ancash, Lima: Soluciones Prácticas.
- Manrique, A. (1990). Genetics variables for potato. *American Potato Journal*.67: 669-681.
- Marengo, J., Jones, R., Alves, L. & Valverde, M. (2009) Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate model system, Accepted, *Int. J. Climatology*.
- Matsuura, K. (2007): «Prólogo», en Bindé, Jérôme (Ed.): *Firmemos la Paz con la Tierra*, Barcelona, Icaria, 9-12.
- Mejía, A. (2006). Hidrología Aplicada. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ingeniería Agrícola. Departamento académico de recursos de agua y tierra. Lima. Perú.
- Mendelsohn, R; Nordhaus, W; Shaw, D. (1994). The impact of global warming on agriculture: A Ricardian analysis. *American Economic Review*, Vol. 84 pp. 753-771.
- Mendelsohn, R; Nordhaus, W; Shaw, D. (1996). Climate Impacts on Aggregate Farm Values: Accounting for Adaptation. *Agriculture and Forest Meteorology*. Vol 80 pp. 55-57
- Mendelsohn, R; Seo, N. (2008). A Ricardian analysis of the impact of climate change on South American farms. Yale University, School of Forestry and Environmental Studies. *Chilean Journal of Agricultural Research*. pp. 69-79.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. (1991). Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Consulta abril de 2018 en [www.infoagro.go.cr/Progrnacionales/RaicesyTuber/colocasia.pdf](http://www.infoagro.go.cr/Progrnacionales/RaicesyTuber/colocasia.pdf).
- Ministerio de Agricultura y Riego del Perú - MINAGRI. (2007). Estadística agraria mensual. Diciembre 2006. Lima: Dirección General de Información Agraria.
- Ministerio de Agricultura y Riego del Perú - MINAGRI. (2015) Boletín estadístico agrario de octubre-2015, Lima.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA. Boletín Institucional. Enero 2010.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2008). FAOSTAT. El mundo de la papa. En: <http://www.potato2008>.
- Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación – FAO. (2002). *El cultivo protegido en clima mediterráneo*. Roma: FAO.
- Pabón, D. 2005. Elaboración de escenarios de cambio climático para la segunda mitad del siglo XXI en diferentes regiones del territorio colombiano y de un informe de evaluación del cambio climático en Colombia que incluya entre otros las tendencias actuales y futuras y los posibles impactos del cambio climático en los sectores socioeconómicos y regiones del país. Proyecto INAP. Bogotá, Colombia.
- Painter, J. (2007). Desglaciación en la región andina. Informe sobre el cambio climático. Nueva York: Human Development Report Office.
- Rojas, E. (2011). Evaluación del desarrollo del cultivo de papa bajo escenarios de variabilidad climática interanual y cambio climático, en el sur oeste de la Sabana de Bogotá, (Tesis de maestría), Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. pp. 75-78.
- Román, M. y Hurtado, G. (2002). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Cultivo de la papa. [Online] abril de 2018 <http://redepapa.org/roman.pdf>
- Rosenzweig, C.; Liverman, D. (2004). Predicted Effects of Climate Change on Agriculture: A Comparison of Temperate and Tropical Regions; en Majumdar, Shyamal (ed). *Global Climate Change Implications, Challenges and Mitigation Measures*. Philadelphia: Pennsylvania Academy of Sciences.
- Ruesta, N. (1981). Condiciones agroclimáticas que influyen en el desarrollo y producción del clon de papa. Centro de Investigaciones Agrometeorológicas. Cajamarca.

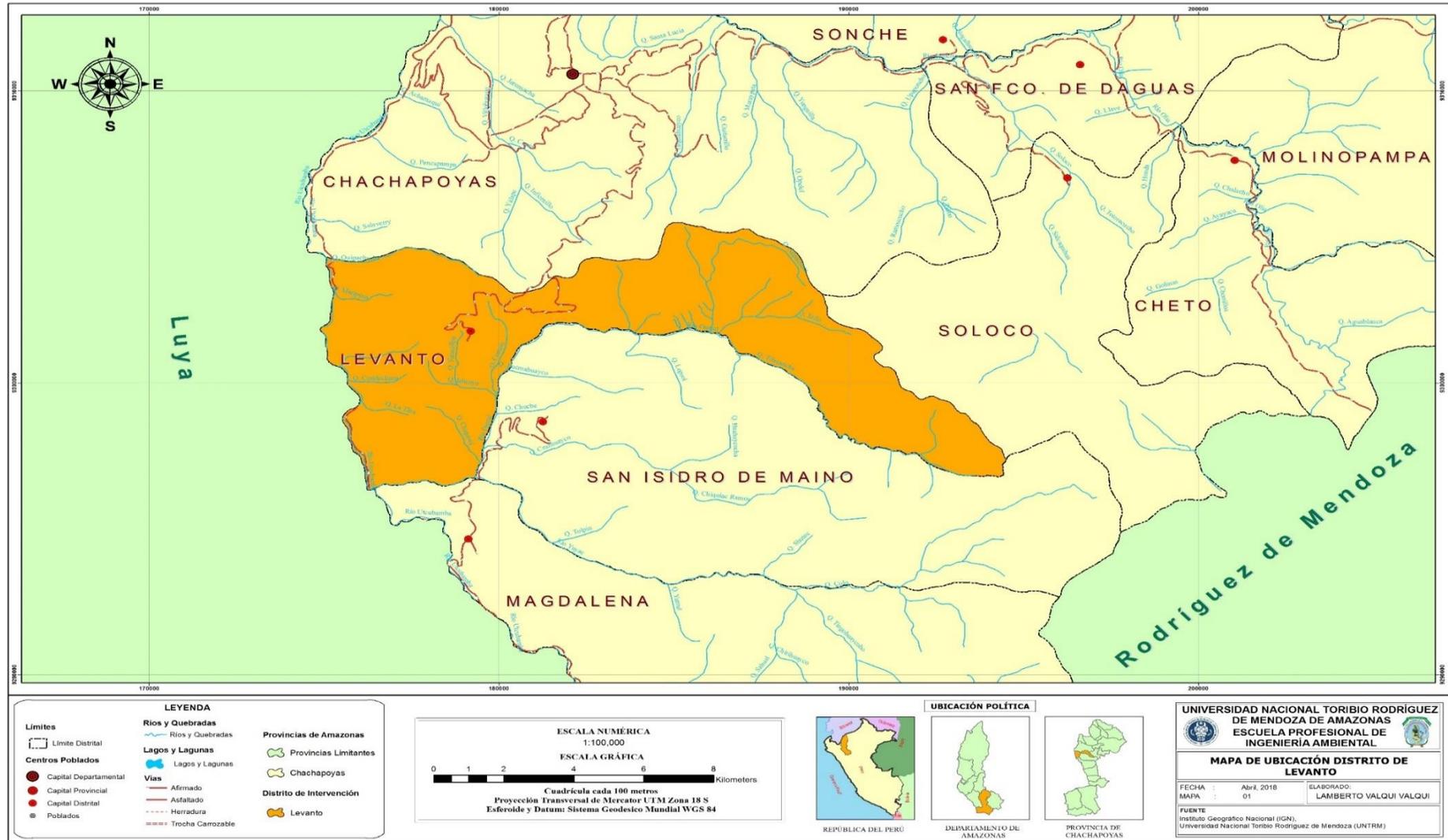
- Sánchez, M. (2008). *Evaluación Hídrica de la Microcuenca del río Tilacancha con fines de pagos por servicios Ambientales. (Tesis de grado)*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI. (2018) Datos Históricos de Precipitación y Temperatura de la Estación Chachapoyas y Estación Leimebamba. Amazonas. Perú.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI. (2005) Climate change scenarios in Peru to 2050: Piura river basin. PROCLIM. Ed. SENAMHI. Perú, pp 170.
- Sepúlveda, P., et al. 1999. Efecto de diferentes niveles de humedad en el suelo sobre el desarrollo del carbón de la papa (*Angiosorussolani*) en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*) bajo condiciones de invernadero. *Agricultura Técnica*. 60(4):313 – 319.
- Schlenker, W; Roberts, M. (2008). Estimating the impact of Climate Change on Crop Yields: The Importance of Nonlinear Temperature Effects. NBER Working Paper N° 13799.
- Stern, N. (2007). *Stern Review: The economics of climate change*. Cambridge University.
- Stol, W.; De Koning, G.H.J.; Kooman, P.L.; Haverkort, A.; Van Keulen, H.; Penning de Vries, F.W.T. (1991). *Caracterización Agro- Ecológica de Producción de Papa. Un estudio de simulación a solicitud del Centro Internacional de la Papa (CIP)*, Lima, Peru. Reporte 155. Wageningen: Center for Agrobiological Research, 1991.
- Swaminathan, M. (2007). Prologo. En Graves, C. (Ed.). *La papa tesoro de los Andes. De la agricultura a la cultura*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa.
- Thompson, L.; Mosley-Thompson, E.; Brecher, et al. (2006) «Abrupt Tropical Climate Change: Past and Present». En: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Washington D.C. Vol. 103, N° 28, julio de 2006. pp. 10536-10543.
- Vargas, P. (2009). *El Cambio Climático y sus Efectos en el Perú- Serie Documentos de Trabajo*, Lima: Banco Central de Reserva del Perú.
- Villón, M. (2002). *Hidrología Estadística*. Segunda edición. Editorial Villón. Lima. Perú.

- Voyonet, D. (2007): «¿Qué límites y qué desarrollo?», en Bindé, Jérôme (Ed.): Firmemos la Paz con la Tierra, Barcelona, Icaria, 27-32.
- Wust, W. (2007). El origen. En Graves, C. (Ed.). *La papa tesoro de los Andes. De la agricultura a la cultura*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa.

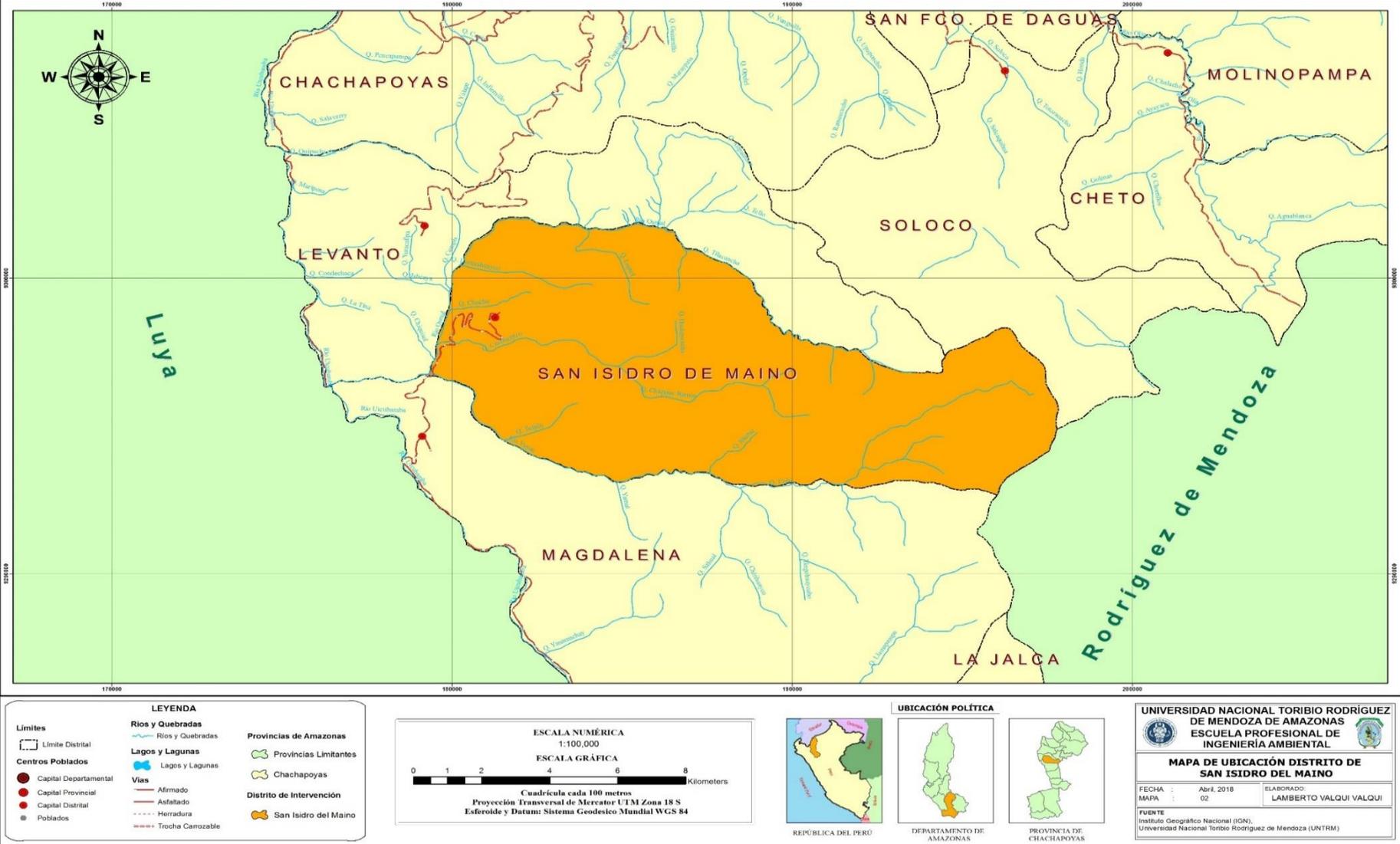
## **X. ANEXOS**

# ANEXO 1: MAPAS DE UBICACIÓN.

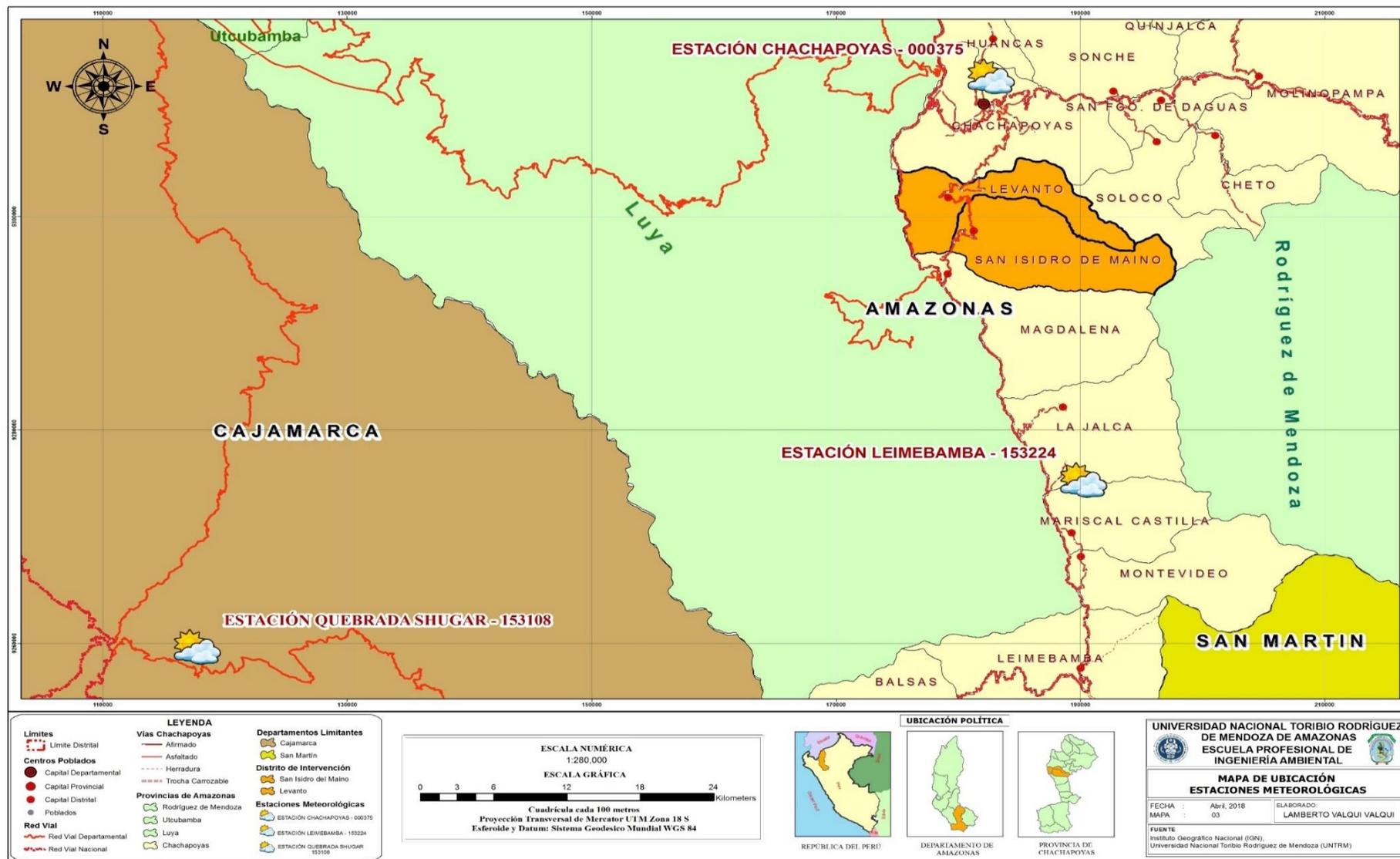
## 1.1 MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE LEVANTO.



## 1.2 MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE SAN ISIDRO DEL MAINO.



### 1.3 MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS,



## ANEXO 2: TEMPERATURA.

### 2.1 TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (°C) ESTACIÓN CHACHAPOYAS

LATITUD: 06°12'30.0"

DEPARTAMENTO: AMAZONAS

LONGITUD: 77°52'01.8"

PROVINCIA: CHACHAPOYAS

ALTITUD: 2 490 m.s.n.m.

DISTRITO: CHACHAPOYAS

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
1996	23.10	22.80	22.90	23.00	22.90	22.40	21.90	22.70	22.90	22.50	23.30	23.10	22.79
1997	23.00	22.40	22.70	22.80	22.80	22.20	21.20	21.50	22.50	23.30	23.60	23.40	22.62
1998	23.20	23.10	23.10	23.30	22.90	22.60	22.60	22.90	22.60	23.00	23.50	23.10	22.99
1999	22.70	22.60	22.90	22.80	22.80	22.30	21.60	21.80	22.60	22.80	23.60	23.20	22.64
2000	23.40	22.50	23.50	22.90	22.40	22.60	22.00	21.80	23.50	23.80	23.90	23.10	22.95
2001	23.60	23.90	23.90	24.10	23.60	22.50	22.40	22.60	23.00	23.80	23.80	23.80	23.42
2002	23.00	22.20	22.80	22.40	22.00	22.50	20.90	21.70	22.30	22.70	23.80	23.10	22.45
2003	23.00	22.20	22.10	22.30	22.90	22.10	21.50	22.10	22.80	23.00	23.80	23.10	22.58
2004	22.10	22.20	22.40	22.70	22.90	21.80	22.30	22.10	22.70	23.70	23.70	24.00	22.72
2005	23.50	23.20	22.90	23.20	23.00	22.30	21.90	22.00	23.10	23.20	22.90	23.60	22.90
2006	23.60	23.40	23.00	23.10	22.80	22.50	21.70	22.30	22.70	23.70	23.90	23.50	23.02
2007	24.00	22.90	23.00	23.50	23.60	21.60	21.90	21.60	22.40	23.60	23.80	23.90	22.98
2008	23.90	23.80	23.40	23.60	23.20	22.90	22.10	22.60	23.10	23.20	24.00	23.30	23.26
2009	23.10	23.10	22.60	23.10	22.50	22.70	21.80	22.50	23.00	24.30	23.60	23.60	22.99
2010	22.80	23.10	22.70	23.00	23.20	22.50	22.00	22.30	21.90	22.50	23.10	23.30	22.70
2011	22.80	22.40	22.60	22.80	22.80	22.30	22.00	22.80	22.70	22.90	23.50	23.60	22.77
2012	23.60	22.80	22.90	23.10	22.20	21.90	25.40	23.20	23.60	22.80	22.80	24.20	23.21
2013	23.00	22.40	22.40	23.60	22.80	22.20	21.00	24.40	23.80	23.60	25.20	24.60	23.25
2014	24.80	23.40	23.40	23.00	22.60	23.40	22.00	23.00	23.60	25.20	24.80	23.00	23.52
2015	21.80	22.40	22.60	22.00	22.60	22.20	23.00	24.20	24.40	25.00	24.60	23.80	23.22
<b>MÁXIMO</b>	24.80	23.90	23.90	24.10	23.60	23.40	25.40	24.40	24.40	25.20	25.20	24.60	24.41
<b>MEDIA</b>	23.20	22.84	22.89	23.02	22.83	22.38	22.06	22.51	22.96	23.43	23.76	23.52	22.95
<b>MÍNIMO</b>	21.80	22.20	22.10	22.00	22.00	21.60	20.90	21.50	21.90	22.50	22.80	23.00	22.03
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	0.66	0.52	0.42	0.48	0.40	0.39	0.93	0.78	0.59	0.75	0.58	0.43	0.58

## 2.2 TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (°C) ESTACIÓN CHACHAPOYAS

LATITUD: 06°12'30.0"

DEPARTAMENTO: AMAZONAS

LONGITUD: 77°52'01.8"

PROVINCIA: CHACHAPOYAS

ALTITUD: 2 490 m.s.n.m.

DISTRITO: CHACHAPOYAS

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
1996	7.10	6.80	6.90	7.00	6.90	6.40	5.90	6.70	6.90	6.50	7.30	7.10	6.79
1997	7.00	6.40	6.70	6.80	6.80	6.20	5.20	5.50	6.50	7.30	7.60	7.40	6.62
1998	7.20	7.10	7.10	7.30	6.90	6.60	6.60	6.90	6.60	7.00	7.50	7.10	6.99
1999	6.70	6.60	6.90	6.80	6.80	6.30	5.60	5.80	6.60	6.80	7.60	7.20	6.64
2000	7.40	6.50	7.50	6.90	6.40	6.60	6.00	5.80	7.50	7.80	7.90	7.10	6.95
2001	7.60	7.90	7.90	8.10	7.60	6.50	6.40	6.60	7.00	7.80	7.80	7.80	7.42
2002	7.00	6.20	6.80	6.40	6.00	6.50	4.90	5.70	6.30	6.70	7.80	7.10	6.45
2003	7.00	6.20	6.10	6.30	6.90	6.10	5.50	6.10	6.80	7.00	7.80	7.10	6.58
2004	6.10	6.20	6.40	6.70	6.90	5.80	6.30	6.10	6.70	7.70	7.70	8.00	6.72
2005	7.50	7.20	6.90	7.20	7.00	6.30	5.90	6.00	7.10	7.20	6.90	7.60	6.90
2006	7.60	7.40	7.00	7.10	6.80	6.50	5.70	6.30	6.70	7.70	7.90	7.50	7.02
2007	8.00	6.90	7.00	7.50	7.60	5.60	5.90	5.60	6.40	7.60	7.80	7.90	6.98
2008	7.90	7.80	7.40	7.60	7.20	6.90	6.10	6.60	7.10	7.20	8.00	7.30	7.26
2009	7.10	7.10	6.60	7.10	6.50	6.70	5.80	6.50	7.00	8.30	7.60	7.60	6.99
2010	6.80	7.10	6.70	7.00	7.20	6.50	6.00	6.30	5.90	6.50	7.10	7.30	6.70
2011	6.80	6.40	6.60	6.80	6.80	6.30	6.00	6.80	6.70	6.90	7.50	7.60	6.77
2012	7.00	7.50	7.40	7.30	5.80	5.40	6.60	6.60	6.40	7.40	9.80	8.40	7.13
2013	11.00	9.40	9.00	5.20	9.00	6.60	4.20	5.40	5.80	7.60	5.00	8.20	7.20
2014	8.40	8.00	8.80	9.00	8.80	5.20	5.20	6.00	7.00	6.60	5.80	9.00	7.32
2015	5.40	8.00	8.00	9.00	6.20	7.20	5.40	6.00	7.00	7.80	7.60	8.80	7.20
<b>MÁXIMO</b>	11.00	9.40	9.00	9.00	9.00	7.20	6.60	6.90	7.50	8.30	9.80	9.00	8.56
<b>MEDIA</b>	7.33	7.14	7.19	7.16	7.01	6.31	5.76	6.17	6.70	7.27	7.50	7.66	6.93
<b>MÍNIMO</b>	5.40	6.20	6.10	5.20	5.80	5.20	4.20	5.40	5.80	6.50	5.00	7.10	5.66
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	1.08	0.81	0.75	0.86	0.79	0.49	0.58	0.45	0.41	0.51	0.92	0.57	0.69

## 2.3 TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL GENERADA (°C) ESTACIÓN COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO

LATITUD: 6°16'28.68" - 6°22'0.03"

DEPARTAMENTO: AMAZONAS

LONGITUD: 77°45'36.38" - 77°50'53.43"

PROVINCIA: CHACHAPOYAS

ALTITUD: 3 060 m.s.n.m.

DISTRITOS: LEVANTO Y SAN ISIDRO DEL MAINO

Factor a restar = -3.021

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1996	20.08	19.78	19.88	19.98	19.88	19.38	18.88	19.68	19.88	19.48	20.28	20.08
1997	19.98	19.38	19.68	19.78	19.78	19.18	18.18	18.48	19.48	20.28	20.58	20.38
1998	20.18	20.08	20.08	20.28	19.88	19.58	19.58	19.88	19.58	19.98	20.48	20.08
1999	19.68	19.58	19.88	19.78	19.78	19.28	18.58	18.78	19.58	19.78	20.58	20.18
2000	20.38	19.48	20.48	19.88	19.38	19.58	18.98	18.78	20.48	20.78	20.88	20.08
2001	20.58	20.88	20.88	21.08	20.58	19.48	19.38	19.58	19.98	20.78	20.78	20.78
2002	19.98	19.18	19.78	19.38	18.98	19.48	17.88	18.68	19.28	19.68	20.78	20.08
2003	19.98	19.18	19.08	19.28	19.88	19.08	18.48	19.08	19.78	19.98	20.78	20.08
2004	19.08	19.18	19.38	19.68	19.88	18.78	19.28	19.08	19.68	20.68	20.68	20.98
2005	20.48	20.18	19.88	20.18	19.98	19.28	18.88	18.98	20.08	20.18	19.88	20.58
2006	20.58	20.38	19.98	20.08	19.78	19.48	18.68	19.28	19.68	20.68	20.88	20.48
2007	20.98	19.88	19.98	20.48	20.58	18.58	18.88	18.58	19.38	20.58	20.78	20.88
2008	20.88	20.78	20.38	20.58	20.18	19.88	19.08	19.58	20.08	20.18	20.98	20.28
2009	20.08	20.08	19.58	20.08	19.48	19.68	18.78	19.48	19.98	21.28	20.58	20.58
2010	19.78	20.08	19.68	19.98	20.18	19.48	18.98	19.28	18.88	19.48	20.08	20.28
2011	19.78	19.38	19.58	19.78	19.78	19.28	18.98	19.78	19.68	19.88	20.48	20.58
2012	20.58	19.78	19.88	20.08	19.18	18.88	22.38	20.18	20.58	19.78	19.78	21.18
2013	19.98	19.38	19.38	20.58	19.78	19.18	17.98	21.38	20.78	20.58	22.18	21.58
2014	21.78	20.38	20.38	19.98	19.58	20.38	18.98	19.98	20.58	22.18	21.78	19.98
2015	18.78	19.38	19.58	18.98	19.58	19.18	19.98	21.18	21.38	21.98	21.58	20.78
<b>MÁXIMO</b>	21.78	20.88	20.88	21.08	20.58	20.38	22.38	21.38	21.38	22.18	22.18	21.58
<b>MEDIA</b>	20.18	19.82	19.87	19.99	19.80	19.35	19.04	19.48	19.94	20.41	20.74	20.49
<b>MÍNIMO</b>	18.78	19.18	19.08	18.98	18.98	18.58	17.88	18.48	18.88	19.48	19.78	19.98
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	0.66	0.52	0.42	0.48	0.40	0.39	0.93	0.78	0.59	0.75	0.58	0.43

## 2.4 TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL GENERADA (°C) ESTACIÓN COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO

LATITUD: 6°16'28.68" - 6°22'0.03"

DEPARTAMENTO: AMAZONAS

LONGITUD: 77°45'36.38" - 77°50'53.43"

PROVINCIA: CHACHAPOYAS

ALTITUD: 3060 m.s.n.m.

DISTRITOS: LEVANTO Y SAN ISIDRO DEL MAINO

Factor a restar = -3.021

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1996	4.08	3.78	3.88	3.98	3.88	3.38	2.88	3.68	3.88	3.48	4.28	4.08
1997	3.98	3.38	3.68	3.78	3.78	3.18	2.18	2.48	3.48	4.28	4.58	4.38
1998	4.18	4.08	4.08	4.28	3.88	3.58	3.58	3.88	3.58	3.98	4.48	4.08
1999	3.68	3.58	3.88	3.78	3.78	3.28	2.58	2.78	3.58	3.78	4.58	4.18
2000	4.38	3.48	4.48	3.88	3.38	3.58	2.98	2.78	4.48	4.78	4.88	4.08
2001	4.58	4.88	4.88	5.08	4.58	3.48	3.38	3.58	3.98	4.78	4.78	4.78
2002	3.98	3.18	3.78	3.38	2.98	3.48	1.88	2.68	3.28	3.68	4.78	4.08
2003	3.98	3.18	3.08	3.28	3.88	3.08	2.48	3.08	3.78	3.98	4.78	4.08
2004	3.08	3.18	3.38	3.68	3.88	2.78	3.28	3.08	3.68	4.68	4.68	4.98
2005	4.48	4.18	3.88	4.18	3.98	3.28	2.88	2.98	4.08	4.18	3.88	4.58
2006	4.58	4.38	3.98	4.08	3.78	3.48	2.68	3.28	3.68	4.68	4.88	4.48
2007	4.98	3.88	3.98	4.48	4.58	2.58	2.88	2.58	3.38	4.58	4.78	4.88
2008	4.88	4.78	4.38	4.58	4.18	3.88	3.08	3.58	4.08	4.18	4.98	4.28
2009	4.08	4.08	3.58	4.08	3.48	3.68	2.78	3.48	3.98	5.28	4.58	4.58
2010	3.78	4.08	3.68	3.98	4.18	3.48	2.98	3.28	2.88	3.48	4.08	4.28
2011	3.78	3.38	3.58	3.78	3.78	3.28	2.98	3.78	3.68	3.88	4.48	4.58
2012	3.98	4.48	4.38	4.28	2.78	2.38	3.58	3.58	3.38	4.38	6.78	5.38
2013	7.98	6.38	5.98	2.18	5.98	3.58	1.18	2.38	2.78	4.58	1.98	5.18
2014	5.38	4.98	5.78	5.98	5.78	2.18	2.18	2.98	3.98	3.58	2.78	5.98
2015	2.38	4.98	4.98	5.98	3.18	4.18	2.38	2.98	3.98	4.78	4.58	5.78
<b>MÁXIMO</b>	7.98	6.38	5.98	5.98	5.98	4.18	3.58	3.88	4.48	5.28	6.78	5.98
<b>MEDIA</b>	4.31	4.11	4.16	4.13	3.98	3.29	2.74	3.14	3.68	4.25	4.48	4.63
<b>MÍNIMO</b>	2.38	3.18	3.08	2.18	2.78	2.18	1.18	2.38	2.78	3.48	1.98	4.08
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	1.08	0.81	0.75	0.86	0.79	0.49	0.58	0.45	0.41	0.51	0.92	0.57

## ANEXO 3: PRECIPITACIÓN

### 3.1 PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ESTACIÓN CHACHAPOYAS

LATITUD: 06°12'30.0"

DEPARTAMENTO: AMAZONAS

LONGITUD: 77°52'01.8"

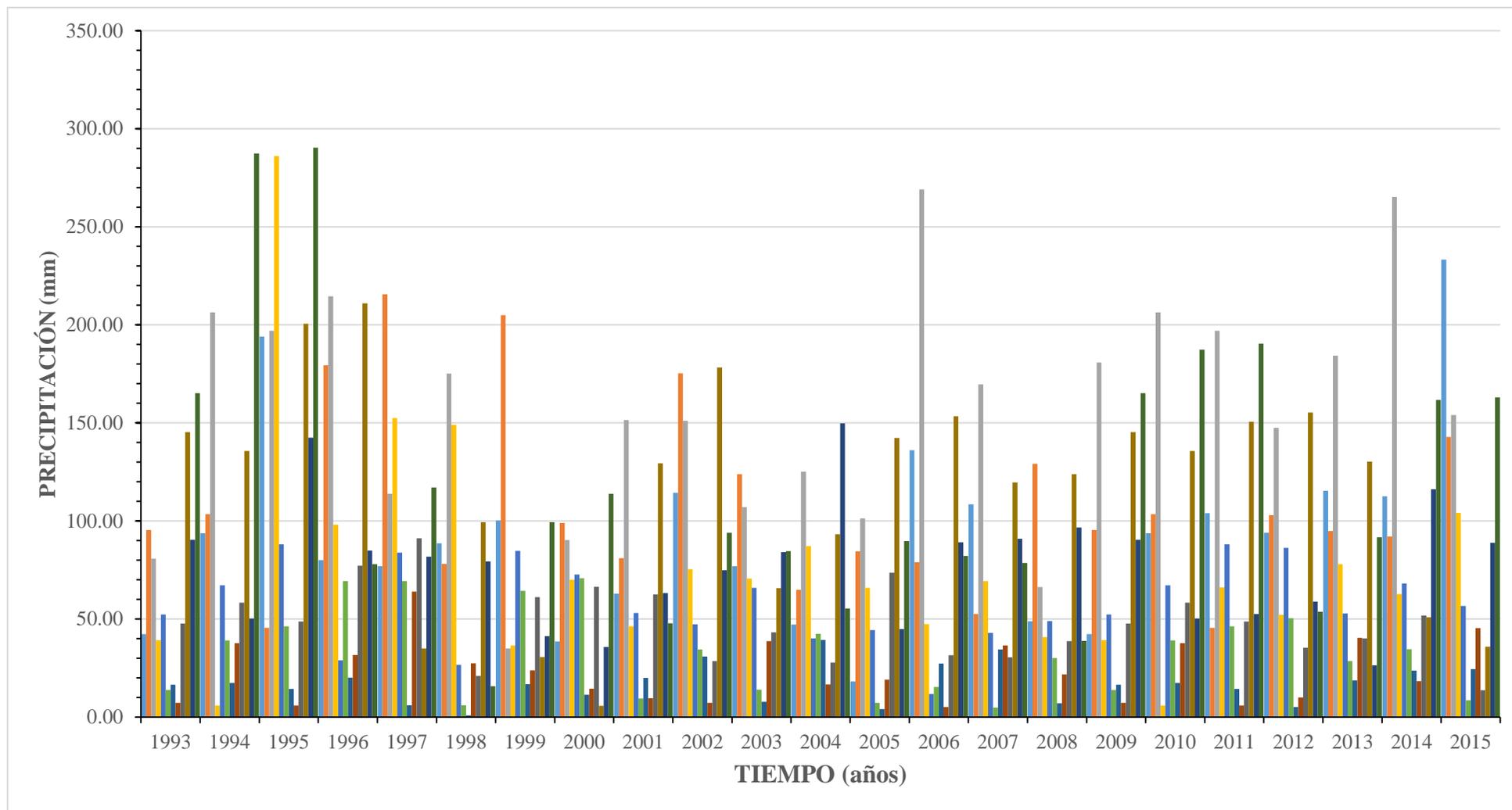
PROVINCIA: CHACHAPOYAS

ALTITUD: 2 490 m.s.n.m.

DISTRITO: CHACHAPOYAS

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1993	42.30	95.40	80.80	39.20	52.30	13.80	16.50	7.20	47.70	145.30	90.40	165.10	796.00
1994	93.70	103.40	206.30	5.80	67.10	39.10	17.40	37.60	58.30	135.70	50.20	287.40	1102.00
1995	194.00	45.50	197.00	286.10	88.10	46.20	14.30	5.80	48.70	200.50	142.50	290.40	1559.10
1996	80.00	179.40	214.50	98.10	28.90	69.30	20.10	31.60	77.20	210.90	84.80	77.90	1172.70
1997	76.90	215.60	113.80	152.50	83.80	69.30	6.00	64.00	91.20	34.90	81.80	117.00	1106.80
1998	88.60	78.10	175.10	149.00	26.60	6.00	0.90	27.40	21.00	99.40	79.30	15.70	767.10
1999	100.30	204.90	35.00	36.50	84.70	64.30	16.70	23.80	61.10	30.60	41.20	99.30	798.40
2000	38.60	99.00	90.30	70.00	72.70	70.80	11.40	14.40	66.40	5.70	35.70	113.80	688.80
2001	62.90	81.00	151.40	46.20	53.10	9.40	20.00	9.50	62.50	129.30	63.20	47.80	736.30
2002	114.30	175.30	151.00	75.40	47.30	34.50	30.80	7.30	28.60	178.20	74.90	93.90	1011.50
2003	76.90	123.80	107.10	70.60	65.90	13.90	7.80	38.70	43.20	65.70	84.10	84.60	782.30
2004	47.20	64.90	125.10	87.20	40.10	42.40	39.30	16.60	27.80	93.20	149.80	55.40	789.00
2005	18.10	84.50	101.30	65.90	44.30	7.30	4.00	19.10	73.60	142.30	44.80	89.70	694.90
2006	136.00	78.90	269.10	47.40	11.70	15.30	27.20	5.10	31.50	153.40	89.10	82.10	946.80
2007	108.50	52.50	169.60	69.30	42.90	4.80	34.40	36.50	30.50	119.60	90.90	78.60	838.10
2008	48.80	129.10	66.20	40.70	49.00	30.10	7.00	21.80	38.70	123.80	96.70	38.80	690.70
2009	42.30	95.40	180.80	39.20	52.30	13.80	16.50	7.20	47.70	145.30	90.40	165.10	896.00
2010	93.70	103.40	206.30	5.80	67.10	39.10	17.40	37.60	58.30	135.70	50.20	187.40	1002.00
2011	104.00	45.50	197.00	66.10	88.10	46.20	14.30	5.80	48.70	150.50	52.50	190.40	1009.10
2012	94.00	103.00	147.40	52.10	86.30	50.30	5.10	10.00	35.40	155.30	58.80	53.70	851.40
2013	115.40	94.80	184.20	77.90	52.80	28.60	18.70	40.30	40.10	130.30	26.30	91.70	901.10
2014	112.50	92.10	265.20	62.70	68.10	34.60	23.70	18.30	51.70	50.80	116.10	161.70	1057.50
2015	233.20	142.80	154.00	104.10	56.60	8.50	24.50	45.30	13.70	35.80	88.80	163.00	1070.30
<b>MÁX</b>	233.20	215.60	269.10	286.10	88.10	70.80	39.30	64.00	91.20	210.90	149.80	290.40	1559.10
<b>MEDIA</b>	92.27	108.19	156.02	75.99	57.82	32.94	17.13	23.08	47.98	116.18	77.50	119.59	924.69
<b>MÍN.</b>	18.10	45.50	35.00	5.80	11.70	4.80	0.90	5.10	13.70	5.70	26.30	15.70	688.80
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	49.00	47.27	60.09	58.34	20.85	22.00	9.86	15.94	18.97	55.53	31.36	72.15	201.98

### 3.2 SERIE HISTÓRICA DE PRECIPITACIÓN – ESTACIÓN CHACHAPOYAS



### 3.3 PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ESTACIÓN LEIMEBAMBA

LATITUD: 06°33'00.0"

DEPARTAMENTO: AMAZONAS

LONGITUD: 77°48'00.0"

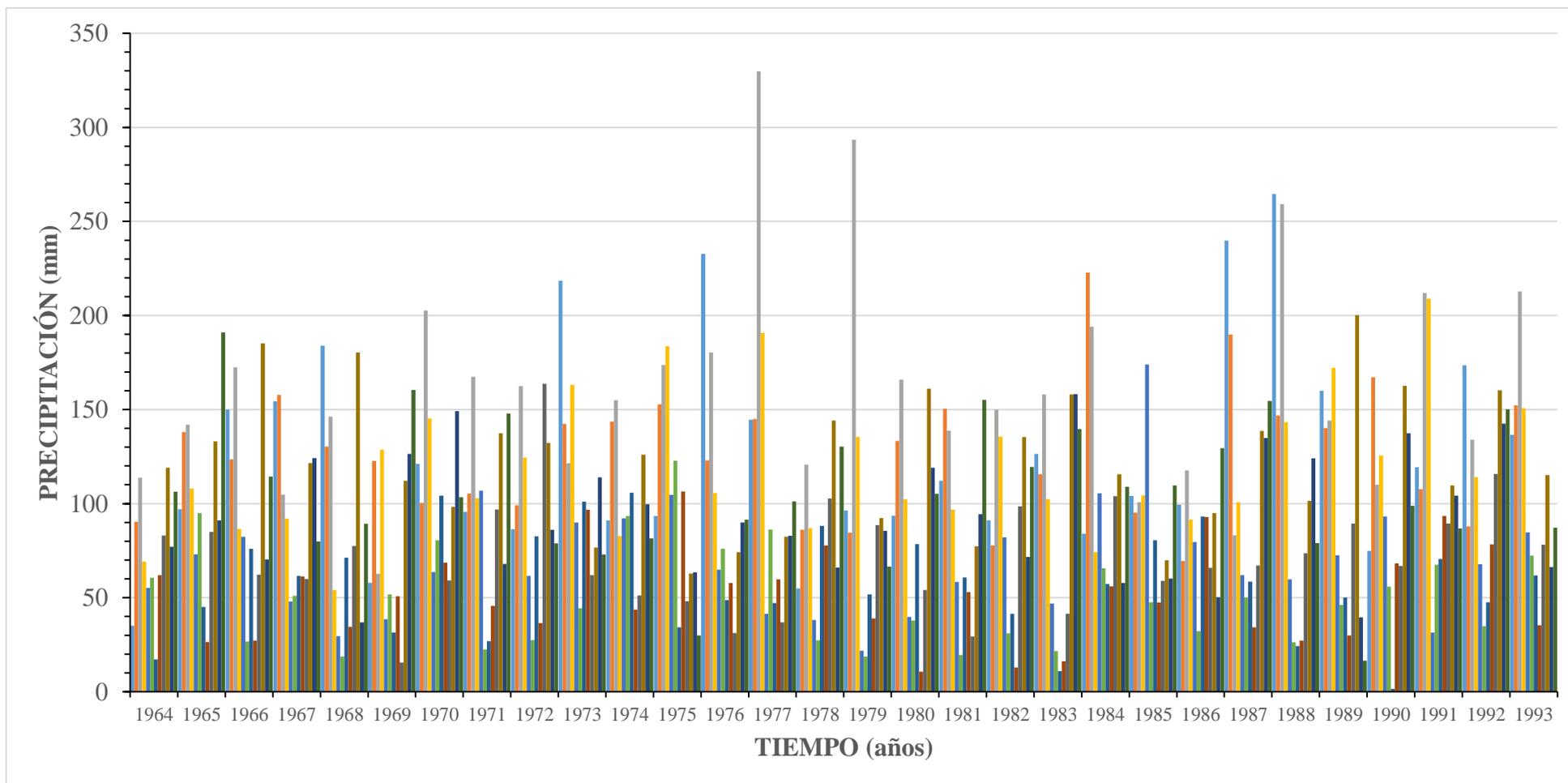
PROVINCIA: CHACHAPOYAS

ALTITUD: 2 779 m.s.n.m.

DISTRITO: MARISCAL CASTILLA

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1964	35	90.4	113.8	69.1	55.1	60.6	17.2	62	83	119	77	106.3	888.50
1965	97	138	142	108	73	95	45	26.5	85	133	91	191	1224.50
1966	150	123.5	172.5	86.5	82.4	26.7	76	27.2	62.2	185.2	70.3	114.3	1176.80
1967	154.4	157.8	104.8	92	48	51	61.5	61.2	59.9	121.5	124.2	79.8	1116.10
1968	183.90	130.3	146.3	54	29.5	18.7	71.2	34.5	77.5	180.3	36.8	89.3	1052.30
1969	58	122.7	62.7	128.7	38.5	51.7	31.5	50.7	15.5	112.2	126.4	160.4	959.00
1970	121.2	100.4	202.7	145.2	63.6	80.5	104.3	68.6	59.2	98.3	149.1	103.4	1296.50
1971	95.6	105.4	167.5	102.9	106.9	22.5	26.9	45.6	96.9	137.4	67.9	147.9	1123.40
1972	86.4	99.1	162.5	124.5	61.5	27.4	82.6	36.4	163.7	132.2	86.1	78.8	1141.20
1973	218.5	142.3	121.4	163.2	89.9	44.4	101	96.7	62	76.7	114	72.9	1303.00
1974	91.1	143.6	155	82.8	92.2	93.4	105.7	43.6	51.2	126	99.7	81.5	1165.80
1975	93.4	152.7	173.7	183.6	104.7	122.8	34.2	106.5	48.1	62.8	63.5	29.9	1175.90
1976	232.8	123	180.3	105.6	64.9	76	48.7	57.8	31.2	74.1	90	91.5	1175.90
1977	144.6	145	329.8	190.8	41.4	86.2	47.1	59.8	36.9	82.4	82.9	101.2	1348.10
1978	54.9	86.1	120.7	86.9	38.1	27.3	88.1	77.8	102.7	144.1	66	130.3	1023.00
1979	96.4	84.5	293.4	135.4	21.8	18.7	51.7	38.9	88.6	92.3	85.5	66.6	1073.80
1980	93.6	133.4	165.9	102.3	39.8	37.9	78.5	10.7	54.1	161.1	119	105.2	1101.50
1981	112.2	150.4	138.8	96.7	58.3	19.5	60.7	52.9	29.4	77.3	94.4	155.1	1045.70
1982	91.1	77.8	149.9	135.5	82.1	31	41.4	12.9	98.5	135.4	71.6	119.5	1046.70
1983	126.4	115.6	158	102.5	46.8	21.6	10.9	16.2	41.4	158	158.1	139.6	1095.10
1984	84	222.8	194.1	74.1	105.5	65.5	57.3	56	104	115.6	57.8	108.9	1245.60
1985	104.1	95.2	100.8	104.4	174	47.5	80.5	47.4	58.9	69.8	60.1	109.7	1052.40
1986	99.4	69.4	117.7	91.5	79.5	32.1	93.2	92.9	65.8	95	50.2	129.4	1016.10
1987	239.8	189.9	83.1	100.8	62	50	58.5	34.3	67.1	138.6	134.9	154.6	1313.60
1988	264.6	146.8	259.2	143.3	59.7	26.4	24.2	27.2	73.6	101.5	124	79	1329.50
1989	159.9	140.1	144.1	172.2	72.5	46.2	50	30	89.4	200.2	39.5	16.5	1160.60
1990	74.9	167.2	110	125.6	93.1	55.8	1.5	68.2	66.8	162.6	137.3	98.8	1161.80
1991	119.3	107.7	211.9	208.9	31.4	67.5	70.6	93.4	89.4	109.7	104.2	86.8	1300.80
1992	173.5	87.9	133.9	114.1	67.8	34.8	47.5	78.3	115.8	160.3	142.5	150.1	1306.50
1993	136.6	152.2	212.8	150.7	84.7	72.3	61.8	35.4	78.2	115.2	66.3	87.2	1253.40
MÁXIMO	264.6	222.8	329.8	208.9	174	122.8	105.7	106.5	163.7	200.2	158.1	191	1348.1
MEDIA	126.42	126.71	160.98	119.39	68.96	50.37	57.64	51.65	71.87	122.59	93.01	106.18	1155.77
MÍNIMO	35	69.4	62.7	54	21.8	18.7	1.5	10.7	15.5	62.8	36.8	16.5	888.5
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	56.71	34.60	58.48	37.59	30.82	26.91	27.51	25.51	29.82	36.17	33.45	37.92	118.89

### 3.4 SERIE HISTÓRICA DE PRECIPITACIÓN – ESTACIÓN LEIMEBAMBA



### 3.5 PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) ESTACIÓN QUEBRADA SHUGAR

LATITUD: 06°41'16.0"

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

LONGITUD: 78°27'25.0"

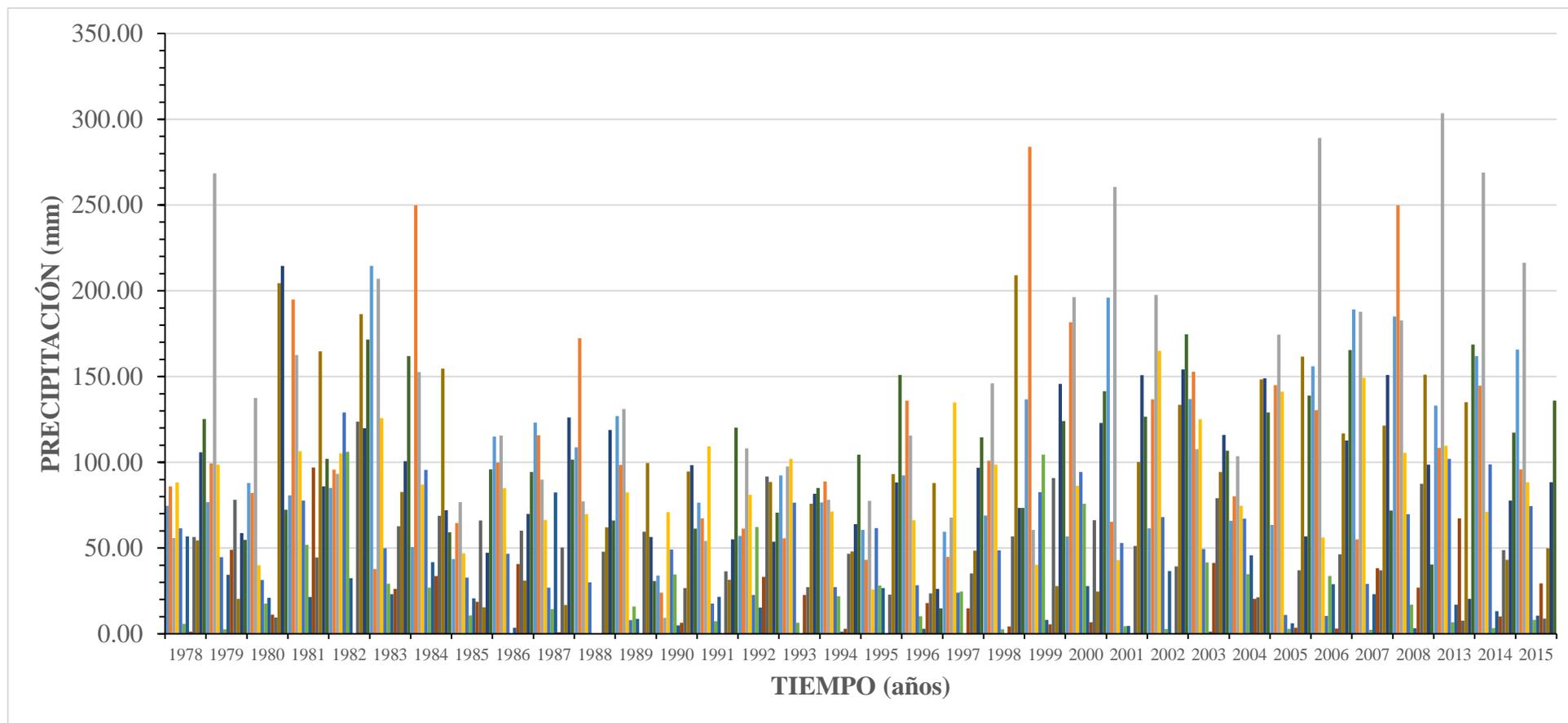
PROVINCIA: HUALGAYOC

ALTITUD: 3 293 m.s.n.m.

DISTRITO: BAMBAMARCA

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1978	74.70	85.90	55.90	88.30	61.50	5.80	56.70	1.20	56.50	54.40	105.80	125.30	772.00
1979	76.80	99.40	268.50	98.70	44.60	2.60	34.40	48.90	78.10	20.30	58.70	54.80	885.80
1980	87.90	82.20	137.50	40.00	31.30	17.60	21.00	11.20	9.50	204.50	214.60	72.30	929.60
1981	80.70	195.00	162.60	106.50	77.70	51.80	21.40	96.90	44.50	164.70	85.90	102.00	1189.70
1982	85.10	95.80	93.30	105.20	129.00	106.20	32.40	0.00	123.70	186.40	119.90	171.50	1248.50
1983	214.50	37.80	207.00	125.70	49.90	29.20	23.10	26.20	62.70	82.80	100.70	161.90	1121.50
1984	50.70	249.90	152.60	87.00	95.60	26.90	41.80	33.70	68.80	154.60	72.10	59.20	1092.90
1985	43.60	64.60	76.80	47.00	32.70	10.70	20.70	18.70	66.10	15.50	47.20	95.90	539.50
1986	115.00	99.90	115.60	84.90	46.70	0.00	3.50	40.70	60.10	31.10	69.90	94.30	761.70
1987	123.10	115.70	90.00	66.40	26.90	14.40	82.40	0.90	50.40	16.80	126.20	101.62	814.82
1988	108.80	172.30	77.20	69.70	30.00	0.00	0.00	0.00	47.90	62.10	118.90	66.10	753.00
1989	126.90	98.50	131.10	82.50	7.90	16.00	8.70	0.00	59.50	99.60	56.50	30.80	718.00
1990	33.90	24.00	9.30	70.90	49.10	34.60	4.90	6.40	26.60	94.60	98.40	61.30	514.00
1991	76.40	67.30	54.10	109.30	17.60	7.40	21.60	0.00	36.40	31.50	55.00	120.20	596.80
1992	57.00	61.30	108.10	81.10	22.60	62.20	15.30	33.20	91.80	88.50	53.70	70.60	745.40
1993	92.30	55.70	97.50	102.00	76.40	6.50	0.00	22.60	27.20	75.80	81.60	85.10	722.70
1994	76.70	88.90	78.20	71.20	27.20	21.90	1.20	2.90	46.70	48.10	63.90	104.40	631.30
1995	60.50	43.20	77.60	25.80	61.70	28.10	26.70	0.00	22.80	93.10	88.30	150.90	678.70
1996	92.40	135.90	115.60	66.30	28.30	10.30	3.00	17.90	23.50	87.90	26.20	14.90	622.20
1997	59.50	44.80	67.70	134.90	24.00	24.60	0.00	14.90	35.20	48.50	96.80	114.50	665.40
1998	69.00	100.90	146.00	98.70	48.70	2.60	0.00	4.30	56.80	209.10	73.40	73.40	882.90
1999	136.70	284.00	60.50	40.20	82.60	104.50	8.20	5.50	90.90	27.90	145.70	124.00	1110.70
2000	56.70	181.60	196.30	86.30	94.40	75.90	27.80	6.70	66.30	24.70	122.90	141.50	1081.10
2001	196.00	65.30	260.50	43.00	52.90	4.50	4.60	0.30	51.20	100.10	150.80	126.70	1055.90
2002	61.50	136.70	197.60	165.00	68.10	2.80	36.60	0.30	39.30	133.50	154.10	174.60	1170.10
2003	136.80	152.70	107.70	125.10	49.40	41.60	1.30	41.30	79.10	94.30	115.90	106.80	1052.00
2004	65.90	80.10	103.50	74.60	67.10	34.80	45.70	20.30	21.20	148.30	148.90	129.00	939.40
2005	63.50	144.90	174.50	141.20	11.00	2.90	6.10	3.50	37.10	161.60	56.80	138.90	942.00
2006	156.00	130.50	289.20	56.10	10.40	33.70	28.90	3.10	46.40	116.80	112.70	165.40	1149.20
2007	189.10	55.10	187.80	149.30	29.00	2.30	23.10	38.20	37.00	121.40	151.00	71.90	1055.20
2008	185.10	249.80	182.70	105.50	69.70	17.00	3.20	27.00	87.50	151.10	98.60	40.40	1217.60
2013	133.00	108.40	303.50	109.70	102.00	6.80	17.00	67.30	7.60	135.00	20.30	168.60	1179.20
2014	162.00	144.60	268.90	71.10	98.80	3.40	13.10	10.10	48.80	43.20	77.70	117.30	1059.00
2015	165.80	95.90	216.40	88.40	74.50	8.10	10.60	29.40	8.90	49.80	88.40	135.90	972.10
MÁXIMO	214.50	284.00	303.50	165.00	129.00	106.20	82.40	96.90	123.70	209.10	214.60	174.60	1248.50
MEDIA	103.34	113.19	143.27	88.75	52.92	24.05	18.97	18.64	50.47	93.46	95.81	105.06	901.21
MÍNIMO	33.90	24.00	9.30	25.80	7.90	0.00	0.00	0.00	7.60	15.50	20.30	14.90	514.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	48.86	62.87	75.68	32.74	30.10	27.61	18.61	22.05	26.16	56.25	41.48	42.22	222.59

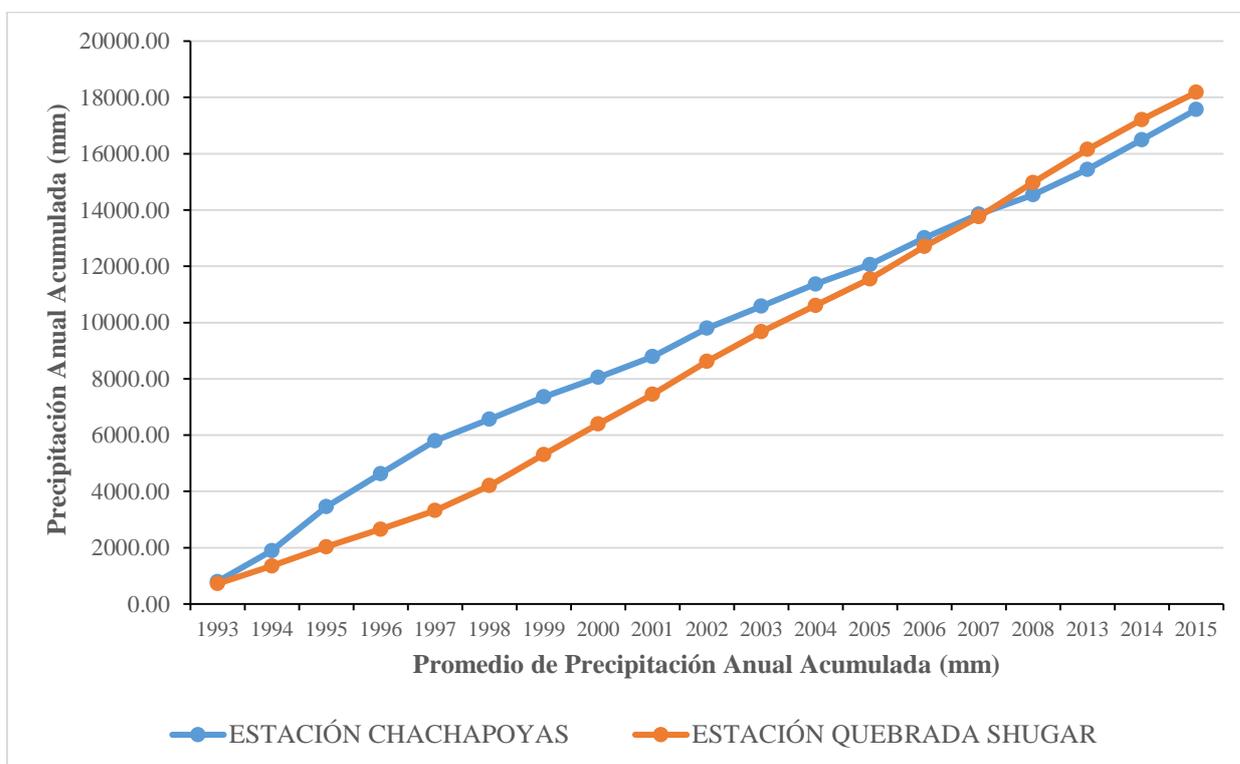
### 3.6 SERIE HISTÓRICA DE PRECIPITACIÓN – ESTACIÓN QUEBRADA SHUGAR



### 3.7 ANÁLISIS DE DOBLE MASA DE DATOS DE PRECIPITACIÓN CHACHAPOYAS – Q. SHUGAR

AÑO	CHACHAPOYAS	CHACHAPOYAS ACUMULADO	QUEBRADA SHUGAR	QUEBRADA SHUGAR ACUMULADO	PROMEDIO	PROMEDIO ACUMULADO
1993	796.00	796.00	722.70	722.70	759.35	759.35
1994	1102.10	1898.10	631.30	1354.00	866.70	1626.05
1995	1559.10	3457.20	678.70	2032.70	1118.90	2744.95
1996	1172.70	4629.90	622.20	2654.90	897.45	3642.40
1997	1166.80	5796.70	665.40	3320.30	916.10	4558.50
1998	767.10	6563.80	882.90	4203.20	825.00	5383.50
1999	798.40	7362.20	1110.70	5313.90	954.55	6338.05
2000	688.80	8051.00	1081.10	6395.00	884.95	7223.00
2001	736.30	8787.30	1055.90	7450.90	896.10	8119.10
2002	1011.50	9798.80	1170.10	8621.00	1090.80	9209.90
2003	782.30	10581.10	1052.00	9673.00	917.15	10127.05
2004	789.00	11370.10	939.40	10612.40	864.20	10991.25
2005	694.90	12065.00	942.00	11554.40	818.45	11809.70
2006	946.80	13011.80	1149.20	12703.60	1048.00	12857.70
2007	838.10	13849.90	1055.20	13758.80	946.65	13804.35
2008	690.70	14540.60	1217.60	14976.40	954.15	14758.50
2013	901.10	15441.70	1179.20	16155.60	1040.15	15798.65
2014	1057.50	16499.20	1059.00	17214.60	1058.25	16856.90
2015	1070.30	17569.50	972.10	18186.70	1021.20	17878.10

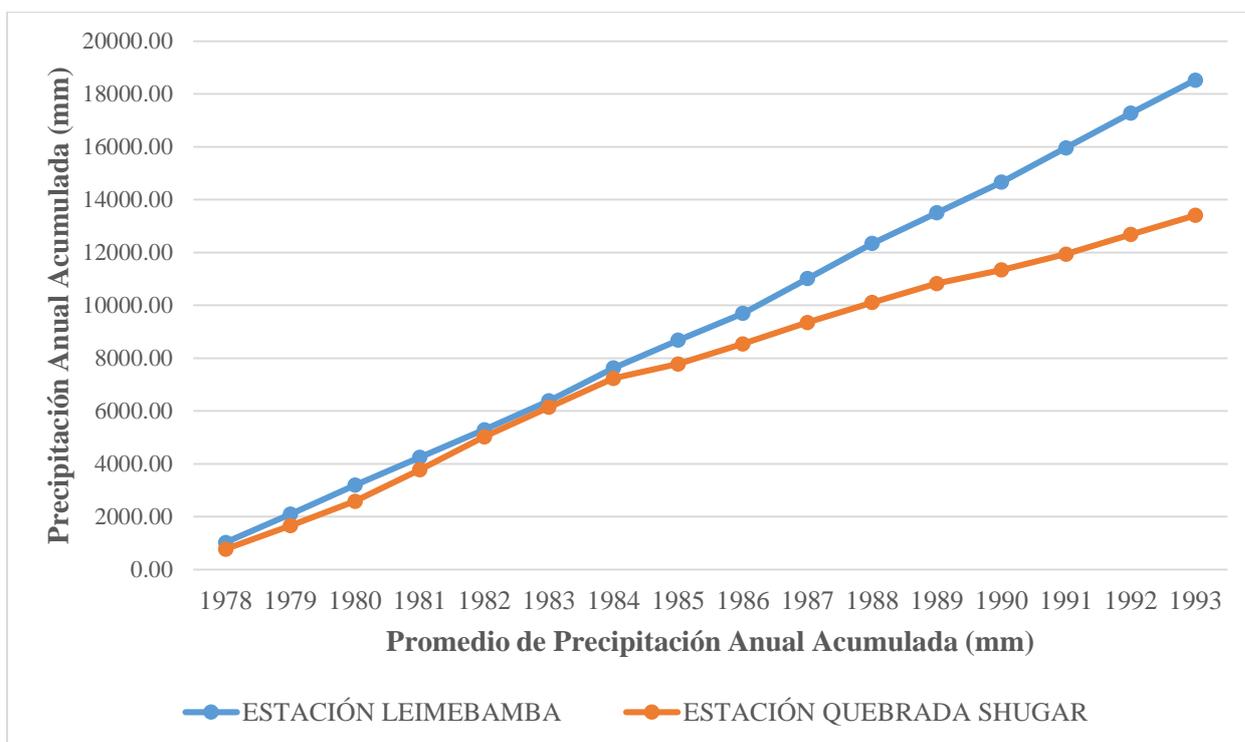
### 3.8 DIAGRAMA DE DOBLE MASA CHACHAPOYAS – Q. SHUGAR



### 3.9 ANÁLISIS DE DOBLE MASA DE DATOS DE PRECIPITACIÓN LEIMEBAMBA – Q. SHUGAR

AÑO	LEIMEBAMBA	LEIMEBAMBA ACUMULADO	QUEBRADA SHUGAR	QUEBRADA SHUGAR ACUMULADO	PROMEDIO	PROMEDIO ACUMULADO
1978	1023.00	1023.00	772.00	772.00	897.50	897.50
1979	1073.80	2096.80	885.80	1657.80	979.80	1877.30
1980	1101.50	3198.30	929.60	2587.40	1015.55	2892.85
1981	1045.70	4244.00	1189.70	3777.10	1117.70	4010.55
1982	1046.70	5290.70	1248.50	5025.60	1147.60	5158.15
1983	1095.10	6385.80	1121.50	6147.10	1108.30	6266.45
1984	1245.60	7631.40	1092.90	7240.00	1169.25	7435.70
1985	1052.40	8683.80	539.50	7779.50	795.95	8231.65
1986	1016.10	9699.90	761.70	8541.20	888.90	9120.55
1987	1313.60	11013.50	814.82	9356.02	1064.21	10184.76
1988	1329.50	12343.00	753.00	10109.02	1041.25	11226.01
1989	1160.60	13503.60	718.00	10827.02	939.30	12165.31
1990	1161.80	14665.40	514.00	11341.02	837.90	13003.21
1991	1300.80	15966.20	596.80	11937.82	948.80	13952.01
1992	1306.50	17272.70	745.40	12683.22	1025.95	14977.96
1993	1253.40	18526.10	722.70	13405.92	988.05	15966.01

### 3.10 DIAGRAMA DE DOBLE MASA LEIMEBAMBA – Q. SHUGAR



### 3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico, consiste en las pruebas “t” de Student y “F” de Fischer, se realizó con el objetivo de confirmar o descartar los quiebres identificados en el análisis de doble masa. En el siguiente cuadro se presentan los estadísticos (Longitud Muestra: n; Media:  $\bar{X}$  y Desviación Estándar: S), de los períodos confiables y dudosos.

ESTACIÓN	PARÁMETRO	PERÍODO		LONGITUD MUESTRAL		MEDIA		DESVIACIÓN ESTÁNDAR	
		DUDOSO	CONFIABLE	n1	n2	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	S1	S2
CHACHAPOYAS	PRECIPITACIÓN	1993-1997		60		95.61		74.38	
			1998-2015		216		71.90		53.42

En el siguiente cuadro, se muestra los resultados de la prueba “t” de Student, aplicada a las medias de los períodos “dudoso” ( $\bar{X}_1$ ) y “Confiable” ( $\bar{X}_2$ ), recomendándose corregir el período dudoso del parámetro de precipitación de la Estación Chachapoyas.

PRUEBA "T" - STUDENT						
ESTACIÓN	PARÁMETRO	PARÁMETRO "T" - STUDENT				
		Calculado Tc	Tabular Tt	Relación	Resultados	Recomendación
CHACHAPOYAS	PRECIPITACIÓN	2.81	1.96	$ Tc  > Tt$	$\bar{X}_1$ y $\bar{X}_2$ No Homogéneas	Corregir Período Dudoso

En el siguiente cuadro, se muestra los resultados de la prueba “F” de Fischer, aplicada a las desviaciones estándar de los períodos “dudoso” (S1) y “Confiable” (S2), recomendándose corregir la desviación estándar de la variable precipitación de la Estación Chachapoyas.

PRUEBA "F" - FISCHER						
ESTACIÓN	PARÁMETRO	PARÁMETRO "F" - FISCHER				
		Calculado Fc	Tabular Ft	Relación	Resultados	Recomendación
CHACHAPOYAS	PRECIPITACIÓN	1.94	1.44	$ Fc  > Ft$	S1 y S2 No Homogéneas	Corregir Período Dudoso

### 3.12 PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL CORREGIDA Y EXTENDIDA (mm) ESTACIÓN CHACHAPOYAS

LATITUD: 06°12'30.0"

DEPARTAMENTO: AMAZONAS

LONGITUD: 77°52'01.8"

PROVINCIA: CHACHAPOYAS

ALTITUD: 2 490 m.s.n.m.

DISTRITO: CHACHAPOYAS

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1996	<b>60.69</b>	<b>132.08</b>	<b>157.29</b>	<b>73.69</b>	<b>23.99</b>	<b>53.00</b>	<b>17.67</b>	<b>25.93</b>	<b>58.68</b>	<b>154.70</b>	<b>64.14</b>	<b>59.18</b>	<b>881.03</b>
1997	<b>58.46</b>	<b>158.08</b>	<b>84.96</b>	<b>112.76</b>	<b>63.42</b>	<b>53.00</b>	<b>7.54</b>	<b>49.20</b>	<b>68.73</b>	<b>28.30</b>	<b>61.98</b>	<b>87.26</b>	<b>833.70</b>
1998	88.60	78.10	175.10	149.00	26.60	6.00	0.90	27.40	21.00	99.40	79.30	15.70	767.10
1999	100.30	204.90	35.00	36.50	84.70	64.30	16.70	23.80	61.10	30.60	41.20	99.30	798.40
2000	38.60	99.00	90.30	70.00	72.70	70.80	11.40	14.40	66.40	5.70	35.70	113.80	688.80
2001	62.90	81.00	151.40	46.20	53.10	9.40	20.00	9.50	62.50	129.30	63.20	47.80	736.30
2002	114.30	175.30	151.00	75.40	47.30	34.50	30.80	7.30	28.60	178.20	74.90	93.90	1011.50
2003	76.90	123.80	107.10	70.60	65.90	13.90	7.80	38.70	43.20	65.70	84.10	84.60	782.30
2004	47.20	64.90	125.10	87.20	40.10	42.40	39.30	16.60	27.80	93.20	149.80	55.40	789.00
2005	18.10	84.50	101.30	65.90	44.30	7.30	4.00	19.10	73.60	142.30	44.80	89.70	694.90
2006	136.00	78.90	269.10	47.40	11.70	15.30	27.20	5.10	31.50	153.40	89.10	82.10	946.80
2007	108.50	52.50	169.60	69.30	42.90	4.80	34.40	36.50	30.50	119.60	90.90	78.60	838.10
2008	48.80	129.10	66.20	40.70	49.00	30.10	7.00	21.80	38.70	123.80	96.70	38.80	690.70
2009	42.30	95.40	180.80	39.20	52.30	13.80	16.50	7.20	47.70	145.30	90.40	165.10	896.00
2010	93.70	103.40	206.30	5.80	67.10	39.10	17.40	37.60	58.30	135.70	50.20	187.40	1002.00
2011	104.00	45.50	197.00	66.10	88.10	46.20	14.30	5.80	48.70	150.50	52.50	190.40	1009.10
2012	94.00	103.00	147.40	52.10	86.30	50.30	5.10	10.00	35.40	155.30	58.80	53.70	851.40
2013	115.40	94.80	184.20	77.90	52.80	28.60	18.70	40.30	40.10	130.30	26.30	91.70	901.10
2014	112.50	92.10	265.20	62.70	68.10	34.60	23.70	18.30	51.70	50.80	116.10	161.70	1057.50
2015	233.20	142.80	154.00	104.10	56.60	8.50	24.50	45.30	13.70	35.80	88.80	163.00	1070.30
<b>MÁX</b>	233.20	204.90	269.10	149.00	88.10	70.80	39.30	49.20	73.60	178.20	149.80	190.40	1070.30
<b>MEDIA</b>	87.72	106.96	150.92	67.63	54.85	31.30	17.25	22.99	45.40	106.39	72.95	97.96	862.30
<b>MÍN.</b>	18.10	45.50	35.00	5.80	11.70	4.80	0.90	5.10	13.70	5.70	26.30	15.70	688.80
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	46.63	40.70	60.22	30.83	20.54	20.74	10.49	14.09	17.02	51.91	29.41	50.63	122.41

Fuente: Elaboración propia y SENAMHI

En Negrita y Cursiva: Información completada y corregida

### 3.13 PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL CORREGIDA Y EXTENDIDA (mm) ESTACIÓN LEIMEBAMBA

LATITUD: 06°33'00.0"

DEPARTAMENTO: AMAZONAS

LONGITUD: 77°48'00.0"

PROVINCIA: CHACHAPOYAS

ALTITUD: 2 779 m.s.n.m.

DISTRITO: MARISCAL CASTILLA

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1996	58.49	116.65	134.96	153.10	41.85	66.42	29.46	33.67	119.49	89.46	62.51	86.82	992.89
1997	99.03	113.60	238.19	77.85	76.49	74.96	70.82	85.45	17.91	44.32	66.36	30.51	995.48
1998	117.29	45.47	133.92	107.54	66.64	29.69	105.14	22.40	99.63	131.09	119.53	176.68	1155.01
1999	185.69	104.44	131.58	120.36	106.11	31.74	93.11	62.68	104.12	93.04	110.13	77.53	1220.52
2000	113.04	154.05	187.67	48.46	25.12	53.93	99.59	79.32	102.75	81.11	91.15	121.74	1157.93
2001	136.69	122.85	155.64	108.53	69.13	76.09	45.91	38.54	79.73	133.86	109.98	167.33	1244.28
2002	163.60	109.59	140.25	126.76	65.80	74.01	58.63	45.18	67.53	135.54	76.28	87.41	1150.56
2003	112.67	186.21	234.62	117.20	66.73	123.00	38.17	52.77	93.84	177.59	104.36	112.47	1419.61
2004	105.58	147.81	135.52	107.55	37.76	90.30	34.86	22.15	21.44	62.39	121.29	112.64	999.28
2005	167.74	121.95	202.75	140.20	94.87	39.42	103.97	81.92	104.93	175.09	70.38	120.58	1423.80
2006	82.09	86.06	140.34	176.59	57.82	23.72	66.79	38.91	62.33	129.57	60.30	66.09	990.61
2007	126.22	123.40	123.40	44.00	29.14	71.48	57.00	14.89	89.26	127.33	82.00	117.08	1005.20
2008	105.75	127.39	35.11	149.08	76.42	37.37	70.90	55.40	95.55	136.62	104.28	138.83	1132.70
2009	205.25	101.81	101.09	147.82	54.97	37.48	39.21	67.30	111.02	136.23	123.34	34.70	1160.21
2010	261.43	126.70	197.25	114.02	71.80	66.57	81.01	100.54	94.45	114.25	142.08	174.62	1544.73
2011	212.64	87.90	149.62	150.79	81.55	43.54	88.17	87.99	56.62	97.93	86.97	109.24	1252.97
2012	166.06	130.85	61.35	134.29	114.46	11.41	47.90	91.03	79.06	157.95	129.09	160.27	1283.72
2013	158.85	146.94	64.33	60.18	68.47	102.15	30.18	36.16	96.05	126.43	66.55	92.97	1049.28
2014	52.02	160.26	241.12	209.68	81.62	83.23	35.99	55.00	23.34	125.10	26.89	128.51	1222.77
2015	113.20	125.61	238.97	180.83	73.74	13.69	37.91	62.95	19.35	117.43	104.72	110.46	1198.86
<b>MÁXIMO</b>	261.43	186.21	241.12	209.68	114.46	123.00	105.14	100.54	119.49	177.59	142.08	176.68	1544.73
<b>MEDIA</b>	137.17	121.98	152.38	123.74	68.02	57.51	61.74	56.71	76.92	119.62	92.91	111.32	1180.02
<b>MÍNIMO</b>	52.02	45.47	35.11	44.00	25.12	11.41	29.46	14.89	17.91	44.32	26.89	30.51	990.61
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	52.94	30.20	60.80	43.36	23.08	30.14	26.03	25.25	32.94	33.91	28.88	41.17	156.23

Fuente: Elaboración propia y SENAMHI

En Negrita y Cursiva: Información completada y corregida

### 3.14 PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL GENERADA (mm) ESTACIÓN COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO

LATITUD: 6°16'28.68" - 6°22'0.03"

DEPARTAMENTO: AMAZONAS

LONGITUD: 77°45'36.38" - 77°50'53.43"

PROVINCIA: CHACHAPOYAS

ALTITUD: 3 060 m.s.n.m.

DISTRITOS: LEVANTO Y SAN ISIDRO DEL MAINO

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1996	73.70	146.98	170.05	192.90	52.74	83.69	37.12	42.42	150.55	112.72	78.77	109.40	1251.05
1997	124.77	143.13	300.12	98.09	96.38	94.45	89.23	107.67	22.56	55.84	83.61	38.44	1254.30
1998	147.78	57.29	168.74	135.50	83.97	37.41	132.47	28.22	125.53	165.18	150.61	222.62	1455.32
1999	233.96	131.59	165.78	151.65	133.70	39.99	117.32	78.98	131.19	117.24	138.76	97.69	1537.86
2000	142.43	194.11	236.47	61.06	31.65	67.95	125.49	99.94	129.47	102.20	114.85	153.39	1458.99
2001	172.22	154.79	196.11	136.75	87.11	95.87	57.85	48.56	100.46	168.66	138.57	210.84	1567.79
2002	206.14	138.09	176.71	159.71	82.91	93.25	73.87	56.92	85.09	170.78	96.11	110.13	1449.70
2003	141.96	234.62	295.62	147.67	84.07	154.98	48.10	66.49	118.24	223.77	131.49	141.71	1788.71
2004	133.03	186.24	170.75	135.51	47.57	113.77	43.92	27.91	27.01	78.61	152.83	141.92	1259.09
2005	211.35	153.65	255.47	176.65	119.54	49.67	131.00	103.22	132.21	220.61	88.67	151.93	1793.98
2006	103.43	108.44	176.83	222.51	72.85	29.89	84.16	49.03	78.54	163.26	75.98	83.27	1248.17
2007	159.04	155.49	155.49	55.43	36.72	90.07	71.82	18.77	112.46	160.43	103.32	147.52	1266.56
2008	133.25	160.52	44.24	187.85	96.29	47.08	89.33	69.80	120.39	172.14	131.39	174.93	1427.21
2009	258.61	128.29	127.37	186.25	69.26	47.23	49.41	84.79	139.89	171.64	155.40	43.72	1461.86
2010	329.40	159.65	248.54	143.67	90.47	83.88	102.08	126.68	119.00	143.96	179.02	220.02	1946.36
2011	267.93	110.75	188.52	189.99	102.76	54.86	111.10	110.87	71.35	123.40	109.58	137.64	1578.74
2012	209.24	164.88	77.30	169.21	144.22	14.37	60.35	114.70	99.62	199.02	162.65	201.94	1617.49
2013	200.15	185.15	81.05	75.83	86.27	128.71	38.03	45.57	121.03	159.30	83.86	117.14	1322.09
2014	65.55	201.93	303.81	264.20	102.84	104.87	45.35	69.31	29.41	157.62	33.88	161.92	1540.69
2015	142.64	158.27	301.10	227.84	92.91	17.25	47.76	79.31	24.39	147.96	131.95	139.18	1510.56
<b>MÁXIMO</b>	329.40	234.62	303.81	264.20	144.22	154.98	132.47	126.68	150.55	223.77	179.02	222.62	1946.36
<b>MEDIA</b>	172.83	153.69	192.00	155.91	85.71	72.46	77.79	71.46	96.92	150.72	117.06	140.27	1486.83
<b>MÍNIMO</b>	65.55	57.29	44.24	55.43	31.65	14.37	37.12	18.77	22.56	55.84	33.88	38.44	1248.17
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	66.70	38.05	76.61	54.63	29.08	37.98	32.80	31.81	41.50	42.72	36.38	51.87	196.85

## ANEXO 4: BASE DE DATOS – ESTIMACIÓN PANEL

### 4.1 BASE DE DATOS PARA LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO – MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN

ESTACIÓN	ID	AÑOS	SUPERFICIE COSECHADA (Ha)	PRODUCCIÓN (TM)	PRECIO REAL EN CHACRA (S./Kg)	TEMPERATURA MÁXIMA ENERO (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA ENERO (°C)	PRECIPITACIÓN TOTAL ENERO (mm)	TEMPERATURA MÁXIMA FEBRERO (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA FEBRERO (°C)	PRECIPITACIÓN TOTAL FEBRERO (mm)	TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL (°C)	PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL (mm)
CC MAINO Y LEVANTO	1	1996	223.09	3055.16	0.43	20.08	4.08	73.70	19.78	3.78	146.98	20.28	2.88	1251.05
CC MAINO Y LEVANTO	1	1997	209.36	2395.73	0.40	19.98	3.98	124.77	19.38	3.38	143.13	20.58	2.18	1254.30
CC MAINO Y LEVANTO	1	1998	299.54	3352.22	0.76	20.18	4.18	147.78	20.08	4.08	57.29	20.48	3.58	1455.32
CC MAINO Y LEVANTO	1	1999	254.11	3094.66	0.35	19.68	3.68	233.96	19.58	3.58	131.59	20.58	2.58	1537.86
CC MAINO Y LEVANTO	1	2000	257.28	3178.46	0.34	20.38	4.38	142.43	19.48	3.48	194.11	20.88	2.78	1458.99
CC MAINO Y LEVANTO	1	2001	222.81	2768.50	0.41	20.58	4.58	172.22	20.88	4.88	154.79	21.08	3.38	1567.79
CC MAINO Y LEVANTO	1	2002	266.37	3229.04	0.25	19.98	3.98	206.14	19.18	3.18	138.09	20.78	1.88	1449.70
CC MAINO Y LEVANTO	1	2003	235.92	3257.12	0.40	19.98	3.98	141.96	19.18	3.18	234.62	20.78	2.48	1788.71
CC MAINO Y LEVANTO	1	2004	218.91	2835.01	0.33	19.08	3.08	133.03	19.18	3.18	186.24	20.98	2.78	1259.09
CC MAINO Y LEVANTO	1	2005	194.44	2686.51	0.33	20.48	4.48	211.35	20.18	4.18	153.65	20.58	2.88	1793.98
CC MAINO Y LEVANTO	1	2006	203.03	3012.22	0.51	20.58	4.58	103.43	20.38	4.38	108.44	20.88	2.68	1248.17
CC MAINO Y LEVANTO	1	2007	286.04	4206.32	0.37	20.98	4.98	159.04	19.88	3.88	155.49	20.98	2.58	1266.56
CC MAINO Y LEVANTO	1	2008	318.47	4804.17	0.55	20.88	4.88	133.25	20.78	4.78	160.52	20.98	3.08	1427.21
CC MAINO Y LEVANTO	1	2009	301.24	4575.20	0.69	20.08	4.08	258.61	20.08	4.08	128.29	21.28	2.78	1461.86
CC MAINO Y LEVANTO	1	2010	258.75	3734.43	0.56	19.78	3.78	329.40	20.08	4.08	159.65	20.28	2.88	1946.36
CC MAINO Y LEVANTO	1	2011	202.24	2912.99	0.65	19.78	3.78	267.93	19.38	3.38	110.75	20.58	2.98	1578.74
CC MAINO Y LEVANTO	1	2012	248.40	3336.79	0.86	20.58	3.98	209.24	19.78	4.48	164.88	22.38	2.38	1617.49
CC MAINO Y LEVANTO	1	2013	259.42	3753.36	0.75	19.98	7.98	200.15	19.38	6.38	185.15	22.18	1.18	1322.09

CC MAINO Y LEVANTO	1	2014	235.01	3390.14	0.70	21.78	5.38	65.55	20.38	4.98	201.93	22.18	2.18	1540.69
CC MAINO Y LEVANTO	1	2015	250.38	3745.40	1.09	18.78	2.38	142.64	19.38	4.98	158.27	21.98	2.38	1510.56
CHACHAPOYAS	2	1996	31.34	429.24	0.43	23.10	7.10	60.69	22.80	6.80	132.08	23.30	5.90	881.03
CHACHAPOYAS	2	1997	29.41	336.59	0.40	23.00	7.00	58.46	22.40	6.40	158.08	23.60	5.20	833.70
CHACHAPOYAS	2	1998	42.08	470.97	0.76	23.20	7.20	88.60	23.10	7.10	78.10	23.50	6.60	767.10
CHACHAPOYAS	2	1999	35.70	434.79	0.35	22.70	6.70	100.30	22.60	6.60	204.90	23.60	5.60	798.40
CHACHAPOYAS	2	2000	36.15	446.56	0.34	23.40	7.40	38.60	22.50	6.50	99.00	23.90	5.80	688.80
CHACHAPOYAS	2	2001	31.30	388.96	0.41	23.60	7.60	62.90	23.90	7.90	81.00	24.10	6.40	736.30
CHACHAPOYAS	2	2002	37.42	453.67	0.25	23.00	7.00	114.30	22.20	6.20	175.30	23.80	4.90	1011.50
CHACHAPOYAS	2	2003	33.15	457.61	0.40	23.00	7.00	76.90	22.20	6.20	123.80	23.80	5.50	782.30
CHACHAPOYAS	2	2004	30.76	398.31	0.33	22.10	6.10	47.20	22.20	6.20	64.90	24.00	5.80	789.00
CHACHAPOYAS	2	2005	27.32	377.44	0.33	23.50	7.50	18.10	23.20	7.20	84.50	23.60	5.90	694.90
CHACHAPOYAS	2	2006	28.52	423.20	0.51	23.60	7.60	136.00	23.40	7.40	78.90	23.90	5.70	946.80
CHACHAPOYAS	2	2007	40.19	590.97	0.37	24.00	8.00	108.50	22.90	6.90	52.50	24.00	5.60	838.10
CHACHAPOYAS	2	2008	44.74	674.97	0.55	23.90	7.90	48.80	23.80	7.80	129.10	24.00	6.10	690.70
CHACHAPOYAS	2	2009	42.32	642.80	0.69	23.10	7.10	42.30	23.10	7.10	95.40	24.30	5.80	896.00
CHACHAPOYAS	2	2010	36.35	524.67	0.56	22.80	6.80	93.70	23.10	7.10	103.40	23.30	5.90	1002.00
CHACHAPOYAS	2	2011	28.41	409.26	0.65	22.80	6.80	104.00	22.40	6.40	45.50	23.60	6.00	1009.10
CHACHAPOYAS	2	2012	34.90	468.81	0.86	23.60	7.00	94.00	22.80	7.50	103.00	25.40	5.40	851.40
CHACHAPOYAS	2	2013	36.45	527.33	0.75	23.00	11.00	115.40	22.40	9.40	94.80	25.20	4.20	901.10
CHACHAPOYAS	2	2014	33.02	476.30	0.70	24.80	8.40	112.50	23.40	8.00	92.10	25.20	5.20	1057.50
CHACHAPOYAS	2	2015	35.18	526.21	1.09	21.80	5.40	233.20	22.40	8.00	142.80	25.00	5.40	1070.30
LEIMEBAMBA	3	1996	62.69	858.48	0.43	21.57	5.57	58.49	21.27	5.27	116.65	21.77	4.37	992.89
LEIMEBAMBA	3	1997	58.83	673.18	0.40	21.47	5.47	99.03	20.87	4.87	113.60	22.07	3.67	995.48
LEIMEBAMBA	3	1998	84.17	941.95	0.76	21.67	5.67	117.29	21.57	5.57	45.47	21.97	5.07	1155.01
LEIMEBAMBA	3	1999	71.40	869.57	0.35	21.17	5.17	185.69	21.07	5.07	104.44	22.07	4.07	1220.52
LEIMEBAMBA	3	2000	72.29	893.12	0.34	21.87	5.87	113.04	20.97	4.97	154.05	22.37	4.27	1157.93

LEIMEBAMBA	3	2001	62.61	777.93	0.41	22.07	6.07	136.69	22.37	6.37	122.85	22.57	4.87	1244.28
LEIMEBAMBA	3	2002	74.85	907.33	0.25	21.47	5.47	163.60	20.67	4.67	109.59	22.27	3.37	1150.56
LEIMEBAMBA	3	2003	66.29	915.22	0.40	21.47	5.47	112.67	20.67	4.67	186.21	22.27	3.97	1419.61
LEIMEBAMBA	3	2004	61.51	796.62	0.33	20.57	4.57	105.58	20.67	4.67	147.81	22.47	4.27	999.28
LEIMEBAMBA	3	2005	54.64	754.89	0.33	21.97	5.97	167.74	21.67	5.67	121.95	22.07	4.37	1423.80
LEIMEBAMBA	3	2006	57.05	846.41	0.51	22.07	6.07	82.09	21.87	5.87	86.06	22.37	4.17	990.61
LEIMEBAMBA	3	2007	80.37	1181.94	0.37	22.47	6.47	126.22	21.37	5.37	123.40	22.47	4.07	1005.20
LEIMEBAMBA	3	2008	89.49	1349.93	0.55	22.37	6.37	105.75	22.27	6.27	127.39	22.47	4.57	1132.70
LEIMEBAMBA	3	2009	84.65	1285.59	0.69	21.57	5.57	205.25	21.57	5.57	101.81	22.77	4.27	1160.21
LEIMEBAMBA	3	2010	72.71	1049.35	0.56	21.27	5.27	261.43	21.57	5.57	126.70	21.77	4.37	1544.73
LEIMEBAMBA	3	2011	56.83	818.53	0.65	21.27	5.27	212.64	20.87	4.87	87.90	22.07	4.47	1252.97
LEIMEBAMBA	3	2012	69.80	937.61	0.86	22.07	5.47	166.06	21.27	5.97	130.85	23.87	3.87	1283.72
LEIMEBAMBA	3	2013	72.90	1054.66	0.75	21.47	9.47	158.85	20.87	7.87	146.94	23.67	2.67	1049.28
LEIMEBAMBA	3	2014	66.04	952.60	0.70	23.27	6.87	52.02	21.87	6.47	160.26	23.67	3.67	1222.77
LEIMEBAMBA	3	2015	70.36	1052.43	1.09	20.27	3.87	113.20	20.87	6.47	125.61	23.47	3.87	1198.86

## 4.2 BASE DE DATOS PARA LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO – MODELO PANEL DE RENDIMIENTO

ESTACIÓN	ID	AÑOS	RENDIMIENTO (TM/Ha)	PRECIO REAL EN CHACRA (S./Kg)	TEMPERATURA MÁXIMA ENERO (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA ENERO (°C)	PRECIPITACIÓN TOTAL ENERO (mm)	TEMPERATURA MÁXIMA FEBRERO (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA FEBRERO (°C)	PRECIPITACIÓN TOTAL FEBRERO (mm)	TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL (°C)	PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL (mm)
CC MAINO Y LEVANTO	1	1996	13.69	0.43	20.08	4.08	73.70	19.78	3.78	146.98	20.28	2.88	1251.05
CC MAINO Y LEVANTO	1	1997	11.44	0.40	19.98	3.98	124.77	19.38	3.38	143.13	20.58	2.18	1254.30
CC MAINO Y LEVANTO	1	1998	11.19	0.76	20.18	4.18	147.78	20.08	4.08	57.29	20.48	3.58	1455.32
CC MAINO Y LEVANTO	1	1999	12.18	0.35	19.68	3.68	233.96	19.58	3.58	131.59	20.58	2.58	1537.86
CC MAINO Y LEVANTO	1	2000	12.35	0.34	20.38	4.38	142.43	19.48	3.48	194.11	20.88	2.78	1458.99
CC MAINO Y LEVANTO	1	2001	12.43	0.41	20.58	4.58	172.22	20.88	4.88	154.79	21.08	3.38	1567.79
CC MAINO Y LEVANTO	1	2002	12.12	0.25	19.98	3.98	206.14	19.18	3.18	138.09	20.78	1.88	1449.70
CC MAINO Y LEVANTO	1	2003	13.81	0.40	19.98	3.98	141.96	19.18	3.18	234.62	20.78	2.48	1788.71
CC MAINO Y LEVANTO	1	2004	12.95	0.33	19.08	3.08	133.03	19.18	3.18	186.24	20.98	2.78	1259.09
CC MAINO Y LEVANTO	1	2005	13.82	0.33	20.48	4.48	211.35	20.18	4.18	153.65	20.58	2.88	1793.98
CC MAINO Y LEVANTO	1	2006	14.84	0.51	20.58	4.58	103.43	20.38	4.38	108.44	20.88	2.68	1248.17
CC MAINO Y LEVANTO	1	2007	14.71	0.37	20.98	4.98	159.04	19.88	3.88	155.49	20.98	2.58	1266.56
CC MAINO Y LEVANTO	1	2008	15.08	0.55	20.88	4.88	133.25	20.78	4.78	160.52	20.98	3.08	1427.21
CC MAINO Y LEVANTO	1	2009	15.19	0.69	20.08	4.08	258.61	20.08	4.08	128.29	21.28	2.78	1461.86
CC MAINO Y LEVANTO	1	2010	14.43	0.56	19.78	3.78	329.40	20.08	4.08	159.65	20.28	2.88	1946.36
CC MAINO Y LEVANTO	1	2011	14.40	0.65	19.78	3.78	267.93	19.38	3.38	110.75	20.58	2.98	1578.74
CC MAINO Y LEVANTO	1	2012	13.43	0.86	20.58	3.98	209.24	19.78	4.48	164.88	22.38	2.38	1617.49
CC MAINO Y LEVANTO	1	2013	14.47	0.75	19.98	7.98	200.15	19.38	6.38	185.15	22.18	1.18	1322.09
CC MAINO Y LEVANTO	1	2014	14.43	0.70	21.78	5.38	65.55	20.38	4.98	201.93	22.18	2.18	1540.69
CC MAINO Y LEVANTO	1	2015	14.96	1.09	18.78	2.38	142.64	19.38	4.98	158.27	21.98	2.38	1510.56

CHACHAPOYAS	2	1996	13.69	0.43	23.10	7.10	60.69	22.80	6.80	132.08	23.30	5.90	881.03
CHACHAPOYAS	2	1997	11.44	0.40	23.00	7.00	58.46	22.40	6.40	158.08	23.60	5.20	833.70
CHACHAPOYAS	2	1998	11.19	0.76	23.20	7.20	88.60	23.10	7.10	78.10	23.50	6.60	767.10
CHACHAPOYAS	2	1999	12.18	0.35	22.70	6.70	100.30	22.60	6.60	204.90	23.60	5.60	798.40
CHACHAPOYAS	2	2000	12.35	0.34	23.40	7.40	38.60	22.50	6.50	99.00	23.90	5.80	688.80
CHACHAPOYAS	2	2001	12.43	0.41	23.60	7.60	62.90	23.90	7.90	81.00	24.10	6.40	736.30
CHACHAPOYAS	2	2002	12.12	0.25	23.00	7.00	114.30	22.20	6.20	175.30	23.80	4.90	1011.50
CHACHAPOYAS	2	2003	13.81	0.40	23.00	7.00	76.90	22.20	6.20	123.80	23.80	5.50	782.30
CHACHAPOYAS	2	2004	12.95	0.33	22.10	6.10	47.20	22.20	6.20	64.90	24.00	5.80	789.00
CHACHAPOYAS	2	2005	13.82	0.33	23.50	7.50	18.10	23.20	7.20	84.50	23.60	5.90	694.90
CHACHAPOYAS	2	2006	14.84	0.51	23.60	7.60	136.00	23.40	7.40	78.90	23.90	5.70	946.80
CHACHAPOYAS	2	2007	14.71	0.37	24.00	8.00	108.50	22.90	6.90	52.50	24.00	5.60	838.10
CHACHAPOYAS	2	2008	15.08	0.55	23.90	7.90	48.80	23.80	7.80	129.10	24.00	6.10	690.70
CHACHAPOYAS	2	2009	15.19	0.69	23.10	7.10	42.30	23.10	7.10	95.40	24.30	5.80	896.00
CHACHAPOYAS	2	2010	14.43	0.56	22.80	6.80	93.70	23.10	7.10	103.40	23.30	5.90	1002.00
CHACHAPOYAS	2	2011	14.40	0.65	22.80	6.80	104.00	22.40	6.40	45.50	23.60	6.00	1009.10
CHACHAPOYAS	2	2012	13.43	0.86	23.60	7.00	94.00	22.80	7.50	103.00	25.40	5.40	851.40
CHACHAPOYAS	2	2013	14.47	0.75	23.00	11.00	115.40	22.40	9.40	94.80	25.20	4.20	901.10
CHACHAPOYAS	2	2014	14.43	0.70	24.80	8.40	112.50	23.40	8.00	92.10	25.20	5.20	1057.50
CHACHAPOYAS	2	2015	14.96	1.09	21.80	5.40	233.20	22.40	8.00	142.80	25.00	5.40	1070.30
LEIMEBAMBA	3	1996	13.69	0.43	21.57	5.57	58.49	21.27	5.27	116.65	21.77	4.37	992.89
LEIMEBAMBA	3	1997	11.44	0.40	21.47	5.47	99.03	20.87	4.87	113.60	22.07	3.67	995.48
LEIMEBAMBA	3	1998	11.19	0.76	21.67	5.67	117.29	21.57	5.57	45.47	21.97	5.07	1155.01
LEIMEBAMBA	3	1999	12.18	0.35	21.17	5.17	185.69	21.07	5.07	104.44	22.07	4.07	1220.52
LEIMEBAMBA	3	2000	12.35	0.34	21.87	5.87	113.04	20.97	4.97	154.05	22.37	4.27	1157.93
LEIMEBAMBA	3	2001	12.43	0.41	22.07	6.07	136.69	22.37	6.37	122.85	22.57	4.87	1244.28

LEIMEBAMBA	3	2002	12.12	0.25	21.47	5.47	163.60	20.67	4.67	109.59	22.27	3.37	1150.56
LEIMEBAMBA	3	2003	13.81	0.40	21.47	5.47	112.67	20.67	4.67	186.21	22.27	3.97	1419.61
LEIMEBAMBA	3	2004	12.95	0.33	20.57	4.57	105.58	20.67	4.67	147.81	22.47	4.27	999.28
LEIMEBAMBA	3	2005	13.82	0.33	21.97	5.97	167.74	21.67	5.67	121.95	22.07	4.37	1423.80
LEIMEBAMBA	3	2006	14.84	0.51	22.07	6.07	82.09	21.87	5.87	86.06	22.37	4.17	990.61
LEIMEBAMBA	3	2007	14.71	0.37	22.47	6.47	126.22	21.37	5.37	123.40	22.47	4.07	1005.20
LEIMEBAMBA	3	2008	15.08	0.55	22.37	6.37	105.75	22.27	6.27	127.39	22.47	4.57	1132.70
LEIMEBAMBA	3	2009	15.19	0.69	21.57	5.57	205.25	21.57	5.57	101.81	22.77	4.27	1160.21
LEIMEBAMBA	3	2010	14.43	0.56	21.27	5.27	261.43	21.57	5.57	126.70	21.77	4.37	1544.73
LEIMEBAMBA	3	2011	14.40	0.65	21.27	5.27	212.64	20.87	4.87	87.90	22.07	4.47	1252.97
LEIMEBAMBA	3	2012	13.43	0.86	22.07	5.47	166.06	21.27	5.97	130.85	23.87	3.87	1283.72
LEIMEBAMBA	3	2013	14.47	0.75	21.47	9.47	158.85	20.87	7.87	146.94	23.67	2.67	1049.28
LEIMEBAMBA	3	2014	14.43	0.70	23.27	6.87	52.02	21.87	6.47	160.26	23.67	3.67	1222.77
LEIMEBAMBA	3	2015	14.96	1.09	20.27	3.87	113.20	20.87	6.47	125.61	23.47	3.87	1198.86

**4.3 BASE DE DATOS PARA LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO – MODELO  
PANEL DE TERMOPERÍODO**

<b>AÑOS</b>	<b>SUPERFICIE COSECHADA (Ha)</b>	<b>PRODUCCIÓN (TM)</b>	<b>PRECIO REAL EN CHACRA (S/.Kg)</b>	<b>TERMOPERIODO (°C)</b>	<b>PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL (mm)</b>
1996	223.09	3055.16	0.43	17.40	1251.05
1997	209.36	2395.73	0.40	18.40	1254.30
1998	299.54	3352.22	0.76	16.90	1455.32
1999	254.11	3094.66	0.35	18.00	1537.86
2000	257.28	3178.46	0.34	18.10	1458.99
2001	222.81	2768.50	0.41	17.70	1567.79
2002	266.37	3229.04	0.25	18.90	1449.70
2003	235.92	3257.12	0.40	18.30	1788.71
2004	218.91	2835.01	0.33	18.20	1259.09
2005	194.44	2686.51	0.33	17.70	1793.98
2006	203.03	3012.22	0.51	18.20	1248.17
2007	286.04	4206.32	0.37	18.40	1266.56
2008	318.47	4804.17	0.55	17.90	1427.21
2009	301.24	4575.20	0.69	18.50	1461.86
2010	258.75	3734.43	0.56	17.40	1946.36
2011	202.24	2912.99	0.65	17.60	1578.74
2012	248.40	3336.79	0.86	20.00	1617.49
2013	259.42	3753.36	0.75	21.00	1322.09
2014	235.01	3390.14	0.70	20.00	1540.69
2015	250.38	3745.40	1.09	19.60	1510.56

1996	31.34	429.24	0.43	17.40	881.03
1997	29.41	336.59	0.40	18.40	833.70
1998	42.08	470.97	0.76	16.90	767.10
1999	35.70	434.79	0.35	18.00	798.40
2000	36.15	446.56	0.34	18.10	688.80
2001	31.30	388.96	0.41	17.70	736.30
2002	37.42	453.67	0.25	18.90	1011.50
2003	33.15	457.61	0.40	18.30	782.30
2004	30.76	398.31	0.33	18.20	789.00
2005	27.32	377.44	0.33	17.70	694.90
2006	28.52	423.20	0.51	18.20	946.80
2007	40.19	590.97	0.37	18.40	838.10
2008	44.74	674.97	0.55	17.90	690.70
2009	42.32	642.80	0.69	18.50	896.00
2010	36.35	524.67	0.56	17.40	1002.00
2011	28.41	409.26	0.65	17.60	1009.10
2012	34.90	468.81	0.86	20.00	851.40
2013	36.45	527.33	0.75	21.00	901.10
2014	33.02	476.30	0.70	20.00	1057.50
2015	35.18	526.21	1.09	19.60	1070.30
1996	62.69	858.48	0.43	17.40	992.89
1997	58.83	673.18	0.40	18.40	995.48
1998	84.17	941.95	0.76	16.90	1155.01
1999	71.40	869.57	0.35	18.00	1220.52
2000	72.29	893.12	0.34	18.10	1157.93
2001	62.61	777.93	0.41	17.70	1244.28

2002	74.85	907.33	0.25	18.90	1150.56
2003	66.29	915.22	0.40	18.30	1419.61
2004	61.51	796.62	0.33	18.20	999.28
2005	54.64	754.89	0.33	17.70	1423.80
2006	57.05	846.41	0.51	18.20	990.61
2007	80.37	1181.94	0.37	18.40	1005.20
2008	89.49	1349.93	0.55	17.90	1132.70
2009	84.65	1285.59	0.69	18.50	1160.21
2010	72.71	1049.35	0.56	17.40	1544.73
2011	56.83	818.53	0.65	17.60	1252.97
2012	69.80	937.61	0.86	20.00	1283.72
2013	72.90	1054.66	0.75	21.00	1049.28
2014	66.04	952.60	0.70	20.00	1222.77
2015	70.36	1052.43	1.09	19.60	1198.86

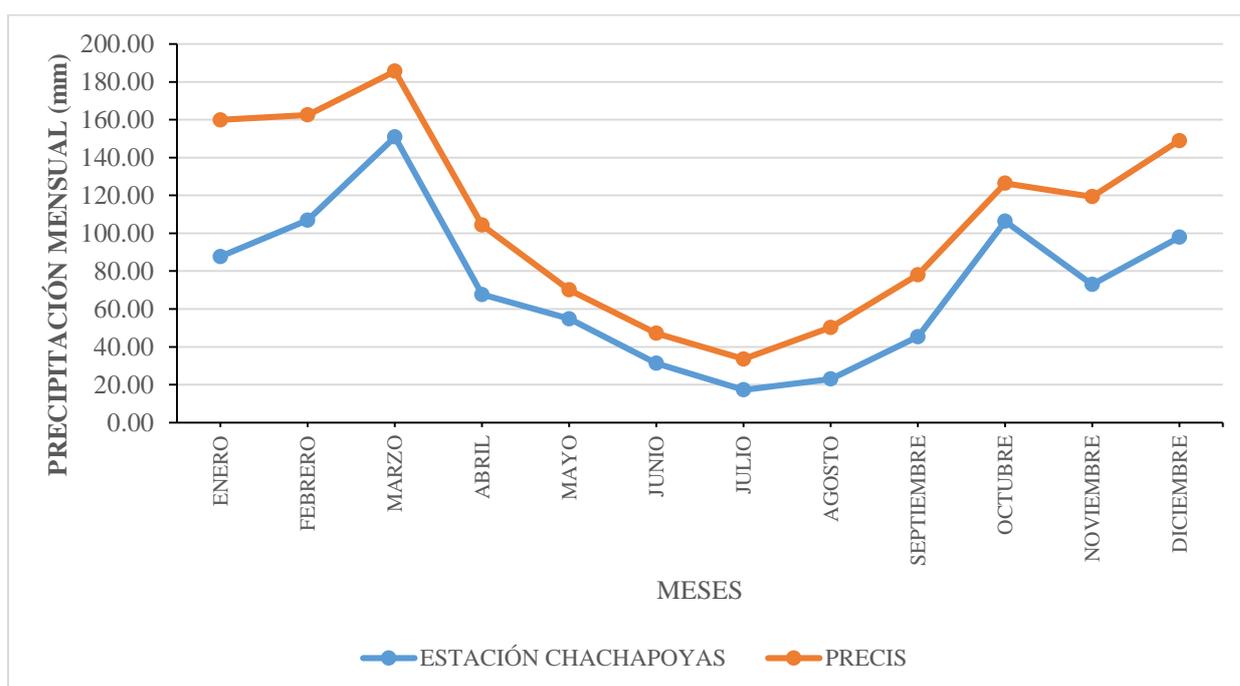
## ANEXO 5: VALIDACIÓN DEL MODELO REGIONAL PRECIS

### 5.1 ESTACIÓN CHACHAPOYAS: PARÁMETRO PRECIPITACIÓN

MESES	PRECIPITACIÓN MENSUAL		
	ESTACIÓN CHACHAPOYAS	PRECIS	BIAS
ENERO	87.72	159.96	-72.24
FEBRERO	106.96	162.56	-55.60
MARZO	150.92	185.66	-34.74
ABRIL	67.63	104.34	-36.71
MAYO	54.85	70.10	-15.25
JUNIO	31.30	47.10	-15.80
JULIO	17.25	33.52	-16.27
AGOSTO	22.99	50.27	-27.28
SEPTIEMBRE	45.40	78.10	-32.70
OCTUBRE	106.39	126.44	-20.05
NOVIEMBRE	72.95	119.32	-46.37
DICIEMBRE	97.96	148.96	-51.00

	n	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	BIAS	PEARSON	R2
OBSERVADO	12.00	71.86	40.04	0.00	1.00	1.00
PRECIS	12.00	107.19	51.15	-35.33	0.95	0.90

### 5.2 VARIACIÓN MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN DE ESTACIÓN Y PRECIS

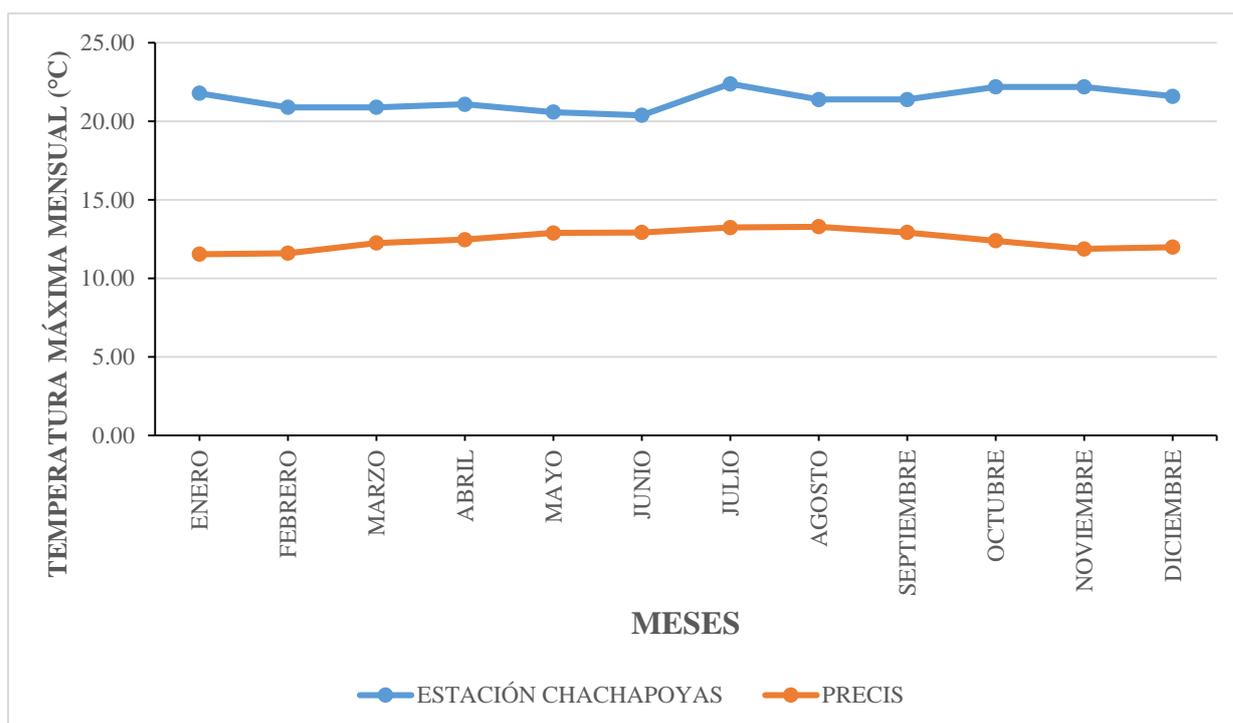


### 5.3 ESTACIÓN CHACHAPOYAS: PARÁMETRO TEMPERATURA MÁXIMA

TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL			
MESES	ESTACIÓN CHACHAPOYAS	PRECIS	BIAS
ENERO	21.78	11.54	10.24
FEBRERO	20.88	11.60	9.28
MARZO	20.88	12.25	8.63
ABRIL	21.08	12.46	8.62
MAYO	20.58	12.89	7.69
JUNIO	20.38	12.92	7.46
JULIO	22.38	13.23	9.15
AGOSTO	21.38	13.29	8.09
SEPTIEMBRE	21.38	12.92	8.46
OCTUBRE	22.18	12.39	9.79
NOVIEMBRE	22.18	11.87	10.31
DICIEMBRE	21.58	11.98	9.60

	n	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	BIAS	PEARSON	R2
OBSERVADO	12.00	21.39	0.65	0.00	1.00	1.00
PRECIS	12.00	12.45	0.61	8.94	-0.72	0.52

### 5.4 VARIACIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATURA MÁXIMA DE ESTACIÓN Y PRECIS

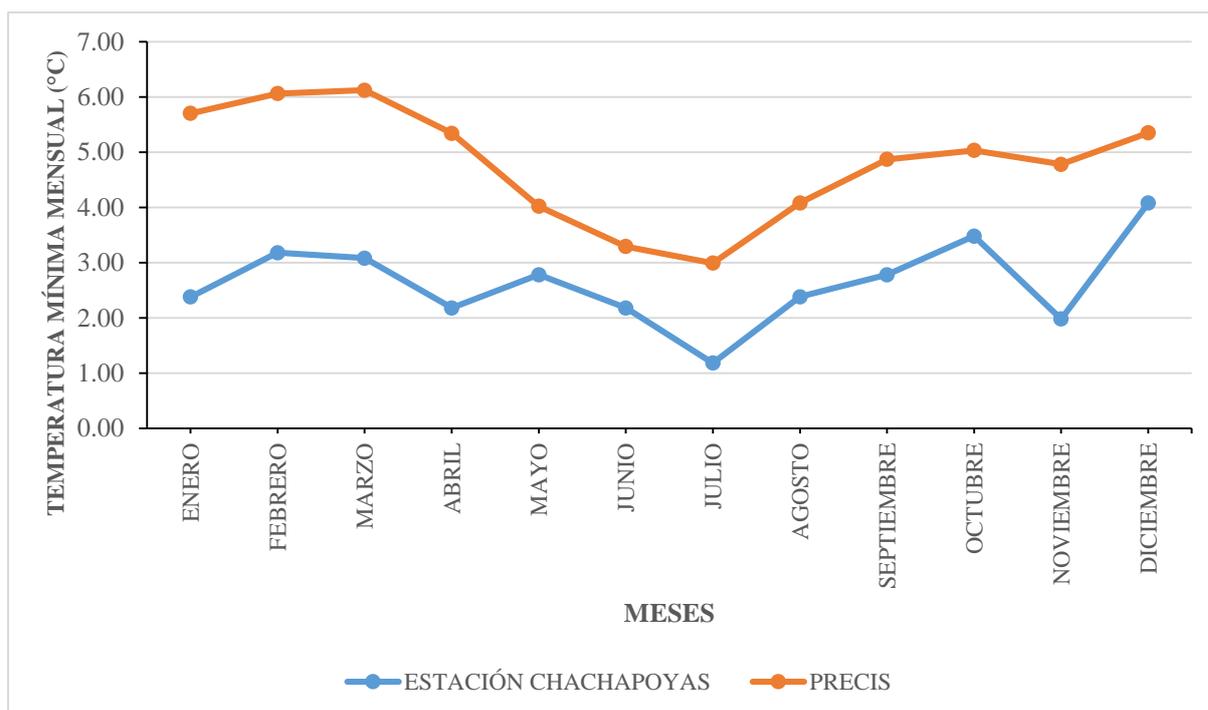


## 5.5 ESTACIÓN CHACHAPOYAS: PARÁMETRO TEMPERATURA MÍNIMA

TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL			
MESES	ESTACIÓN CHACHAPOYAS	PRECIS	BIAS
ENERO	2.38	5.70	-3.32
FEBRERO	3.18	6.06	-2.88
MARZO	3.08	6.12	-3.04
ABRIL	2.18	5.34	-3.16
MAYO	2.78	4.02	-1.24
JUNIO	2.18	3.29	-1.11
JULIO	1.18	2.99	-1.81
AGOSTO	2.38	4.08	-1.70
SEPTIEMBRE	2.78	4.87	-2.09
OCTUBRE	3.48	5.03	-1.55
NOVIEMBRE	1.98	4.78	-2.80
DICIEMBRE	4.08	5.35	-1.27

	n	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	BIAS	PEARSON	R2
OBSERVADO	12.00	2.64	0.76	0.00	1.00	1.00
PRECIS	12.00	4.80	1.02	-2.16	0.61	0.37

## 5.6 VARIACIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATURA MÍNIMA DE ESTACIÓN Y PRECIS

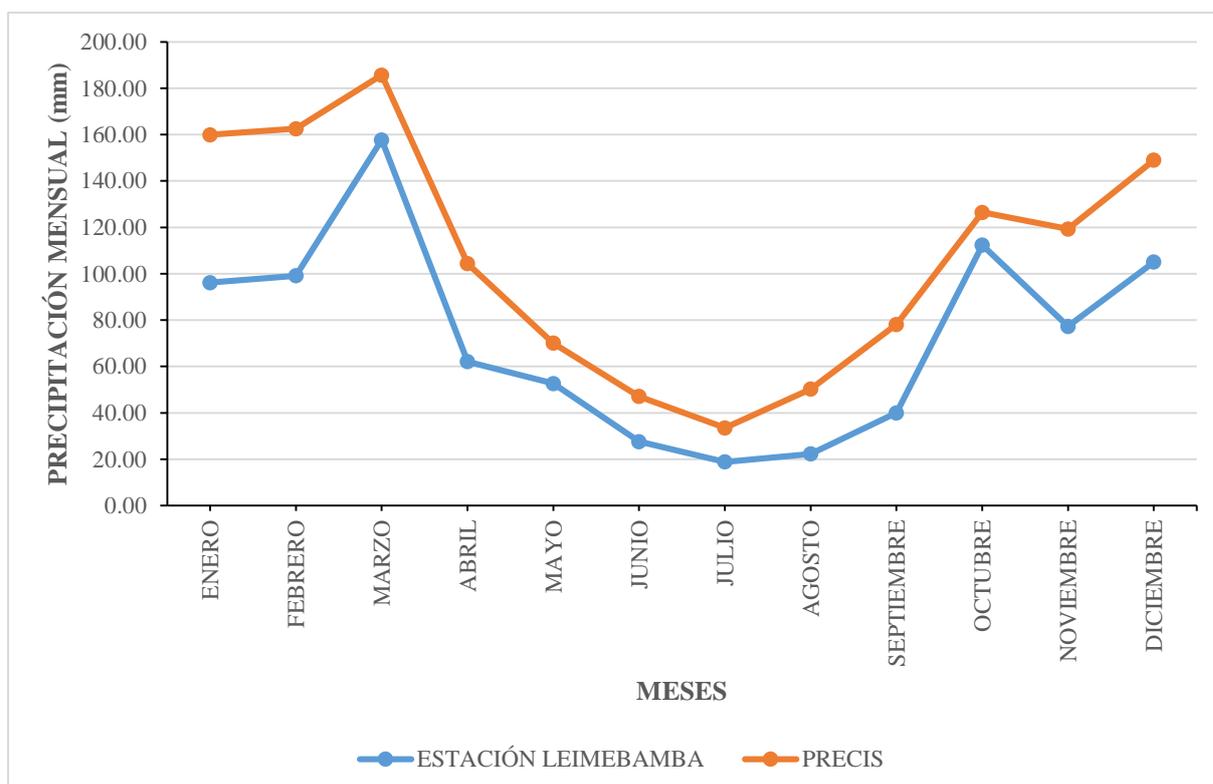


## 5.7 ESTACIÓN LEIMEBAMBA: PARÁMETRO PRECIPITACIÓN

PRECIPITACIÓN MENSUAL			
MESES	ESTACIÓN LEIMEBAMBA	PRECIS	BIAS
ENERO	96.14	159.96	-63.82
FEBRERO	99.11	162.56	-63.45
MARZO	157.75	185.66	-27.91
ABRIL	62.09	104.34	-42.25
MAYO	52.65	70.10	-17.45
JUNIO	27.61	47.10	-19.49
JULIO	18.81	33.52	-14.71
AGOSTO	22.28	50.27	-27.99
SEPTIEMBRE	39.96	78.10	-38.14
OCTUBRE	112.34	126.44	-14.10
NOVIEMBRE	77.33	119.32	-41.99
DICIEMBRE	105.04	148.96	-43.92

	n	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	BIAS	PEARSON	R2
OBSERVADO	12	72.59	42.84	0.00	1.00	1.00
PRECIS	12	107.19	51.15	-34.60	0.95	0.90

## 5.8 VARIACIÓN MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN DE ESTACIÓN Y PRECIS



## ANEXO 6: DESARROLLO DEL MODELO DE REGRESIÓN

### 6.1 MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN

#### 6.1.1 ECUACIÓN 01

The screenshot displays the EViews interface with the 'Equation: ECUACION01' window open. The window title is 'Equation: ECUACION01 Workfile: MODELO PANEL D...'. The dependent variable is 'PROD'. The method used is 'Panel EGLS (Cross-section SUR)'. The date is '05/10/18' and the time is '19:47'. The sample is '1999 2015' (adjusted) with 17 periods included. There are 3 cross-sections included, resulting in 51 total panel observations. The model includes an AR(1) process. The regression results are as follows:

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	26.43713	78.47857	0.336871	0.7379
SCOSE	14.33237	0.458303	31.27268	0.0000
PREAL(-2)	1.219159	3.380639	0.360630	0.7202
TMIN_ANUAL	0.909429	2.153088	0.422383	0.6750
TMIN_ANUAL^2	-0.028408	0.120242	-0.236254	0.8144
TMAX_ANUAL	-1.935495	6.040458	-0.320422	0.7503
TMAX_ANUAL^2	0.027478	0.110554	0.248546	0.8050
PPTOTAL	-0.000504	0.004527	-0.111262	0.9120
PPTOTAL^2	2.95E-07	2.24E-06	0.131395	0.8961
AR(1)	0.651656	0.101482	6.421398	0.0000

**Weighted Statistics**

R-squared	0.997746	Mean dependent var	8.033915
Adjusted R-squared	0.997251	S.D. dependent var	9.773887
S.E. of regression	0.656800	Sum squared resid	17.68682
F-statistic	2016.603	Durbin-Watson stat	2.642248
Prob(F-statistic)	0.000000		

**Unweighted Statistics**

R-squared	0.994593	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	499539.8	Durbin-Watson stat	2.643352

**Inverted AR Roots**

	.65
--	-----

The bottom status bar shows the path: 'Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción'.

## 6.1.2 ECUACIÓN 02

The screenshot displays the EViews interface with a panel regression equation and its results. The main window shows the equation specification, and a sub-window displays the detailed results, including coefficients, standard errors, t-statistics, and various statistics.

**Equation: ECUACION02** Workfile: MODELO PANEL D... - - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
 Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
 Date: 05/10/18 Time: 19:49  
 Sample (adjusted): 1999 2015  
 Periods included: 17  
 Cross-sections included: 3  
 Total panel (balanced) observations: 51  
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
 White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
 Convergence achieved after 15 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	42.60500	110.1248	0.386879	0.7008
SCOSE	14.33242	0.457751	31.31052	0.0000
PREAL(-2)	1.105730	3.087816	0.358095	0.7221
TMIN_ANUAL	1.076496	2.554427	0.421424	0.6756
TMIN_ANUAL^2	-0.043459	0.156986	-0.276835	0.7833
TMAX_ANUAL	-3.340459	8.643093	-0.386489	0.7011
TMAX_ANUAL^2	0.056604	0.161021	0.351530	0.7269
PPTOTAL	0.000171	0.000424	0.402364	0.6895
AR(1)	0.651758	0.101436	6.425321	0.0000

**Weighted Statistics**

R-squared	0.997758	Mean dependent var	8.140328
Adjusted R-squared	0.997331	S.D. dependent var	9.693208
S.E. of regression	0.649244	Sum squared resid	17.70376
F-statistic	2336.312	Durbin-Watson stat	2.642158
Prob(F-statistic)	0.000000		

**Unweighted Statistics**

R-squared	0.994594	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	499508.8	Durbin-Watson stat	2.643729

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

### 6.1.3 ECUACIÓN 03

Workfile: MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN - (e:\lamberto ... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*

Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpp
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

Equation: ECUACION03 Workfile: MODELO PANEL DE... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
 Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
 Date: 05/10/18 Time: 20:36  
 Sample (adjusted): 1999 2015  
 Periods included: 17  
 Cross-sections included: 3  
 Total panel (balanced) observations: 51  
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
 White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
 Convergence achieved after 12 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-2.010461	7.836799	-0.256541	0.7988
SCOSE	14.33478	0.455825	31.44802	0.0000
PREAL(-2)	0.640688	1.419018	0.451501	0.6539
TMIN_ANUAL	0.729285	2.799861	0.260472	0.7957
TMIN_ANUAL^2	-0.055654	0.244228	-0.227878	0.8208
PPTOTAL	-0.001588	0.010395	-0.152809	0.8793
PPTOTAL^2	9.49E-07	5.29E-06	0.179360	0.8585
AR(1)	0.651231	0.101562	6.412124	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.997784	Mean dependent var	7.843497
Adjusted R-squared	0.997423	S.D. dependent var	9.834560
S.E. of regression	0.637753	Sum squared resid	17.48935
F-statistic	2766.129	Durbin-Watson stat	2.642335
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.994587	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	500094.4	Durbin-Watson stat	2.642963

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.1.4 ECUACIÓN 04

Workfile: MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN - (e:\lamberto ... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details +/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpp
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

Equation: ECUACION04 Workfile: MODELO PANEL DE PR... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 20:38  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 13 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3.206833	8.863051	-0.361820	0.7192
SCOSE	14.33565	0.455024	31.50529	0.0000
PREAL(-2)	0.680804	1.421358	0.478981	0.6343
TMIN_ANUAL	0.742565	2.886220	0.257279	0.7982
TMIN_ANUAL^2	-0.054482	0.248122	-0.219577	0.8272
PPTOTAL	0.000421	0.000788	0.534735	0.5955
AR(1)	0.651141	0.101609	6.408277	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.997785	Mean dependent var	7.851079
Adjusted R-squared	0.997483	S.D. dependent var	9.833145
S.E. of regression	0.630659	Sum squared resid	17.50016
F-statistic	3303.641	Durbin-Watson stat	2.642935
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.994586	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	500194.4	Durbin-Watson stat	2.643684

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.1.5 ECUACIÓN 05

Workfile: MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN - (e:\lamberto ... - - x

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdp
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

< > Untitled New Page

R-squared	0.994692	Mean dependent var	1631.096
Adjusted R-squared	0.993828	S.D. dependent var	1359.349
S.E. of regression	106.7967	Akaike info criterion	12.32283
Sum squared resid	490438.1	Schwarz criterion	12.62586
Log likelihood	-306.2322	Hannan-Quinn criter.	12.43863
F-statistic	1151.084	Durbin-Watson stat	2.612549
Prob(F-statistic)	0.000000		

Equation: ECUACION05 Workfile: MODELO PANEL DE ... - - x

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 20:40  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 13 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-7.798019	158.1588	-0.049305	0.9609
SCOSE	14.32778	0.462537	30.97652	0.0000
PREAL(-2)	1.378063	2.917293	0.472377	0.6390
TMAX_ANUAL	1.076138	12.77805	0.084218	0.9333
TMAX_ANUAL^2	-0.027753	0.256549	-0.108179	0.9144
PPTOTAL	0.004929	0.013810	0.356908	0.7229
PPTOTAL^2	-2.37E-06	6.85E-06	-0.346319	0.7308
AR(1)	0.651898	0.101512	6.421894	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.997739	Mean dependent var	7.978176
Adjusted R-squared	0.997371	S.D. dependent var	9.763688
S.E. of regression	0.639213	Sum squared resid	17.56948
F-statistic	2710.637	Durbin-Watson stat	2.641816
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.994589	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	499897.4	Durbin-Watson stat	2.642012

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.1.6 ECUACIÓN 06

Workfile: MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN - (e:\lamberto ... - x

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdp
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

< > Untitled New Page

---

Equation: ECUACION06 Workfile: MODELO PANEL DE ... - x

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 20:42  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 14 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	59.82507	257.7936	0.232066	0.8176
SCOSE	14.32550	0.462971	30.94254	0.0000
PREAL(-2)	1.151678	2.375753	0.484763	0.6302
TMAX_ANUAL	-4.802480	20.69806	-0.232026	0.8176
TMAX_ANUAL^2	0.095229	0.416879	0.228433	0.8204
PPTOTAL	0.000257	0.001101	0.233846	0.8162
AR(1)	0.652122	0.101482	6.425973	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.997762	Mean dependent var	7.991766
Adjusted R-squared	0.997457	S.D. dependent var	9.742039
S.E. of regression	0.631565	Sum squared resid	17.55050
F-statistic	3269.614	Durbin-Watson stat	2.642186
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.994588	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	500018.3	Durbin-Watson stat	2.643037

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.1.7 ECUACIÓN 07

Equation: ECUACION07 Workfile: MODELO PANEL D... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
 Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
 Date: 05/10/18 Time: 20:44  
 Sample (adjusted): 1999 2015  
 Periods included: 17  
 Cross-sections included: 3  
 Total panel (balanced) observations: 51  
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
 White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
 Convergence achieved after 13 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	285.0117	319.4846	0.892099	0.3775
SCOSE	14.32609	0.455046	31.48272	0.0000
PREAL(-2)	1.511265	2.414976	0.625789	0.5349
TMIN_ENERO	10.18889	4.334708	2.350538	0.0236
TMIN_ENERO^2	-0.565009	0.242257	-2.332274	0.0247
TMAX_ENERO	-25.75871	26.95460	-0.955633	0.3449
TMAX_ENERO^2	0.498212	0.579086	0.860341	0.3946
PPENERO	0.006561	0.022311	0.294070	0.7702
PPENERO^2	-5.36E-05	0.000115	-0.465139	0.6443
AR(1)	0.653269	0.101900	6.410879	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.997813	Mean dependent var	7.836082
Adjusted R-squared	0.997333	S.D. dependent var	10.54997
S.E. of regression	0.678540	Sum squared resid	18.87707
F-statistic	2078.556	Durbin-Watson stat	2.614497
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.994671	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	492371.7	Durbin-Watson stat	2.617235

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

Workfile: MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN - (e:\lamberto ... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details +/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
 Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpp
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

< > Untitled New Page

## 6.1.8 ECUACIÓN 08

LS PROD C SCOSE PREAL(-2) TMIN\_ENERO TMIN\_ENERO^2 TMAX\_ENERO TMAX\_ENERO^2 PPENERO AR(1)

Workfile: MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN - (e:\lamberto ... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details +/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*

Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpp  tmin\_febrero
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero

< > Untitled New Page

Equation: ECUACION08 Workfile: MODELO PANEL DE... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 20:47  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 12 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	299.5878	302.3220	0.990956	0.3274
SCOSE	14.32559	0.455086	31.47888	0.0000
PREAL(-2)	1.578577	2.775823	0.568688	0.5726
TMIN_ENERO	10.11136	4.267196	2.369555	0.0225
TMIN_ENERO^2	-0.558544	0.239601	-2.331144	0.0246
TMAX_ENERO	-27.00468	25.42392	-1.062176	0.2942
TMAX_ENERO^2	0.526259	0.545182	0.965290	0.3399
PPENERO	-0.006080	0.007216	-0.842585	0.4042
AR(1)	0.653280	0.101881	6.412155	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.997794	Mean dependent var	8.036578
Adjusted R-squared	0.997374	S.D. dependent var	10.36734
S.E. of regression	0.669461	Sum squared resid	18.82348
F-statistic	2374.769	Durbin-Watson stat	2.616498
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.994669	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	492563.1	Durbin-Watson stat	2.618387

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.1.9 ECUACIÓN 09

The screenshot displays the EViews interface with the 'Equation: ECUACION09' window open. The main window shows the list of variables in the workfile, with 'ecuacion09' selected. The equation window provides detailed statistical results for the dependent variable 'PROD'.

**Equation: ECUACION09** Workfile: MODELO PANEL DE P...

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
 Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
 Date: 05/10/18 Time: 20:49  
 Sample (adjusted): 1999 2015  
 Periods included: 17  
 Cross-sections included: 3  
 Total panel (balanced) observations: 51  
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
 White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
 Convergence achieved after 13 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-4.077954	8.933368	-0.456486	0.6503
SCOSE	14.33362	0.460705	31.11236	0.0000
PREAL(-2)	2.514586	5.030712	0.499847	0.6197
TMIN_ENERO	0.425599	1.871768	0.227378	0.8212
TMIN_ENERO^2	3.54E-06	0.099545	3.56E-05	1.0000
PPENERO	0.004475	0.005910	0.757251	0.4530
PPENERO^2	-1.83E-05	3.19E-05	-0.572825	0.5697
AR(1)	0.651400	0.102016	6.385302	0.0000

**Weighted Statistics**

R-squared	0.997686	Mean dependent var	8.516791
Adjusted R-squared	0.997310	S.D. dependent var	9.488390
S.E. of regression	0.646215	Sum squared resid	17.95652
F-statistic	2649.014	Durbin-Watson stat	2.636345
Prob(F-statistic)	0.000000		

**Unweighted Statistics**

R-squared	0.994596	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	499282.1	Durbin-Watson stat	2.640366

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.1.10 ECUACIÓN 10

Workfile: MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN - (e:\lamberto ... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details +/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpp
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ecuacion09
- ecuacion10
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

Equation: ECUACION10 Workfile: MODELO PANEL DE ... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 20:56  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 14 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	40.96542	128.1033	0.319784	0.7507
SCOSE	14.32469	0.459144	31.19865	0.0000
PREAL(-2)	1.106001	1.664854	0.664323	0.5100
TMAX_ENERO	-3.299857	10.70842	-0.308155	0.7595
TMAX_ENERO^2	0.065259	0.225681	0.289162	0.7738
PPENERO	0.004184	0.009187	0.455479	0.6511
PPENERO^2	-2.57E-05	4.41E-05	-0.582936	0.5630
AR(1)	0.651743	0.101578	6.416207	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.997792	Mean dependent var	7.886424
Adjusted R-squared	0.997432	S.D. dependent var	9.927420
S.E. of regression	0.642601	Sum squared resid	17.75623
F-statistic	2775.331	Durbin-Watson stat	2.641895
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.994590	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	499839.4	Durbin-Watson stat	2.642597

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.1.11 ECUACIÓN 11

The screenshot displays the EViews interface with the 'Equation: ECUACION11' window open. The main window shows the workfile 'MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN' with a list of variables. The equation window provides detailed statistical results for the dependent variable 'PROD'.

**Equation: ECUACION11** Workfile: MODELO PANEL DE P...

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
 Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
 Date: 05/10/18 Time: 21:15  
 Sample (adjusted): 1999 2015  
 Periods included: 17  
 Cross-sections included: 3  
 Total panel (balanced) observations: 51  
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
 White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
 Convergence achieved after 14 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	40.96542	128.1033	0.319784	0.7507
SCOSE	14.32469	0.459144	31.19865	0.0000
PREAL(-2)	1.106001	1.664854	0.664323	0.5100
TMAX_ENERO	-3.299857	10.70842	-0.308155	0.7595
TMAX_ENERO^2	0.065259	0.225681	0.289162	0.7738
PPENERO	0.004184	0.009187	0.455479	0.6511
PPENERO^2	-2.57E-05	4.41E-05	-0.582936	0.5630
AR(1)	0.651743	0.101578	6.416207	0.0000

**Weighted Statistics**

R-squared	0.997792	Mean dependent var	7.886424
Adjusted R-squared	0.997432	S.D. dependent var	9.927420
S.E. of regression	0.642601	Sum squared resid	17.75623
F-statistic	2775.331	Durbin-Watson stat	2.641895
Prob(F-statistic)	0.000000		

**Unweighted Statistics**

R-squared	0.994590	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	499839.4	Durbin-Watson stat	2.642597

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.1.12 ECUACIÓN 12

Workfile: MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN - (e:\lamberto ... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdp
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ecuacion09
- ecuacion10
- ecuacion11
- ecuacion12
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

< > Untitled New Page

---

Equation: ECUACION12 Workfile: MODELO PANEL DE PR... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 21:16  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 13 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	34.50168	87.80390	0.392940	0.6963
SCOSE	14.32559	0.459541	31.17369	0.0000
PREAL(-2)	1.377589	2.309207	0.596564	0.5539
TMAX_ENERO	-2.779281	7.282036	-0.381663	0.7045
TMAX_ENERO^2	0.054898	0.151919	0.361361	0.7196
PPENERO	-0.001331	0.001961	-0.679012	0.5007
AR(1)	0.651639	0.101628	6.411984	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.997772	Mean dependent var	7.959553
Adjusted R-squared	0.997468	S.D. dependent var	9.813171
S.E. of regression	0.633269	Sum squared resid	17.64528
F-statistic	3283.663	Durbin-Watson stat	2.642823
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.994588	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	499985.1	Durbin-Watson stat	2.642995

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.1.13 ECUACIÓN 13

EViews

File Edit Object View Proc Quick Options Add-ins Window Help

LS PROD C SCOSE PREAL(-2) TMIN\_FEBRERO TMIN\_FEBRERO^2 TMAX\_FEBRERO TMAX\_FEBRERO^2 PPFEBRERO PPFEBRERO^2 AR(1)

Workfile: MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN - (e:\lamberto ... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*

Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpp
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ecuacion09
- ecuacion10
- ecuacion11
- ecuacion12
- ecuacion13
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

< > Untitled New Page

Equation: ECUACION13 Workfile: MODELO PANEL D... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 21:18  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 14 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	259.1109	836.3395	0.309816	0.7583
SCOSE	14.35655	0.453381	31.66553	0.0000
PREAL(-2)	9.525071	8.500463	1.120535	0.2690
TMIN_FEBRERO	29.42649	25.11436	1.171700	0.2481
TMIN_FEBRERO^2	-1.752207	1.608011	-1.089674	0.2822
TMAX_FEBRERO	-29.78814	73.37567	-0.405968	0.6869
TMAX_FEBRERO^2	0.595427	1.602963	0.371454	0.7122
PPFEBRERO	-0.255443	0.151560	-1.685424	0.0995
PPFEBRERO^2	0.001088	0.000625	1.740274	0.0893
AR(1)	0.643997	0.097233	6.623252	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.997514	Mean dependent var	11.06850
Adjusted R-squared	0.996968	S.D. dependent var	9.015239
S.E. of regression	0.727408	Sum squared resid	21.69400
F-statistic	1827.935	Durbin-Watson stat	2.553069
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.994845	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	476290.0	Durbin-Watson stat	2.581601

Inverted AR Roots .64

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.1.14 ECUACIÓN 14

EViews

File Edit Object View Proc Quick Options Add-ins Window Help

LS PROD C SCOSE PREAL(-2) TMIN\_FEBRERO TMIN\_FEBRERO^2 TMAX\_FEBRERO TMAX\_FEBRERO^2 PPFEBRERO AR(1)

Equation: ECUACION14 Workfile: MODELO PANEL DE ...

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
 Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
 Date: 05/10/18 Time: 21:19  
 Sample (adjusted): 1999 2015  
 Periods included: 17  
 Cross-sections included: 3  
 Total panel (balanced) observations: 51  
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
 White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
 Convergence achieved after 15 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	69.76692	250.0544	0.279007	0.7816
SCOSE	14.35013	0.454663	31.56213	0.0000
PREAL(-2)	2.047620	2.746791	0.745459	0.4601
TMIN_FEBRERO	12.74404	8.428761	1.511971	0.1380
TMIN_FEBRERO^2	-0.747827	0.498992	-1.498676	0.1414
TMAX_FEBRERO	-9.311583	21.53895	-0.432314	0.6677
TMAX_FEBRERO^2	0.169297	0.464071	0.364809	0.7171
PPFEBRERO	0.001648	0.005781	0.285114	0.7770
AR(1)	0.647831	0.101254	6.398050	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.997779	Mean dependent var	8.268830
Adjusted R-squared	0.997356	S.D. dependent var	10.24546
S.E. of regression	0.672265	Sum squared resid	18.98150
F-statistic	2358.497	Durbin-Watson stat	2.621630
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.994668	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	492591.6	Durbin-Watson stat	2.627881

Inverted AR Roots .65

Workfile: MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN - (e:\lamberto ...)

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
 Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpp
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ecuacion09
- ecuacion10
- ecuacion11
- ecuacion12
- ecuacion13
- ecuacion14
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.1.15 ECUACIÓN 15

Workfile: MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN - (e:\lamberto ... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpp
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ecuacion09
- ecuacion10
- ecuacion11
- ecuacion12
- ecuacion13
- ecuacion14
- ecuacion15
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

Equation: ECUACION15 Workfile: MODELO PANEL DE P... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 21:20  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 12 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-63.29968	71.76712	-0.882015	0.3827
SCOSE	14.37662	0.456721	31.47793	0.0000
PREAL(-2)	10.10538	9.820040	1.029057	0.3092
TMIN_FEBRERO	16.92389	18.38809	0.920372	0.3625
TMIN_FEBRERO^2	-0.936382	1.175622	-0.796499	0.4301
PPFEBRERO	-0.247982	0.143290	-1.730630	0.0907
PPFEBRERO^2	0.001065	0.000587	1.815315	0.0765
AR(1)	0.645518	0.098492	6.554019	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.997484	Mean dependent var	11.05426
Adjusted R-squared	0.997075	S.D. dependent var	8.905754
S.E. of regression	0.708002	Sum squared resid	21.55448
F-statistic	2435.827	Durbin-Watson stat	2.576595
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.994804	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	480051.8	Durbin-Watson stat	2.602287

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.1.16 ECUACIÓN 16

Workfile: MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN - (e:\lamberto ... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpp
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ecuacion09
- ecuacion10
- ecuacion11
- ecuacion12
- ecuacion13
- ecuacion14
- ecuacion15
- ecuacion16
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

Equation: ECUACION16 Workfile: MODELO PANEL DE PR... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 21:21  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 13 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-33.70295	27.07163	-1.244955	0.2197
SCOSE	14.35936	0.457587	31.38063	0.0000
PREAL(-2)	2.442002	3.791356	0.644097	0.5229
TMIN_FEBRERO	7.714592	6.527647	1.181833	0.2436
TMIN_FEBRERO^2	-0.457860	0.395383	-1.158015	0.2531
PPFEBRERO	0.003123	0.005955	0.524357	0.6027
AR(1)	0.648633	0.101350	6.399919	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.997758	Mean dependent var	8.354690
Adjusted R-squared	0.997453	S.D. dependent var	10.10444
S.E. of regression	0.654994	Sum squared resid	18.87674
F-statistic	3263.912	Durbin-Watson stat	2.632777
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.994645	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	494744.3	Durbin-Watson stat	2.638023

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.1.17 ECUACIÓN 17

Workfile: MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN - (e:\lamberto ... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpp
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ecuacion09
- ecuacion10
- ecuacion11
- ecuacion12
- ecuacion13
- ecuacion14
- ecuacion15
- ecuacion16
- ecuacion17
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

< > Untitled New Page

---

Equation: ECUACION17 Workfile: MODELO PANEL DE P... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 21:23  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 11 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-158.2512	667.2259	-0.237178	0.8136
SCOSE	14.34347	0.451959	31.73618	0.0000
PREAL(-2)	3.771823	5.142198	0.733504	0.4672
TMAX_FEBRERO	13.56532	58.11606	0.233418	0.8165
TMAX_FEBRERO^2	-0.280565	1.269757	-0.220959	0.8262
PPFEBRERO	-0.116227	0.100789	-1.153163	0.2552
PPFEBRERO^2	0.000512	0.000449	1.140868	0.2602
AR(1)	0.650431	0.098967	6.572181	0.0000

---

Weighted Statistics

R-squared	0.997631	Mean dependent var	9.395133
Adjusted R-squared	0.997245	S.D. dependent var	9.333504
S.E. of regression	0.669335	Sum squared resid	19.26441
F-statistic	2586.569	Durbin-Watson stat	2.632821
Prob(F-statistic)	0.000000		

---

Unweighted Statistics

R-squared	0.994638	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	495439.0	Durbin-Watson stat	2.634914

---

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.1.18 ECUACIÓN 18

The screenshot displays the EViews interface with the 'Equation: ECUACION18' results window open. The main window shows the workfile 'MODELO PANEL DE PRODUCCIÓN' with a list of variables on the left. The results window provides detailed statistical information for the equation.

**Equation: ECUACION18** Workfile: MODELO PANEL DE PR...

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
 Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
 Date: 05/10/18 Time: 21:24  
 Sample (adjusted): 1999 2015  
 Periods included: 17  
 Cross-sections included: 3  
 Total panel (balanced) observations: 51  
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
 White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
 Convergence achieved after 10 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-29.83657	85.19255	-0.350225	0.7278
SCOSE	14.33536	0.457819	31.31229	0.0000
PREAL(-2)	0.969178	1.785281	0.542872	0.5900
TMAX_FEBRERO	2.382377	7.217935	0.330063	0.7429
TMAX_FEBRERO^2	-0.048270	0.152915	-0.315663	0.7538
PPFEBRERO	0.001344	0.001916	0.701573	0.4866
AR(1)	0.651057	0.101527	6.412669	0.0000

**Weighted Statistics**

R-squared	0.997771	Mean dependent var	7.827596
Adjusted R-squared	0.997467	S.D. dependent var	9.877952
S.E. of regression	0.631644	Sum squared resid	17.55488
F-statistic	3282.133	Durbin-Watson stat	2.643564
Prob(F-statistic)	0.000000		

**Unweighted Statistics**

R-squared	0.994587	Mean dependent var	1631.096
Sum squared resid	500121.8	Durbin-Watson stat	2.643705

Inverted AR Roots .65

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de producción

## 6.2 MODELO PANEL DE RENDIMIENTO

### 6.2.1 ECUACIÓN 01

The screenshot displays the EViews interface with the 'Equation: ECUACION01' window open. The window title is 'Equation: ECUACION01 Workfile: MODELO PANEL DE...'. The main area shows the following information:

- Dependent Variable: RENDIMIENTO
- Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)
- Date: 05/10/18 Time: 21:45
- Sample (adjusted): 1999 2015
- Periods included: 17
- Cross-sections included: 3
- Total panel (balanced) observations: 51
- Iterate coefficients after one-step weighting matrix
- White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)
- Convergence achieved after 14 total coef iterations

The coefficient table is as follows:

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	15.91009	4.487982	3.545044	0.0010
PREAL(-2)	0.613164	0.923180	0.664187	0.5102
TMIN_ANUAL	0.106618	0.224289	0.475359	0.6370
TMIN_ANUAL^2	0.000282	0.000515	0.547954	0.5866
TMAX_ANUAL	-0.086932	0.237836	-0.365513	0.7166
TMAX_ANUAL^2	-0.000537	0.000635	-0.844990	0.4029
PPTOTAL	-4.95E-07	1.19E-05	-0.041703	0.9669
PPTOTAL^2	-4.61E-10	1.02E-08	-0.045314	0.9641
AR(1)	0.708058	0.110421	6.412334	0.0000

Below the coefficient table, the 'Weighted Statistics' section shows:

Statistic	Value	Statistic	Value
R-squared	0.658637	Mean dependent var	8.945442
Adjusted R-squared	0.593615	S.D. dependent var	9.986270
S.E. of regression	0.647057	Sum squared resid	17.58467
F-statistic	10.12951	Durbin-Watson stat	2.681203
Prob(F-statistic)	0.000000		

The 'Unweighted Statistics' section shows:

Statistic	Value	Statistic	Value
R-squared	0.658736	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	19.09963	Durbin-Watson stat	2.681772

At the bottom of the window, the 'Inverted AR Roots' are listed as .71.

The status bar at the bottom of the EViews window shows: Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.2.2 ECUACIÓN 02

The screenshot displays the EViews interface with the 'Equation: ECUACION02' window open. The window title is 'Equation: ECUACION02 Workfile: MODELO PANEL DE ...'. The dependent variable is 'RENDIMIENTO'. The method used is 'Panel EGLS (Cross-section SUR)'. The sample is adjusted to 1999-2015, with 17 periods and 3 cross-sections included. The regression results are as follows:

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	15.92683	4.395603	3.623356	0.0008
PREAL(-2)	0.613161	0.923502	0.663953	0.5103
TMIN_ANUAL	0.106150	0.224061	0.473756	0.6381
TMIN_ANUAL^2	0.000357	0.000328	1.089419	0.2820
TMAX_ANUAL	-0.088674	0.230759	-0.384272	0.7027
TMAX_ANUAL^2	-0.000494	0.000269	-1.833374	0.0737
PPTOTAL	-4.51E-07	1.24E-06	-0.363063	0.7183
AR(1)	0.708011	0.110419	6.412045	0.0000

Additional statistics provided:

Weighted Statistics			
R-squared	0.658627	Mean dependent var	8.847142
Adjusted R-squared	0.603054	S.D. dependent var	10.05701
S.E. of regression	0.638852	Sum squared resid	17.54969
F-statistic	11.85169	Durbin-Watson stat	2.681018
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics			
R-squared	0.658719	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	19.10058	Durbin-Watson stat	2.681513

Inverted AR Roots: .71

The left-hand window shows the workfile 'MODELO PANEL DE RENDIMIENTO' with a list of variables including 'bdpr', 'c', 'crossid', 'dateid', 'ecuacion01', 'ecuacion02', 'ppenero', 'ppfebrero', 'pptotal', 'preal', 'rendimiento', 'resid', 'tmax\_anual', 'tmax\_enero', 'tmax\_febrero', 'tmin\_anual', 'tmin\_enero', and 'tmin\_febrero'. The status bar at the bottom indicates the path 'c:\users\lamberto\documents', database 'DB = none', and workfile 'WF = modelo panel de rendimiento'.

## 6.2.3 ECUACIÓN 03

The screenshot displays the EViews interface with the 'Equation: ECUACION03' window open. The main window shows the list of objects in the workfile, with 'ecuacion03' selected. The equation window provides detailed statistical results for the dependent variable 'RENDIMIENTO'.

**Equation: ECUACION03** Workfile: MODELO PANEL DE R...

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RENDIMIENTO  
 Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
 Date: 05/10/18 Time: 21:58  
 Sample (adjusted): 1999 2015  
 Periods included: 17  
 Cross-sections included: 3  
 Total panel (balanced) observations: 51  
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
 White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
 Convergence achieved after 10 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.98956	0.829845	16.85803	0.0000
PREAL(-2)	0.715219	0.874974	0.817418	0.4181
TMIN_ANUAL	-0.000109	0.003026	-0.035888	0.9715
TMIN_ANUAL^2	0.000111	0.000131	0.843912	0.4033
PPTOTAL	-1.77E-07	3.81E-06	-0.046397	0.9632
PPTOTAL^2	4.99E-10	3.75E-09	0.132962	0.8948
AR(1)	0.702010	0.114403	6.136316	0.0000

**Weighted Statistics**

R-squared	0.652071	Mean dependent var	8.293606
Adjusted R-squared	0.604626	S.D. dependent var	10.19303
S.E. of regression	0.625272	Sum squared resid	17.20248
F-statistic	13.74374	Durbin-Watson stat	2.691253
Prob(F-statistic)	0.000000		

**Unweighted Statistics**

R-squared	0.652090	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	19.47160	Durbin-Watson stat	2.691350

Inverted AR Roots .70

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.2.4 ECUACIÓN 04

The screenshot displays the EViews interface with the 'Equation: ECUACION04' window open. The window shows the dependent variable 'RENDIMIENTO' and the estimation method 'Panel EGLS (Cross-section SUR)'. The sample is adjusted to 1999-2015. The results include a table of coefficients, weighted statistics, unweighted statistics, and inverted AR roots.

**Equation: ECUACION04** Workfile: MODELO PANEL DE REN... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RENDIMIENTO  
 Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
 Date: 05/10/18 Time: 21:59  
 Sample (adjusted): 1999 2015  
 Periods included: 17  
 Cross-sections included: 3  
 Total panel (balanced) observations: 51  
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
 White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
 Convergence achieved after 10 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.98934	0.829955	16.85553	0.0000
PREAL(-2)	0.715374	0.875204	0.817380	0.4180
TMIN_ANUAL	-8.82E-05	0.002377	-0.037090	0.9706
TMIN_ANUAL^2	9.76E-05	0.000128	0.762732	0.4496
PPTOTAL	6.31E-07	3.20E-06	0.197391	0.8444
AR(1)	0.702004	0.114406	6.136065	0.0000

**Weighted Statistics**

R-squared	0.652068	Mean dependent var	8.261301
Adjusted R-squared	0.613408	S.D. dependent var	10.21586
S.E. of regression	0.618147	Sum squared resid	17.19476
F-statistic	16.86709	Durbin-Watson stat	2.691309
Prob(F-statistic)	0.000000		

**Unweighted Statistics**

R-squared	0.652084	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	19.47194	Durbin-Watson stat	2.691399

**Inverted AR Roots**

	.70
--	-----

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.2.5 ECUACIÓN 05

Equation: ECUACION05 Workfile: MODELO PANEL DE RE...

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RENDIMIENTO  
 Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
 Date: 05/10/18 Time: 22:00  
 Sample (adjusted): 1999 2015  
 Periods included: 17  
 Cross-sections included: 3  
 Total panel (balanced) observations: 51  
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
 White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
 Convergence achieved after 12 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.60378	0.842556	16.14584	0.0000
PREAL(-2)	0.710914	0.872684	0.814629	0.4197
TMAX_ANUAL	0.041955	0.024363	1.722111	0.0921
TMAX_ANUAL^2	-0.001061	0.000665	-1.594930	0.1179
PPTOTAL	-5.76E-06	1.02E-05	-0.566897	0.5737
PPTOTAL^2	6.84E-10	8.25E-09	0.082909	0.9343
AR(1)	0.703456	0.114248	6.157282	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.652452	Mean dependent var	9.225616
Adjusted R-squared	0.605059	S.D. dependent var	9.718788
S.E. of regression	0.637744	Sum squared resid	17.89559
F-statistic	13.76686	Durbin-Watson stat	2.692807
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.652726	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	19.43598	Durbin-Watson stat	2.695116

Inverted AR Roots .70

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.2.6 ECUACIÓN 06

The screenshot displays the EViews interface with the 'Equation: ECUACION06' window open. The window title is 'Equation: ECUACION06 Workfile: MODELO PANEL DE REN...'. The dependent variable is 'RENDIMIENTO'. The method used is 'Panel EGLS (Cross-section SUR)'. The date is '05/10/18' and the time is '22:02'. The sample is 'adjusted: 1999 2015' with 17 periods included and 3 cross-sections. The total panel observations are 51. The equation is estimated using iterated coefficients after one-step weighting matrix, with white cross-section standard errors and covariance (no d.f. correction). Convergence was achieved after 12 total coefficient iterations.

The main window on the left shows the workfile 'MODELO PANEL DE RENDIMIENTO' with a range of 1996 2015 x 3 (60 observations) and a sample of 1996 2015 (60 observations). The variable list includes 'bdpr', 'c', 'crossid', 'dateid', 'ecuacion01' through 'ecuacion06', 'ppenero', 'ppfebrero', 'pptotal', 'preal', 'rendimiento', 'resid', 'tmax\_anual', 'tmax\_enero', 'tmax\_febrero', 'tmin\_anual', 'tmin\_enero', and 'tmin\_febrero'. 'ecuacion06' is selected.

The 'Equation: ECUACION06' window displays the following regression results:

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.72730	0.868287	15.80964	0.0000
PREAL(-2)	0.711392	0.872754	0.815112	0.4193
TMAX_ANUAL	0.029783	0.031896	0.933767	0.3554
TMAX_ANUAL^2	-0.000777	0.000882	-0.880383	0.3833
PPTOTAL	-1.27E-06	4.34E-06	-0.291649	0.7719
AR(1)	0.703307	0.114287	6.153886	0.0000

Weighted Statistics:

R-squared	0.652388	Mean dependent var	9.203285
Adjusted R-squared	0.613765	S.D. dependent var	9.687887
S.E. of regression	0.628900	Sum squared resid	17.79821
F-statistic	16.89095	Durbin-Watson stat	2.692674
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics:

R-squared	0.652629	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	19.44140	Durbin-Watson stat	2.694653

Inverted AR Roots: .70

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.2.7 ECUACIÓN 07

Equation: ECUACION07 Workfile: MODELO PANEL DE...

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RENDIMIENTO  
 Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
 Date: 05/10/18 Time: 22:03  
 Sample (adjusted): 1999 2015  
 Periods included: 17  
 Cross-sections included: 3  
 Total panel (balanced) observations: 51  
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
 White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
 Convergence achieved after 12 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	16.23180	0.840585	19.31011	0.0000
PREAL(-2)	0.799812	0.832212	0.961068	0.3420
TMIN_ENERO	0.138205	0.032773	4.217077	0.0001
TMIN_ENERO^2	-2.72E-05	7.24E-05	-0.375231	0.7094
TMAX_ENERO	-0.141549	0.033030	-4.285455	0.0001
TMAX_ENERO^2	6.39E-05	0.000133	0.480952	0.6330
PPENERO	-1.80E-06	1.77E-05	-0.101501	0.9196
PPENERO^2	-5.31E-08	6.86E-08	-0.773508	0.4436
AR(1)	0.719933	0.113725	6.330449	0.0000

Weighted Statistics			
R-squared	0.683082	Mean dependent var	8.558429
Adjusted R-squared	0.622716	S.D. dependent var	10.87557
S.E. of regression	0.643161	Sum squared resid	17.37356
F-statistic	11.31578	Durbin-Watson stat	2.467563
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics			
R-squared	0.682816	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	17.75195	Durbin-Watson stat	2.466464

Inverted AR Roots	
	.72

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.2.8 ECUACIÓN 08

The screenshot displays the EViews interface. The main window shows the regression equation 'ECUACION08' with the following details:

- Dependent Variable: RENDIMIENTO
- Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)
- Date: 05/10/18 Time: 22:05
- Sample (adjusted): 1999 2015
- Periods included: 17
- Cross-sections included: 3
- Total panel (balanced) observations: 51
- Iterate coefficients after one-step weighting matrix
- White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)
- Convergence achieved after 12 total coef iterations

The regression coefficients are as follows:

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	16.23921	0.829984	19.56568	0.0000
PREAL(-2)	0.798279	0.831229	0.960360	0.3422
TMIN_ENERO	0.138772	0.032367	4.287462	0.0001
TMIN_ENERO^2	-2.53E-05	4.13E-05	-0.612759	0.5433
TMAX_ENERO	-0.141613	0.031364	-4.515099	0.0000
TMAX_ENERO^2	5.01E-05	0.000122	0.409629	0.6841
PPENERO	-2.67E-05	2.43E-05	-1.097701	0.2784
AR(1)	0.719526	0.113886	6.317953	0.0000

Weighted Statistics:

R-squared	0.683593	Mean dependent var	9.013116
Adjusted R-squared	0.632085	S.D. dependent var	10.74969
S.E. of regression	0.643993	Sum squared resid	17.83328
F-statistic	13.27159	Durbin-Watson stat	2.469025
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics:

R-squared	0.682813	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	17.75212	Durbin-Watson stat	2.464469

Inverted AR Roots: .72

The left-hand window shows the workfile 'MODELO PANEL DE RENDIMIENTO' with a list of objects including 'bdpr', 'c', 'crossid', 'dateid', 'ecuacion01' through 'ecuacion08', 'ppenero', 'ppfebrero', 'pptotal', 'preal', 'rendimiento', 'resid', 'tmax\_anual', 'tmax\_enero', 'tmax\_febrero', 'tmin\_anual', 'tmin\_enero', and 'tmin\_febrero'. The status bar at the bottom indicates the path 'c:\users\lamberto\documents', database 'DB = none', and workfile 'WF = modelo panel de rendimiento'.

## 6.2.9 ECUACIÓN 09

Workfile: MODELO PANEL DE RENDIMIENTO - (e:\lamberto... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpr
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ecuacion09
- ppenero
- pfebrero
- pptotal
- preal
- rendimiento
- resid
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

Equation: ECUACION09 Workfile: MODELO PANEL DE RE... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RENDIMIENTO  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 22:07  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 10 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.95003	0.831715	16.77261	0.0000
PREAL(-2)	0.707255	0.861448	0.821007	0.4161
TMIN_ENERO	0.004270	0.009411	0.453755	0.6522
TMIN_ENERO^2	0.000595	0.000165	3.605867	0.0008
PPENERO	3.50E-05	6.91E-05	0.506937	0.6147
PPENERO^2	9.25E-08	2.38E-07	0.388926	0.6992
AR(1)	0.706738	0.115491	6.119439	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.654591	Mean dependent var	8.119760
Adjusted R-squared	0.607490	S.D. dependent var	11.02091
S.E. of regression	0.648696	Sum squared resid	18.51548
F-statistic	13.89754	Durbin-Watson stat	2.670075
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.655958	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	19.25512	Durbin-Watson stat	2.679088

Inverted AR Roots .71

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.2.10 ECUACIÓN 10

Workfile: MODELO PANEL DE RENDIMIENTO - (e:\lamberto... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpr
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ecuacion09
- ecuacion10
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- rendimiento
- resid
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

Equation: ECUACION10 Workfile: MODELO PANEL DE RE... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RENDIMIENTO  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 22:08  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 9 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.94849	0.827737	16.85135	0.0000
PREAL(-2)	0.703341	0.861053	0.816839	0.4183
TMIN_ENERO	0.004316	0.008563	0.504023	0.6167
TMIN_ENERO*2	0.000568	0.000196	2.899114	0.0058
PPENERO	3.39E-05	2.49E-05	1.360009	0.1806
AR(1)	0.706895	0.115598	6.115104	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.654814	Mean dependent var	7.629303
Adjusted R-squared	0.616461	S.D. dependent var	11.52228
S.E. of regression	0.647031	Sum squared resid	18.83920
F-statistic	17.07293	Durbin-Watson stat	2.672304
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.655810	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	19.26339	Durbin-Watson stat	2.680007

Inverted AR Roots .71

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.2.11 ECUACIÓN 11

Workfile: MODELO PANEL DE RENDIMIENTO - (e:\lamberto... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpr
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ecuacion09
- ecuacion10
- ecuacion11
- ppenero
- pfebrero
- pptotal
- preal
- rendimiento
- resid
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

Equation: ECUACION11 Workfile: MODELO PANEL DE RE... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RENDIMIENTO  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 22:09  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 11 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.98739	0.881250	15.87221	0.0000
PREAL(-2)	0.723994	0.871782	0.830476	0.4108
TMAX_ENERO	0.004899	0.007997	0.612615	0.5433
TMAX_ENERO^2	-0.000225	0.000222	-1.013141	0.3165
PPENERO	1.03E-05	3.18E-05	0.325189	0.7466
PPENERO^2	-1.03E-08	1.51E-07	-0.068528	0.9457
AR(1)	0.703237	0.114072	6.164870	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.652448	Mean dependent var	8.191339
Adjusted R-squared	0.605054	S.D. dependent var	10.51192
S.E. of regression	0.633638	Sum squared resid	17.66590
F-statistic	13.76662	Durbin-Watson stat	2.691500
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.652789	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	19.43246	Durbin-Watson stat	2.693902

Inverted AR Roots .70

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.2.12 ECUACIÓN 12

The screenshot shows the EViews software interface. The main window displays a list of variables in a workfile named 'MODELO PANEL DE RENDIMIENTO'. The variable 'ecuacion12' is selected. A smaller window titled 'Equation: ECUACION12' shows the regression equation and its statistical results.

**Equation: ECUACION12**  
 Workfile: MODELO PANEL DE REN...  
 View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RENDIMIENTO  
 Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
 Date: 05/10/18 Time: 22:10  
 Sample (adjusted): 1999 2015  
 Periods included: 17  
 Cross-sections included: 3  
 Total panel (balanced) observations: 51  
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
 White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
 Convergence achieved after 11 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.95937	0.850663	16.40998	0.0000
PREAL(-2)	0.721930	0.873247	0.826720	0.4128
TMAX_ENERO	0.007019	0.007314	0.959780	0.3423
TMAX_ENERO^2	-0.000257	0.000276	-0.930238	0.3572
PPENERO	-8.51E-06	1.02E-05	-0.834435	0.4084
AR(1)	0.702874	0.114171	6.156304	0.0000

**Weighted Statistics**

R-squared	0.652512	Mean dependent var	9.034373
Adjusted R-squared	0.613902	S.D. dependent var	9.792548
S.E. of regression	0.626861	Sum squared resid	17.68298
F-statistic	16.90014	Durbin-Watson stat	2.691892
Prob(F-statistic)	0.000000		

**Unweighted Statistics**

R-squared	0.652650	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	19.44025	Durbin-Watson stat	2.693129

Inverted AR Roots .70

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.2.13 ECUACIÓN 13

EViews

File Edit Object View Proc Quick Options Add-ins Window Help

LS RENDIMIENTO C PREAL(-2) TMIN\_FEBRERO TMIN\_FEBRERO^2 TMAX\_FEBRERO TMAX\_FEBRERO^2 PPFEBRERO PPFEBRERO^2 AR(1)

Workfile: MODELO PANEL DE RENDIMIENTO - (e:\lamberto... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpr
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ecuacion09
- ecuacion10
- ecuacion11
- ecuacion12
- ecuacion13
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- rendimiento
- resid
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

<> Untitled New Page

Equation: ECUACION13 Workfile: MODELO PANEL DE ... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RENDIMIENTO  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 22:12  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 10 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	17.01409	1.875055	9.073917	0.0000
PREAL(-2)	0.804477	0.826025	0.973914	0.3357
TMIN_FEBRERO	0.219420	0.106967	2.051291	0.0465
TMIN_FEBRERO^2	-0.000583	0.001464	-0.398058	0.6926
TMAX_FEBRERO	-0.208705	0.136389	-1.530219	0.1335
TMAX_FEBRERO^2	0.000357	0.001720	0.207623	0.8365
PPFEBRERO	-0.000649	0.000387	-1.677301	0.1009
PPFEBRERO^2	2.51E-06	1.62E-06	1.546502	0.1295
AR(1)	0.702310	0.114109	6.154705	0.0000

**Weighted Statistics**

R-squared	0.676860	Mean dependent var	9.990925
Adjusted R-squared	0.615309	S.D. dependent var	10.59639
S.E. of regression	0.684040	Sum squared resid	19.65222
F-statistic	10.99682	Durbin-Watson stat	2.495170
Prob(F-statistic)	0.000000		

**Unweighted Statistics**

R-squared	0.678282	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	18.00569	Durbin-Watson stat	2.504442

Inverted AR Roots .70

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.2.14 ECUACIÓN 14

The screenshot shows the EViews software interface. The main window displays the workfile 'MODELO PANEL DE RENDIMIENTO' with a list of variables. The sub-window 'Equation: ECUACION14' provides detailed regression results.

**Equation: ECUACION14** Workfile: MODELO PANEL DE R... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RENDIMIENTO  
 Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
 Date: 05/10/18 Time: 22:13  
 Sample (adjusted): 1999 2015  
 Periods included: 17  
 Cross-sections included: 3  
 Total panel (balanced) observations: 51  
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
 White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
 Convergence achieved after 12 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	17.12160	1.631159	10.49659	0.0000
PREAL(-2)	0.814093	0.831155	0.979471	0.3328
TMIN_FEBRERO	0.208032	0.093776	2.218383	0.0319
TMIN_FEBRERO^2	-5.10E-05	0.000177	-0.287655	0.7750
TMAX_FEBRERO	-0.209475	0.098174	-2.133711	0.0386
TMAX_FEBRERO^2	0.000124	0.000250	0.496703	0.6219
PPFEBRERO	-1.87E-09	9.04E-07	-0.002071	0.9984
AR(1)	0.700868	0.113917	6.152422	0.0000

**Weighted Statistics**

R-squared	0.674729	Mean dependent var	8.788074
Adjusted R-squared	0.621778	S.D. dependent var	10.53414
S.E. of regression	0.638520	Sum squared resid	17.53146
F-statistic	12.74250	Durbin-Watson stat	2.512252
Prob(F-statistic)	0.000000		

**Unweighted Statistics**

R-squared	0.674926	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	18.19350	Durbin-Watson stat	2.513740

Inverted AR Roots .70

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.2.15 ECUACIÓN 15

The screenshot displays the EViews interface with the 'Equation: ECUACION15' window open. The window title is 'Equation: ECUACION15 Workfile: MODELO PANEL DE REND...'. The menu bar includes View, Proc, Object, Print, Name, Freeze, Estimate, Forecast, Stats, and Resids. The main area shows the following information:

Dependent Variable: RENDIMIENTO  
 Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
 Date: 05/10/18 Time: 22:14  
 Sample (adjusted): 1999 2015  
 Periods included: 17  
 Cross-sections included: 3  
 Total panel (balanced) observations: 51  
 Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
 White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
 Convergence achieved after 13 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.82445	0.833148	16.59304	0.0000
PREAL(-2)	0.721541	0.847489	0.851387	0.3992
TMIN_FEBRERO	0.034625	0.041141	0.841613	0.4046
TMIN_FEBRERO^2	0.001246	0.001318	0.945070	0.3498
PPFEBRERO	-0.000589	0.000443	-1.328277	0.1909
PPFEBRERO^2	2.53E-06	1.92E-06	1.317459	0.1945
AR(1)	0.714224	0.115915	6.161627	0.0000

**Weighted Statistics**

R-squared	0.659562	Mean dependent var	10.32561
Adjusted R-squared	0.613139	S.D. dependent var	10.13135
S.E. of regression	0.681622	Sum squared resid	20.44278
F-statistic	14.20755	Durbin-Watson stat	2.638021
Prob(F-statistic)	0.000000		

**Unweighted Statistics**

R-squared	0.665182	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	18.73886	Durbin-Watson stat	2.675259

**Inverted AR Roots**

	.71
--	-----

The left-hand window shows the 'Workfile: MODELO PANEL DE RENDIMIENTO' with a list of variables. The 'Equation: ECUACION15' window is active, showing the results of the estimation. The status bar at the bottom indicates the path is 'c:\users\lamberto\documents', the database is 'DB = none', and the workfile is 'WF = modelo panel de rendimiento'.

## 6.2.16 ECUACIÓN 16

The screenshot shows the EViews software interface. The main window displays the workfile 'MODELO PANEL DE RENDIMIENTO' with a list of variables. A smaller window titled 'Equation: ECUACION16' shows the regression results for the dependent variable 'RENDIMIENTO'.

**Workfile: MODELO PANEL DE RENDIMIENTO - (e:\lamberto... - □ ×**

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpr
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ecuacion09
- ecuacion10
- ecuacion11
- ecuacion12
- ecuacion13
- ecuacion14
- ecuacion15
- ecuacion16
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- rendimiento
- resid
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

Equation: ECUACION16 Workfile: MODELO PANEL DE REN... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RENDIMIENTO  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 22:15  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 10 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.94785	0.824956	16.90739	0.0000
PREAL(-2)	0.721651	0.869754	0.829718	0.4111
TMIN_FEBRERO	0.003045	0.003066	0.993343	0.3259
TMIN_FEBRERO^2	0.000680	0.000498	1.364369	0.1792
PPFEBRERO	1.66E-07	1.48E-06	0.112534	0.9109
AR(1)	0.704179	0.114618	6.143703	0.0000

**Weighted Statistics**

R-squared	0.653785	Mean dependent var	9.252889
Adjusted R-squared	0.615317	S.D. dependent var	10.08577
S.E. of regression	0.642776	Sum squared resid	18.59226
F-statistic	16.99542	Durbin-Watson stat	2.679033
Prob(F-statistic)	0.000000		

**Unweighted Statistics**

R-squared	0.655119	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	19.30207	Durbin-Watson stat	2.688046

Inverted AR Roots .70

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.2.17 ECUACIÓN 17

Workfile: MODELO PANEL DE RENDIMIENTO - (e:\lamberto... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpr
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ecuacion09
- ecuacion10
- ecuacion11
- ecuacion12
- ecuacion13
- ecuacion14
- ecuacion15
- ecuacion16
- ecuacion17
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- rendimiento
- resid
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

Equation: ECUACION17 Workfile: MODELO PANEL DE RE... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RENDIMIENTO  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 22:16  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 9 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.85831	1.055064	13.13504	0.0000
PREAL(-2)	0.703179	0.870258	0.808012	0.4234
TMAX_FEBRERO	0.012295	0.043831	0.280519	0.7804
TMAX_FEBRERO^2	-0.000173	0.000749	-0.230317	0.8189
PPFEBRERO	-0.000541	0.000301	-1.799224	0.0788
PPFEBRERO^2	1.99E-06	1.23E-06	1.615880	0.1133
AR(1)	0.701716	0.113670	6.173279	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.653347	Mean dependent var	8.863746
Adjusted R-squared	0.606076	S.D. dependent var	10.59963
S.E. of regression	0.656339	Sum squared resid	18.95435
F-statistic	13.82136	Durbin-Watson stat	2.685710
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.653437	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	19.39623	Durbin-Watson stat	2.686030

Inverted AR Roots .70

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.2.18 ECUACIÓN 18

Workfile: MODELO PANEL DE RENDIMIENTO - (e:\lamberto... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpr
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- ecuacion03
- ecuacion04
- ecuacion05
- ecuacion06
- ecuacion07
- ecuacion08
- ecuacion09
- ecuacion10
- ecuacion11
- ecuacion12
- ecuacion13
- ecuacion14
- ecuacion15
- ecuacion16
- ecuacion17
- ecuacion18
- ppenero
- ppfebrero
- pptotal
- preal
- rendimiento
- resid
- tmax\_anual
- tmax\_enero
- tmax\_febrero
- tmin\_anual
- tmin\_enero
- tmin\_febrero

< > **Untitled** New Page

Equation: ECUACION18 Workfile: MODELO PANEL DE REN... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: RENDIMIENTO  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 22:17  
Sample (adjusted): 1999 2015  
Periods included: 17  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 51  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 9 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	13.99560	0.826755	16.92837	0.0000
PREAL(-2)	0.715771	0.875177	0.817859	0.4177
TMAX_FEBRERO	-0.000658	0.001754	-0.375097	0.7094
TMAX_FEBRERO^2	2.10E-05	5.73E-05	0.367065	0.7153
PPFEBRERO	-7.91E-08	7.87E-07	-0.100450	0.9204
AR(1)	0.702000	0.114445	6.133945	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.652059	Mean dependent var	8.064976
Adjusted R-squared	0.613399	S.D. dependent var	10.33335
S.E. of regression	0.616634	Sum squared resid	17.11066
F-statistic	16.86647	Durbin-Watson stat	2.691503
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.652064	Mean dependent var	13.85882
Sum squared resid	19.47306	Durbin-Watson stat	2.691525

Inverted AR Roots .70

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de rendimiento

## 6.3 MODELO PANEL DE TERMOPERÍODO

### 6.3.1 ECUACIÓN 01

Workfile: MODELO PANEL DE TERMOPERIODO - (e:\lamber... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpt
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- termoperiodo

Equation: ECUACION01 Workfile: MODELO PANEL DE T... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 22:27  
Sample (adjusted): 1998 2015  
Periods included: 18  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 54  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 22 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-605.5029	758.7360	-0.798042	0.4289
PREAL(-1)	-3.380797	16.92140	-0.199794	0.8425
SCOSE	13.60741	0.809584	16.80790	0.0000
TERMOPERIODO	64.66588	82.13469	0.787315	0.4351
TERMOPERIODO^2	-1.676133	2.207706	-0.759220	0.4516
PPTOTAL	-0.001708	0.003742	-0.456461	0.6502
PPTOTAL^2	8.29E-07	1.76E-06	0.472009	0.6392
AR(1)	0.782380	0.144590	5.411016	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.996441	Mean dependent var	7.528646
Adjusted R-squared	0.995899	S.D. dependent var	8.340236
S.E. of regression	0.669202	Sum squared resid	20.60023
F-statistic	1839.621	Durbin-Watson stat	2.417027
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.992463	Mean dependent var	1628.723
Sum squared resid	732358.6	Durbin-Watson stat	2.404458

Inverted AR Roots .78

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de termoperiodo

## 6.3.2 ECUACIÓN 02

Workfile: MODELO PANEL DE TERMOPERIODO - (e:\lamber... - □ ×

View Proc Object Save Freeze Details+/- Show Fetch Store Delete Genr Sample

Range: 1996 2015 x 3 -- 60 obs Filter: \*  
Sample: 1996 2015 -- 60 obs Order: Name

- bdpt
- c
- crossid
- dateid
- ecuacion01
- ecuacion02
- pptotal
- preal
- prod
- resid
- scose
- termoperiodo

Equation: ECUACION02 Workfile: MODELO PANEL DE TER... - □ ×

View Proc Object Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: PROD  
Method: Panel EGLS (Cross-section SUR)  
Date: 05/10/18 Time: 22:28  
Sample (adjusted): 1998 2015  
Periods included: 18  
Cross-sections included: 3  
Total panel (balanced) observations: 54  
Iterate coefficients after one-step weighting matrix  
White cross-section standard errors & covariance (no d.f. correction)  
Convergence achieved after 28 total coef iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-759.9075	776.5972	-0.978509	0.3327
PREAL(-1)	-0.732018	15.72841	-0.046541	0.9631
SCOSE	13.40905	0.621125	21.58833	0.0000
TERMOPERIODO	79.86605	83.86239	0.952346	0.3457
TERMOPERIODO^2	-2.056871	2.245206	-0.916117	0.3642
AR(1)	0.685230	0.131978	5.191984	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.993339	Mean dependent var	7.556964
Adjusted R-squared	0.992645	S.D. dependent var	8.218250
S.E. of regression	0.890443	Sum squared resid	38.05864
F-statistic	1431.670	Durbin-Watson stat	2.248511
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	0.992140	Mean dependent var	1628.723
Sum squared resid	763812.3	Durbin-Watson stat	2.004414

Inverted AR Roots .69

Path = c:\users\lamberto\documents DB = none WF = modelo panel de termoperiodo

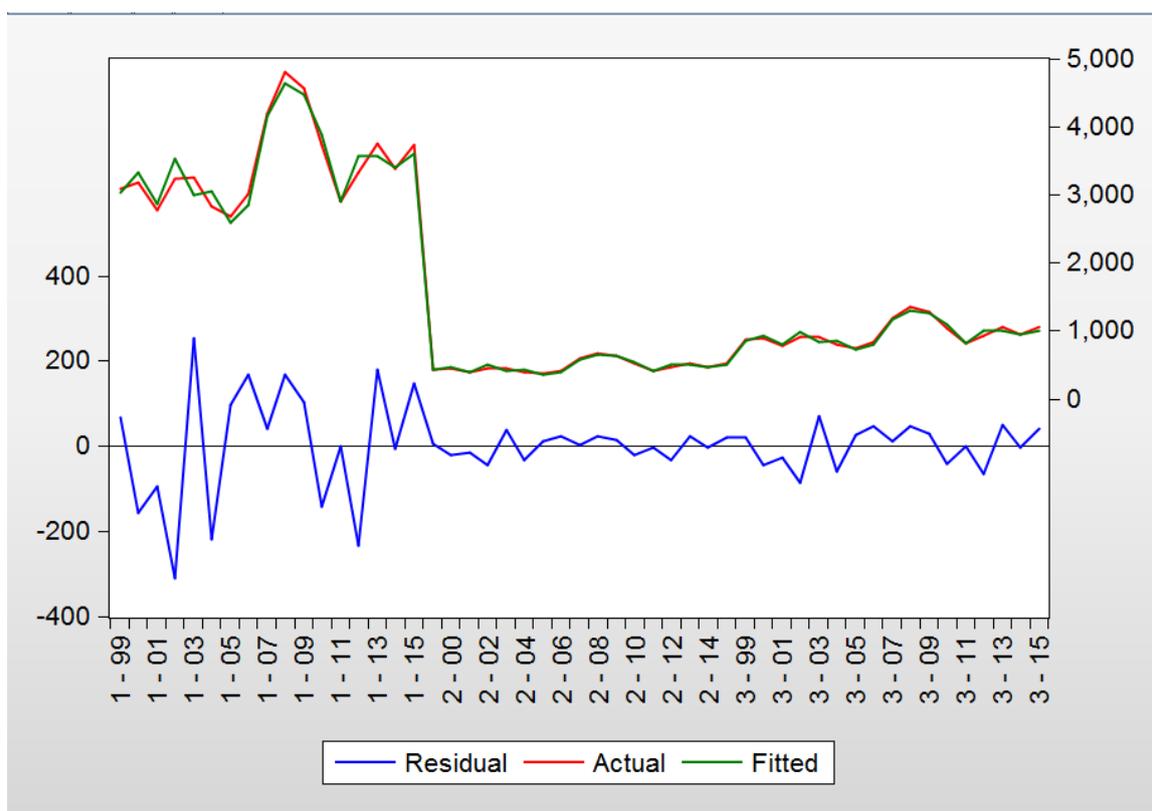
## ANEXO 7: SELECCIÓN DEL MODELO FINAL DE REGRESIÓN

	Ecuación	Ecuación	Ecuación	Ecuación	Ecuación	Ecuación	
	01	02	03	04	05	06	
SIGNOS DE LAS VARIABLES	C	26.44	42.61	-2.01	-3.21	-7.80	59.83
	SCOSE	14.33	14.33	14.33	14.34	14.33	14.33
	PREAL	1.22	1.11	0.64	0.68	1.38	1.15
	TMIN_ANUAL	0.91	1.08	0.73	0.74		
	TMIN_ANUAL2	-0.03	-0.04	-0.06	-0.05		
	TMAX_ANUAL	-1.94	-3.34			1.08	-4.80
	TMAX_ANUAL2	0.03	0.06			-0.03	0.10
	PPTOTAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	PPTOTAL2	0.00		0.00		0.00	
	AR(1)	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
CRITERIOS ESTADÍSTICOS	R2	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
	R2 Ajustado	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
	Criterio Akaike	12.39	12.36	12.32	12.28	12.32	12.28
	Criterio Schwarz	12.77	12.70	12.63	12.55	12.63	12.55
	Estadístico Durbin Watson	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64
	Prob (F-Statistic)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
					<b>MODELO ELEGIDO</b>		

## ANEXO 8: VALIDACIÓN DEL MODELO FINAL DE REGRESIÓN

Para la validación se obtuvo el Gráfico de Residuos, el cual se muestra a continuación. En el cual se puede observar como los valores reales de producción (línea roja) de 1999 al 2015 para las diferentes estaciones siguen la misma tendencia y casi coinciden con los valores obtenidos por el modelo (línea verde).

Gráfico de Residuos para el Modelo Panel de Producción Final – Ecuación 05



También se calculó el porcentaje de error absoluto, el cual es considerado aceptable y por ende podemos dar como validado al modelo en estudio.

$$PEA = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{y_i} \right|}{n} = 0.0289722$$

## ANEXO 9: VARIACIÓN DE INGRESOS ESTIMADA AL 2100 SEGÚN MODELO PANEL POOLED

### 9.1 VARIACIÓN DE INGRESOS ESTIMADA AL 2100 SEGÚN EL MODELO PANEL ECUACIÓN 05 PARA EL ESCENARIO A2.

AÑOS	PRODUCCIÓN (TM/Ha)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm)	VARIACIÓN DE PRODUCCIÓN	PRECIOS CONSTANTES (S/.) POR TM	PÉRDIDAS (S/.) POR TM	SUPERFICIE COSECHADA EN PROMEDIO	PERDIDA TOTAL EN LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO
2015	12.4464	21.03	1486.83	0.0000	540.00	0.00	250.00	0.00
2016	12.4445	21.08	1485.38	0.0019	540.00	1.03	250.00	256.31
2017	12.4425	21.14	1483.93	0.0040	540.00	2.14	250.00	535.49
2018	12.4402	21.19	1482.48	0.0062	540.00	3.35	250.00	837.55
2019	12.4378	21.24	1481.03	0.0086	540.00	4.65	250.00	1162.48
2020	12.4352	21.30	1479.58	0.0112	540.00	6.04	250.00	1510.28
2021	12.4325	21.35	1478.13	0.0139	540.00	7.52	250.00	1880.96
2022	12.4296	21.41	1476.68	0.0168	540.00	9.10	250.00	2274.51
2023	12.4265	21.46	1475.23	0.0199	540.00	10.76	250.00	2690.94
2024	12.4232	21.51	1473.78	0.0232	540.00	12.52	250.00	3130.23
2025	12.4198	21.57	1472.33	0.0266	540.00	14.37	250.00	3592.40
2026	12.4162	21.62	1470.88	0.0302	540.00	16.31	250.00	4077.45
2027	12.4125	21.67	1469.43	0.0340	540.00	18.34	250.00	4585.36
2028	12.4085	21.73	1467.98	0.0379	540.00	20.46	250.00	5116.16
2029	12.4044	21.78	1466.53	0.0420	540.00	22.68	250.00	5669.82
2030	12.4002	21.83	1465.08	0.0463	540.00	24.99	250.00	6246.36
2031	12.3957	21.89	1463.63	0.0507	540.00	27.38	250.00	6845.77
2032	12.3911	21.94	1462.18	0.0553	540.00	29.87	250.00	7468.05
2033	12.3863	21.99	1460.73	0.0601	540.00	32.45	250.00	8113.21
2034	12.3814	22.05	1459.28	0.0650	540.00	35.12	250.00	8781.24

2035	12.3763	22.10	1457.83	0.0702	540.00	37.89	250.00	9472.14
2036	12.3710	22.16	1456.38	0.0755	540.00	40.74	250.00	10185.92
2037	12.3655	22.21	1454.93	0.0809	540.00	43.69	250.00	10922.57
2038	12.3599	22.26	1453.48	0.0865	540.00	46.73	250.00	11682.10
2039	12.3541	22.32	1452.03	0.0923	540.00	49.86	250.00	12464.49
2040	12.3481	22.37	1450.58	0.0983	540.00	53.08	250.00	13269.77
2041	12.3349	22.47	1449.13	0.1116	540.00	60.25	250.00	15061.33
2042	12.3211	22.56	1447.68	0.1254	540.00	67.69	250.00	16922.82
2043	12.3068	22.66	1446.23	0.1397	540.00	75.42	250.00	18854.22
2044	12.2919	22.75	1444.78	0.1545	540.00	83.42	250.00	20855.53
2045	12.2766	22.85	1443.33	0.1698	540.00	91.71	250.00	22926.76
2046	12.2607	22.94	1441.88	0.1857	540.00	100.27	250.00	25067.91
2047	12.2444	23.04	1440.43	0.2021	540.00	109.12	250.00	27278.97
2048	12.2275	23.14	1438.98	0.2190	540.00	118.24	250.00	29559.94
2049	12.2101	23.23	1437.53	0.2364	540.00	127.64	250.00	31910.84
2050	12.1921	23.33	1436.08	0.2543	540.00	137.33	250.00	34331.64
2051	12.1737	23.42	1434.63	0.2728	540.00	147.29	250.00	36822.37
2052	12.1547	23.52	1433.18	0.2917	540.00	157.53	250.00	39383.00
2053	12.1352	23.61	1431.73	0.3112	540.00	168.05	250.00	42013.56
2054	12.1152	23.71	1430.28	0.3312	540.00	178.86	250.00	44714.03
2055	12.0947	23.80	1428.83	0.3517	540.00	189.94	250.00	47484.41
2056	12.0737	23.90	1427.38	0.3728	540.00	201.30	250.00	50324.71
2057	12.0521	24.00	1425.93	0.3943	540.00	212.94	250.00	53234.93
2058	12.0300	24.09	1424.48	0.4164	540.00	224.86	250.00	56215.06
2059	12.0074	24.19	1423.03	0.4390	540.00	237.06	250.00	59265.10
2060	11.9843	24.28	1421.58	0.4621	540.00	249.54	250.00	62385.06
2061	11.9607	24.38	1420.13	0.4857	540.00	262.30	250.00	65574.94

2062	11.9365	24.47	1418.68	0.5099	540.00	275.34	250.00	68834.73
2063	11.9119	24.57	1417.23	0.5346	540.00	288.66	250.00	72164.44
2064	11.8867	24.67	1415.78	0.5597	540.00	302.26	250.00	75564.07
2065	11.8610	24.76	1414.33	0.5854	540.00	316.13	250.00	79033.60
2066	11.8348	24.86	1412.88	0.6117	540.00	330.29	250.00	82573.06
2067	11.8080	24.95	1411.43	0.6384	540.00	344.73	250.00	86182.43
2068	11.7808	25.05	1409.98	0.6656	540.00	359.45	250.00	89861.71
2069	11.7530	25.14	1408.53	0.6934	540.00	374.44	250.00	93610.91
2070	11.7247	25.24	1407.08	0.7217	540.00	389.72	250.00	97430.03
2071	11.6714	25.41	1405.63	0.7750	540.00	418.49	250.00	104622.71
2072	11.6166	25.58	1404.18	0.8299	540.00	448.13	250.00	112031.58
2073	11.5601	25.75	1402.73	0.8863	540.00	478.63	250.00	119656.66
2074	11.5020	25.92	1401.28	0.9444	540.00	509.99	250.00	127497.93
2075	11.4423	26.09	1399.83	1.0041	540.00	542.22	250.00	135555.40
2076	11.3810	26.26	1398.38	1.0654	540.00	575.32	250.00	143829.07
2077	11.3181	26.43	1396.93	1.1283	540.00	609.28	250.00	152318.94
2078	11.2537	26.59	1395.48	1.1928	540.00	644.10	250.00	161025.00
2079	11.1876	26.76	1394.03	1.2589	540.00	679.79	250.00	169947.27
2080	11.1199	26.93	1392.58	1.3266	540.00	716.34	250.00	179085.73
2081	11.0506	27.10	1391.13	1.3959	540.00	753.76	250.00	188440.39
2082	10.9797	27.27	1389.68	1.4668	540.00	792.05	250.00	198011.25
2083	10.9072	27.44	1388.23	1.5392	540.00	831.19	250.00	207798.31
2084	10.8331	27.61	1386.78	1.6133	540.00	871.21	250.00	217801.57
2085	10.7574	27.78	1385.33	1.6890	540.00	912.08	250.00	228021.02
2086	10.6801	27.95	1383.88	1.7663	540.00	953.83	250.00	238456.68
2087	10.6012	28.12	1382.43	1.8452	540.00	996.43	250.00	249108.53
2088	10.5207	28.29	1380.98	1.9258	540.00	1039.91	250.00	259976.58

2089	10.4386	28.46	1379.53	2.0079	540.00	1084.24	250.00	271060.83
2090	10.3549	28.63	1378.08	2.0916	540.00	1129.45	250.00	282361.28
2091	10.2696	28.80	1376.63	2.1769	540.00	1175.51	250.00	293877.92
2092	10.1826	28.97	1375.18	2.2638	540.00	1222.44	250.00	305610.77
2093	10.0941	29.13	1373.73	2.3523	540.00	1270.24	250.00	317559.81
2094	10.0040	29.30	1372.28	2.4424	540.00	1318.90	250.00	329725.05
2095	9.9123	29.47	1370.83	2.5341	540.00	1368.43	250.00	342106.49
2096	9.8190	29.64	1369.38	2.6274	540.00	1418.82	250.00	354704.13
2097	9.7241	29.81	1367.93	2.7224	540.00	1470.07	250.00	367517.97
2098	9.6276	29.98	1366.48	2.8189	540.00	1522.19	250.00	380548.00
2099	9.5294	30.15	1365.03	2.9170	540.00	1575.18	250.00	393794.24
2100	9.4297	30.32	1363.58	3.0167	540.00	1629.03	250.00	407256.67

## 9.2 VARIACIÓN DE INGRESOS ESTIMADA AL 2100 SEGÚN EL MODELO PANEL ECUACIÓN 05 PARA EL ESCENARIO B2

AÑOS	PRODUCCIÓN (TM/Ha)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm)	VARIACIÓN DE PRODUCCIÓN	PRECIOS CONSTANTES (S/.) POR TM	PÉRDIDAS (S/.) POR TM	SUPERFICIE COSECHADA EN PROMEDIO	PERDIDA TOTAL EN LAS COMUNIDADES CAMPESINAS DE SAN ISIDRO DEL MAINO Y LEVANTO
2015	12.4464	21.03	1486.83	0.0000	540.00	0.00	250.00	0.00
2016	12.4440	21.08	1485.79	0.0025	540.00	1.33	250.00	332.62
2017	12.4414	21.13	1484.75	0.0051	540.00	2.74	250.00	684.97
2018	12.4386	21.18	1483.71	0.0078	540.00	4.23	250.00	1057.04
2019	12.4357	21.23	1482.67	0.0107	540.00	5.80	250.00	1448.84
2020	12.4326	21.28	1481.63	0.0138	540.00	7.44	250.00	1860.37
2021	12.4295	21.33	1480.59	0.0170	540.00	9.17	250.00	2291.62
2022	12.4261	21.38	1479.55	0.0203	540.00	10.97	250.00	2742.60

2023	12.4226	21.43	1478.51	0.0238	540.00	12.85	250.00	3213.31
2024	12.4190	21.48	1477.47	0.0274	540.00	14.81	250.00	3703.74
2025	12.4152	21.53	1476.43	0.0312	540.00	16.86	250.00	4213.90
2026	12.4113	21.58	1475.39	0.0351	540.00	18.98	250.00	4743.79
2027	12.4072	21.63	1474.35	0.0392	540.00	21.17	250.00	5293.40
2028	12.4030	21.69	1473.31	0.0434	540.00	23.45	250.00	5862.73
2029	12.3986	21.74	1472.27	0.0478	540.00	25.81	250.00	6451.80
2030	12.3941	21.79	1471.23	0.0523	540.00	28.24	250.00	7060.59
2031	12.3895	21.84	1470.19	0.0570	540.00	30.76	250.00	7689.10
2032	12.3847	21.89	1469.15	0.0618	540.00	33.35	250.00	8337.35
2033	12.3797	21.94	1468.11	0.0667	540.00	36.02	250.00	9005.32
2034	12.3746	21.99	1467.07	0.0718	540.00	38.77	250.00	9693.01
2035	12.3694	22.04	1466.03	0.0770	540.00	41.60	250.00	10400.43
2036	12.3640	22.09	1464.99	0.0824	540.00	44.51	250.00	11127.58
2037	12.3585	22.14	1463.95	0.0880	540.00	47.50	250.00	11874.46
2038	12.3528	22.19	1462.91	0.0936	540.00	50.56	250.00	12641.06
2039	12.3470	22.24	1461.87	0.0995	540.00	53.71	250.00	13427.38
2040	12.3410	22.29	1460.83	0.1054	540.00	56.93	250.00	14233.44
2041	12.3324	22.36	1459.79	0.1114	540.00	61.59	250.00	15396.38
2042	12.3235	22.42	1458.75	0.1229	540.00	66.37	250.00	16592.26
2043	12.3144	22.49	1457.71	0.1320	540.00	71.28	250.00	17821.08
2044	12.3051	22.55	1456.67	0.1414	540.00	76.33	250.00	19082.84
2045	12.2955	22.62	1455.63	0.1509	540.00	81.51	250.00	20377.54
2046	12.2856	22.68	1454.59	0.1608	540.00	86.82	250.00	21705.18
2047	12.2756	22.75	1453.55	0.1709	540.00	92.26	250.00	23065.75
2048	12.2652	22.81	1452.51	0.1812	540.00	97.84	250.00	24459.27
2049	12.2547	22.88	1451.47	0.1917	540.00	103.54	250.00	25885.72

2050	12.2439	22.95	1450.43	0.2026	540.00	109.38	250.00	27345.11
2051	12.2328	23.01	1449.39	0.2136	540.00	115.35	250.00	28837.44
2052	12.2215	23.08	1448.35	0.2249	540.00	121.45	250.00	30362.71
2053	12.2100	23.14	1447.31	0.2365	540.00	127.68	250.00	31920.91
2054	12.1982	23.21	1446.27	0.2482	540.00	134.05	250.00	33512.06
2055	12.1862	23.27	1445.23	0.2603	540.00	140.54	250.00	35136.14
2056	12.1739	23.34	1444.19	0.2725	540.00	147.17	250.00	36793.16
2057	12.1614	23.41	1443.15	0.2851	540.00	153.93	250.00	38483.12
2058	12.1486	23.47	1442.11	0.2978	540.00	160.82	250.00	40206.02
2059	12.1356	23.54	1441.07	0.3108	540.00	167.85	250.00	41961.86
2060	12.1223	23.60	1440.03	0.3241	540.00	175.00	250.00	43750.63
2061	12.1089	23.67	1438.99	0.3376	540.00	182.29	250.00	45572.35
2062	12.0951	23.73	1437.95	0.3513	540.00	189.71	250.00	47427.00
2063	12.0811	23.80	1436.91	0.3653	540.00	197.26	250.00	49314.59
2064	12.0669	23.86	1435.87	0.3795	540.00	204.94	250.00	51235.12
2065	12.0524	23.93	1434.83	0.3940	540.00	212.75	250.00	53188.59
2066	12.0377	24.00	1433.79	0.4087	540.00	220.70	250.00	55175.00
2067	12.0228	24.06	1432.75	0.4237	540.00	228.78	250.00	57194.35
2068	12.0076	24.13	1431.71	0.4389	540.00	236.99	250.00	59246.63
2069	11.9921	24.19	1430.67	0.4543	540.00	245.33	250.00	61331.85
2070	11.9764	24.26	1429.63	0.4700	540.00	253.80	250.00	63450.01
2071	11.9415	24.39	1428.59	0.5049	540.00	272.64	250.00	68159.71
2072	11.9056	24.53	1427.55	0.5408	540.00	292.02	250.00	73005.25
2073	11.8687	24.66	1426.51	0.5777	540.00	311.95	250.00	77986.64
2074	11.8308	24.80	1425.47	0.6156	540.00	332.42	250.00	83103.87
2075	11.7919	24.93	1424.43	0.6545	540.00	353.43	250.00	88356.95
2076	11.7520	25.06	1423.39	0.6944	540.00	374.98	250.00	93745.87

2077	11.7111	25.20	1422.35	0.7353	540.00	397.08	250.00	99270.64
2078	11.6692	25.33	1421.31	0.7773	540.00	419.72	250.00	104931.25
2079	11.6262	25.47	1420.27	0.8202	540.00	442.91	250.00	110727.71
2080	11.5823	25.60	1419.23	0.8641	540.00	466.64	250.00	116660.01
2081	11.5373	25.74	1418.19	0.9091	540.00	490.91	250.00	122728.16
2082	11.4914	25.87	1417.15	0.9551	540.00	515.73	250.00	128932.15
2083	11.4444	26.00	1416.11	1.0020	540.00	541.09	250.00	135271.99
2084	11.3964	26.14	1415.07	1.0500	540.00	566.99	250.00	141747.67
2085	11.3475	26.27	1414.03	1.0990	540.00	593.44	250.00	148359.20
2086	11.2975	26.41	1412.99	1.1489	540.00	620.43	250.00	155106.57
2087	11.2465	26.54	1411.95	1.1999	540.00	647.96	250.00	161989.79
2088	11.1945	26.68	1410.91	1.2519	540.00	676.04	250.00	169008.86
2089	11.1415	26.81	1409.87	1.3049	540.00	704.66	250.00	176163.77
2090	11.0875	26.94	1408.83	1.3589	540.00	733.82	250.00	183454.52
2091	11.0325	27.08	1407.79	1.4139	540.00	763.52	250.00	190881.12
2092	10.9765	27.21	1406.75	1.4700	540.00	793.77	250.00	198443.56
2093	10.9195	27.35	1405.71	1.5270	540.00	824.57	250.00	206141.85
2094	10.8614	27.48	1404.67	1.5850	540.00	855.90	250.00	213975.99
2095	10.8024	27.62	1403.63	1.6440	540.00	887.78	250.00	221945.97
2096	10.7423	27.75	1402.59	1.7041	540.00	920.21	250.00	230051.79
2097	10.6813	27.88	1401.55	1.7651	540.00	953.17	250.00	238293.46
2098	10.6192	28.02	1400.51	1.8272	540.00	986.68	250.00	246670.98
2099	10.5562	28.15	1399.47	1.8903	540.00	1020.74	250.00	255184.34
2100	10.4921	28.29	1398.43	1.9543	540.00	1055.33	250.00	263833.54

## **ANEXO 10: RECONOCIMIENTO DE CAMPO Y APLICACIÓN DE ENCUESTAS**

### **10.1 COMUNIDAD CAMPESINA DE LEVANTO**

#### **ENTREVISTA AL PRESIDENTE DE LA COMUNIDAD**



#### **APLICACIÓN DE ENCUESTAS A LOS COMUNEROS**



## 10.2 COMUNIDAD CAMPESINA DE SAN ISIDRO DEL MAINO

### ENTREVISTA AL PRESIDENTE DE LA COMUNIDAD



### APLICACIÓN DE ENCUESTAS A LOS COMUNEROS

