

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“EFECTO DE LA VARIACION DE LOS ELEMENTOS
CLIMATICOS EN LA PRODUCCION DE QUINUA, EN LA
CUENCA DEL RÍO ILAVE - PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

VANESSA YESECA LAQUI CUTIPA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PROMOCIÓN - 2014

PUNO - PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS

“EFECTO DE LA VARIACIÓN DE LOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS EN LA PRODUCCIÓN DE QUINUA, EN LA CUENCA DEL RÍO ILAVE – PUNO”.

PRESENTADA POR:

Bach. VANESSA YESECA LAQUI CUTIPA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADO POR EL JURADO CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:

M. Sc. OSCAR RAUL MAMANI LUQUE

PRIMER MIEMBRO:

M. Sc. ROBERTO ALFARO ALEJO

SEGUNDO MIEMBRO:

Ing. PERCY DUEÑAS GUTIERREZ

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. PERCY ARTURO GINEZ CHOQUE

ASESOR DE TESIS:

Dr. GERMAN BELIZARIO QUISPE

Área:

Recursos Hídricos

Tema:

Variación de los elementos climáticos

Línea de Investigación:

Climatología

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

De igual forma, dedico esta tesis a mis queridos padres que han sabido fortalecerme con buenos sentimientos, hábitos y valores, quienes con sus consejos han sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mis hermanos por su apoyo incondicional, que con sus consejos me han ayudado a afrontar los retos que se me han presentado durante mi vida estudiantil.

A mi tesoro, compañero por su comprensión lo que pasamos, son la razón de mí existir.

AGRADECIMIENTOS

- *A la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, mi alma mater por siempre, con su apertura me concedió a mí y a muchas generaciones más conceder a una educación de calidad, por haberme formado profesionalmente.*
- *A mi director de tesis, Ing. Percy Arturo Gínez Choque, por su acertada dirección y especial conducción en el presente trabajo.*
- *A mi asesor de tesis, Dr. Germán Belizario Quispe, por sus acertadas exhortaciones en la ejecución del presente, por compartir conmigo parte de su sabiduría, estilo y experiencia.*
- *A los jurados M.Sc. Oscar Raúl Mamani Luque, M.S.c. Roberto Alfaro Alejo e Ing. Percy Dueñas Gutierrez, por sus valiosas experiencias, aporte y sugerencias.*
- *Expreso una extensiva gratitud, a mis colegas a su vez compañeros de estudio muy especial, que de una u otra manera han motivado y contribuido en la ejecución así como en la culminación del presente trabajo.*
- *Por último, agradezco al SENAMHI, y DRA Puno, por haberme brindado la información y la oportunidad de elaborar la presente tesis.*

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
INDICE GENERAL	
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	2
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS.....	6
2.1 MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.1 LA CUENCA HIDROGRÁFICA.....	6
2.1.2 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS EN ESTUDIO.....	8
2.1.3 TEORÍA DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN.....	9
2.1.4 TENDENCIA.....	15
2.1.5 ANALISIS DE TENDENCIA DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS EN ESTUDIO.....	15
2.1.6 CALENTAMIENTO GLOBAL.....	17
2.1.7 CAMBIO CLIMÁTICO.....	18
2.1.8 CLIMA.....	19
2.1.9 VARIABLES CLIMATICAS.....	23
2.1.10 EL CULTIVO DE LA QUINUA.....	26
2.1.11 RELACIÓN DE LA TEMPERATURA Y EL CULTIVO.....	36
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	38

2.2.1 TÉRMINOS BÁSICOS.....	38
2.3 HIPOTESIS.....	38
2.3.1 Hipótesis general.....	38
2.3.2 Hipótesis específicas.....	38
CAPITULO III.....	40
MATERIALES Y METODOS.....	40
3.1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	40
3.1.1 Ubicación del Ámbito de Estudio.....	40
3.1.2 CLIMA.....	45
3.2 INFORMACIÓN METEOROLOGICA Y EQUIPOS.....	45
3.2.1 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.....	45
3.2.2 EQUIPOS (MATERIALES DE CÓMPUTO Y OTROS).....	45
3.3 METODOLOGIA.....	46
3.3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
CAPITULO IV.....	58
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	58
4.1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA.....	58
4.1.1 Comportamiento temporal y espacial de las temperaturas.....	58
4.1.2 Comportamiento temporal y espacial de la precipitación pluvial.....	63
4.2 RELACIÓN ENTRE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL COMPORTAMIENTO DE LAS TEMPERATURAS Y PRECIPITACIÓN PLUVIAL.....	69
4.2.1 Relación entre el cambio climático y el comportamiento de la temperatura.....	69
4.2.2 Relación entre el cambio climático y el comportamiento de la precipitación.....	72
4.3 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL RENDIMEINTO DEL CULTIVO DE QUINUA EN LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RÍO ILAVE.....	75
4.3.1 Medidas de tendencia central y variabilidad de rendimiento del cultivo de quinua en la cuenca del rio llave.....	75
4.3.2 Rendimiento promedio del cultivo de quinua frente a las variables climáticas.....	76
CONCLUSIONES.....	82
RECOMENDACIONES.....	83
BIBLIOGRAFIA.....	84
ANEXOS.....	88

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Principales afluentes de la cuenca hidrográfica del río llave.	41
Cuadro N° 2. Ubicación del ámbito de estudio.....	41
Cuadro N° 3. Temperaturas media observada y proyectada al año 2050.....	62
Cuadro N° 4. Precipitación media observada y proyectada al año 2050.....	68
Cuadro N° 5. Análisis de tendencia de temperatura media anual.....	70
Cuadro N° 6. Modelo de variables predictorias de temperatura media anual.....	71
Cuadro N° 7. Modelo de variables predictorias de temperatura media anual.....	71
Cuadro N° 8. Variables predictorias en las tendencia de temperatura media anual 1994 – 2014.....	72
Cuadro N° 9 Análisis de tendencia de precipitación media anual de la estación llave.....	73
Cuadro N° 10. Modelo de variables predictorias de precipitación media anual 1964 – 2014.....	74
Cuadro N° 11. Modelo de variables predictorias de precipitación media anual 1964 – 2014.....	74
Cuadro N° 12. Variables predictorias en las tendencias de precipitación media anual 1964 – 2014.....	74
Cuadro N° 13. Medias de tendencia central y variación del rendimiento de cultivo de quinua en la cuenca del río llave 1994 – 2014.....	75

Cuadro N° 14. Modelo de relación del rendimiento de quinua y variables climáticas, de la cuenca del rio llave 1994 – 2014.....	76
Cuadro N° 15. Análisis de ANOVA de regresión residual total para el cultivo de quinua en la cuenca del rio llave 1994-2014.....	76
Cuadro N° 16. Coeficientes no estandarizadas y tipificadas de variables climáticas en la cuenca del rio llave1994-2014.....	77
Cuadro N° 17. Correlaciones bivariadas del cambio climático con las variaciones de las precipitaciones pluviales en la cuenca del rio llave 1994-2014.....	78
Cuadro N° 18. Rendimiento obtenidos de los años 1994 al 2014 de la dirección Regional Agraria – Puno.....	79
Cuadro N° 19. Comportamiento del rendimiento del cultivo de quinua en kg/ha a variables climáticas en la cuenca del rio llave.....	80

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Fases fenológicas de la quinua.....	30
Figura N° 2. Serie histórico de temperaturas máximas mensuales.....	59
Figura N° 3. Serie histórico de temperaturas mínimas mensuales.....	59
Figura N° 4. Suma de los índices anuales de los vectores regionales, acumuladas de temperatura media.....	60
Figura N° 5. Índices anuales de los vectores regionales de temperatura media.....	61
Figura N° 6. Evolución de la tendencia de la temperatura media.....	63
Figura N° 7. Precipitaciones promedios mensuales de la serie (1964 - 2014).....	64
Figura N° 8. Índices anuales de los vectores regionales acumuladas de precipitación.....	66
Figura N° 9. Índices anuales de los vectores regionales, datos completados de precipitación.....	67
Figura N° 10. Serie histórico de precipitación media mensual.....	68
Figura N° 11. Rendimiento de quinua en llave en los últimos 20 años.....	80

INDICE DE MAPAS

Mapa N° 1. Ubicación hidrográfica de la cuenca del rio llave.....	42
Mapa N° 2. Ubicación geográfica de la cuenca del rio llave.....	43
Mapa N° 3. Ubicación política de la cuenca del rio llave.....	44

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.1 Serie histórico de temperaturas máximas mensuales figura N° 3.....	89
Anexo 1.1 Serie histórico de temperatura mínimas mensuales figura N° 4.....	89
Anexo 1.1 Suma de los índices anuales de los vectores regionales, acumulados de temperatura media, figura N° 5.....	89
Anexo 1.1 Índices anuales de los vectores regionales de temperatura media, figura N° 6.....	90
Anexo 1.1. Evolución de la tendencia de la temperatura media, figura N° 7.....	90
Anexo 1.1 Precipitaciones promedios mensuales de la serie (1964 -2014), figura N° 8.....	90
Anexo 1.1 Índices anuales de los vectores regionales acumuladas de precipitación, figura N° 9.....	91
Anexo 1.1 Índices anuales de los vectores regionales, datos completados de precipitación, figura N° 10.....	91
Anexo 1.1 Serie histórico de precipitación media mensual, figura N° 11.....	91

Anexo 1.1 Rendimiento de quinua en llave en los últimos 20 años, figura N°12.....	92
Anexo 1.2 Análisis de tendencia de temperatura media anual, cuadro N° 5.....	93
Anexo 1.2 Análisis de tendencia de precipitación media anual de la estación llave.....	94
Anexo 1.2 Comportamiento del rendimiento del cultivo de quinua en kg/ha a variables climáticas en la cuenca del rio llave.....	95
Anexo 1.3 Cuadro de temperatura máxima mensual (mm) estación Mazocruz.....	96
Anexo 1.3 Cuadro de temperatura media mensual (mm) estación Mazocruz.....	97
Anexo 1.3 Cuadro de temperatura mínima mensual (mm) estación Mazocruz.....	98
Anexo 1.3 Cuadro de temperatura máxima mensual (mm) estación llave.....	99
Anexo 1.3 Cuadro de temperatura media mensual (mm) estación llave.....	100
Anexo 1.3 Cuadro de temperatura mínima mensual (mm) estación llave.....	101
Anexo 1.3 Cuadro de rendimiento en kg/ha de quinua en los últimos 20 años.....	102
Anexo 1.4 Ubicación hidrográfica de la cuenca del rio llave, mapa N° 1.....	105

Anexo 1.4 Ubicación en la vertiente del lago Titicaca, mapa N° 4.....	106
Anexo 1.4. Incremento de temperatura de la cuenca del rio llave, mapa N° 5.....	107
Anexo 1.4 Isoyetas de la cuenca del rio llave, mapa N°6.....	108

RESUMEN

La investigación se realizó en la cuenca del río llave, puesto que la actividad agrícola viene disminuyendo en la producción por las alteraciones o cambio climático y por las variaciones de elementos climáticos, tales como la oscilación de la temperatura, distribución irregular de las precipitaciones, en el espacio como en el tiempo. Con el fin de cuantificar las tendencias de temperatura máxima, media, mínima y precipitación, se realizó inicialmente un análisis exploratorio de los datos, un análisis de homogeneidad de los datos, posteriormente un análisis de consistencia y completación de datos faltantes dentro de los procesos anteriores. Se hace un análisis mediante estadísticas paramétrico y no paramétrico de las series de tiempo de las estaciones meteorológica ubicada en la zona sur de Puno, con registros de 1964 a 2014, Se calcularon las tendencias de cambio de las variables climáticas para la estación mediante cuatro pruebas: Mann-Kendall, Spearman's Rho, Regresión Lineal, y Student's, por ser los más recurrentes dentro de la literatura de la investigación, se presenta de manera espacial los valores obtenidos por dichas pruebas, para determinar dichas tendencias positivas con niveles de significativa de 5% en la mayoría de la estación climática. Mediante el cual se determinó la relación que existe entre las variables climáticas y el rendimiento de quinua en el periodo de 20 años en la cuenca del río llave.

Palabras clave: análisis de consistencia, tendencias, rendimiento del cultivo, río llave, variabilidad climática.

ABSTRACT

The research was carried out in the Ilave river basin since agricultural activity is suffering in production due to changes or climatic changes and variations in climatic elements, such as temperature fluctuation, irregular distribution of precipitation, Space as in time. In order to quantify the trends of maximum, average, minimum and precipitation temperature, an exploratory analysis of the data was performed initially, an analysis of the homogeneity of the data, followed by an analysis of consistency and completeness of missing data within previous processes. A parametric and non-parametric analysis of the time series of ten meteorological station located in the southern zone of Puno, with records from 1964 to 2014, was calculated. The trends of change of climatic variables for the station were calculated by means of four tests: Mann-Kendall and Spearman's Rho and Linear Regression, t Student's, because they are the most recurrent within the research literature, the values obtained by these tests are presented spatially, to determine those positive trends with significant levels of 5% in most of the climatic season. This study determined the relationship between climatic variables and quinoa yield in the 20-year period in the Ilave river basin.

Key words: Consistency analysis, trends, crop yield, Ilave, river climatic variables

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es la variación global del clima de la tierra, tales cambios se producen muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, etcétera. Este complejo proceso incluye muchos factores fuertemente interrelacionados entre los que destacan las alteraciones en el clima, conocidas en la actualidad como cambio climático. Las modificaciones en el clima afectaran, de modo importante a los ecosistemas y en particular a los sistemas semiáridos mediterráneos que pueden verse afectados por una acentuación del estrés hídrico y por el incremento de la aridez. Por esta y otras razones la necesidad de conocer y profundizar en la variabilidad climática en unos escenarios vulnerables e incertidumbres de la disponibilidad del agua presente y futuro.

Ante este panorama el IPCC 2007, (Panel Intergubernamental del Cambio Climático), la Organización Mundial de Meteorología (OMM), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y distintas organizaciones medioambientales han enfocado sus intereses científicos en estudios en los cuales se utilicen indicadores hidroclimáticos.

Desde el año 2001, el IPCC 2007, ha señalado que entre sus objetivos principales esta la necesidad de continuar con el estudio de las precipitaciones y de relacionar los resultados del cambio climático de las escalas más generales con regionales y locales (Gonzales Hidalgo *et al.* 2002). No obstante, no existen tendencias claras ni modelos globales en cuanto a recursos hídricos se refiere, cada región del planeta muestra distintos resultados (IPCC, 2000).

Por lo mencionado anteriormente, el presente trabajo de investigación, comprende desde los estudios generales de cuál es el impacto del cambio climático en la producción de quinua, que permitirá contar con propuestas de formulación y manejo del medio ambiente del cambio global.

El objetivo del presente trabajo es Evaluar el efecto de la variación de los elementos climáticos en la producción de quinua, en la cuenca del rio llave, analizar el comportamiento de la variación de la temperatura y precipitación y determinar la relación frente a la variación de la temperatura y el rendimiento de quinua en el periodo de veinte años en la cuenca del rio llave Puno.

CAPÍTULO I

PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El altiplano peruano es fuertemente afectado por los elementos climáticos, y se enfrenta a incremento de la temperatura promedio al igual que la frecuencia de las olas de calor; las temperaturas más cálidas aumentan la probabilidad de sequías; así como el aumento en la evaporación durante el verano podría elevar las condiciones de sequía; las temperaturas más cálidas aumentan la evaporación del agua y con ello la producción de lluvias, afectando la economía en el sector agropecuario, por lo que se considera necesario conocer y precisar cómo afecta el cambio climático a la cuenca de río Ilave.

El incremento en la concentración de gases del efecto invernadero, ocasiona el calentamiento global, este hecho a su vez, genera un aumento en las temperaturas a diferentes niveles, lo que está relacionado con los cambios que experimentan los ecosistemas. Estos cambios en los ecosistemas pueden ser una de las causas que ocasionan la mayor recurrencia de eventos climáticos adversos como sequías, heladas, granizadas. Inundaciones, los factores de mayor importancia son la temperatura mínima y la precipitación pluvial que tienen relación directa con el rendimiento de la quinua.

Ante esta variación de temperatura el desarrollo de la quinua es en forma variada, cambiando así la producción y consiguiente el posible atraso en el sector agrario, generando bajos ingresos económicos en las familias que optan por comercializar este productos.

En la provincia de El Collao en los últimos años ha reportado una baja alimentación de sus niños y por este motivo los niños son vulnerables ante la presencia de enfermedades relacionadas con la mala alimentación, todo este problema de la insuficiente producción provoca la migración a las ciudades de Lima, Arequipa, Moquegua y Tacna donde se instalan en las zonas periféricas carentes de todo tipo de servicios básicos y por consiguiente con muertes de niños con enfermedades diarreicas cada vez con estadísticas del Ministerio de Salud que van en aumento, o la migración los centros mineros donde el trabajo

si se llama trabajo es inhumano y donde la explotación del hombre por el hombre aun es cotidiano y de igual forma carente de seguro médico y servicios básicos a pesar de generar riqueza pero que no se ve reflejado en su bienestar

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de la variación de los elementos climáticos en la producción de quinua en la cuenca del río llave?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es el efecto de la variación de los elementos climáticos en el comportamiento de la temperatura y precipitación de la cuenca del río llave?

¿Cuál es la relación entre las variables climáticas temperaturas y el rendimiento del cultivo de quinua en un periodo de veinte años en la cuenca del río llave?

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los efectos del cambio climático se han extendido en todos los continentes y por todos en océanos y nos están perjudicando ya, los impactos de los recientes eventos climáticos extremos, tales como las olas de calor, las sequías, las inundaciones y los incendios forestales, demuestran una significativa vulnerabilidad y exposición de algunos ecosistemas y muchos sistemas humanos, como la producción alimentaria, debido a la variabilidad climática.

Las Comunidades altoandinas que basan su seguridad alimentaria en los diferentes cultivos son un elemento esencial. En tal sentido lo que ocurra con la producción agrícola, será importante para que las familias en las comunidades pueden asegurar su autosubsistencia y mejorar su calidad de vida.

El conocimiento del efecto que produce la variación de la temperatura, juega un rol fundamental como elemento que pueda ayudar en el manejo de cultivo, el conocimiento del clima en el entorno altoandino y en las estrategias enfocadas en la conservación de la biodiversidad. Si bien la actual dependencia de pocos cultivos exclusivos para el autoconsumo determinan bajos niveles en las relaciones de intercambio, lo que hace incrementar los índices de pobreza,

también es conocer que la conservación de la biodiversidad en este contexto está directamente relacionado con el conocimiento de los productores y el aseguramiento de la auto subsistencia de las familias.

Los efectos de cambios en el clima sobre la producción de quinua varía ampliamente de una región a otra, se espera que los cambios anticipados tengan grandes impactos y de gran envergadura principalmente en zonas tropicales de países en desarrollo con regímenes de precipitación que se encuentran entre semiárido y húmedo (Cline, 2007). Las implicancias pueden ser muy profundas para los agricultores de subsistencia ubicados en ambientes frágiles, donde se esperan grandes cambios en productividad pues estos agricultores dependen de cultivos que potencialmente serán muy afectados (oca, papas, quinua, etc.), muchos investigadores expresan mayor preocupación por áreas donde la agricultura de subsistencia es la norma, porque la disminución de tan solo una tonelada de productividad podría llevar a grandes desequilibrios en la vida rural (Jones & Thornton, 2003).

En el Altiplano, la campaña agrícola se beneficia de las lluvias (Enero-Marzo), cuya irregularidad ocasiona graves sequías, y además está azotada por frecuentes heladas. Desde la antigüedad, el campesino del Altiplano ha adoptado una estrategia de minimización de los riesgos lo que dificulta las inversiones productivas. Se ha verificado una incidencia mayor de las sequías con pérdidas totales de 210 millones US\$ en 1983 y 1989, comparadas con las inundaciones de 1985/86 (112 millones). La influencia microclimática del lago induce a una mayor concentración humana en las regiones circunlacustres, lo que causa una excesiva parcelación de la tierra. Entre los habitantes que viven en el área del proyecto, más del 70% corresponden a la población rural.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la variación de los elementos climáticos en la producción de quinua, en la cuenca del río llave Puno.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar el comportamiento de la variación de la temperatura y precipitación de la cuenca del río llave Puno.
- Determinar la relación frente a la variación de la temperatura y el rendimiento de quinua en el periodo de veinte años en la cuenca del río llave Puno.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPÓTESIS

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 LA CUENCA HIDROGRÁFICA

Una cuenca hidrográfica es entonces la superficie de drenaje natural, donde convergen las aguas que fluyen a través de valles y quebradas, formando de esta manera una red de drenajes o afluentes que alimentaría un río.

Las cuencas son áreas naturales que recolectan y almacenan el agua producto de las precipitaciones pluviales que utilizamos para el consumo humano y animal, para los sistemas de riego agrícola, para dotar de agua a las ciudades y hasta para producir la energía eléctrica que alumbramos nuestros hogares. Por eso la preservación de las cuencas hidrográficas es un factor importantísimo para el desarrollo integral de nuestras vidas y de los seres vivos en general (Belizario, 2014).

Dourojeanni, (1998), afirma, que es un área físico geográfico debidamente en donde las aguas superficiales y subterráneas vierten a una red natural mediante uno o varios cauces de caudal continuo o intermitente que fluyen a la vez en un curso mayor que desemboca en un río principal, lago o directamente en el mar.

En esta área definida habitan los hombres animales y plantas que generan diferentes ecosistemas (naturales y artificiales) los cuales están caracterizados por un conjunto de relaciones que identifican a cada uno de ellos; igualmente la interacción entre dichos ecosistemas genera una serie de actividades productivas que buscan mejorar la calidad de vida del hombre.

Aparicio (1993), una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida. Además indica que se entiende por cuenca hidrográfica, hoyo hidrográfica, cuenca de drenaje el territorio drenado por un único sistema de drenaje

natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. Una cuenca hidrográfica es un área de terreno que drena agua en un punto común, como un riachuelo, arroyo, río o lago cercano. Cada cuenca pequeña drena agua en una cuenca mayor que, eventualmente, desemboca en el océano.

2.1.1.1 Parámetros de una cuenca

Mejía (2011), las características físicas y funcionales de una cuenca hidrográfica pueden ser definidas como los diversos factores que determinan la naturaleza de la descarga de un curso de agua. El conocimiento de esas características es muy importante por las siguientes razones.

2.1.1.1.1 Límite de la cuenca

Toda cuenca está limitada por una línea formada por los puntos de mayor nivel topográfico, llamada divisoria, que divide las precipitaciones que caen en cuencas vecinas y que encamina la escorrentía superficial resultante para uno y otro sistema fluvial. La divisoria sigue una línea rígida alrededor de la cuenca, atravesando el curso de agua solamente en el punto de salida y uniendo los puntos de cota máxima entre cuencas, lo que no impide que en el interior de una cuenca existan picos aislados con cotas superiores a algunos puntos de la divisoria.

2.1.1.1.2 Área de drenaje

Una cuenca tiene superficie perfectamente definida por su contorno y viene a ser el área drenada comprendida por su contorno y viene y viene a ser el área drenada comprendida desde la línea de división de las aguas (divisorium acuarium), hasta el punto convenido (estación de aforos, desembocadura, etc.), para la determinación del área de la cuenca es necesario previamente delimitar la cuenca. Trazando la línea divisoria; esta línea tiene las siguientes particularidades: debe seguir las altas cumbres, debe cortar ortogonalmente a las curvas del nivel, no debe cortar ninguno de los causes de la red de drenaje.

El área de la cuenca o área de drenaje es el área plana (proyección horizontal) comprendido dentro del límite o divisoria de aguas. El área de la cuenca es el elemento básico para el cálculo de las otras características físicas y es determinado, normalmente, con planímetro y expresado en km^2 o hectáreas. Es importante mencionar que cuencas hidrográficas con la misma área pueden tener comportamientos hidrológicos completamente distintos en función de los otros factores que intervienen.

2.1.1.1.3 Forma de la cuenca.

La forma superficial de una cuenca hidrográfica es importante debido a que influye en el valor del tiempo de concentración, definido como el tiempo necesario para que toda la cuenca contribuya al flujo en la sección en estudio, a partir del inicio de la lluvia o, en otras palabras, tiempo que tarda el agua, desde los límites de la cuenca, para llegar a la salida de la misma. En general las cuencas hidrográficas de grandes ríos presentan la forma de una pera, pero las cuencas pequeñas varían mucho de forma, dependiendo de su estructura geológica.

Existen varios índices utilizados para determinar la forma de las cuencas, buscando relacionarlas con formas geométricas conocidas; así el coeficiente de compacidad la relaciona con un círculo y el factor de forma con un rectángulo.

2.1.2 ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS EN ESTUDIO.

Aliaga (1983), la inconsistencia es el sinónimo de error sistemático (natural y artificial) y se presenta como saltos y tendencias, y no homogeneidad es definido como cambios de los datos vírgenes con el tiempo, así por ejemplo la no homogeneidad de la precipitación son datos por tres fuentes principales:

- a) Movimiento de las estaciones en una distancia horizontal,
- b) Movimiento de una distancia vertical y
- c) Cambios en el medio ambiente de una estación como árboles, construcción de una casa, entre otros.

Villón (2001), menciona que el hidrólogo o especialista que desea desarrollar un estudio hidrológico debe buscar la información de la cuenca en estudio en las instituciones encargadas de su recopilación, pero una vez obtenido ésta,

una de las interrogantes que se debe hacer, ¿es confiable la información disponible?

La respuesta a esta pregunta, se obtiene realizando un análisis de consistencia de la información disponible mediante criterios físicos y métodos estadísticos que permitan identificar, evaluar y eliminar los posibles errores sistemáticos que han podido ocurrir, sea por causas naturales u ocasionadas por la intervención de la mano del hombre.

La no homogeneidad e inconsistencia, son los causales del cambio a que están expuestas las informaciones hidrológicas, por lo cual su estudio es de mucha importancia para determinar los errores sistemáticos que puedan afectarlas.

Inconsistencia es sinónimo de error sistemático y se presenta como saltos y tendencias, y no homogeneidad es definido como los cambios de datos vírgenes con el tiempo.

La no homogeneidad en una serie de tiempo hidrológico, se debe a factores humanos (tala indiscriminada de una cuenca, construcción de estructuras hidráulicas, etc.) o a factores naturales de gran significación, como los desastres naturales (inundaciones, derrumbes, etc.).

La inconsistencia de una serie de tiempo, está dada por la producción de errores sistemáticos (déficit de toma de datos, cambio de estación de registro, etc.).

Esta inconsistencia y no homogeneidad se pone de manifiesto con la presencia de saltos y/o tendencias en las series hidrológicas afectando las características estadísticas de dichas series, tales como la media, desviación estándar y correlación serial.

El análisis de consistencia de la información, es el proceso que consiste en la identificación o detección, descripción y remoción de la no homogeneidad e inconsistencia de una serie de tiempo hidrológica.

2.1.3 TEORÍA DE REGRESIÓN Y CORRELACIÓN

2.1.3.1 Teoría de Regresión.

Weiers (2008), indica que, el tipo de correlación debe ser analizado en el diagrama de dispersión en base a la forma que toma la curva de la función y a la relación entre las variables. Cuando el análisis se basa en el estudio de dos

variables se denomina correlación simple, cuando se analizan más variables se las denomina correlación múltiple.

En términos de estadística los conceptos de regresión y ajuste con líneas paralelas son sinónimos lo cual resulta estimar los valores de la variable dependiente (Y) correspondiente a los valores dados de la variable independiente (X), por lo que si se estima el valor de "Y" a partir de "X" decimos que se trata de una curva de regresión de "Y" sobre "X". Ejemplo, la precipitación depende de la humedad relativa.

2.1.3.2 Modelo de regresión múltiple

Harnett y Murphy (1980), afirman que, si disponemos de una muestra de n observaciones de cada una de las m variables. El problema consiste en determinar la ecuación de regresión muestra con el "mejor ajuste" a estos datos, y usar los coeficientes de esa ecuación como estimaciones de los parámetros de la ecuación de regresión poblacional. La ecuación muestra para la regresión múltiple es:

$$\bar{y} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_mx_m$$

El valor de \bar{y} es la estimación de μ_y . X_1, X_2, \dots, X_m ; a es la estimación de α y b_1, b_2, \dots, b_m son las estimaciones de los coeficientes de regresión parcial $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$.

2.1.3.3 Correlación lineal simple.

Rincón (2005) indica que, si sabemos que existe una relación entre una variable denominada dependiente y otras denominadas independientes (como por ejemplo las existentes entre: la experiencia profesional de los trabajadores y sus respectivos sueldos, las estaturas y pesos de personas, la producción agraria y la cantidad de fertilizantes utilizados, etc.), puede darse el problema de que la dependiente asuma múltiples valores para una combinación de valores de las independientes.

La dependencia a la que hacemos referencia es relacional matemática y no necesariamente de causalidad. Así, para un mismo número de unidades producidas, pueden existir niveles de costo, que varían empresa a empresa.

Si se da ese tipo de relaciones, se suele recurrir a los estudios de regresión en los cuales se obtiene una nueva relación pero de un tipo especial denominado

función, en la cual la variable independiente se asocia con un indicador de tendencia central de la variable dependiente. Cabe recordar que en términos generales, una función es un tipo de relación en la cual para cada valor de la variable independiente le corresponde uno y sólo un valor de la variable dependiente.

2.1.3.4 Regresión simple y correlación.

Rincón, (2005), menciona que, la regresión y la correlación son dos técnicas estadísticas que se pueden utilizar para solucionar problemas comunes.

Muchos estudios se basan en la creencia de que es posible identificar y cuantificar alguna relación funcional entre dos o más variables, donde una variable depende de la otra variable.

Se puede decir que y depende de x , en donde Y y X son dos variables cualquiera en un modelo de regresión simple.

" y es una función de x "

$$y = f(x) = a + bx$$

- como y depende de x ,
- y es la variable dependiente, y
- x es la variable independiente.

En el modelo de regresión es muy importante identificar cuál es la variable dependiente y cuál es la variable independiente.

En el modelo de regresión simple se establece que Y es una función de sólo una variable independiente, razón por la cual se le denomina también regresión divariada porque sólo hay dos variables, una dependiente y otra independiente y se representa así:

$$y = f(x)$$

" y está regresando por x "

La variable dependiente es la variable que se desea explicar, predecir.

La variable independiente x se le denomina variable explicativa ó regresor y se le utiliza para explicar y .

Análisis estadístico: Regresión lineal simple.

Rincón (2005), indica que, el estudio de la relación funcional entre dos variables poblacionales, una variable X , llamada independiente, explicativa o de

predicción y una variable Y , llamada dependiente o variable respuesta, presenta la siguiente notación:

$$y = a + b x + e$$

Dónde:

a = Es el valor de la ordenada donde la línea de regresión se intercepta con eje Y .

b = Es el coeficiente de regresión poblacional (pendiente de la línea recta)

e = Es el error

Suposiciones de la regresión lineal

1. Los valores de la variable independiente x son fijos, medidos sin error.
2. La variable “ Y ” es aleatoria.
3. Para cada valor de x , existe una distribución normal de valores de y (subpoblaciones y)
4. Las variancias de las subpoblaciones Y son todas iguales.
5. Todas las medias de las subpoblaciones de Y están sobre la recta.
3. Los valores de Y están normalmente distribuidos y son estadísticamente independientes.

2.1.3.5 Coeficiente de correlación.

Ibáñez (2010), asevera que, la correlación viene del Latín cum: con y relatus: relacionado, la correlación lineal permite medir si hay asociación entre dos variables o medir la intensidad de dicha asociación. Para ello es importante que la muestra bivariado sea tomada al azar, tanto para la variable X como para la variable Y .

El coeficiente de correlación de Pearson, se ajusta al tipo de información cuantitativa, esto con la finalidad de detectar y medir la asociación entre variables o de razón. Los valores del coeficiente de correlación oscilan entre +1 y -1, y se explica de la siguiente manera:

- a. El valor de $r = +1$, indica una correlación positiva perfecta o correlación directa, cuando al aumentar o disminuir el valor de la variable independiente, aumenta o disminuye también el valor de la variable dependiente (pendiente positiva).

b. El valor de $r = -1$, expresa una correlación inversa o relación negativa perfecta: cuando al aumentar o disminuir el valor de la variable independiente, disminuye o aumenta el valor de la variable dependiente (pendiente negativa).

c. El valor de $r = 0$, indica la ausencia de correlación, es decir las dos variables no están correlacionadas o relacionadas.

El coeficiente de correlación está dado por:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2 \right]} \sqrt{\left[\sum_{i=1}^n y_i^2 - n \bar{y}^2 \right]}}$$

Los rangos del coeficiente de correlación, se pueden interpretar haciendo uso de las siguientes expresiones:

$r = 0.2$ á $r = 0.3$ Coeficiente de correlación muy bajo.

$r = 0.4$ á $r = 0.5$ Coeficiente de correlación bajo.

$r = 0.3$ á $r = 0.7$ Coeficiente de correlación alto.

$r = 0.8$ á $r = 1.0$ Coeficiente de Correlación muy alto.

2.1.3.6 El método del vector regional (MVR)

El vector regional es modelo simple orientado al análisis de la información pluviométrica de una región y a la síntesis de esa información. Este método fue desarrollado por el IRD (Instituto de Investigación para el Desarrollo) en los años 70 con el objetivo de homogenizar los datos pluviométricos. Se elaboraron dos métodos para el cálculo del vector regional uno por G. Hiez y Y. Brunet Moret. (www.ird.fr).

El VR crea un vector de índices anuales o mensuales (individualmente) de precipitación y Temperatura en base, que toma efectos de la tendencia de la serie, donde se calcula los límites de confianza (superior e inferior), que nos indica año húmedo o déficit de lluvia

Este método permite representar la información pluviométrica regional bajo la forma de índices anuales representativos de las precipitaciones en esa región y por coeficientes característicos de cada punto de observación. Así mismo es posible usar este método para otros parámetros con la condición que sean

relativamente independientes entre sí de un año a otro, y que sean pseudo-proporcionales, es decir que los datos de las diferentes estaciones varíen en el mismo sentido y en proporciones casi idénticas, con variaciones ligeras debidas al ruido de fondo.

El método de G. Hiez está basado en el cálculo de la moda, mientras que el de **Brunet Moret** se basa en el promedio, eliminando los valores demasiado alejados del promedio. Cada método estima una media extendida para cada estación sobre el período de trabajo y calcula los índices anuales de cada estación.

El método clásico de crítica de datos anuales consiste en efectuar análisis de dobles masas entre los valores de las estaciones tomadas dos a dos, para detectar eventuales heterogeneidades, y luego completar datos faltantes por correlación con los datos de la estación y de sus vecinas.

El método del vector regional consiste en elaborar, a partir de la información disponible, una especie de estación ficticia que sea representativa de toda la zona de estudio. Para cada estación se calcula un promedio extendido sobre todo el período de estudio, y para cada año, se calcula un índice. (>1 año con superávit, <1 año deficitario). A esta serie de índices anuales se le llama vector regional, ya que toma en cuenta la información de una región que se supone es climáticamente homogénea.

Este método también puede aplicarse a datos mensuales, tratando separadamente cada uno de los meses del año como si se tratara de un valor anual.

Una vez elaborado el vector regional, el análisis de la información es enormemente facilitada, así podemos:

- ✓ Evaluar la calidad de los datos de una estación por curvas de dobles acumuladas con los índices del vector regional.
- ✓ Analizar gráficamente y correlacionar los datos de una estación con los índices del vector regional.

- ✓ Evaluar los datos faltantes de una estación multiplicando el índice de un año del vector regional por el promedio extendido de la estación sobre el período de estudio.

La calidad del vector regional depende de la calidad de los datos de entrada. Aunque los algoritmos utilizados por los dos métodos intentan minimizar la influencia de los datos erróneos, el vector calculado al comienzo sigue contaminado por los errores que existen en los datos de las estaciones. Sólo de manera iterativa, eliminando los datos visiblemente imaginarios y corrigiendo poco a poco los errores más evidentes sobre los datos de entrada, se llegará a un vector regional de buena calidad.

2.1.4 TENDENCIA

Villón (2002), son aquellos valores que tienden a sintetizar o servir de una descripción promedio del conjunto de datos, cuya finalidad es presentar un individuo o conjunto que pueda considerarse como el representativo de la distribución.

2.1.5 ANALISIS DE TENDENCIA DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS EN ESTUDIO.

Aliaga (1983) las tendencias son comportamientos determinísticos transitorias que se definen como un cambio sistemático y continuo sobre una muestra de información hidrometeorológicas en cualquier parámetro de la misma, que afectan a las distribuciones y dependidas de las series. Por ejemplo si hay un cambio ascendente o descendente en la temperatura, precipitación, evaporación entonces se produce una tendencia.

Las propiedades más importantes de las tendencias son:

- ✓ Las tendencias no son esperadas a repetirse por sí mismas en la misma forma y con las mismas propiedades.
- ✓ Las tendencias pueden ser lineales o no lineales, por lo que cualquier función continua de tendencias no lineales, puede ser representado en series de potencia.
- ✓ Se pueden separar de las otras componentes (periódicos, aleatorias) de la serie, lo que hace posible removerlas y/o incorporarlas.

- ✓ Pueden existir en cualquier parámetro de una serie, media, varianza, coeficiente de auto correlación, y en parámetros de alto orden; pero por lo general las tendencias se presentan únicamente en la media, si la información es anual, y en la media y desviación estándar si la información es mensual.

La tendencia es un efecto prolongado del comportamiento general de una serie en el tiempo. La forma de la línea general de tendencia puede ajustarse a una recta o a una curva, y puede ser ascendente (creciente), estacionaria (sin variación significativa), o descendente (decreciente).

2.1.5.1 Serie temporal

Es un grupo de datos observados de una variable, ordenada según transcurre el tiempo. Estas series permiten el análisis de patrones de comportamiento, secuencia de eventos en el tiempo y permite estimar su evolución en el futuro cercano.

2.1.5.2 Test estadístico

Las gráficas de series en el tiempo son una herramienta visual de gran utilidad para análisis de tendencia o cambio. El punto de partida de una prueba estadística es definir una hipótesis nula H_0 y una hipótesis alterna H_1 . Por ejemplo, para comprobar la evolución de la media de una serie de tiempo, H_0 sería que no hay ningún cambio en la media de los datos, y H_1 sería que la media va aumentando o disminuyendo con el tiempo.

La prueba estadística. Es una forma de comparar H_0 y H_1 , que implica un valor numérico a partir de la serie de datos que se está probando.

Un punto de partida de una prueba estadística es definir una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alternativa (H_1). Por ejemplo para comprobar la evolución de la media de una serie de tiempo, H_0 sería que no hay ningún cambio en la media de los datos, y H_1 sería que la media va aumentando o disminuyendo con el tiempo.

El nivel de significancia, es una manera de medir si la prueba estadística es muy diferente de los valores que normalmente se producen bajo H_0 . Es la probabilidad de que un valor de la prueba estadística sea extremo a más extremo que el valor observado suponiendo que no hay tendencia o cambio

(H_0). Por ejemplo, para $\alpha=0.05$, el valor crítico de la prueba estadística es el que superara el 5% de valor de la prueba estadística obtenida a partir de los datos generados aleatoriamente. Si el valor de la prueba estadística es mayor que el valor crítico de la prueba estadística, se rechaza H_0 . El nivel de significancia es por tanto la probabilidad de que una prueba detecta una tendencia o cambio (rechazar H_0), y cuando no está presente (error tipo I) una posible interpretación del nivel de significancia podría ser:

$\alpha > 0.10$ poca evidencia en contra de H_0

$0.05 < \alpha < 0.10$ posible evidencia en contra de H_0

$0.01 < \alpha < 0.05$ fuerte evidencia en contra de H_0

$\alpha < 0.01$ evidencia muy fuerte en contra de H_0

Para detectar tendencias o cambios, se utiliza el valor crítico de la prueba estadística $\alpha/2$ se utiliza (dos periodos). Para detectar un aumento (o disminución), se utiliza el valor crítico de la prueba estadística " α " (un periodo).

Hay dos tipos posibles de errores. Error tipo I cuando H_0 se rechaza incorrectamente. Error de tipo II cuando H_0 se acepta cuando H_1 es verdadero. Una prueba con escaso margen de error de tipo II se dice que es de gran alcance.

2.1.6 CALENTAMIENTO GLOBAL

El calentamiento global es uno de los más grandes problemas del siglo XXI, con consecuencias económicas, sociales y ambientales de gran magnitud. El Calentamiento Global no es más que el incremento de la temperatura promedio de la tierra debido principalmente a la sobre acumulación de gases de efecto invernadero - GEI en la atmósfera producidos principalmente por la actividad humana, provocando que gran cantidad (por encima de lo normal) de la energía solar emitida por la tierra se vea atrapada dentro de esta capa de gases.

A partir de 1979 diversos científicos comenzaron a afirmar que el aumento de la concentración de CO_2 en la atmósfera supondría un calentamiento medio de la superficie de la tierra de entre 1.5 y 4.5° C. debido principalmente a los altos niveles de emisión de gases de efecto invernadero - GEI producidos por los

países desarrollados; niveles que se relacionan principalmente al uso ineficiente de la energía y los recursos naturales, otro factor que debe considerarse es que la intensidad de este problema se irá incrementando rápidamente ya que el mundo pierde aproximadamente 13 millones de hectáreas de bosque anuales generando 20% más de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Según los estudios realizados a la fecha, los efectos del Calentamiento Global como su nombre lo dice- tendrán consecuencias a nivel mundial, debido a un incremento de la temperatura media global de entre 1° C y 5° C durante el presente siglo. Algunos de estos efectos como la deglaciación de los nevados de la cordillera de los andes y el blanqueamiento de los arrecifes coralinos en Australia, ya se pueden ser observados (Labor, 2007).

Calentamiento global, aumento de la temperatura de la Tierra 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. Desde 1893 se sabe que el dióxido de carbono ayuda a impedir que los rayos infrarrojos escapen al espacio, lo que hace que se mantenga una temperatura relativamente cálida en nuestro planeta (efecto invernadero). Sin embargo, el incremento de los niveles de dióxido de carbono puede provocar un aumento de la temperatura global, lo que podría originar importantes cambios climáticos con graves implicaciones para la productividad agrícola.

2.1.7 CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático es una modificación identificable y persistente del estado del clima por variabilidad natural o por efecto de la actividad humana, en la actualidad se viene produciendo en la superficie terrestre como resultado de una mayor acumulación de gases de efecto invernadero (Vargas, 2009).

El cambio climático es una creciente amenaza para la seguridad humana, ya que perjudica el acceso a los alimentos, al agua y al refugio, destruye pertenencias, pone en peligro la cultura y la identidad, aumenta la migración forzada y la rivalidad y desafía a la capacidad de los estados para proporcionar

las condiciones necesarias en seguridad humana. Indirectamente, todo esto puede derivar en riesgos de conflictos violentos. (www.greenpeace.es).

En las últimas décadas, el tema del cambio climático ha adquirido gran relevancia a nivel mundial llegando a posicionarse como una de las prioridades de la agenda internacional, nacional, regional y local (Crane, Roncoli, & Hoogenboom, 2011), debido a las predicciones catastróficas para el planeta previsto por la comunidad de científicos (Vargas, 2009). Los cambios en los patrones actuales de la temperatura podrían ocasionar grandes efectos en el incremento de la temperatura ambiental, efecto del cambio climático, además en latitudes subtropicales se prevé una disminución de las precipitaciones pluviales (IPCC, 2001, 2007; Thomson *et al.*, 2006; Wei *et al.*, 2009).

Se llama cambio climático a la variación global del clima de la Tierra. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etcétera.

2.1.8 CLIMA

El Clima por ser un conjunto de elementos y factores atmosféricos, es de suma importancia en la vida cotidiana y en las actividades industriales, agrícolas, ganaderas etc. Por tal razón su estudio es muy interesante para tener conocimiento del mismo para facilitar en si una infinidad de actividades de la vida cotidiana. El clima sus elementos y factores atmosféricos se relacionan entre ellos para mantener un equilibrio en la actividad climática como: temperatura, precipitaciones, estaciones del año entre otras más. El incremento demográfico del hombre ha alterado ciertos factores, perjudicando en si el equilibrio climático. Por tal razón entender y comprender el clima es necesario y de necesidad de toda la población.

El clima es un sistema complejo por lo que su comportamiento es muy difícil de predecir, por una parte hay tendencias a largo plazo debidas, normalmente, a variaciones sistemáticas, como el aumento de la radiación solar o las variaciones orbitales pero, por otras existen fluctuaciones caóticas debidas a la interacción entre fortalecimientos, retroalimentaciones y moderadores. Ni siquiera los mejores modelos climáticos tienen en cuenta todas las variables

existentes por lo que, hoy en día solamente se puede aventurar una previsión de lo que será el tiempo atmosférico del futuro más próximo asimismo el conocimiento del clima del pasado es también más incierto a medida que se retrocede el tiempo (Trewartha, 1995).

El clima es el estado promedio del tiempo meteorológico en un periodo de años; según la Organización Meteorológica Mundial, se requieren de por lo menos 30 años de datos para caracterizar al clima. Las variables básicas que se analizan son la temperatura y la precipitación.

2.1.8.1 Elementos del clima

Los elementos constituyentes del clima son temperatura, presión, vientos, humedad y precipitaciones. Tener un registro durante muchos años de los valores correspondientes a dichos elementos con respecto a un lugar determinado, nos sirve para poder definir como es el clima en ese lugar, de estos cinco elementos, los más importantes son la temperatura y las precipitaciones porque en gran parte los otros tres elementos o rasgos del clima están estrechamente relacionados con los dos que se han citado. Ello significa que la mayor o menor temperatura de origen a una menor o mayor presión atmosférica respectivamente, ya que el aire caliente tiene menor densidad y por ello se eleva (ciclón o zona de baja presión), mientras que el aire frío tiene mayor densidad y tiene tendencia a descender (zona de alta presión o anticiclón) a su vez estas diferencias de presión dan origen a los vientos (de los anticiclones a los ciclones), los cuales transportan la humedad y las nubes y por lo tanto dan origen a la desigual repartición de las lluvias sobre la superficie terrestre.

2.1.8.2 Factores del clima.

La distribución de los medios geográficos y de los climas de la tierra viene condicionada por los factores del clima, ya que un medio geográfico no tiene que ver solamente con la temperatura y las precipitación, si no que se produce por la interrelación de los factores geográficos como altitud, latitud, la influencia de las corrientes marinas, la continentalidad, etc. y los astronómicos o termodinámicos caso de los centros de acción, las masas de aire y los frentes.

Factores Geográficos

Los definimos como aquellos factores que pueden modificar las características del clima de un lugar. Los más importantes son la latitud, la altitud, la orografía o relieve, la continentalidad o distribución de tierras y mares, las corrientes marinas y la presión atmosférica.

a) Latitud.- Es un factor básico porque nos indica la cantidad de calor que recibe un punto o un área en un momento determinado o a lo largo de un periodo de tiempo. Europa situada entre los 36° y 75° latitud Norte y forma parte de la zona templada-fría del hemisferio Norte, también se localiza en la zona de intercambio de masas de aire polar y tropical, en el sector meridional de la banda de actuación del Frente Polar y en la zona de influencia de los vientos del oeste. Cuanto más cerca se esté del Ecuador mayor será la cantidad de calor recibida, por ello Europa presentará una gama térmica muy contrastada, ya que el Sur al recibir más perpendicularmente los rayos solares presentará temperaturas más elevadas que el Norte, donde la pérdida de calor es tanto más considerable cuanto más oblicuamente inciden los rayos solares en el suelo. La duración de la insolación en Europa es mayor en verano debido a que los rayos solares caen perpendicularmente sobre el trópico de Cáncer situado a 23° latitud Norte.

b) Altitud.- la altura del relieve modifica sustancialmente el clima, en especial en la zona intertropical, donde se convierte en el factor modificador del clima de mayor importancia. Este hecho ha determinado un criterio para la conceptualización de los pisos térmicos que son fajas climáticas delimitadas por curvas a nivel que generan también curvas de temperatura (isotermas), que se han establecido tomando en cuenta tipos de vegetación, temperatura y orientación del relieve.

La temperatura desciende unos 0,6° por cada 100 m. que ascendemos debido a la menor densidad del aire y a que éste contiene menor cantidad de agua y de anhídrido carbónico, lo que dificulta poder retener el calor. Esta menor densidad permite que los rayos solares atraviesen las masas de aire sin apenas calentarlas, pero al atravesarlas sin obstáculos los rayos solares caen con fuerza en las rocas calentando las

intensamente, sin embargo por la noche pierden rápidamente el calor por radiación, con lo que baja en muy poco tiempo la temperatura. La altitud con su correspondiente descenso de temperatura, influye en la existencia de nieves.

- c) **Orografía.-** Es otro factor geográfico importante, Europa tiene una altitud media de 340 metros sobre el nivel del mar, si a esto le sumamos que la costa occidental es llana y continua a través de la gran llanura atlántica y centroeuropea, constatamos que las influencias oceánicas se dejan notar a distancias superiores a los 1.000 Km. En el sur de Europa, al igual que en España, la orografía está dispuesta a modo de muralla defensiva que impide el acceso al interior de los influjos que vienen del mar, por ello son pocas las zonas que disfrutan de estas condiciones, que se limitan a estrechas orlas costeras. Es lo que llamamos efecto Fohen.
- d) **Corrientes Marinas.-** Europa se ve afectada fundamentalmente por la corriente del Golfo o Gulf Stream, que nace en el Golfo de Méjico y se desplaza en dirección Noreste bañando las costas occidentales de Europa hasta Noruega. Es una corriente cálida y por ello cuando las masas de aire de componente Oeste la atraviesan se calientan y absorben humedad, en contacto con el continente y los relieves costeros provocan abundantes precipitaciones y favorecen la existencia de temperaturas más suaves, como puede constatarse en la costa atlántica noruega.
- e) **La presión atmosférica.-** Al nivel del mar, la atmósfera ejerce una presión aproximadamente de 1 kg/cm^2 sobre cualquier superficie sólida o líquida. Este sería el peso de una columna de aire que se extendiese verticalmente hasta el límite exterior de la atmósfera.
- La presión atmosférica se mide en milímetros con el barómetro. La presión normal que el barómetro marca al nivel del mar es de 760 mm. No obstante, la medida que se utiliza científicamente es el milibar (mb). Un mm de mercurio equivale a 1,33 mb. Así, en mb. La presión a nivel del mar es de 1013,2 mb.

2.1.9 VARIABLES CLIMATICAS

2.1.9.1 Temperatura.

Manifiesta que, la temperatura es el elemento más importante del clima. En la naturaleza todo aparece gobernado por lo térmico. Consecuentemente la temperatura es la causa de la circulación atmosférica y por tanto el verdadero motor del sistema climático. Al mismo tiempo que fuerza motriz, la temperatura es el elemento más sensible del clima. Fundamento básico del mundo vegetal a través de la energía fotosintética, puede afirmarse que constituye la fuente de toda la vida sobre la superficie del globo. Por ello la distribución de las formaciones vegetales del globo coincide con la de las temperaturas (Quereda, 2008).

Escalas de Temperatura.

Las escalas de temperatura más comúnmente usadas son dos: Celsius y Fahrenheit, con fines de aplicaciones físicas o en la experimentación, es posible hacer uso de una tercera escala llamada Kelvin o absoluta.

La escala Celsius es la más difundida en el mundo y se la emplea para mediciones de rutina, en superficie y en altura.

La escala Fahrenheit se usa en algunos países con el mismo fin, pero para temperaturas relativamente bajas continúa siendo de valores positivos (Fices, 2010).

2.1.9.2 La precipitación.

Es una parte importante del ciclo hidrológico, llevando agua dulce a la parte emergida de la corteza terrestre y, por ende, favoreciendo la vida en nuestro planeta, tanto de animales como de vegetales, que requieren agua para vivir. La precipitación se genera en las nubes, cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua aumentan de tamaño hasta alcanzar una masa en que se precipitan por la fuerza de gravedad. Es posible insembrar nubes para inducir la precipitación rociando un polvo fino o un químico apropiado (como el nitrato de plata) dentro de la nube, acelerando la formación de gotas de agua e incrementando la probabilidad de precipitación, aunque estas pruebas no han sido satisfactorias.

2.1.9.3 Humedad relativa.

Humedad relativa, o "RH", mide la cantidad de agua en el aire en forma de vapor, comparándolo con la cantidad máxima de agua que puede ser mantenida a una temperatura dada. Por ejemplo, si la humedad es del 50% a 23 ° C, esto implicaría que el aire contiene 50% del nivel máximo de vapor de agua que podría mantener a 23 ° C. 100% de humedad relativa, indica que el aire está en la máxima saturación. Cuando el aire húmedo entra en contacto con el aire más fresco, o una superficie más fría, el vapor de agua se convertirá en gotas de agua. Cuando esto ocurre en una superficie se conoce como el 'Punto de Rocío'. Nunca aplicar la pintura sobre una humedad relativa máxima del 85%, ya que a ese nivel se llega al punto de rocío, independientemente de la temperatura circundante. La Humedad relativa se puede medir con un higrómetro, un termómetro higrómetro mide la temperatura y la humedad.

2.1.9.4 La radiación solar.

La radiación solar es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. El Sol es una estrella que se encuentra a una temperatura media de 6000 K, en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones de fusión nuclear que producen una pérdida de masa que se transforma en energía. Esta energía liberada del Sol se transmite al exterior mediante la radiación solar. El Sol se comporta prácticamente como un cuerpo negro, el cual emite energía siguiendo la ley de Planck a la temperatura ya citada. La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. No toda la radiación alcanza la superficie de la Tierra, porque las ondas ultravioletas más cortas son absorbidas por los gases de la atmósfera. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiancia, que mide la potencia que por unidad de superficie alcanza a la Tierra.

2.1.9.5 El viento

El viento es una masa de aire que se desplaza desde zonas de presión elevada hasta zonas de baja presión. El mismo se vincula con una multitud de fenómenos meteorológicos, tales como las lluvias, aumentos temporales de frío o calor, etc. El viento puede percibirse como un proceso propio de la atmósfera, que busca continuamente una situación de equilibrio. Dependiendo de las

circunstancias, puede alcanzar velocidades diversas, algunas de las cuales son tan elevadas que sin lugar a dudas son causantes de diversos destrozos. Al respecto, existen distintos elementos que sirven para identificar esta cualidad de una masa de aire, como asimismo establecer su dirección exacta.

El **viento** es el flujo de gases a gran escala. En la Tierra, el viento es el movimiento en masa del aire en la atmósfera en movimiento horizontal. Günter D. Roth lo define como «la compensación de las diferencias de presión atmosférica entre dos puntos».¹

En el espacio exterior, el viento solar es el movimiento de gases o partículas cargadas del sol a través del espacio, mientras que el viento planetario es la desgasificación de elementos químicos ligeros de la atmósfera de un planeta hacia el espacio. Allí los vientos se suelen clasificar según su dimensión espacial, la velocidad, los tipos de fuerza que los causan, las regiones donde se producen y sus efectos. Los vientos más fuertes observados en un planeta del sistema solar se producen en Neptuno y Saturno.

En meteorología se suelen denominar los vientos según su fuerza y la dirección desde la que soplan. Los aumentos repentinos de la velocidad del viento durante un tiempo corto reciben el nombre de *ráfagas*. Los vientos fuertes de duración intermedia (aproximadamente un minuto) se llaman turbonadas. Los vientos de larga duración tienen diversos nombres según su fuerza media como, por ejemplo, brisa, temporal, tormenta, huracán o tifón. El viento se puede producir en diversas escalas: desde flujos tormentosos que duran decenas de minutos hasta brisas locales generadas por el distinto calentamiento de la superficie terrestre y que duran varias horas, e incluso globales, que son el fruto de la diferencia de absorción de energía solar entre las distintas zonas geoastronómicas de la Tierra. Las dos causas principales de la circulación atmosférica a gran escala son el calentamiento diferencial de la superficie terrestre según la latitud, y la inercia y fuerza centrífuga producidas por la rotación del planeta. En los trópicos, la circulación de depresiones térmicas por encima del terreno y de las mesetas elevadas puede impulsar la circulación de monzones. En las áreas costeras, el ciclo brisa marina/brisa terrestre puede definir los vientos locales, mientras que en las zonas con

relieve variado las brisas de valle y montaña pueden dominar los vientos locales.

2.1.10 EL CULTIVO DE LA QUINUA

Mujica (1995), la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), se cultiva en la región andina desde hace más de siete mil años, constituyéndose en uno de los principales cultivos de granos que proporciona alimentos sumamente nutritivos a los pobladores rurales, esto le otorga una función clave en el futuro, está ligada a las comunidades campesinas y a las culturas de los pobladores descendientes del imperio incaico. La variabilidad genética de la quinua es muy grande, encontrándose desde el nivel del mar hasta los 4000 metros de altura, desde los 40°S hasta los 2°N y en climas fríos, propios de las tierras de gran altitud, así como en los climas cálidos de los valles andinos llegando hasta condiciones subtropicales.

Existen ecotipos de quinua adaptados a condiciones diversas algunos se cultivan en regiones de precipitación escasa, como el altiplano sur de Bolivia, sugiriendo resistencia a sequía.

Por otro lado, se observan cultivos en áreas donde los niveles de precipitación son mayores, por ejemplo en Cochabamba donde la precipitación pasa los 800 mm al año. Sin embargo poco se conoce acerca de la base fisiológica de los mecanismos y los niveles de estrés conferidos por el ambiente. Mujica, (1995)

Las características nutricionales de la quinua su rusticidad amplia adaptabilidad y usos múltiples explican el interés en su cultivo no solo en América del sur si no en gran parte del mundo. La demanda por quinua está aumentando en Norteamérica, Europa y Asia y este incremento ha generado expectativas en los países de producción tradicional donde los volúmenes de exportación son cada año mayores, sin embargo la producción es insuficiente para cubrir esta demanda y su incremento. La producción local y un mayor consumo de quinua en los países desarrollados impulsarían la producción tradicional de quinua y uso en los mercados internos urbanos, sirviendo para mejorar su imagen en América del sur.

Para Mujica (1995), la quinua es una planta herbácea anual, de amplia

dispersión geográfica presenta características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas donde se cultiva, fue utilizada como alimento desde tiempos inmemoriales, se calcula que su domesticación ocurrió hace más de 7000 años antes de Cristo, presenta enorme variación y plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales, se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm, desde zonas áridas, hasta zonas húmedas y tropicales desde zonas frías hasta templadas y cálidas; muy tolerante en los factores abióticos adversos como son sequias, helada, salinidad de suelos y otros que afectan a las paltas cultivadas.

Su periodo vegetativo varía desde los 90 hasta los 240 días, crece con precipitaciones desde 200 a 2600 mm anuales, se adapta a suelos ácidos de pH 4.5 hasta alcalinos con pH de 9.0, sus semillas germinan hasta con 56 mmhos/cm de concentración salina, se adapta a diferentes tipos de suelos desde los arenosos hasta los arcillosos, la colaboración de la planta es también variable con los genotipos y etapas fenológicas desde el verde hasta el rojo, pasando por el purpura oscuro, amarillento, anaranjado, granate y demás gamas que se pueden diferenciar.

2.1.10.1 Fases fenológicas.

Según León (2003), la duración de las fases fenológicas depende mucho de los factores medio ambientales que se presenta en cada campaña agrícola por ejemplo; si se presenta precipitación pluvial larga de 4 meses continuas (enero, febrero, marzo y abril), sin presentar veranillos las fases fenológicas se alarga por lo tanto el periodo vegetativo es largo y el rendimiento disminuye.

Cuando hay presencia de veranillos sin heladas, la duración de las fases fenológicas se acorta y el periodo vegetativo también es corto y el rendimiento es óptimo. También influye la duración de la humedad del suelo, por ejemplo en un suelo franco arcilloso, las fases fenológicas se alargan debido al alto contenido de humedad en el suelo o alta capacidad de retener agua; en cambio en un suelo franco arenoso sucede todo lo contrario.

Fases fenológicas:

- a) **Emergencia.**- Es cuando la plántula emerge del suelo y extiende las hojas cotiledonales, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas, esto depende de la humedad del suelo; si el suelo está húmedo la semilla emerge al cuarto día o sexto día de la siembra, en esta fase la planta puede resistir a la falta de agua, siempre dependiendo del tipo de suelo; si el suelo es franco arcilloso, si el suelo es franco arenoso, puede resistir aproximadamente hasta 7 días. También la resistencia depende mucho del tipo de siembra si es al voleo sin hacer surco, no resistirá a la sequía; si se siembra también al voleo pero dentro del surco podrá resistir a la sequía.
- b) **Dos hojas verdaderas.**- Es cuando dos hojas verdaderas, extendidas que ya poseen forma lanceolada y se encuentra en la yema apical el siguiente par de hojas, ocurre a los 10 a 15 días después de la siembra y muestra un crecimiento rápido en las raíces. En esta fase la planta también es resistente a la falta de agua, pueden soportar de 10 a 14 días sin agua, siempre dependiendo de los factores ya mencionados en la emergencia.
- c) **Cuatro hojas verdaderas.**- Se observan dos pares de hojas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en la yema apical las siguientes hojas del ápice; en inicio de formación de yemas axilares del primer par de hojas; ocurre aproximadamente a los 25 a 30 días después de la siembra.
- d) **Seis hojas verdaderas.**- Se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento. Esta fase ocurre aproximadamente a los 35 a 45 días después de la siembra, en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas.
- e) **Ramificación.**- Se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas auxiliares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja ocurre aproximadamente a los 45 a 50 días de la siembra. Durante esta fase se efectúa el aporque y fertilización complementaria, desde la fase de cuatro

hojas verdaderas hasta fase se puede consumir las hojas en reemplazo a la espinaca.

- f) Inicio de panojamiento.-** La inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observado alrededor aglomeración de hojas pequeñas las cuales van cubriendo la panoja en sus tres cuartas partes; ello puede ocurrir aproximadamente a los 55 a 60 días de la siembra, así mismo se puede apreciar amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que ya no son fotosintéticamente activas) y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento.
- g) Panojamiento.-** La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas notándose los glomérulos que la conforman, así mismo se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados puede ocurrir aproximadamente a los 65 a los 75 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso se puede consumir las inflorescencias en reemplazo de las hortalizas de inflorescencia tradicionales, como por ejemplo a la coliflor.
- h) Inicio de floración.-** Es cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, aproximadamente puede ocurrir a los 75 a 80 días después de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía con heladas; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por es perigonio de color verde limón.
- i) Floración.-** Se considera a esta fase cuando el 50% de las flores de la inflorescencia de las panojas se encuentran abiertas, pueden ocurrir aproximadamente a los 90 a 80 días después de la siembra, esta fase es muy sensible a las heladas y granizadas, debe observarse la floración a medio día cuando hay intensa luminosidad solar, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentra cerradas así mismo la planta comienza a eliminar las hojas que son menos activas fotosintéticamente se ha observado que en esta etapa cuando se presentan altas temperaturas que superan los 38°C se produce aborto de las flores sobre todo en invernadero o zonas desérticas calurosas, cuando hay presencia de veranillos o sequias de 10 a 15 días de duración en esta fase es beneficioso para una buena polinización cruzada o autopolinización, siempre en cuanto no haya presencia de heladas.

- j) **Grano lechoso.-** El estado de grano lechoso es cuando los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso, aproximadamente ocurre a los 100 a 130 días de la siembra en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento disminuyendo drásticamente el llenado de grano (en suelos franco - arenoso), pero en suelos franco-arcillosos es normal.
- k) **Grano pastoso.-** El estado de grano pastoso es cuando los granos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, puede ocurrir aproximadamente a los 130 días de la siembra, en esta fase el ataque, de Kcona-Kcona (*Eurysacca quinoae*) y aves (gorriones, palomas) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano. En esta fase ya no es necesario las precipitaciones pluviales (lluvias).
- l) **Madurez fisiológica.-** Es cuando el grano formado es presionado por las uñas presenta resistencia a la penetración, aproximadamente ocurre a los 160 a 180 días a mas después de la siembra, el contenido de la humedad del grano de 14 a 16%, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el periodo de llenado del grano, así mismo en esta etapa ocurre un amarillamiento y defoliación completa de la planta, en esta fase la presencia de lluvia es perjudicial porque hace perder la calidad y sabor del grano.

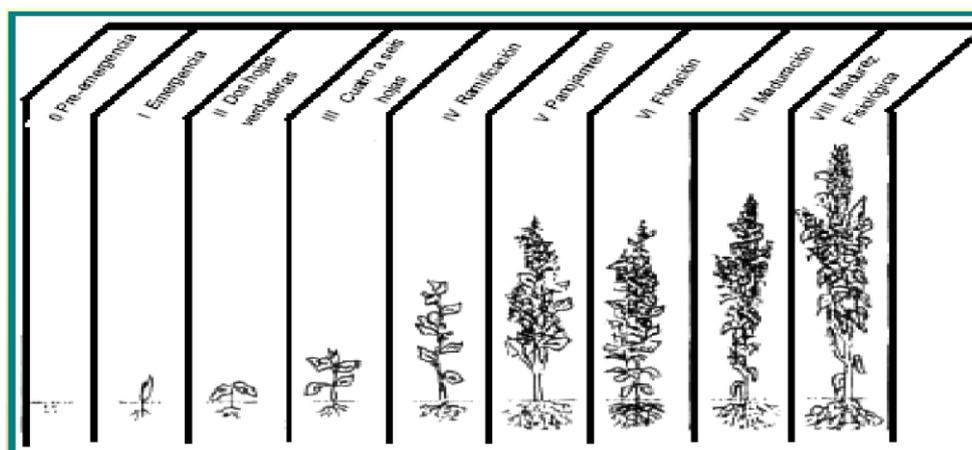


Figura N° 1: Fases fenológicas de la quinua

2.1.10.2 Condiciones ecológicas.

El cultivo de quinua tiene buen rango de adaptación, se adapta desde el nivel del mar hasta cerca de los 4.000 m.s.n.m. sin ninguna dificultad.

Clima.- Requiere de un clima moderadamente frío y seco, sin embargo se adapta en todas las regiones o pisos ecológicos templados y húmedos de nuestro país, el clima está determinado por una serie de factores tales como altitud, precipitación, temperatura, latitud, vientos, iluminación, etc.

Temperatura.- La temperatura óptima para la quinua esta alrededor de 8 – 15 °C, puede soportar hasta 4°C, en determinadas etapas fenológicas, siendo más tolerante en la ramificación y las más susceptibles la floración y llenado de grano.

La temperatura está determinada por la altura, la inclinación y exposición del campo y por la densidad del cultivo. La única posibilidad del productor de influir sobre la temperatura es mediante la selección de un campo bien ubicado y de la densidad de la siembra.

Para una germinación aceptable la temperatura mínima para la quinua es de 5° C° Temperaturas mayores a 15 °C, causan pérdidas por respiración, traen el riesgo de ataques de insectos (sí las condiciones son secas) u hongos (sí las condiciones son húmedas). La presencia de veranillos prolongados, con altas temperaturas diurnas fuerza la formación de la panoja y su maduración, lo que repercute en bajos rendimientos.

Humedad.- Un exceso de humedad es dañino en las épocas de:

- ❖ Floración (polen se convierte inviable)
- ❖ Madurez de estado pastoso y completo (la quinua puede germinar en la panoja)
- ❖ Cosecha (altos costos de secado).
- ❖ Durante todo el ciclo del cultivo un exceso de humedad, especialmente en combinación con temperaturas elevadas, favorece al ataque de hongos.

Suelo.- En lo referente al suelo la quinua prefiere de un suelo franco arenoso a franco arcilloso, con buen drenaje, con pendientes moderadas, con profundidad promedia y un contenido medio de nutrientes, puesto que la planta depende de los nutrientes aplicados al cultivo anterior que es generalmente papa.

La quinua se adapta bien a diferentes tipos de suelos.

pH La quinua tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo de 6.5- 8.5, y con 12 mhos/cm. de C.E.

Agua.

En cuanto a la precipitación:

- Optimo: 300 – 500 mm

- Máximo: 600 – 800 mm

En cuanto al agua, la quinua es un organismo eficiente en el uso, a pesar de ser una planta C3, puesto que posee mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten no solo escapar a los déficit de humedad, sino tolerar y resistir la falta de humedad del suelo en años más o menos seco de 300 – 500 mm de agua, pero sin heladas se obtiene buena producción.

2.1.10.3 Descripción del cultivar

La planta es erguida, alcanza alturas variables desde 30 a 300cm

Periodo vegetativo varía desde 90 hasta 240 días

Longitud de panoja: 30 a 80 cm

Tamaño de grano seco: 1.5 a 4 mm de diámetro

Contenido de proteínas: 12.5 % a 14%

Contenido de fibras: 8,42 %

Grasa: 5.1% a 6.4%

Energía: 320,71 kca/100g.

2.1.10.4 Manejo de cultivos:

❖ Rotación.

Se realiza con la finalidad de evitar una mayor incidencia de plagas y enfermedades, así mismo evitar la degradación de la fertilidad del suelo, evitando el esquilamiento del suelo y aprovechar los nutrientes dejados por el

cultivo anterior e incorporar materia orgánica (hojas, tallos, raíces, etc.). Se recomienda para el departamento de Puno, la siguiente rotación:

Tubérculos (papa), cereales (quinua, cañihua), gramíneas (avena-cebada), leguminosas (haba-tarwi)...

❖ **Épocas de Siembra**

Estas varían de acuerdo a la zona y las variedades que se van a cultivar (precoces o tardías), también depende de la presencia de la lluvia y del grado de humedad del suelo; por ejemplo. Las variedades sajama, Salcedo INIA, Illpa INIA, que son precoces de 140 – 150 días, se deben sembrar en los meses de octubre a primera semana de noviembre; Mientras que las variedades Kancolla, chewecca, tahuaco, que son tardías de 170 a 180 días de periodo vegetativo deben sembrarse en los meses de septiembre y la variedad Blanca de Juli, que es semitardía con 170 días de periodo vegetativo, se recomienda sembrar en octubre.

Densidad de siembra.

En la sierra y especialmente en el altiplano puñeno es de 4 a 6 Kg/ha, de semilla seleccionada y procedentes semilleros, debido a que las adversidades de clima y falta de humedad pueden disminuir el porcentaje de germinación y lógicamente la emergencia.

La densidad varía también según la preparación del suelo, sistema de siembra y calidad de la semilla.

En la costa es de 6 Kg. /ha.

Profundidad de siembra.

Se recomienda de 2 a 3 cm de profundidad pudiendo llegar hasta 5cm., esta puede variar de acuerdo a la humedad del suelo, es decir a mayor humedad la siembra es más superficial y a menor humedad se debe sembrar a mayor profundidad con la finalidad de evitar el quemado de las semillas por los rayos solares.

❖ **Siembra**

Operación que consiste en colocar la semilla en un terreno debidamente preparado para facilitar su desarrollo. Antes de la siembra se debe realizar el

Para S.T.C. $100/46 = 2.17 \times 40 = 86.96$ Kg. (fósforo)/ha

Fosfato diamónico 18% N, 46% 0% P₂O₅

Para abonar se usara estiércol de ovino se recomienda de 3 a 5 tm/ha. Se debe utilizar estiércol descompuesto o fermentado para evitar el quemado de la semilla y la emergencia de las semillas de malezas que existe en el estiércol fresco.

Aporques.

Esta labor se recomienda realizar al inicio del panojamiento; después del deshierbo y fertilización complementaria se realiza para evitar el tumbado de plantas, y airear las raíces de la planta.

¿Por qué aporcar?

- Hay aireación de las raíces del cultivo.
- Se elimina en su totalidad las malezas al extraer sus raíces.
- Se refuerza a la planta contra el acame.
- Se aporca con facilidad cuando la siembra es dentro del surco.
- Se libera a cultivo, cuando hay encharcamiento dentro del surco.
- Aumenta el rendimiento.

❖ **Cosecha.**

Esta se realiza una vez que las plantas hayan alcanzado su madurez fisiológica y estas se reconocen cuando las hojas inferiores se forman amarillentas y caedizas dando un aspecto característico a toda la planta, así mismo el grano al ser presionado con las uñas presenta resistencia; la madurez fisiológica depende de la variedad, la cosecha se recomienda realizar en los meses de abril a mayo, cuando no hay presencia de lluvias. Si la cosecha se realiza en días de alta humedad o precipitación, se corre el riesgo de presentarse fermentaciones o el enmohecimiento en las parvas, disminuyendo la calidad del grano (amarillento y con presencia de hongo), la cosecha tiene las siguientes fases:

1).- Siega o corte.

2).- Formación de parvas, parvines o arcos (quechua).

- 3).- Secado de panojas
- 4).- Golpe o Garroteo.
- 5).- Zarandeo.
- 6).- Venteado o limpieza.
- 7).- Secado de grano y

❖ **Almacenamiento**

Se recomienda un almacenamiento adecuado para evitar mayores pérdidas especialmente por el ataque de roedores y polillas. Se debe realizar el almacenamiento en lugares secos con buena ventilación, empleando envases de polietileno o polipropileno, debiéndose colocar sobre tarimas de madera o totoras, en filas y/o columnas. Los granos se almacenan con una humedad de 10%aproximadamente.

2.1.11 RELACIÓN DE LA TEMPERATURA Y EL CULTIVO

2.1.11.1 Calorías

Para Torres (2006), es una unidad que mide la cantidad de calor: una caloría es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 1g de agua pura en 1C°, las escalas termométricas más usadas son la absoluta (kelvin), la centrigada (Celsius) y la Fahrenheit.

Todos los procesos fisiológicos y funciones de las plantas se llevan a cabo dentro de ciertos límites de temperatura. En general, la vida activa de las plantas superiores se localiza entre 0° y 50°C, aun cuando estos límites varían mucho de una especie a otra. Los procesos fisiológicos que se efectúan dentro de una planta, como la fotosíntesis, la respiración y el crecimiento, tienen diferentes respuestas la temperatura.

2.1.11.2 Grados de calor

Según Torres (2006), una planta para completar su ciclo vegetativo, debe acumular cierto número de grados de temperatura; por lo tanto, se han ideado varios métodos para controlar la acumulación progresiva de grados a partir de la fase inicial, el método más sencillo es el de suma de temperaturas medias diarias, propuesto por Reamur, que consiste en sumar las temperaturas medias

diarias, ya sean entre dos fases o durante todo el ciclo; sin embargo, este método no ha dado resultados esperados debido posiblemente a que los demás factores que intervienen el desarrollo vegetal, son una variable no considerada en el método ni tampoco las temperaturas bajo 0° C.

Las bajas temperaturas son perjudiciales para los cultivos, sobre todo cuando sus valores son iguales o inferiores a 0° C, denominándose entonces heladas, según la fecha en que se presentan, las heladas pueden ser de tres tipos:

- Invernales. Producen poco daño a las plantas, pues estas se encuentran en estado de reposo.
- Otoñales. Afectan algunos cultivos, principalmente a los que se encuentran tiernos en ese tiempo.
- Primaverales. Son las más dañinas, afectan a las plantas durante su periodo de plena actividad

Para los cultivos perennes o arbustivos, las heladas de primavera u otoño son muy peligrosas porque sus efectos pueden afectar varias cosechas sucesivas.

El daño por helada en plantas consiste en lo siguiente: entre células del vegetal existe agua casi pura, pero dentro de las células, en el protoplasma, el agua posee solutos, por lo que se congela a temperaturas inferiores a 0° C.

Cuando la temperatura baja a 0° C se forman cristales de hielo del agua que hay entre las células. El protoplasma de las células expuestas a temperaturas heladas, está sujeto a varios tipos de daños, entre los que están la deshidratación gradual del protoplasma, que reduce el volumen de la célula y aumenta la concentración de sales en el líquido que permanece en la célula, esto es para evitar la congelación de los líquidos protoplásmicos; sin embargo, la célula puede no enfermarse y volver a su condición y forma originales, pero al derretirse el hielo el agua se difunde, el protoplasma se deshidrata rápidamente y puede haber ruptura del ectoplasma y de la membrana celular, o por otra parte, la concentración de sales en el protoplasma puede llegar a ser alta que tenga efectos tóxicos.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 TÉRMINOS BÁSICOS

Climatología. Ciencia dedicada al estudio de los climas en relación a sus características, variaciones, distribución, tipos y posibles causas determinantes.

Clima. Es el estado medio de los elementos meteorológicos de una localidad considerando un periodo largo de tiempo. El clima de una localidad viene determinado por los factores climatológicos: latitud, longitud, altitud, orografía.

Temperatura máxima. Es la mayor temperatura registrada en un día, y que presenta entre las 13.00 y las 13:00 horas.

Temperatura mínima. Es la menor temperatura registrada en un día, y se puede observar entre las 03:00 y las 08:00 horas.

Evento. Hace referencia a las lluvias presentadas durante un periodo de análisis que tuvieron una intensidad, duración y magnitud importante.

Producción agrícola. la producción es el término usado para identificar la cantidad en Kg o Tn que se ha obtenido en una campaña agrícola de un determinado cultivo, tomando como referencia la cantidad de hectáreas sembradas y cosechas, esta producción se llega a obtener multiplicando el rendimiento que tiene un cultivo por hectárea con el número total de hectáreas cosechadas.

Quinoa. La quinoa es de gran importancia económica como en grano seco; ocupa el tercer lugar a nivel mundial entre cereales de grano, ya que es muy apreciada por sus cualidades alimentarias y nutritivas.

2.3 HIPOTESIS

2.3.1 Hipótesis general

- La variación de los elementos climáticos influye en la producción de la quinoa de la cuenca del río llave.

2.3.2 Hipótesis específicas

- La temperatura y la precipitación tienen un comportamiento ascendente en la cuenca del río llave.

- Las variaciones climáticas tienen relación inversa con el rendimiento del cultivo de quinua durante el periodo de quince años en la cuenca del río llave.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación del Ámbito de Estudio

3.1.1.1 Ubicación Política

La cuenca del río llave tiene un área de 296.40 Km², constituye otra de las cuencas geográficas más importantes del sistema fluvial del lago Titicaca, instituida políticamente por:

Región : Puno

Provincias : El Collao, Puno y Chucuito.

3.1.1.2 Ubicación Hidrográfica

La cuenca hidrográfica del río llave, se encuentra ubicado en:

Vertiente : Titicaca

Sistema Hídrico : TDPS

3.1.1.3 Limites Hidrográficos

La cuenca del río llave limita con las siguientes cuencas hidrográficas

Norte : Cuenca hidrográfica del río Illpa

Sur : Cuenca hidrográfica del río Maure

Este : Cuenca de Lago Titicaca y cuenca del río Zapatilla

Oeste : Cuenca hidrográfica del Tambo y Locuma.

3.1.1.4 Ubicación Geográfica

Se ubica en las coordenadas geográficas.

Meridianos : 69° 27' 03" de longitud Oeste

Paralelos : 15° 47' 08" de latitud Sur

Coordenadas UTM (WGS84)

Norte : 8'221,195.27

Este : 431,019.57

Altitud : 3810 hasta 5585 m.s.n.m.

La cuenca hidrográfica del río llave tiene 07 Sub unidades los cuales se presentan en el cuadro N° 1 como son:

Cuadro N° 1: Principales afluentes de la cuenca hidrográfica del Río llave

CUENCA HIDROGRÁFICA ILAVE			
Nombre de la Sub cuenca	Área total Km ² (A)	Perímetro total (P)	Longitud del curso principal (L)
Grande	1,846.00	252.85	59.65
Huenque	1,865.70	287.12	68.10
Uncallane	1,689.99	240.25	45.32
Llusta	796.63	167.78	41.80
Conduriri	564.67	106.81	25.60
Chichillapi	734.84	143.60	51.58
llave	296.40	97.45	67.07

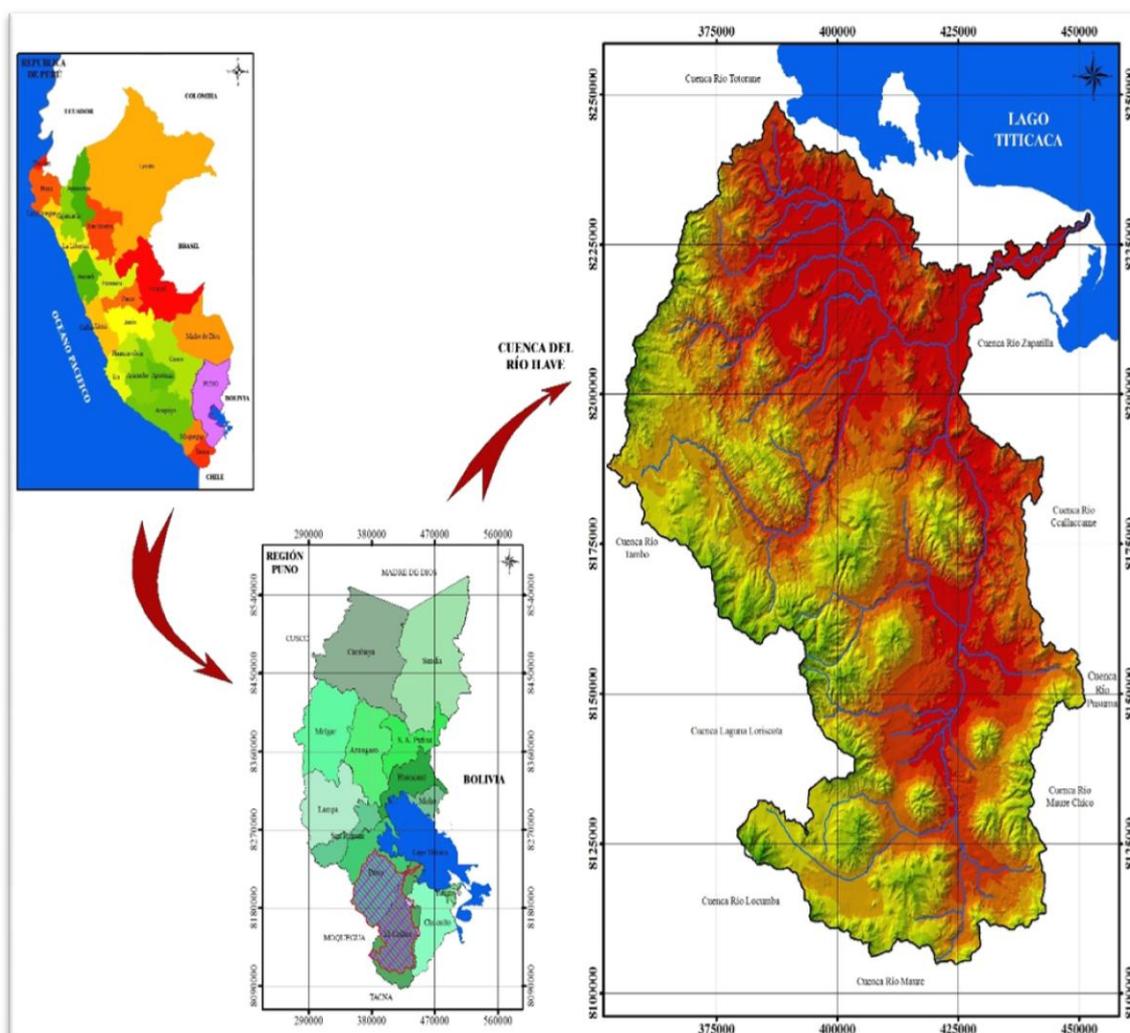
Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 2: Ubicación del ámbito de estudio.

Desde – Hasta	Distancia (Km)	Tiempo (Hra)	Tipo de Vía
Puno – llave	54	1 hora	Asfaltado

Fuente: Elaboración propia

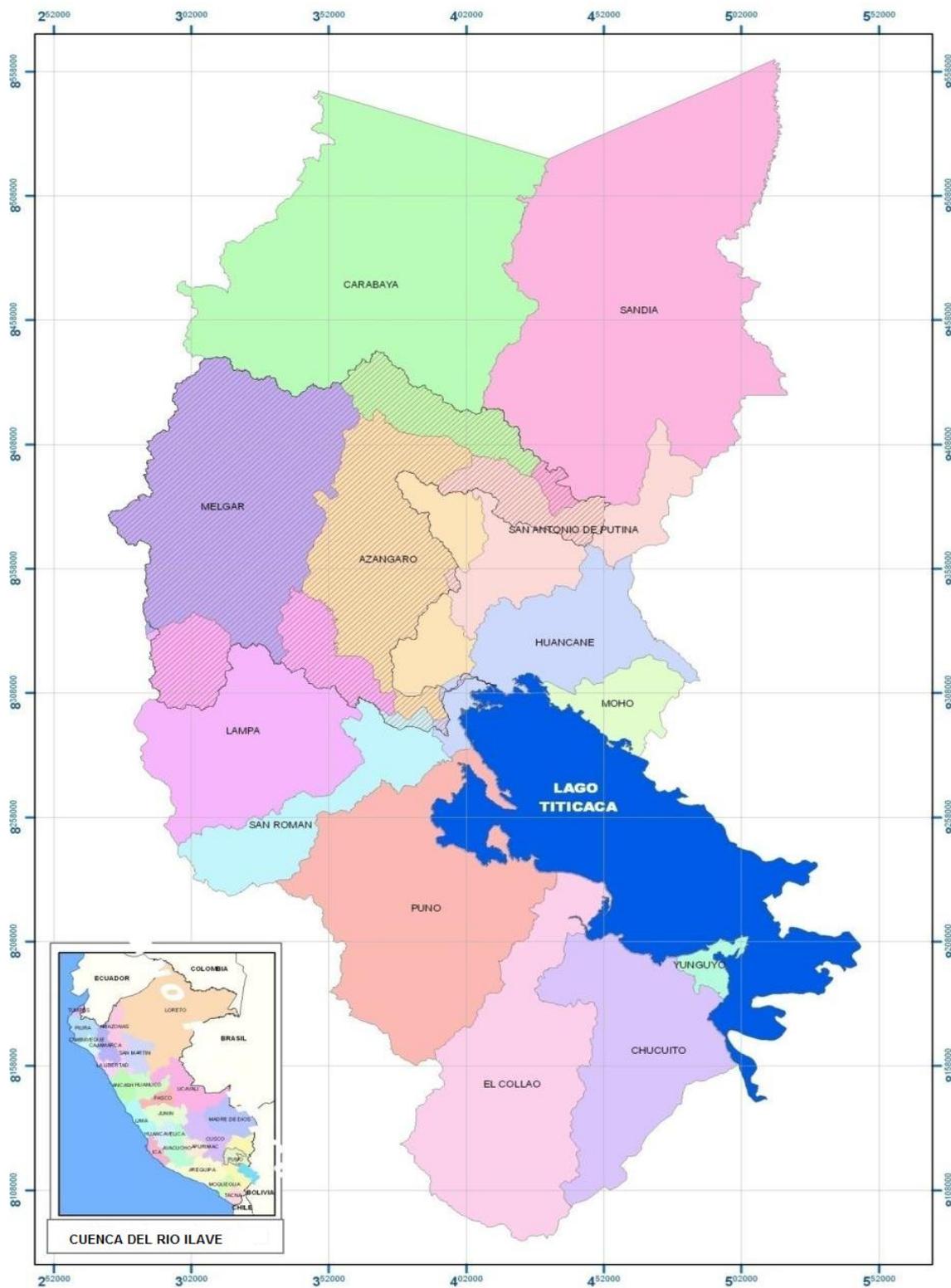
Mapa N° 1: Ubicación Hidrográfica de la cuenca del Río Ilave



Mapa N° 2: Ubicación Geográfica de la cuenca del Rio Ilave.



Mapa N° 3: Ubicación Política de la cuenca del Rio Ilave.



3.1.2. CLIMA

En la cuenca del río llave las características (termo-pluviales), juega un pliego significativo ya que son causa de la existencia de graves problemas, representados principalmente por las sequias y heladas, entonces el clima corresponde de dos tipos; templado en las zonas bajas circundantes al lago Titicaca y frío en las zonas altas. La presencia del lago Titicaca genera un microclima, el cual constituye un elemento termorregulador apropiado para el desarrollo de la agricultura y la ganadería. En tanto el clima es semiseco, frío en invierno, frío lluvioso en verano, la temperatura promedio es de 9°.

El clima frio o boreal es hasta los 4,000 msnm, con una temperatura promedio de 12°C y clima Frígido son en los distritos de Conduriri, Santa Rosa Mazocruz y Capaso ubicados sobre los 4,000 msnm, con una temperatura promedio de 6°C y una precipitación anual promedio de 700 mm.

3.2 INFORMACIÓN METEOROLOGICA Y EQUIPOS

3.2.1 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

3.2.1.1 Información de temperatura

Se ha utilizado la información de termometría existente en la base de datos de SENAMHI, con respecto a las variables de termométrica: como los registros de la temperatura máxima, media y mínima.

3.2.1.2 Relación entre la variable climática y el cultivo de Quinua

Para determinar la relación que existe entre la variable climática temperatura y el rendimiento del cultivo de quinua seleccionado en el periodo de 20 años en la cuenca del río llave.

- ✓ Registro de datos históricos de la temperatura de la estación meteorológica de llave.
- ✓ Registro datos de producción y rendimiento de quinua, comprendido entre los últimos 20 años.

3.2.2 EQUIPOS (MATERIALES DE CÓMPUTO Y OTROS)

Entre los materiales, instrumentos, equipos y servicios utilizados para la ejecución de este proyecto se tienen los siguientes.

3.2.2.1 Materiales y equipos de gabinete

- ✓ Papel bond 80g formato A-4
- ✓ Útiles de escritorio
- ✓ Tóner para impresora 85 - A
- ✓ Memoria USB
- ✓ DVDS,
- ✓ Papel Bond A-3
- ✓ Computadora
- ✓ Una impresora Lasser Jet M1132
- ✓ Software: SPSS IBM Exel, Hydraccess, Evieios, Trend y otros.
- ✓ Software de ArGis y CAD.
- ✓ Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point
- ✓ Otros.

3.2.2.2 Servicios

- ✓ Ploteo de planos
- ✓ Impresión, fotocopias, anillados, escaneados y otros.
- ✓ Empastados

3.2.2.3 Materiales cartográficos, hidrológicos y bibliográficos

Mapa físico político del departamento de Puno por el (IGM) a escala 1/750,000
Información meteorológica temperatura máxima, media y mínima)
correspondiente al registro histórico de las tres estaciones, proporcionado por
SENAMHI.

Registro de datos de la producción y rendimiento de la quinua comprendido
entre los últimos 20 años de la Provincia de el Collao – llave.

3.3 METODOLOGIA

3.3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación está dividida en las siguientes fases:

- ✓ Recopilación de información meteorológica de las estaciones del área de estudio y las vecinas de los años 1964-2014, digital de SENAMHI; temperatura máxima, temperatura media, temperatura mínima y precipitaciones pluviales, imágenes de satélite.

- ✓ Análisis de consistencia y evaluación del comportamiento de series históricas de temperaturas y precipitaciones pluviales y análisis de tendencias en estaciones meteorológicas de la cuenca y estaciones vecinas, utilizando el software TREND y software HYDRACCESS.
- ✓ Obtener la relación entre la variable climática temperatura y el rendimiento de quinua seleccionada en el periodo de 20 años en la cuenca del río llave, utilizando el software SPSS y el modelo de correlación.

3.3.1.1 Análisis de consistencia

Antes de proceder a efectuar cualquier modelamiento de cualquier serie meteorológica es necesario efectuar el análisis de consistencia respectivo a fin de obtener una serie consistente, homogénea y confiable; porque la inconsistencia puede ser error significativo puede introducirse en todo los análisis futuros que se realicen.

El análisis de consistencia es una técnica que permite detectar, identificar, cuantificar, corregir y eliminar los errores sistemáticos de la no homogeneidad e inconsistencia de una serie meteorológica. Para la completación o relleno de datos se ha empleado con el programa Hec – 4.

3.3.1.1.1 La Temperatura

La calidad de la información está condicionada por varios factores sujetos en mayor o menor proporción a errores difíciles de detectar. En general, la calidad dependerá de las consideraciones asumidas para definir las estaciones meteorológicas en función a su localización, así como a los periodos de registros observados disponibles y las condiciones en las estaciones respecto a su operación, mantenimiento y procesamiento de la información.

El análisis de consistencia de la información termométrica se efectúa a través del análisis de correlación, basado en la suposición de que las temperaturas medidas en las estaciones regionales, se relacionan entre sí de manera lineal.

3.3.1.1.2 Vector regional (VR)

El vector regional crea un vector de índices anuales o mensuales (individualmente) de precipitación y de temperaturas en base a una serie cronológica de datos temporales ficticios, correspondientes a una estación

igualmente ficticia. El VR de índices toma en cuenta los efectos de la tendencia de las series, y los pseudo-ciclos de la zona o región climática que afectan a cada una de las estaciones, verificando de esta manera la homogeneidad temporal de las series. El VR de índices anuales y mensuales verifica igualmente la homogeneidad espacial de series observadas en las estaciones pertenecientes a la misma zona climática.

El cálculo de los índices del VR se basa en una matriz de observaciones compuesta de los registros anuales o mensuales de la variable meteorológica de estaciones con “n” años de registros con observaciones faltantes a ciertas estaciones en ciertos años. Para cada estación se calcula una media que cubre el juego de datos del periodo de estudio, y para todos los años, se calcula un índice que será superior a 1 cuando el año presenta valores altos (año húmedo o con altas temperaturas) e inferior a 1 cuando el año tenga valores bajos (año con déficit de lluvias o con bajas temperaturas). El VR toma en cuenta la información de una región que supuestamente es homogénea climáticamente (comportamiento temporal similar).

Calculado el VR del grupo regional de estaciones, la crítica de los datos se facilita grandemente, porque se puede entonces:

- ✓ Evaluar la calidad de los datos de una estación y su pertenencia al grupo regional, mediante diversos parámetros estadísticos (i.e. coeficiente de correlación, error relativo, desviación standard) proporcionados por el programa del VR.
- ✓ Comparar y evaluar gráficamente el comportamiento de las estaciones dentro de un grupo y entre grupos, trazando, entre otras cosas, el vector regional del grupo, de las estaciones que lo componen, así como las curvas doble acumuladas. Esto permite identificar rápidamente quiebres y datos anómalos.

La calidad del VR depende de la calidad de los datos de la entrada, aunque los algoritmos usados intentan minimizar la influencia de los datos erróneos. El vector calcula a la salida “la contaminación” por los errores que existen en los datos de origen. Si se eliminan o corrigen gradualmente los datos incoherentes más evidentes en los datos de entrada, se llegara a un VR de buena calidad.

Cuando el VR es de calidad buena, se lo podría usar para reconstruir datos faltantes, multiplicando el índice regional de un año por el valor medio de la precipitación en esa estación durante el periodo de estudio.

Antes de aplicar el programa se requiere del análisis crítico inicial de la información existente, entendiéndose por esto a la detección y exclusión de la matriz de aquellos datos incoherentes o no posibles, es decir que contengan errores groseros. Posteriormente con carácter preliminar, se forman “grupos regionales” grandes de estaciones, tomando en cuenta su cercanía, características físicas y topográficas, etc.

La salida del programa contiene varios parámetros que evalúan la calidad de los resultados. Se consideran principalmente los siguientes parámetros:

- ✓ El coeficiente de correlación “r” del índice con las estaciones (>0.70)
- ✓ El valor de las desviaciones (que se deben mantener dentro de un margen de tolerancia)
- ✓ Los límites de confianza (inferior y superior) dentro de los que se deben mantener las series interanuales del índice del vector.

En nuestro caso estos parámetros serán tolerables o admitidos, en cuanto a que el grupo regional está conformado por estaciones bastante lejanas, y sobre contexto físico geográfico diferente (altiplano, aberturas ocupadas interandinas). En algún caso, el análisis de resultados lleva a disminuir el tamaño del grupo regional, a identificar estaciones cuyos datos son inconsistentes y en caso extremo, a eliminar aquellas estaciones con bajo coeficiente de correlación y alta desviación.

Los resultados del VR de índices anuales para la precipitación, se muestran en la figura N° 10, en forma de índices obtenidos sobre los valores anuales de periodos históricos comunes de las estaciones, calculados respecto al año hidrológico adoptado: setiembre-agosto. Se han filtrado las estaciones regionales más consistentes. En general se observa que el comportamiento climático es relativamente homogéneo, salvo en algunos años. Esto implica que los valores de los índices de las estaciones están dentro del intervalo de confianza, por lo que da una idea de calidad e homogeneidad para trabajar con los datos de lluvia de las estaciones.

3.3.1.2. Análisis de tendencias

Para la evaluación de tendencia se utiliza las técnicas estadísticas denominadas test paramétricos y no paramétricos.

El análisis de tendencias nos sirve para evaluar el cambio en el comportamiento de la precipitación y temperatura sobre periodos largos, en el presente trabajo se aplica el test no paramétrico de Mann Kendall, Spearman's Rho, los test paramétricos como regresión lineal y T-Student's, mediante el software de TREND.

Para realizar los test estadísticos sobre las series temporales de datos meteorológicos, estas deben ser continuas, que no deben existir vacíos de datos en la series.

3.3.1.2.1. Análisis de tendencia de temperatura y precipitación.

- ✓ Evaluación inicial de la calidad de los datos originales, por simple análisis grafico de datos.
- ✓ Preparación y armado de series continuas mensuales y anuales de dato de la temperatura para el análisis de tendencias. Los datos originales presentan vacíos en algunos meses o periodos, que deben ser reconstituidos para poder aplicar test estadísticos usados para el análisis de tendencias.
- ✓ Para análisis de tendencias de precipitaciones y temperaturas máximas, medias y mínimas anuales se aplicó los test estadísticos paramétricos y no paramétricos, incluidos en el programa TREND. Se aplicará la prueba estadística no-paramétrica de test Mann-Kendall, Spearman's y Rho, Ran Ksum y la prueba estadística paramétrica de regresión lineal y T-Studest.

El Software TREND, realiza las pruebas estadísticas sólo en los datos de series cronológicas mensuales y anuales.

3.3.1.2.1.1 Test No Paramétricos

Una prueba no paramétrico responde a un modelo matemático de distribución libre, que no condiciona la muestra investigada y su población a parámetros estadísticos. La significancia de los resultados de este tipo de test depende de algunas suposiciones o condiciones estadísticas asociadas a este tipo de test, con menor grado de condicionamiento respecto a las pruebas paramétricas:

- Datos de series temporales independientes
- Variables de continuidad básica

Estos test no requieren de mediciones fuerte y gran parte de estos se aplican a datos de escala ordinal a escala nominal. Estas pruebas detectan tendencia o cambio, pero no cuantifican la magnitud. Son muy útiles porque la mayoría de las series temporales de datos hidrológicos no se distribuyen normalmente.

a). Ventajas

Se usa este tipo de pruebas si el tamaño de la muestra es muy pequeño, a menos que la naturaleza de la distribución de la población sea conocida con exactitud.

Generalmente estas pruebas hacen menos suposiciones acerca de los datos y pueden ser más relevantes a una situación particular.

Estas pruebas analizan los datos que no son coherentes a los rangos, así como datos cuyas puntuaciones numéricas tiene aparentemente el peso de los rangos.

Estas pruebas son más fáciles de aprender y aplicar, su interpretación suele ser más directa que las paramétricas.

Generalmente estas pruebas son distribuciones libres, pero no pueden cuantificar el tamaño de la tendencia.

b). Desventajas

La aplicabilidad de estas pruebas está muy difundida y aparecen en diferentes formatos por lo que esto relaciona a la conveniencia o no del método.

Si la serie de datos tiene las suposiciones del modelo estadístico paramétrico conocidos y las hipótesis de investigación pudieran ser probadas por una prueba paramétrica, entonces las pruebas estadísticas no paramétricas serían inútiles. Este grado de falta de aplicabilidad es expresado por la potencia – eficacia de este tipo de pruebas.

Estas pruebas no son sistemáticas, como las paramétricas y diferentes pruebas son simples variaciones de un tema central. Aunque el valor de la aproximación sistemática es parcialmente verdadero, no justifica su aplicabilidad.

c). Mann- Kendall (test para tendencia)

Este test de Mann Kendall ha sido ampliamente aplicado en estudios de identificación de tendencias en series variables hidrometeoro lógicas en cuanto así son ascendentes o descendentes, pero no cuantifican estas. Además de tendencias detecta saltos.

Su desarrollo se resume como:

1. Se listan los valores de las variables (precipitación por ejemplo), de forma ordenada (X_1, X_2, \dots, X_n)
2. Se obtiene el signo de la diferencia de cada par de valores al comparar sus magnitudes ($X_j - X_k$) con ($j > k$) de acuerdo con lo siguiente:

$$\text{Signo}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 \dots \text{si} \dots (x_j - x_k) > 0 \\ 0 \dots \text{si} \dots (x_j - x_k) = 0 \\ -1 \dots \text{si} \dots (x_j - x_k) < 0 \end{cases}$$

3. Obtención del estadístico S de Mann Kendall, mediante la ecuación:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{signo}(x_j - x_k)$$

Si S es positivo se infiere de forma subjetiva que la tendencia es creciente, cuando S es negativo se infiere que hay tendencia decreciente.

4. Con base a los indicadores se estima una varianza para el estadístico S de Mann Kendall, que considera el caso de los empates ($\text{signo } X_j - X_k$) obtenidos en el paso 2, mediante la ecuación:

$$\text{Var}[S] = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{q=1}^g t_q - 1)(2t_q + 5) \right]$$

5. Cálculo del estadístico Z_{MK} mediante:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{[\text{Var}(S)]^{1/2}} si > 0 \\ 0 \dots si \dots S = 0 \\ \frac{S+1}{[\text{Var}(S)]^{1/2}} si < 0 \end{cases}$$

6. A partir del estadístico Z se evalúa la hipótesis de interés, que puede ser:

a). H_0 : No hay tendencia vs. H_1 : Hay tendencia decreciente

b). H_0 : No hay tendencia vs. H_1 : Hay tendencia creciente.

El Test de Mann-Kendall nos proporciona un valor de significancia, p-value, así un valor de p-value inferior a 0.05-0.1 nos garantiza que la hipótesis adoptada tiene unas altas garantías de veracidad; a medida que este valor se hace más grande, las probabilidades van disminuyendo; hasta que llegando a un valor de 1, la probabilidad es nula.

El cálculo del estadístico S y $\text{Var}[S]$ se ha realizado con el software libre R El software R constituye un conjunto integrado de algoritmos para gestión y análisis de datos, cálculos y gráficos. En este entorno de trabajo se han implementado muchas técnicas estadísticas.

d). Spearson's Rho (test para tendencias)

Es un test basado en rangos, que determina si la correlación entre dos variables es significativa. En el análisis de tendencias, una variable es considerada como tiempo (x) (años) y otro a las correspondientes series temporales de datos (y).

El test estadístico ρ_s es el coeficiente de correlación, obtenido de la misma manera que el coeficiente de correlación de una muestra cualquiera pero utilizando rangos: $\rho_s = S_{xy} / (S_x S_y)^{0.5}$

$$S_x = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad S_y = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Dónde: X_i (Tiempo), Y_i (variable de interés), \bar{x} y \bar{y} se refieren a las filas (\bar{x} , \bar{y} , S_x y S_y) tienen el mismo valor de análisis de tendencia.

Para muestras largas, la cantidad $\rho_x \sqrt{n-1}$ esta normalmente distribuida con media de 0 y la varianza de 1 (valores críticos de la prueba estadística para distintos valores de significancia se obtienen de las tablas de probabilidad normal).

3.3.1.2.1.2 Test paramétricos

Una prueba paramétrico responde a un modelo matemático predefinido que condiciona la muestra investigada y su población a parámetros estadísticos. La significancia de resultados de este tipo de test depende de las suposiciones o condiciones estadísticas impuestas:

- Datos de series temporales independientes entre si
- Datos de series temporales distribuidos normalmente
- Datos de series temporales y errores (desviaciones de tendencia) siguen una distribución particular.
- Población con una misma varianza (o en casos espaciales deben tener una proporción de varianza conocida)

Estas pruebas son útiles ya que además cuantifican el cambio en los datos (por ejemplo cambios en la media y la pendiente de la tendencia). Generalmente estas pruebas que son más poderosas que las no paramétricas.

a). Regresión lineal (test para tendencia)

El test asume que los datos están distribuidos normalmente. Prueba si hay una tendencia lineal examinando las relaciones entre el tiempo (x) y la variable de entres (y). la fórmula es la siguiente.

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

La gradiente de regresión es estimado con:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Y la intersección se estima como: $S = b/\sigma$

El S de test estadístico es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{12 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2}{n(n-2)(n^2-1)}}$$

Dónde:

La S de la prueba estadística sigue una distribución T-Student con n-2 grados de libertad bajo la hipótesis nula (valores críticos de la prueba de la aprueba estadística para varios niveles de significancia se obtiene de la tablas estadísticas T-Stdent).

Este test asume que los datos están distribuidos normalmente y que los errores (desviaciones de la tendencia) son independientes y siguen la misma distribución normal con media 0.

b). T-students (Test diferencia de medias)

El T de la prueba estadística de student es (valores críticos de la prueba estadística para varios niveles de significancia se obtienen de las tablas estadísticas T-student):

$$t = \frac{(\bar{x} - \bar{y})}{S \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{m}}}$$

Donde

- \bar{x} y \bar{y} : son medias del primer y segundo periodo respectivamente
- m y n: son los números de observaciones en el primer y segundo periodo respectivamente
- S: es la muestra de la desviación estándar (de la totalidad m y n)

Este método prueba si los valores medios de los distintos periodos son diferentes. El test asume que los datos son normalmente distribuidos.

3.3.1.3 Relación entre la producción de cultivos y los elementos climáticos de la cuenca del rio llave

Para relacionar entre la producción de cultivos de pan llevar con los elementos climáticos de la cuenca del rio llave, se seguirán el siguiente procedimiento:

- a. Se obtendrán los rendimientos de los cultivos nutritivos para cada zona sub-tipo climático de las Oficinas del Ministerio de Agricultura.
- b. Se aplicó el modelo más adecuado a través de los estimadores utilizando el software de SPSS y el coeficiente de correlación.

3.3.1.4 El rendimiento del cultivo frente al comportamiento de las variables climáticas

Las variables climáticas para el cultivo seleccionado influye de distinta intensidad, para el cultivo de quinua las temperaturas optimas oscila entre 8 - 15°C, durante el ciclo del cultivo, temperaturas constantes superiores a 23°C, así como una fluctuación térmica diaria con temperaturas diurnas alcanza los 25°C y temperaturas nocturnas debajo de 10°C, pueden inhibir la floración. (<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/cultivo-quinua-puno-peru/cultivo-quinua-puno-peru.pdf>).

Las variables en estudio se evaluó su tendencia para ver el comportamiento de dichos valores registrados desde el año 1964 hasta 2014, a fin de poder observar si muestran variaciones respecto al transcurso del tiempo como del espacio (oscilaciones de la temperaturas medias, así como de la precipitación pluvial), mediante test paramétricos y no paramétricos, los resultados se interpretaron considerando los comportamientos de eventos extremos de los elementos frente al fenómeno del cambio climático.

Seguidamente, esta secuencia de estimaciones permitió ver el impacto de cada variable en el modelo como al final se comparó cada uno, también se eligió el mejor modelo según los criterios estadísticos.

Posteriormente, se realizó las interpretaciones de los valores obtenidos de la interrelación de las variables climáticas como el rendimiento hídrico (Lavado W., 2011).

La técnica estadística utilizada para validación de resultados, fue el coeficiente de correlación de Pearson, cuyo estadígrafo es:

$$r \approx \frac{n(\sum f_{xy}dx dy) - (\sum f_x dx)(\sum f_y dy)}{\sqrt{[n(\sum f_x d_x^2) - (\sum f_x dx)^2][n(\sum f_y d_y^2) - (\sum f_y dy)^2]}}$$

Dónde: n= Población o número de observaciones bivariadas, f_x = Frecuencias marginales de la variable X, f_y = Frecuencias marginales de la variable Y, d_x = Desviación respecto a un valor de X, d_y = Desviación respecto a un valor de Y.

Para interpretar el coeficiente de correlación (r) que se obtiene, se tiene como criterio de decisión, la siguiente calificación:

- (+) (-) Correlación inexistente $0.00 \leq r < 0.00$
- (+) (-) Correlación muy baja $0.01 \leq r < 0.20$
- (+) (-) Correlación baja $0.21 < r > 0.40$
- (+) (-) Correlación moderada $0.41 < r > 0.60$
- (+) (-) Correlación alta $0.61 < r > 0.80$
- (+) (-) Correlación muy alta $0.81 \leq r \leq 0.99$
- (+) (-) Correlación perfecta $1.00 \leq r \leq 1.00$

Para la prueba de hipótesis estadística se toma en cuenta lo siguiente:

No existe correlación : $H_0: R_{xy} = 0$

Existe correlación : $H_1: R_{xy} \neq 0$

Se considera un nivel de significancia de $p < 5\%$

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA

Consideramos que, las variaciones en el clima afectarán de modo importante a los seres vivos y a los ecosistemas, así como en particular a los sistemas semiáridos mediterráneos, por una acentuación del estrés hídrico por un incremento de la aridez. Por esta como otras razones, la necesidad de conocer así profundizar en la variabilidad climática en unos escenarios vulnerables y de incertidumbre como son las cuencas fluviales mediterráneas, en concreto del Sureste peninsular (IPCC, 2007).

4.1.1 Comportamiento temporal y espacial de las temperaturas

La estacionalidad térmica es moderada, con las temperaturas más altas en diciembre a marzo, las más bajas de junio a agosto. La amplitud térmica de las temperaturas medias mensuales varía entre 5,8 - 6,5 °C en el norte, y 7,8 - 10,6 °C en el sur. Por lo general julio es el mes más frío y el más cálido diciembre. En las cercanías del lago Titicaca esta amplitud disminuye a cerca de 3 a 4°C, dentro del propio lago a 1,9°C (Isla del Sol). Las temperaturas máximas como mínimas medias anuales, la oscilación térmica varía entre 17 y 19°C, en el norte entre 19 y 21 °C; en el sur, si bien en las cercanías del lago Titicaca se decrece de 9.9 a 11 °C hasta el centro del lago. A nivel de las temperaturas máximas a su vez mínimas medias mensuales, la oscilación térmica varía notoriamente en el año; en invierno va desde 23 a 25,5 °C en el norte y desde 23 a 26 °C en el sur, si bien en las cercanías del lago el mismo desciende a 14 °C, dentro del lago a 10,9 °C; en verano la oscilación térmica media mensual varía entre 13 y 14 °C en el norte, en el sur entre 13,9 y 17,4 °C, aunque en las cercanías como dentro del lago baja cerca de 9 °C (Ministerio del Medio Ambiente,, 2013).

Para el análisis de consistencia de la información, antes se completaron los datos faltantes del grupo de estaciones, se realizó con el software HEC-4

MONTHLY STREAMFLOW SIMULATION, con periodos registrados en las estaciones base.

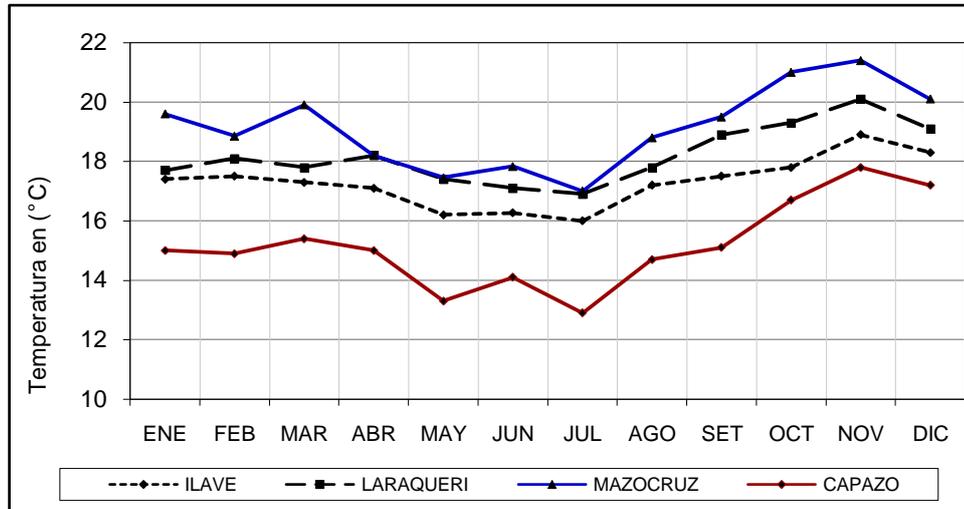


Figura N° 2: Serie histórico de temperaturas máximas mensuales
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la figura N° 2, se describe las temperaturas más altos que se registraron en las estaciones: Mazocruz que oscilan entre 21.00, 20.10 y 21.40 °C en entre los periodos de 1988, 1999 y 2008; seguidamente Laraqueri con 19.10, 19.30 y 20.10 °C en los años 2004, 2009 y 2010; Capazo en los años 2004, 2008 y 2009 que oscilan 17.20, 17.80 y 16.70 °C dentro de la cuenca en estudio respectivamente.

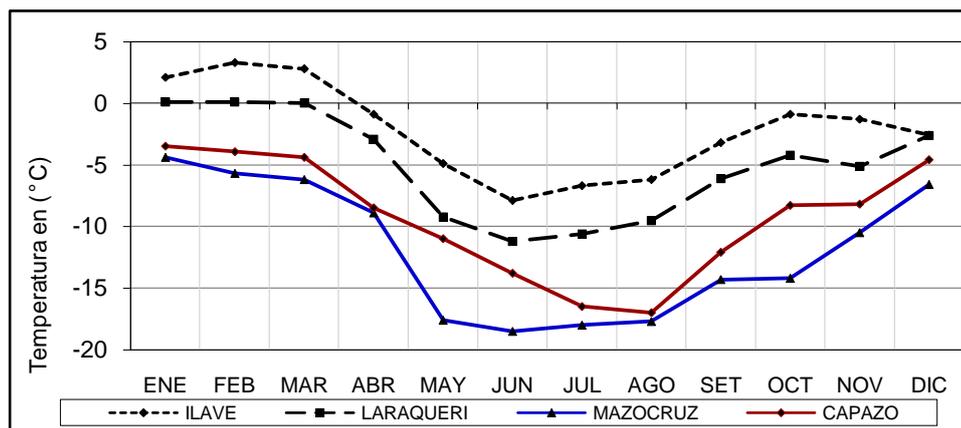


Figura N° 3: Serie histórico de temperaturas mínimas mensuales
Fuente: Elaboración Propia

De la figura N° 3, durante los 50 años de temperatura mínima se registró en la estación meteorológica de Mazocruz que oscilan de -18.00, -18.50, -17.70 °C entre los periodos 1966, 1980, y 2005; de igual manera en la estación de

Capazo con -17.00 , -16.50 y -13.80 °C en los años 2008 y 2009; así mismo en la estación de Laraqueri cuyos registros oscilan de -11.20 , -9.50 , -10.60 en los periodos 2005 y 2010.

ANALISIS DE CONSISTENCIA

Para el análisis de consistencia de la información termométrica, se realizó con registro climatológico de 50 años (1964 – 2014) con cinco estaciones, dicho trabajo se desarrolló a través del análisis de correlación entre sí, mediante los índices anuales de vector regional utilizado el software Hydracces. Encontrando datos de las estaciones seleccionadas consistentes con una buena correlación entre ésta y las estaciones de apoyo.

En la figura N° 4 del índice anual acumulado para la temperatura media, muestra un comportamiento regional homogéneo, que implica que los índices de las estaciones están dentro del límite de confianza, lo que se describe una buena calidad de datos con un comportamiento similar entre sí.

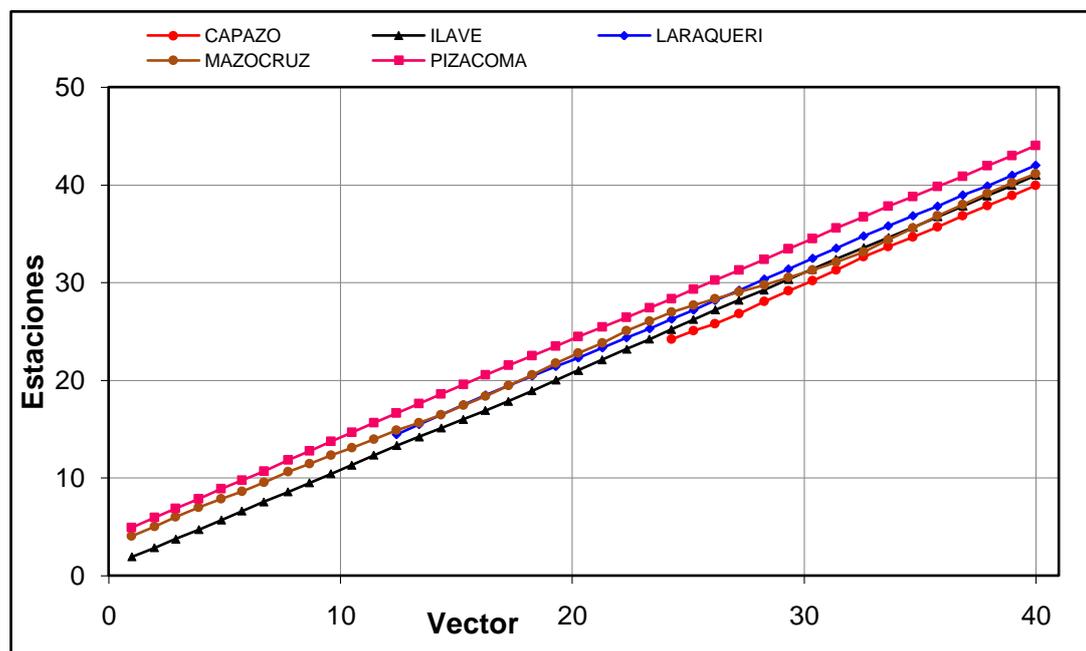


Figura N° 4: Suma de los índices anuales de los vectores regionales, acumulados de temperatura media.
Fuente: Ayuda del Software Hydraccess

La temperatura media muestra un comportamiento regional homogéneo según la figura N° 5, donde implica que los índices de las estaciones están dentro del límite de confianza, por lo que se tiene una buena calidad de datos y consistentes porque muestran un comportamiento similar, a excepción la estación Mazocruz, cuyos valores están fuera de los límites de confianza entre los años 1991 al 1996; pero se tomó en cuenta por tener una serie continua para ser comparada con las otras estaciones regionales adoptadas para el análisis.

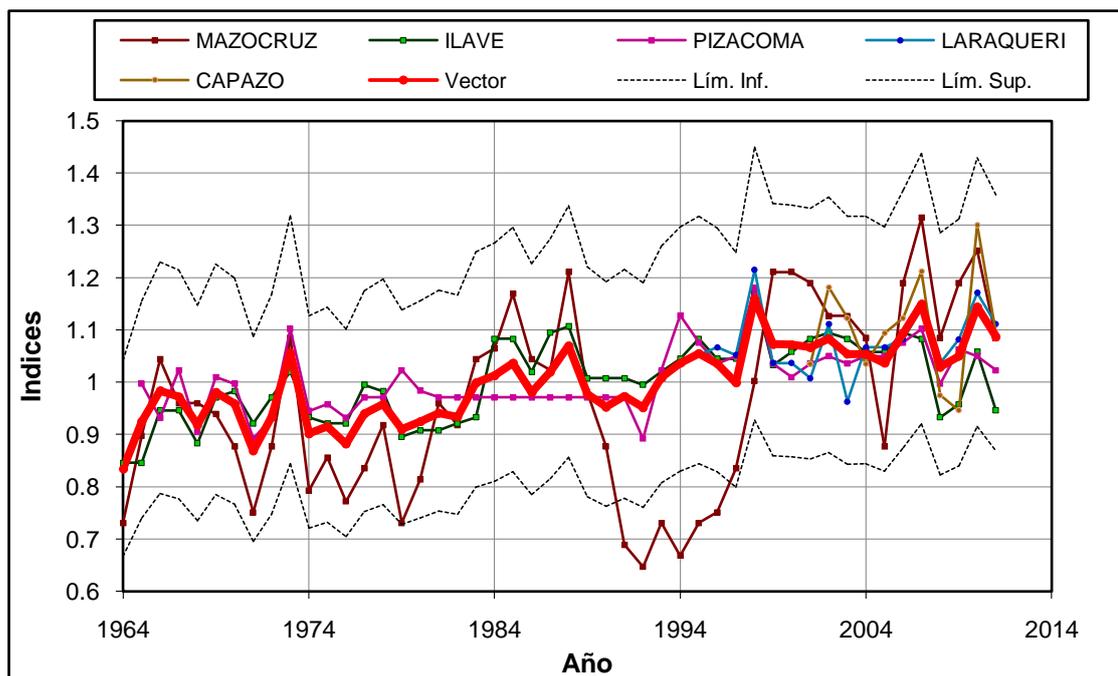


Figura N° 5: Índices anuales de los vectores regionales, de temperatura media. Fuente: Ayuda del Software Hydracces.

4.1.1.1 Variación de los residuales de temperatura media anual.

Se realizó el pronóstico de incremento de los residuales de la temperatura media anual en la unidad hidrográfica del río Ilave, determinándose en base a series de tiempo con la función pronóstico de tendencia lineal, cuyos resultados presentamos en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3: Temperaturas media observada y proyectada al año 2050

Ubicación	Estación Meteorológica	Temperatura promedio anual	Temperatura media en (°C)	
			Año - 2025	Año – 2050
Zona baja	Ilave	8.0	9.6	10.3
	Acora	8.1	9.1	9.6
Zona media	Laraqueri	7.0	8.3	9.0
Zona alta	Mazocruz	4.6	6.2	6.9
	Capazo	3.7	4.4	4.9

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las predicciones, se proyectó en base al promedio anual de temperatura media de acuerdo a las estaciones meteorológicas: las zonas bajas la estación Acora e Ilave con tendencia al incremento de 1.5 a 2.3 °C al año 2050, con calor moderada por influencias de la ciudad de Ilave ya estas retienen y/o absorben el calor por los materiales existentes en la ciudad, así mismo en zona media la estación Laraqueri con ascenso de 1.98 °C al año 2050 con significancia de calor, en las zonas altas las estaciones de Mazocruz y Capazo con aumento de 2.3 a 1.2 °C al año 2050, lo que indica un incremento significativo de calor. Y esto es corroborado por Sanabria *et al.* (2010), donde concluye la proyección de incremento de temperatura media entre 2 a 4 °C en la zona sur del lago, además este incremento relaciona con el aumento del CO₂ a lo largo del siglo 21 y es ratificado por Belizario (2012) ya que se tienen una correlación con el presente estudio.

En consecuencia en el tiempo provocará que la evolución anual de la evapotranspiración real sea descendiente, especialmente en el último periodo del siglo (IPCC, 2007), así mismo en las estaciones de primavera a verano se predice que se tendrá los decrementos significativos en la evapotranspiración real; mientras en el invierno se llegará a evapotranspirar de manera considerable, producto de la mayor evapotranspiración potencial causados por la prolongada ausencia de lluvias, lo que acentuará conforme avanza el siglo.

Las mediciones satélites como los resultados de los globos del clima en función a los resultados de la figura N° 6, en la cuenca hidrográfica no muestra elevado incremento en el calentamiento como el predicho por el IPCC; lo cual

de acuerdo a los resultados esta diferencia es significativa, en el tiempo disminuirá la entrada de agua debido al proceso de evaporación y consecuentemente disminuiría el calentamiento por CO_2 , puesto que el calentamiento global por CO_2 es intensificado por el vapor de agua, que también retiene calor (IPCC, 2007).

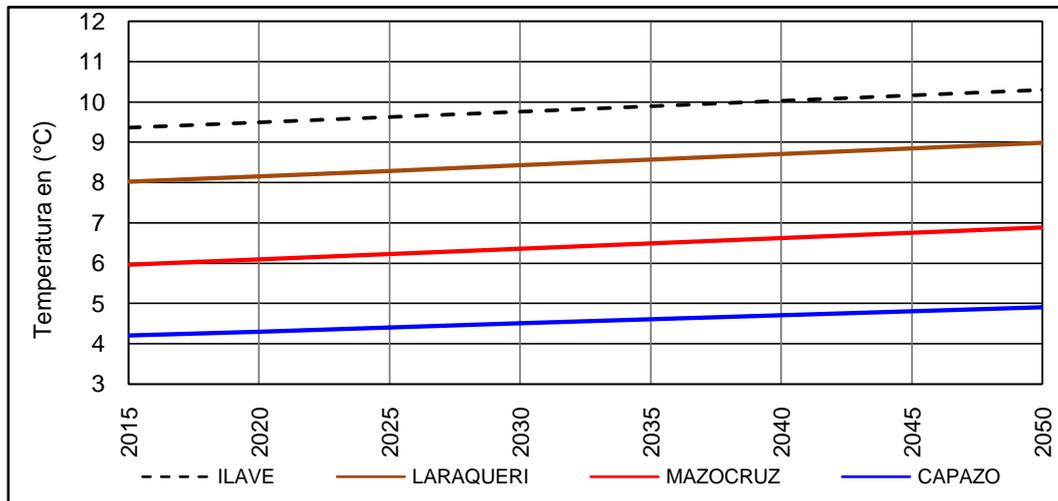


Figura N° 6: Evolución de la tendencia en la temperatura media.
Fuente: Apoyo del software Hydraccess

Las nubes impactan en el cambio de temperatura, puesto que las nubes pueden interferir con la radiación que causa el calentamiento global así como previene mayores incrementos de temperatura, el clima en la unidad hidrográfica no ha llegado a alterar excesivamente en los últimos 10 años, sin embargo, se evidencia un moderado incremento en la temperatura así como en el aire superficial.

4.1.2 Comportamiento temporal y espacial de la precipitación pluvial

Para el presente estudio meteorológico, se realizó con la información de los registros históricos de precipitación pluvial que nos proporcionó el Proyecto Especial Lago Titicaca (PELT) y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), de igual manera se ubicaron las estaciones meteorológicas mediante sus coordenadas UTM con aplicación del software Arc Gis para la determinación e identificación de la unidad en estudio.

El análisis de consistencia, se realizó la verificación visual mediante el método gráfico, curva de acumulación y pruebas estadística, así mismo los errores o

periodos dudosos que se tuvieron con los datos del grupo de las estaciones se corrigieron, pues significa eventos extremos realmente ocurridos, esto se presentan generalmente en todas las variables meteorológicas.

Con el propósito de actualizar así como uniformizar la información meteorológica de las precipitaciones pluviales mensuales, se completaron a su vez se extendieron la información desde los años 1964 al 2014 actualizados, aplicando el software HEC-4 MONTHLY STREAMFLOW SIMULATION, tomando en cuenta el periodo de registro de la estación base. Cabe mencionar, en la mayoría de las estaciones se completaron los datos para períodos internos de la serie histórica.

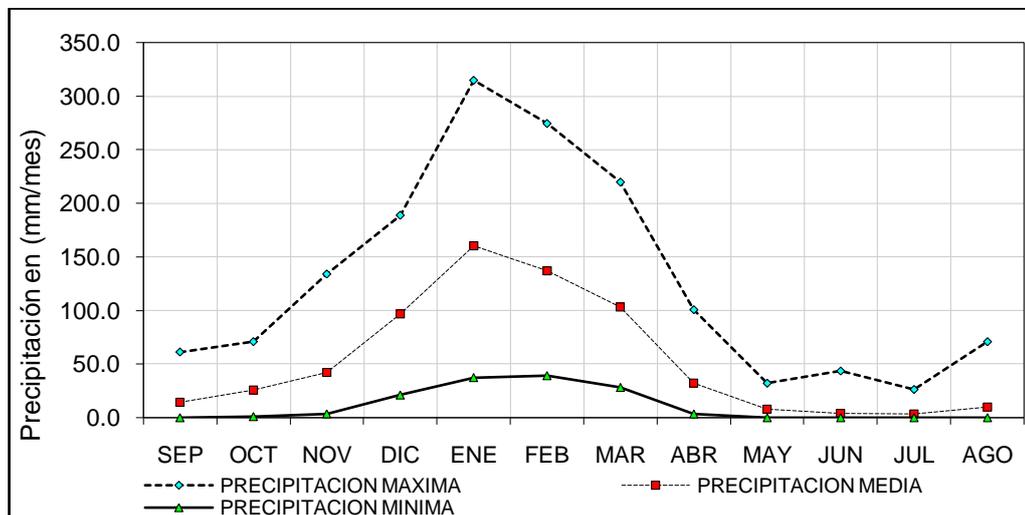


Figura N° 7: Precipitaciones promedios mensuales de la serie (1964-2014).
Fuente: Elaboración Propia.

De la figura N° 7, la precipitación ponderada para la unidad se describe, la época de lluvia inicia desde el mes de setiembre con precipitación máxima hasta de 61.16 mm, también con precipitación media de 14.46 mm, a su vez precipitación mínima de 0.01 mm y los meses de enero, febrero y marzo de mayor persistencia pluvial con precipitación máximas de 314.70, 274.40 y 219.70 mm respectivamente ocurridos en el periodo 1964 - 2014; con precipitación media registradas de 160.60, 137.10 y 103.20 mm y una mínima de 37.34, 39.10 y 28.16 mm respectivamente; manifestar que los meses de mayo a agosto con precipitación pluvial más bajos, también conocida como época de estiaje.

Analizando visualmente la distribución temporal de toda la información disponible, donde se observa en los 50 años hidrológicos las estaciones meteorológica: Acora registro el año más intenso en precipitación pluvial fue en los años 1984 - 1985 con 1245.60 a 1440.70 mm; seguidamente por las estaciones de Laraqueri como Chilligua ocurrido en el año 1984 registraron 1224.90 y 1199.70 mm respectivamente; en la estación meteorológica de llave se registró 991.50 y 1192.40 mm en el periodo 1984 - 1985.

Sin embargo, durante los 50 años hidrológicos las estaciones meteorológicos menos intensos en precipitaciones pluviales se registraron en las estaciones: Capazo, Mazocruz así como Chilligua con 160.10, 194.20 y 251.50 mm en el año 1983; seguidamente en 1992 las estaciones meteorológicas de Mazocruz registró 205.70 mm.

El diagrama de doble masa o acumulaciones en la figura N° 8, nos permitió comparar sus comportamientos de las estaciones; en el que dicho grafico no muestra cambios o quiebres significativos en la pendiente de las curvas masa respecto al acumulado del promedio, por lo tanto las condiciones que causaron la ocurrencia de los máximos son comunes para todas las estaciones, por lo tanto los datos de las estaciones se consideran informaciones consistentes con estación Acora como base por presentar mayor regularidad, además se seleccionó por poseer el coeficiente de correlación más próximo a la unidad; el cotejo de la serie de precipitaciones anuales de las estaciones respecto a la estación base, muestra pequeños quiebres, dichos quiebres fueron evaluados con el análisis estadístico en concordancia a la figura.

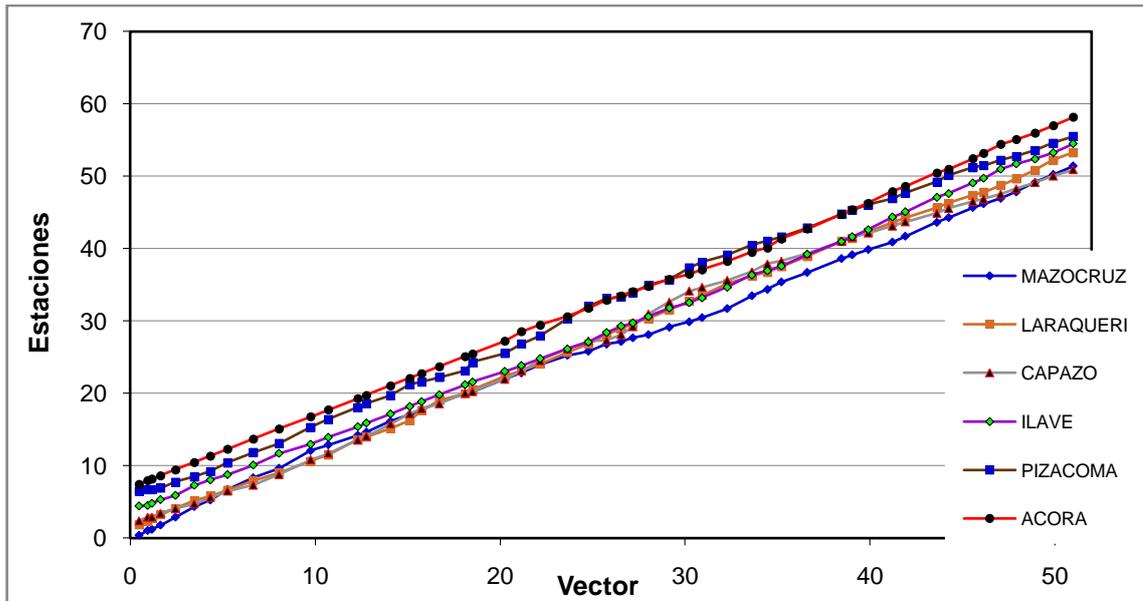


Figura N° 8: Índices anuales de los vectores regionales, acumulados de precipitación,

Fuente: Ayuda del software Hydracces

El diagrama del vector regional con el software Hydracces de las estaciones seleccionados de la figura N° 9, evaluando gráficamente el comportamiento de las estaciones dentro del grupo y entre grupos, así trazando el vector regional que lo compone como las curvas doble acumuladas, por lo tanto esto permitió identificar los quiebres así como datos anómalos que muestran fuera de los límites de confianza mostrando un comportamiento homogéneo, salvo en algunas estaciones se presentan años que el índice queda fuera del límite de confianza del grupo, caso de Capazo, Pizacoma, como Mazocruz. Sin embargo, tiene una correlación entre los datos de las estaciones, así mismo se tomó en cuenta por tener una serie continua y extendida para ser contrastada con las demás estaciones adoptadas para el análisis; lo cual implica que dichos valores de los índices de las estaciones están dentro del intervalo de confianza para trabajar con dichos datos.

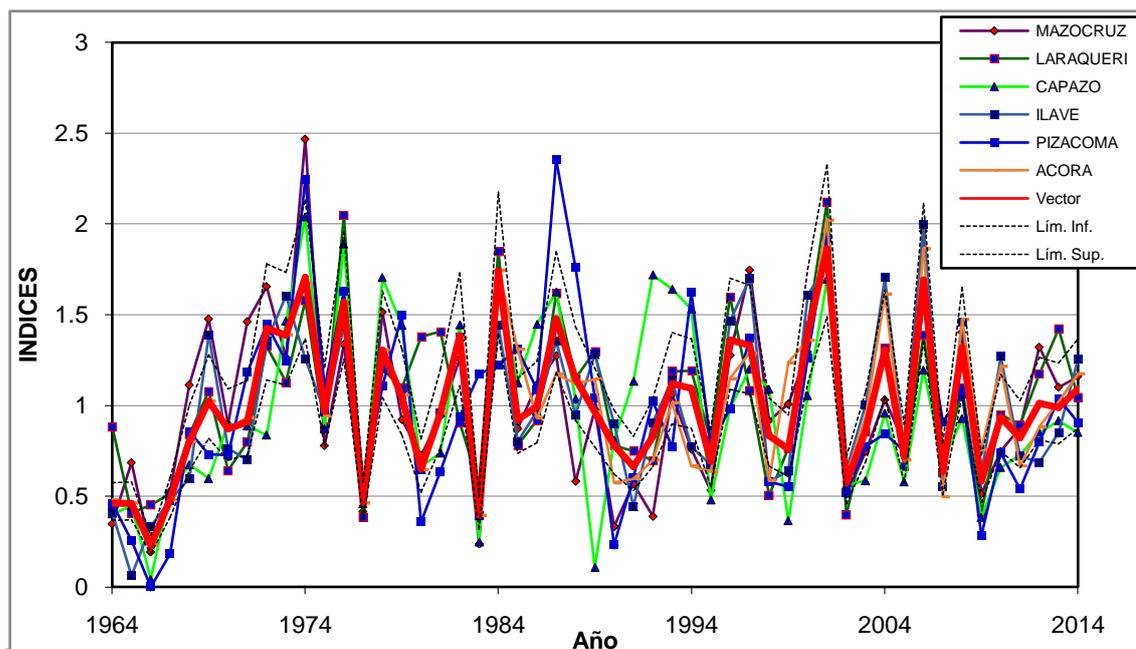


Figura N° 9: Indices anuales de los vectores regionales, datos completados de precipitación.

Fuente: Ayuda del software Hydracces.

A nivel interanual, los años más lluviosos de los últimos 30 años fueron 1984, 1985 y 1986. La comparación de las lluvias de 1985 con la lluvia media anual muestra incrementos entre el 20% y 85% en el norte (la región alta), entre el 20% y 50% en la región media, en el sur (región baja) entre el 0.0 y 50%. A su vez, el año 1983 fue el menos lluvioso, con una precipitación inferior al 50% del promedio multianual en el conjunto del sistema generando pérdidas económicas cuantiosas en las actividades agropecuarias, estos resultados fueron citados por otros investigadores (Hong, Nix, & Hutchinson, 2005).

Se muestra el resumen ponderado de las precipitaciones medias mensuales del grupo de estaciones pluviométricas (figura N°10), se realizó con fines comparativos para el periodo estudiado, donde nos permite identificar mes a mes el periodo donde se ha obtenido medias de lluvias más altas así como más bajas, lo cual se tiene una idea inicial de las tendencias; registrándose la estación de Laraqueri y Acora las medias mayores de precipitación anual, es decir tiende a incrementarse en el último periodo.

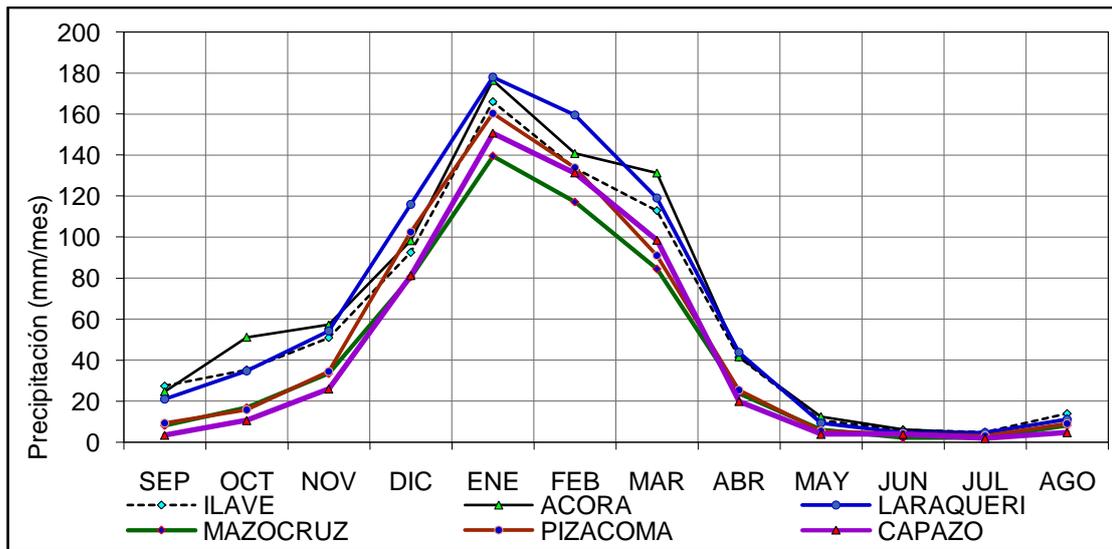


Figura N° 10: Serie histórico de precipitación media mensual
Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.1 Variación de los residuales de precipitación media anual

Se predice las variaciones residuales de precipitación media en la unidad hidrográfica del río llave, determinándose en base a series de tiempo con la función pronóstico de tendencia lineal, cuyos resultados mostramos en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 4: Precipitación media observada y proyectada al año 2050

Ubicación	Estación meteorológica	Precipitación promedio anual	Precipitación media en (mm)	
			Año - 2025	Año – 2050
Zona baja	llave	696	839	897
	Acora	756	910	972
Zona media	Chilligua	643	786	845
	Laraqueri	756	769	774
Zona alta	Mazocruz	522	549	560
	Capazo	536	474	449

Fuente: Elaboración propia

El resultado del pronóstico al año 2050 se realizó en base a la precipitación media anual de las estaciones meteorológicas: las zonas bajas representan las estaciones de llave y Acora con evolución moderada positivo de 201 a 216 mm; así mismo en la zona media conforman las estaciones de Chilligua y Laraqueri con incremento moderado leve de 202 a 18 mm; en las zonas altas conforman las estaciones de Mazocruz y Capazo obteniendo de 38 a 0.0 mm para el año 2050 con ausencia de las precipitaciones con cambios significativos en el tiempo. En consecuencia en la cuenca hidrográfica se habitúan los cambios de

los patrones de precipitación por causas del calentamiento global. Pero estas variaciones no parecen haber variaciones importantes salvo ligeros desplazamientos anuales. Por lo que se deduce que las sequías tenderán a presentarse más frecuentes en cualquier periodo de los tiempos contemplados durante el siglo; como actualmente se presentan las sequías de corta duración de 3 años, los mismos serán más frecuentes e intensos en el último periodo.

4.2 RELACIÓN ENTRE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL COMPORTAMIENTO DE LAS TEMPERATURAS Y PRECIPITACIÓN PLUVIAL

En la vertiente del Titicaca, la estacionalidad térmica es moderada, con las temperaturas más altas de diciembre a marzo, las más bajas de junio a agosto. La amplitud térmica de las temperaturas medias mensuales varía entre 5,8 °C - 6,5 °C en el norte, en el sur 7,8 °C - 10,6 °C. El mes más frío es por lo general julio, el mes más cálido diciembre. En las cercanías del lago Titicaca esta amplitud disminuye cerca de 3 °C a 4 °C, dentro del propio lago a 1,9 °C isla del Sol (Ministerio del Medio Ambiente, 2013).

4.2.1 Relación entre el cambio climático y el comportamiento de la temperatura

Para determinar la relación entre el cambio climático con el comportamiento de la temperatura media, se analizó las tendencias en el tiempo mediante el uso de software Trend; aplicando el test no paramétrico de Man Kendall y Spearman's Rho, de forma simultánea para el test paramétrico de regresión lineal y autocorrelación, dichos parámetros aplicaron técnicas estadísticas para evaluar la sensibilidad de tendencia durante los años de 1964 al 2014.

Estas evaluaciones se realizaron en la zona baja conforman la estación de llave - Acora, zona media la estación Laraqueri y zona alta las estaciones de Mazocruz y Capazo con series de tiempo, tal como se muestra en el cuadro, con niveles de significancia de $\alpha = 0.1$, $\alpha = 0.05$ y $\alpha = 0.01$, mostrando en la última columna los resultados de la prueba, el NS indica no significativo, en $\alpha = 0.1$; (S= 0.01) representa estadísticamente significativo.

Cuadro N° 5: Análisis de tendencia de temperatura media anual

Estación meteorológica	Pruebas	Test statistic	Critical values			Resultado
			(Statistical table)			
			$\alpha =0.1$	$\alpha =0.05$	$\alpha =0.01$	
Ilave	Mann-Kendall	4	1	1	2	S (0.01)
	Spearman's Rho	4	1	1	2	S (0.01)
	Linear regression	5	1	2	2	S (0.01)
	Auto Correlation	4	1	1	2	S (0.01)
Acora	Mann-Kendall	4	1	1	2	S (0.01)
	Spearman's Rho	4	1	1	2	S (0.01)
	Linear regression	4	1	2	2	S (0.01)
	Auto Correlation	2	1	1	2	S (0.05)
Laraqueri	Mann-Kendall	3	1	1	2	S (0.01)
	Spearman's Rho	3	1	1	2	S (0.01)
	Linear regression	4	1	2	2	S (0.01)
	Auto Correlation	2	1	1	2	S (0.01)
Mazocruz	Mann-Kendall	2	1	1	2	S (0.01)
	Spearman's Rho	3	1	1	2	S (0.01)
	Linear regression	3	1	2	2	S (0.01)
	Auto Correlation	5	1	1	2	S (0.01)
Capazo	Mann-Kendall	1	1	1	2	NS
	Spearman's Rho	1	1	1	2	NS
	Linear regression	1	1	2	2	NS
	Auto Correlation	1	1	1	2	NS

Fuente: Apoyo Software TREND.

Comprobando la tendencia con los test paramétricos y no paramétricos de la temperatura media resultó en el cuadro N°5, las estaciones de Ilave, Acora, Laraqueri y Mazocruz presenta variaciones significativos positivos y la estación de Capazo presentan comportamiento estable, es decir que no presenta cambios. Finalmente, en el periodo de 1964 al 2014 el comportamiento interanual en las estaciones meteorológicas en la unidad hidrográfica presenta cambios significativos con el ascenso de la temperatura a nivel anual para el periodo analizado.

Cuadro N° 6: Modelo de variables predictorias de temperatura media anual,
1994 - 2014

Modelo	R	R ²	R ² cuadrado corregida	Error tip. de la estimación
1	0.883	0.770	0.711	3.49

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al modelo de la regresión lineal es aceptable y/o significativo con $R^2 = 0.77$, lo cual el coeficiente de relación es próximo a la unidad (1) denotándose la existencia de una relación directa con el incremento de temperatura media, es decir en los últimos 20 años hidrológicos tiene relación significativa con el cambio climático, pues efectivamente la temperatura media presentó ascenso de tendencia en casi todo el ámbito de estudio.

Cuadro N° 7: Modelo de variables predictorias de temperatura media anual,
1994 – 2014

Modelo	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	690.61	5	138.12	11.34	0.008
Residuos	194.89	16	12.18		
Total	885.50	21			

Fuente: Elaboración propia.

La distribución F del análisis varianza es positivo así como nivel de significancia es 0.008 mucho menor a 0.05 según el cuadro N° 7, por lo que la hipótesis es válida, por ende podemos concluir que existe una influencia significativa del cambio climático sobre la temperatura en los últimos 20 años dentro del ámbito de estudio; por lo que validamos las variables predictorias de la temperatura media anual realizados en el presente estudio, mientras discrepamos el elevado incremento en el calentamiento global con el predicho de la IPCC.

Cuadro N° 8: Variables predictorias en las tendencias de temperatura media anual, 1994 - 2014

Estación	Coeficiente de Regresión		Coeficiente correlación R	N° Datos	ESTADISTICO T		Comparación	Tendencia Significativa
	Am	Bm			T calculada Tc	T tabla (95%) Tt		
llave	7.4053	0.0022	0.1906	576	4.6517	1.9641	[Tc] > Tt	SI
Acora	7.726	0.0016	0.1611	504	3.6573	1.9647	[Tc] > Tt	SI
Laraqueri	-5.4036	0.0834	0.3763	507	9.1272	1.9647	[Tc] > Tt	SI
Mazocruz	4.0042	0.0021	0.1152	576	2.7785	1.9641	[Tc] > Tt	SI
Capazo	3.468	0.0016	0.0521	264	0.8445	1.969	[Tc] < Tt	NO

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados presentados en párrafos anteriores corroboramos con el cuadro N° 8, donde las estaciones de llave, Acora, Laraqueri y Mazocruz presentan tendencias significativas por efectos del cambio climático con una relación directa. La zona alta conforman las estaciones de Mazocruz y Capazo, dichos sectores son dependiente de dos factores: la longitud es más frío al oeste que al este por las influencias de las masas de aire húmedo procedentes de la Amazonía, mientras a mayor altitud la temperatura desciende, a su vez es más lejano al lago Titicaca.

Finalmente, en el presente escenario climático en las zonas baja, media y alta de la cuenca se presentan heladas en épocas inusuales, a su vez lluvias excepcionales, alterando el año hidrológico, estas variaciones causan mayores riesgos en la producción agropecuaria, que tiene grave impacto sobre las condiciones de vida del poblador ocasionado por el efecto del cambio climático.

4.2.2 Relación entre el cambio climático y el comportamiento de la precipitación.

Análogamente se realizó la evaluación de la sensibilidad de tendencia sobre influencia durante los años de 1964 al 2014 dichos parámetros mediante técnicas estadísticas usadas para las temperaturas del presente trabajo que se adjunta en cuadro N° 9.

Así mismo, en las columnas de la tabla estadística se muestran los resultados de las pruebas para todas las estaciones climatológicas mencionadas, denotando los valores para niveles de significancia de: $\alpha = 0.1$, $\alpha = 0.05$ y

$\alpha = 0.01$, en el mismo de la última columna se encuentran los resultados de la prueba, el NS tiene como resultado no significativo, en $\alpha = 0.1$; (S= 0.01) representa estadísticamente significativo.

Cuadro N° 9: Análisis de tendencia de precipitación media anual de la estación llave.

Estación meteorológica	Pruebas	Test statistic	Critical values			Result
			(Statistical table)			
			$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$	
llave	Mann-Kendall	0.86	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	0.86	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	1.38	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	2.42	1.65	1.96	2.58	S (0.05)
Acora	Mann-Kendall	1.24	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	1.23	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	1.32	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	1.86	1.65	1.96	2.58	S (0.1)
Chilligua	Mann-Kendall	1.28	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	1.58	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	1.43	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	0.86	1.65	1.96	2.58	NS
Laraqueri	Mann-Kendall	0.37	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	0.41	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	0.12	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	1.12	1.65	1.96	2.58	NS
Mazocruz	Mann-Kendall	0.42	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	0.51	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	0.28	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	0.29	1.65	1.96	2.58	NS
Capazo	Mann-Kendall	-0.75	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	-0.81	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	-0.63	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	1.56	1.65	1.96	2.58	NS

Fuente: Apoyo del Software TREND

Las tendencias mediante los test paramétricos y no paramétricos de la precipitación media anual en las estaciones de Acora e llave, las lluvias tienden a incrementar levemente, mientras en las estaciones de Chilligua, Mazocruz y Laraqueri no se tiene cambios significativos, mientras que en la estación de Capazo la tendencia es negativa lo que indica una disminución de lluvias. Finalmente, en el periodo de 1964 al 2014 el comportamiento interanual en las estaciones en estudio presentan comportamientos similares, es decir, implica que no existe una tendencia evidente para el periodo analizado.

Cuadro N° 10: Modelo de variables predictorias de precipitación media anual, 1964 - 2014

Modelo	R	R ²	R ² corregido	Error tip. de la estimación
1.00	0.45	0.22	0.11	14.12

Fuente: Elaboración propia.

El modelo de regresión lineal tiene un $R^2 = 0.22$, que es próximo a cero (0) denotándose muy poca relación directa con el incremento de precipitación media anual, es decir en los últimos 50 años hidrológicos no muestra variación significativo en el patrón de precipitación en la cuenca del río llave, presentándose cambios en el comportamiento de las lluvias menos significativos a su vez tienden a disminuir en casi todo el ámbito de estudio.

Cuadro N° 11: Modelo de variables predictorias de precipitación media anual, 1964 – 2014

Modelo	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	2,274.98	6	379.16	1.90	0.10
Residuos	8,775.02	44	199.43		
Total	11,050.00	50			

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 11, el análisis de la hipótesis de la distribución F en varianza es inversa entonces no presenta cambios significativos estadísticamente las precipitaciones, en estos últimos 50 años, pues el valor de significancia es 0.10 mayor que 0.05.

Cuadro N° 12: Variables predictorias en las tendencias de precipitación media anual, 1964 - 2014

Estación	Coeficiente de Regresión		Coeficiente correlación R	N° Datos	ESTADISTICO T		Comparación	Tendencia Significativa
	Am	Bm			T calculada Tc	T tabla (95%) Tt		
llave	53.8836	0.0133	0.0354	612	0.8749	1.9639	[Tc] < Tt	NO
Acora	58.6064	0.0144	0.0361	612	0.8922	1.9639	[Tc] < Tt	NO
Chilligua	49.4423	0.0135	0.0364	612	0.8996	1.9639	[Tc] < Tt	NO
Laraqueri	63.4504	-0.0016	-0.0039	612	-0.0963	1.9639	[Tc] < Tt	NO
Mazocruz	43.3574	0.0004	0.0013	612	0.0321	1.9639	[Tc] < Tt	NO
Capazo	47.787	-0.0103	-0.0272	612	-0.672	1.9639	[Tc] < Tt	NO

Fuente: Elaboración propia.

Precisamos en el cuadro N° 12 las estaciones no muestran tendencia significativos y/o no presentan un comportamiento evolutivo en los periodos de lluvias a consecuencia del proceso de incremento de la temperatura media en la superficie de aire.

Los resultados de las estaciones de Laraqueri y Capazo, para ambos casos la tendencia es negativa, que representa ausencia de lluvias representando un comportamiento inestable en la serie temporal de las precipitaciones. Durante el desarrollo de un episodio hidrológico, el comportamiento de las condiciones meteorológicas en el territorio se alteran, provocando anomalías en el comportamiento de las lluvias y temperaturas del aire superficial. En general, las precipitaciones en la cuenca del río de llave, presentan una tendencia anual estable o ligeramente descendente, mientras con las temperaturas ocurre lo contrario, ya que se denota cierto sesgo creciente (Belizario, 2012).

4.3 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE QUINUA EN LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RÍO ILAVE.

4.3.1 Medidas de tendencia central y variabilidad de rendimiento del cultivo de quinua en la cuenca del rio llave.

Cuadro N° 13: Medidas de tendencia central y variación del rendimiento del cultivo quinua en la cuenca del rio llave, 1994–2014

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Quinua	766.64	1970.82	1000.7062	259.09118	67125.131

Fuente: Ministerio de Agricultura y SENAMHI 2016.

La temperatura media para el cultivo de la quinua es de alrededor de 15-20°C, sin embargo se ha observado que con temperaturas medias de 10°C se desarrolla perfectamente el cultivo, así como con temperaturas altas de hasta 25°C, dicho cultivo posee un mecanismo de escape y tolerancia a bajas temperaturas, puede soportar hasta menos de 8°C en determinadas etapas fenológicas, siendo la más tolerante la ramificación y las más susceptibles la floración y llenado de grano. Respecto a temperaturas extremas altas por encima de 38°C, se ha observado que produce aborto de flores y muerte de

estimas y estambres, imposibilitando así la formación de polen y por lo tanto la formación de grano, (FAO, 1994).

4.3.2 Rendimiento promedio del cultivo de quinua frente a las variables climáticas.

Cuadro N° 14: Modelo de la relación del rendimiento de quinua y variables climáticas, de la cuenca del río llave 1994-2014.

Modelo	R	R ²	R ² corregida	Error típ. de la estimación
1	0.821 ^a	0.671	0.581	168.96155
a. Variables predictoras: (Constante), temperatura mínima, días de precipitación, temperatura máxima, precipitación total				

Fuente: Elaboración propia

Según los parámetros del modelo del cuadro N° 14, la relación es altamente significativa, con un $R^2 = 0.671$, lo que significa que un aproximado del 67.1% de los cambios en el rendimiento del cultivo de la quinua son a consecuencia de los cambios de las temperaturas y precipitaciones pluviales en los últimos 20 años en la cuenca de río llave.

Cuadro N° 15: Análisis de ANOVA de regresión residual total para el cultivo de quinua en la cuenca del río llave, 1994-2014

Modelo	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.	
1	Regresión	847197.365	4	211799.341	7.410	0.003 ^b
	Residual	428180.088	15	28545.339		
	Total	1275377.453	19			
a. Variable dependiente: Quinua						
b. Variables predictoras: (Constante), temperatura mínima, días de precipitación, temperatura máxima, precipitación total						

Fuente: Elaboración propia

La prueba de hipótesis de la distribución F con el análisis ANOVA el $F_C > F_T(2.24)$, podemos establecer que existe una influencia significativa de los cambios de las temperaturas y precipitaciones pluviales en el rendimiento del cultivo de la quinua en el ámbito de estudio, para los años de 1994 al 2014, porque se tiene un valor de significancia igual a $0.003 = 0.3\%$ que es mucho menor a un error del $0.05 = 5\%$ según el cuadro N°15.

Cuadro N° 16: Coeficientes no estandarizadas y tipificadas de variables climáticas de la cuenca del río llave, 1994-2014

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	T	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	-7949.622	2128.208		-3.733	0.002
	Precipitación Total	23.193	7.255	0.997	3.548	0.003
	Días de precipitación	-71.179	65.670	-0.288	-1.116	0.282
	Temperatura máxima	572.367	117.427	1.146	4.903	0.000
	Temperatura mínima	-584.722	129.459	-0.975	-4.542	0.000
a. Variable dependiente: Quinua						

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados del cuadro N°16, de los coeficientes independientes podemos establecer que existe una influencia altamente significativa cuando $T_C > T_T(2.093)$, ya que la precipitación total (sig. = 0.003), las temperaturas máximas (sig. = 0.000) y las temperaturas mínimas (sig. = 0.000) tienen una fuerte influencia en el rendimiento del cultivo de la quinua en la cuenca llave, para los años de 1994 al 2014, mientras que los días de precipitación no tienen influencia porque la $T_C \leq T_T(2.093)$.

El cambio climático indica un incremento de la temperatura ambiental, con variabilidad en el espacio y en el tiempo, el mayor incidencia por incremento de la temperatura en la reducción del ciclo fenológico de los cultivos anuales.

Cuadro N° 17: Correlaciones bivariadas del cambio climático con las variaciones de las precipitaciones pluviales en la cuenca del río llave, 1994-2014.

		Quinua	Precipitación Total	Días de precipitación	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Quinua	Correlación de Pearson	1	0.034	-0.128	0.336	-0.214
	Sig. (bilateral)		0.888	0.592	0.148	0.364
Precipitación Total	Correlación de Pearson	0.034	1	0.811**	-0.438	0.233
	Sig. (bilateral)	0.888		0.000	0.053	0.324
Días de precipitación	Correlación de Pearson	-0.128	0.811**	1	-0.415	0.176
	Sig. (bilateral)	0.592	0.000		0.069	0.458
Temperatura máxima	Correlación de Pearson	0.336	-0.438	-0.415	1	0.506*
	Sig. (bilateral)	0.148	0.053	0.069		0.023
Temperatura mínima	Correlación de Pearson	-0.214	0.233	0.176	0.506*	1
	Sig. (bilateral)	0.364	0.324	0.458	0.023	
** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).						
* . La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).						

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro N° 17, los días de precipitación y las temperaturas mínimas influyen negativamente en el cultivo de la quinua, es decir a mayores temperaturas mínimas menor es el rendimiento de la quinua. Mientras que las temperaturas máximas y precipitación total se relacionan de manera positiva con el rendimiento de la quinua en la cuenca del río llave.

Cuadro N° 18: Rendimientos obtenidos de los años 1994 al 2014 de la
 Dirección Regional Agraria – Puno.

Campaña Agrícola	Rendimiento (kg/ha)
1994/95	750.54
1995/96	785.86
1996/97	810.89
1997/98	858.01
1998/99	816.72
1999/00	923.68
2000/01	1092.50
2001/02	1029.79
2002/03	1179.20
2003/04	1174.52
2004/05	1269.40
2005/06	1264.12
2006/07	1292.00
2007/08	1357.10
2008/09	945.30
2009/10	1173.30
2010/11	1417.30
2011/12	1400.00
2012/13	1265.37
2013/14	1026.67

Fuente: Dirección Regional Agraria - Puno.

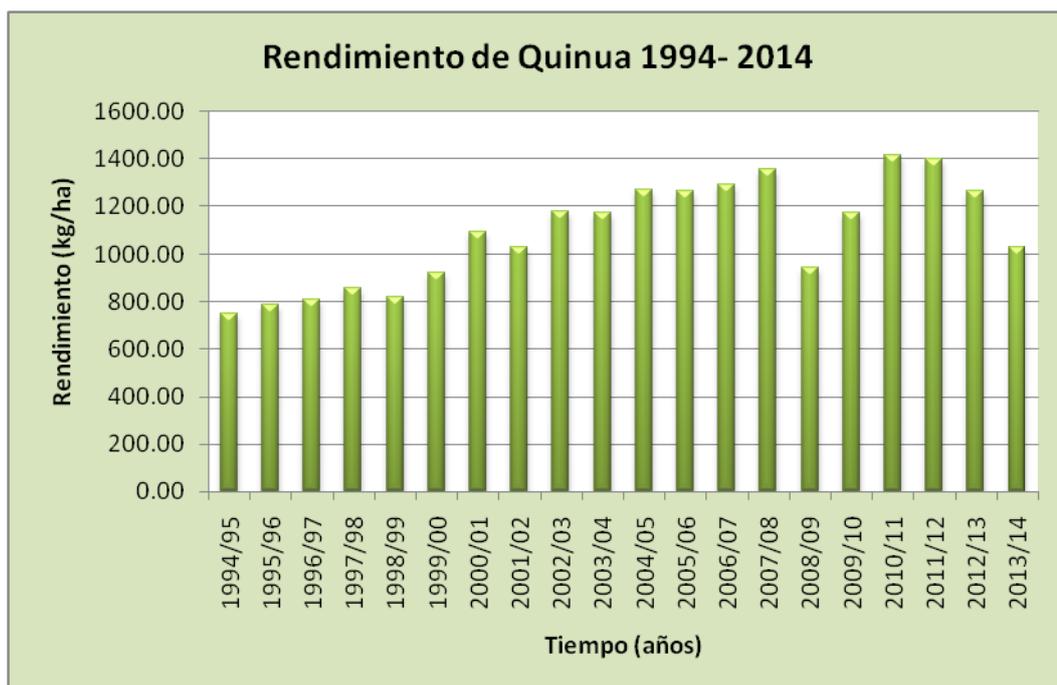


Figura N° 11: Rendimiento de quinua en llave en los últimos 20 años.
Fuente: Elaboracion Propio según cuadro N° 18.

Cuadro N° 19: Comportamiento del rendimiento del cultivo de quinua en kg/ha a variables climáticas en la cuenca del rio - llave

$Y = C_{(1)} + C_{(2)}T + C_{(3)}P + C_{(4)}T^2 + C_{(5)}P^2 + C_{(6)}T * P$				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-17623.51	13747.79	-1.281916	0.2207
C(2)	3107.478	2655.767	1.170087	0.2615
C(3)	18.03975	17.55132	1.027829	0.3215
C(4)	-146.6269	154.9744	-0.946136	0.3601
C(5)	-0.009497	0.009598	-0.989430	0.3392
C(6)	-0.858732	2.004752	-0.428348	0.6749
R-squared	0.397809	Mean dependent var	1091.614	
Adjusted R-squared	0.182741	S.D. dependent var	217.7633	
S.E. of regression	196.8632	Akaike info criterion	13.64622	
Sum squared resid	542571.6	Schwarz criterion	13.94494	
Log likelihood	-130.4622	Hannan-Quinn criter.	13.70453	
F-statistic	1.849689	Durbin-Watson stat	1.344317	
Prob(F-statistic)	0.167572			
P	542.51 mm			
T	9.01 °C			
Y	1265.81 kg/ha			

Fuente: Apoyo del software Evieios

La elevada temperatura afecta el rendimiento y las características de calidad del grano más importante que los cambios en las precipitaciones. Los cambios climáticos proyectados muy probablemente afectarán las características de calidad del grano, por lo que, los sistemas de producción agropecuaria de secano están sufriendo de una baja productividad.

CONCLUSIONES

El comportamiento de las tendencias del promedio anual de temperatura media, en la zona baja están las estaciones de Acora e llave con incremento a 1.5 a 2.3 °C al año 2050, influenciado por la ciudad de llave, ya que retienen o absorben el calor por los materiales usadas en las construcciones en las áreas urbanas; así mismo en zona media representa la estación Laraqueri con ascenso de 1.98 °C al año 2050; en las zonas altas conforman las estaciones de Mazocruz y Capazo con aumento de 2.3 a 1.2 °C al año 2050, que es mucho mayor con las otras estaciones analizadas.

Así mismo, se evaluaron las variaciones de precipitación media anual, la zona baja representa las estaciones de llave y Acora con evolución de 201 a 216 mm al año 2050 con una tendencia del incremento moderada de lluvias; así mismo en la zona media conforman las estaciones de Chilligua como también Laraqueri con decremento de 202 a 18 mm al año 2050, lo que representa una moderada variación de lluvia negativo; en las zonas altas conforman las estaciones de Mazocruz y Capazo obteniendo de 38 a 0.0mm al año 2050, denotándose una ausencia de las precipitaciones con lo cual la tendencia es negativa.

Los días de precipitación y temperatura máxima a los rendimientos de cultivo quinua y la precipitación total no muestra impactos significativos, pero si negativamente, además la precipitación total, temperaturas máximas y mínimas generan impacto negativo en el rendimiento del cultivo de la quinua con pérdidas de 21.41kg/ha, pero los días de precipitación generan impactos significativos en el cultivo de la quinua, con incremento de 10.02kg/ha.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el presente trabajo referente de series temporales de observaciones meteorológicas consistentes en base a sus líneas de ajuste con mayor cantidad de años; permitirá evitar alteraciones así como distorsión, más por el contrario, debe de ser actualizado y mejorado con información adicional al tiempo, la cual servirá para evaluar la tendencia de los elementos meteorológicos en el altiplano puneño.

Se recomienda a los investigadores comprendidos al cambio climático, impulsar acciones en diversos procesos del aprovechamiento de los recursos hídricos y su adaptación a los mismos, a fin de potenciarlas en la investigación con propuestas que contribuyan a la institucionalización frente al futuro escenario climático, a través de su incorporación con instrumentos de política, a efecto de satisfacer las necesidades del consumo de agua en el tiempo.

Finalmente, se exhorta a los diversos sectores involucrados al cambio climático, revalorizar y validar el conocimiento tradicional, capital cultural que puede formar parte de las estrategias básicas que fortalezcan la capacidad de sobreponerse a los resultados adversos así como la respuesta campesina frente a las amenazas del clima que pueda ocurrir en el tiempo.

BIBLIOGRAFIA

- Ministerio del Medio Ambiente,. (2013). Plan nacional de adaptación al Cambio Climático. *Santiago - Chile*.
- Alfaro, E. J. (2007). Uso de analisis de correlacion canonica para la prediccion de la precipitacion pluvial en Centroamerica. *Ingenieria y Competitividad*, Vol 9. N° 2 33-48.
- Amador J, y Alfaro E. (2009). Métodos de reducción de escala: Aplicaciones al clima, variabilidad y cambio climático. *Revista REVIBEC*, 11:39-52.
- ANA. (2009). “*Evaluación de los Recursos Hídricos en la cuenca del río llave*” volumen I. Puno - Perú: Estudio Hidrológico.
- Anderson, D., Doblal-Reyes, F., Balmaseda, M., & y Weisheimer, A. (2009). Decadalvariability: Processes, predictability and prediction. *ECMWF Technical Memorandum*, (591), 47.
- Badan-Dangon, A., C. E. Dorman, M. A. Merrifield, and C. D. Winant. . (1991). The lweratmospheroever the Gulf of California. o . *J. Geophysical Res* 96., 16877-16896.
- Ballinas, H. A. (2011). *Efectos del Cambio Climático en el escurrimiento natural superficial de la cuenca del sistema Hidroeléctrico del río Grijalva*. México: Universidad Nacional Autónoma .
- Banco interamericano de Desarrollo. (1997). *Guia para la Evaluacion de Impacto Ambiental para Proyectos de residuos solidos municipales*. New York Avenue, N.W.: IDB Headquarters .
- Belizario Q., G. (2014). Efectos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú, tesis Doctoral. Programa del Doctorado *de la Universidad Nacional del Altiplano Puno*.
- Belizario Q., G. (2012). Relación entre el calentamiento global y los elementos climáticos en la vertiente del lago Titicaca, tesis de Maestría. Programa de Maestría en Ciencias de la Ingeniería Agrícola *de la Universidad Nacional del Altiplano Puno*.
- Cane, M. A. (2010). decadal predicciones in demand. *Nature Geocience*, (3) 231-232.
- Carbajal, M., Yarleque, C., Posada, A., Silvestre, E., & Mejia, A. &. (2010). Reconstruccion de datos faltantes de precipitacion pluvial diaria mediante la Transformada Wavelet. *Revista peruana Geoatmosferica RPGA*, 76-88.
- Cigarán, M. (2005). *Convención de cambio climático: avances y perspectivas en el Perú*. Lima-Perú: CONAM.
- CONAM. (2005). *Escenarios del cambio climático en el Perú al 2050 Cuenca del río Piura*. Lima Peru: CONAM-PROCLIM-SENAMHI.
- CONAMA, (. N. (2010). Cambio Climatico. *En Linea: <http://www.sinia.cl/1292/w3-propertyvalue-15482.html>*, Consultado 20 de noviembre del.

- Díaz Padilla, G., Sanchez Cohen, I., Quiroz, R., Garatuza Payán, J., Watts Thorp, C., & Cruz Medina, R. (2008). Interpolación espacial de la precipitación pluvial en la zona de barlovento y sotavento del golfo de México. *Agricultura Técnica en México Vol. 34 Núm. 3 Julio-Septiembre*, p. 279-287.
- Donoso M, y Ramírez P. (2001). LatinAmerica and theCaribbean: ReportontheClimate Outlook ForumsforMesoamerica. In: Copingwiththeclimate: A step Forward. WorkshopReport. "A multi-stakeholderreview of Regional Climate Outlook Forums", October 16-20 (2000), Pretoria, South Africa. PublicationIRI-CW/01/1, , pp. 11-18.
- Donoso, M. (2005). *IX Jornadas de Trabajo CONAPHI, El agua y su impacto en el desarrollo de Chile; desafío al 2025*.Santiago de Chile: 3° Ponencia.
- Douglas, A. V., and P.J. Englehart. (1997). Inter monthly variability of the Mexican summermonsoon.Twenty Second Annual Climate Diagnostics and Prediction Workshop. NOAA.USA, 207p.
- Douglas, W. M., R. A. Maddox, and K. Howard. (1993). The Mexican Monsoon. *Meteorological Soc. 6(8)*, 1665-1667.
- Englehart, P. J., and A. V. Douglas. (2002). Mexican ssummerrainfall patterns: analysis af regional models and changes in theirteleconnectivity. *Atmosfera 15*, 147-164.
- Espinoza, D. y. (2011). *Análisis de Tendencias Climáticas en la región de la cuenca del Río Sajhuaya*. La Paz Bolivia.
- García-Solera I, y Ramírez P. (2012). Central America'sSeasonalClimate Outlook Forum. *TheClimateServicesPartnership*, 8 pp <http://climate-services.org/resource/central-american-climate-outlook-forum>, 8pp.
- Gidding, L. & Soto, M. . (2006). Participacion de America Latina y del Caibe en los registros Globales Climatologicos, GHCN. *Interciencia: revista de Ciencia y tecnologia de America.*, 632-637.
- Harnet, D.L. y Murray, J.L. (1980). *Introductory Statistical Analysis*. Massachussets USA: Addison Wesley 712 Pags.
- Hartkamp, A. D., De Beurs, K., & Stein, A. a. (1999). Interpolationtechniques for climate Variables. *NRG-GIS, Series 99-01. CIMMYT. México, D. F.*
- Hong, Y., Nix, H. A., & Hutchinson, M. F. (2005). Spatialinterpolation of monthly mean climate data for China. *International Journal of Climatology*, 25:1369-1379.
- INRENA, I. d. (2008). *Actualizacion del Balance Hidrico de la Cuenca del Rio Ramis. Ayaviri-Melgar-Puno-Peru*: ATDR Ramis.
- IPCC. (2007). Cambio Climático. *Informe de síntesis al cuarto informe de evaluación del grupo Ginebra – Suiza*.
- IPCC. (2007). Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. *Summary for policy makers. IPCC WGII 4th. Praga República Checa*.
- IPCC. (2014). Cambio climático. *Impactos, adaptación y vulnerabilidad, contribución del grupo de trabajo II al quinto informe de evaluación*.

- Jiménez, E. (2013). Cambio climático y adaptación en el Altiplano Boliviano.
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Línea base ambiental de la cuenca del lago Titicaca*. Lima – Perú.
- MOPT, M. d. (1992). *Atlas Nacional de España. Sección II. Grupo 7*. Madrid España: Edit. centro Nacional de información Geográfica.
- Mosiño, P., and E. Garcia. (1974). The climate of Mexico. *Climates of North America. World Survey of Climatology 11*, 345-404.
- ONERN. (1980). Inventario y Evaluación Nacional de las aguas Superficiales.
- ONERN. (1980). *Plan Nacional de Ordenamiento de los Recursos Hidráulicos del Peru- Bases Metodológicos*. Lima Peru: OEA CIDIAT-ONERN.
- Programa Nacional de Cambio Climático. (2010). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Bolivia. *Resultados de un proceso de investigación participativa en las regiones del lago Titicaca y los valles Cruceños*.
- PRORRIDRE. (1995). Estudio Hidrológico Proyecto Derivación Kovire-Huenque. *Informe*.
- Sanabria, J., Marengo, J., y Velarde, M. (2010). Escenarios de cambio Climático con modelos regionales sobre el Altiplano Peruano (Departamento de Puno) Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. *SENAMHI*.
- Seco, A., Ramírez, F., Serna, E., Prieto, E., García, R., Moreno, A., . . . Priego, J. E. (2012). Rain pattern analysis and forecast model based on GPS estimated atmospheric water vapor content. *Atmospheric Environment*, Volume 49: 85–93.
- SENAMHI. (2009). Escenarios Climáticos en el Perú para el año 2030” segunda comunicación nacional de cambio climático. *Lima – Perú*.
- Smith, D. M., & and Murphy, J. M. (2007). An Objective ocean temperature and salinity analysis using covariances from a global climate model. *J. Geophys. Res.*, 112.
- TDPS, T.-D.-S. (2011). *Perspectivas del Medio Ambiente*. Impreso en Colombia por Panamericana Formas e Impresos, S.A.: Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- Transporte), M. M. (1992). *Atlas Nacional de España. Edafología. Sección II. Grupo 7*. Madrid España: Edit. centro Nacional de Información geográfica.
- Tumi, A. y. (2012). “Estrategias de adaptación frente al cambio climático en familias rurales del Altiplano Puneño. *estudio de caso en el centro poblado de Huancho Huancane -Puno Peru*.
- Valdivia, E. (2010). El análisis espacial como temporal de las tendencias climáticas para el Altiplano. *La Paz, Bolivia*.
- Vargas, P. (2009). El Cambio Climático y sus Efectos en el Perú. *BCRP – Serie de Documentos de Trabajo julio-2009*.
- Vergara, K. V. (2011). Variabilidad climática, percepción ambiental y estrategias de adaptación de la comunidad campesina de Conchucos, Ancash. *Universidad Católica del Perú*.

- Wang, C. (2006). An overlooked feature of tropical climate: inter-Pacific-Atlantic variability. *Geophysical Research Letters* 33 (12), L12702.1-L12702.5.
- Wang, C. Enfield, D. B., Lee, S. K., & Landsea, C. W. (2006). Influences of the Atlantic warm pool on westerly hemisphere summer rainfall and Atlantic hurricanes. *Journal of climate* 19 (12), 3011-3028.
- Yarlequé, C., Posadas, A., & Quiroz, R. (2007). Reconstrucción de datos de precipitación pluvial en series de tiempo mediante transformadas de wavelet con dos niveles de descomposición. *División de Manejo de Recursos Naturales. Centro Internacional de la Papa.*

ANEXOS

ANEXO 1.1.

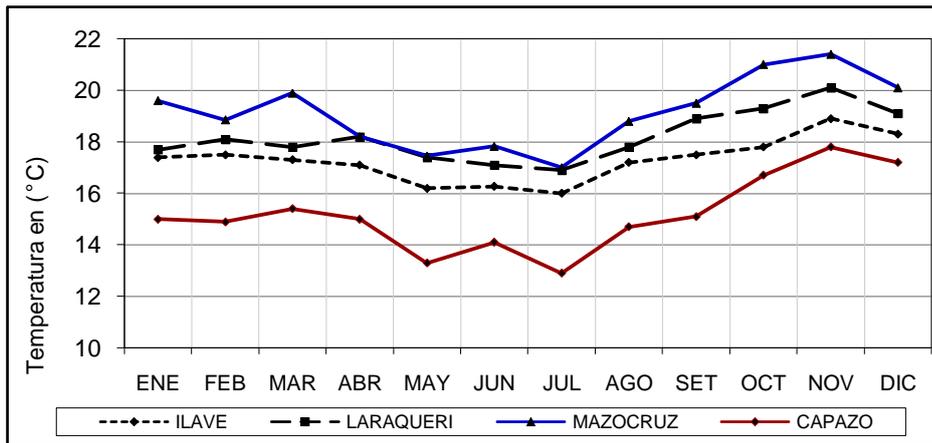


Figura N° 2: Serie histórico de temperaturas máximas mensuales
Fuente: Elaboración Propia

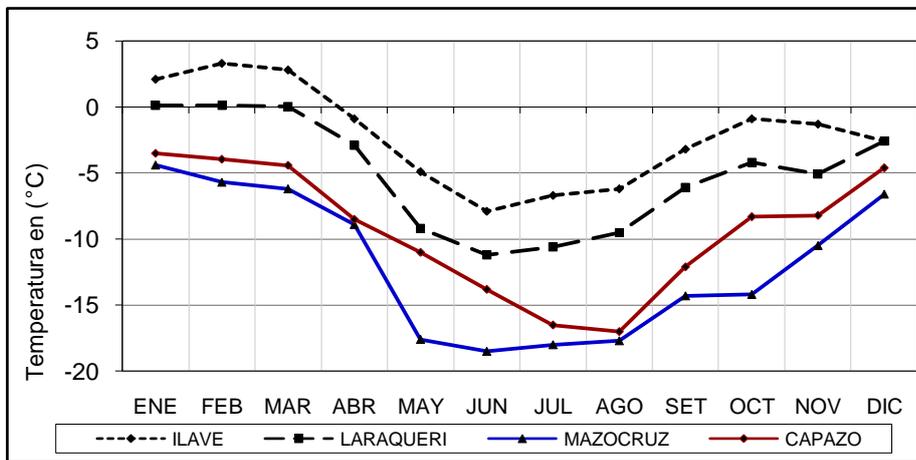


Figura N° 3: Serie histórico de temperaturas mínimas mensuales
Fuente: Elaboración Propia

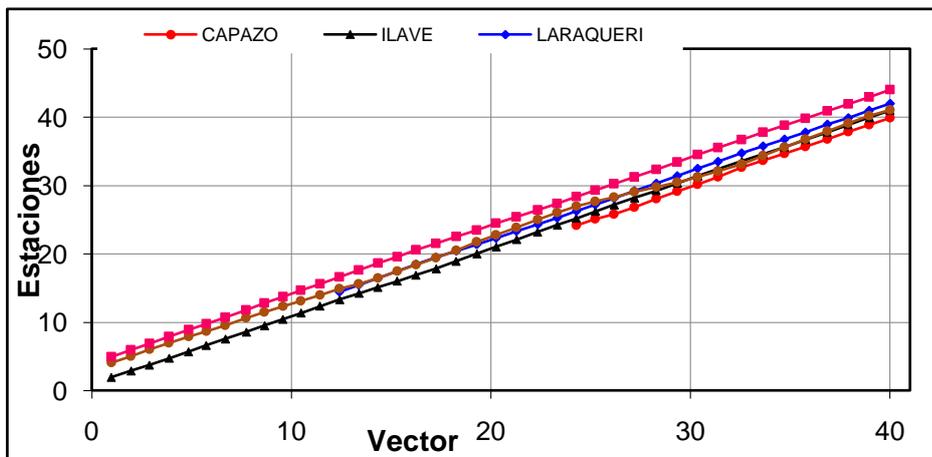


Figura N° 4: Suma de los índices anuales de vectores regionales, acumulados de temperatura media
Fuente: Ayuda del Software Hydracces

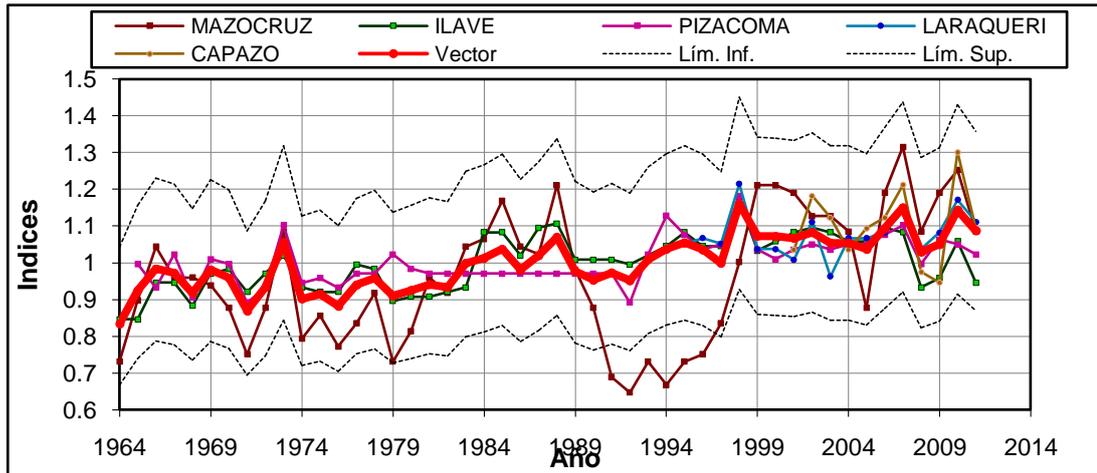


Figura N° 5: Índices anuales de los vectores regionales, datos completados temperatura m
Fuente: Ayuda del Software Hydracces

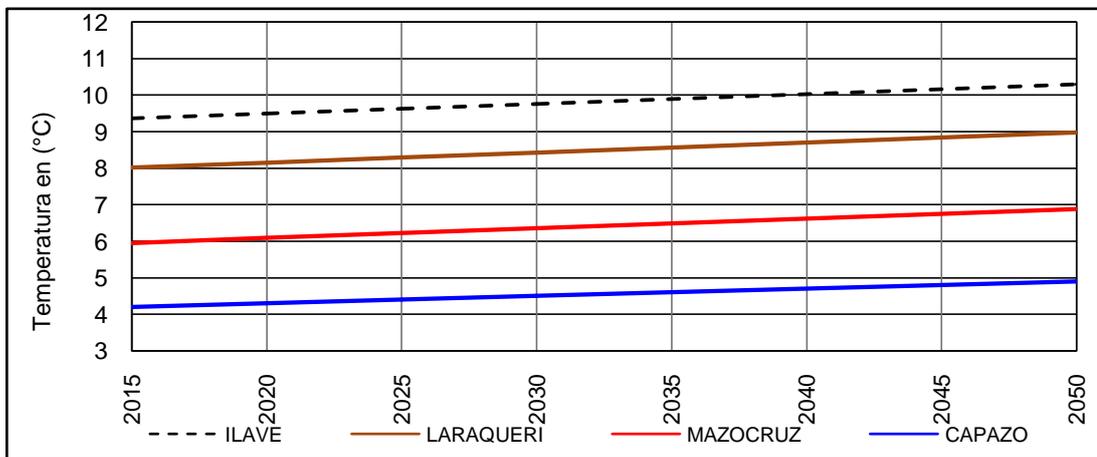


Figura N° 6: evolución de la tendencia en la temperatura media
Fuente: Ayuda del Software Hydracces

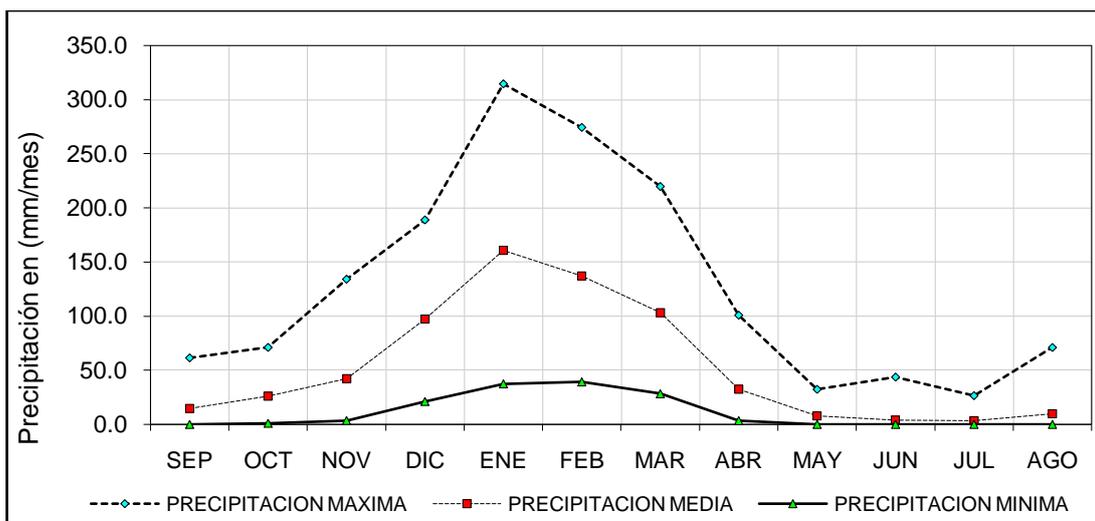


Figura N° 7: precipitaciones promedios mensuales de las serie (1964 – 2014)
Fuente: Elaboración Propia

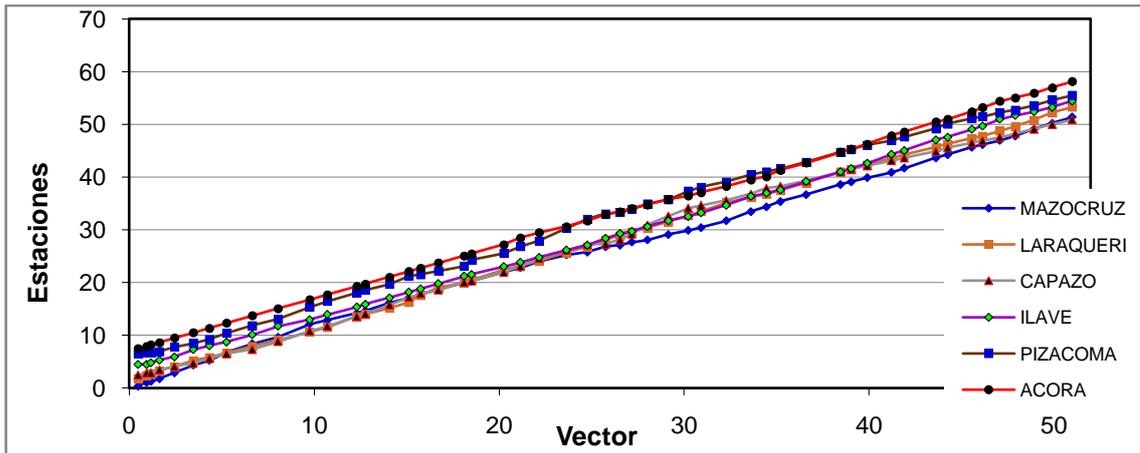


Figura N° 8: Índices anuales de los vectores regionales, acumulados de precipitación.
Fuente: Ayuda del Software Hydracces

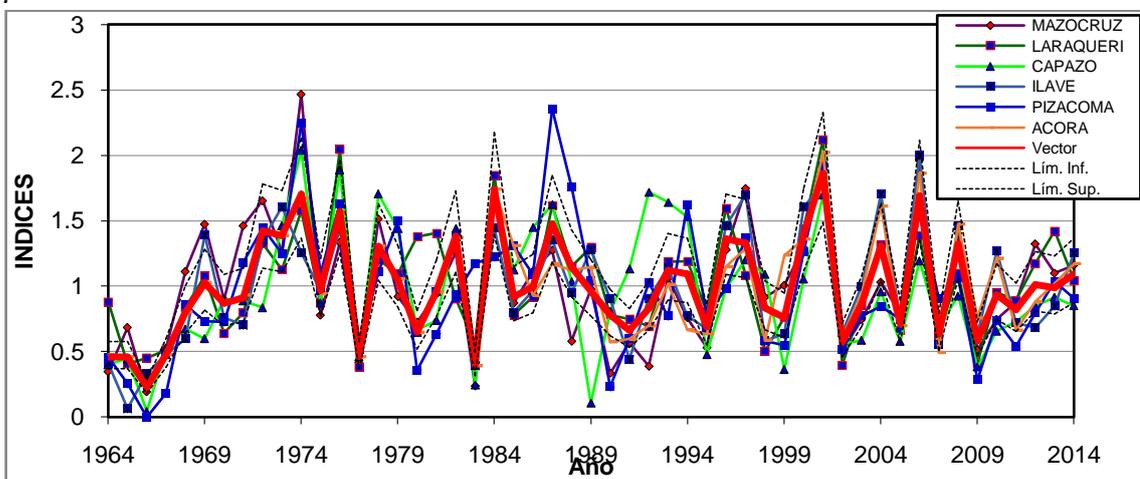


Figura N° 9: Índices anuales de los vectores regionales, datos completados de precipitación
Fuente: Ayuda del Software Hydracces

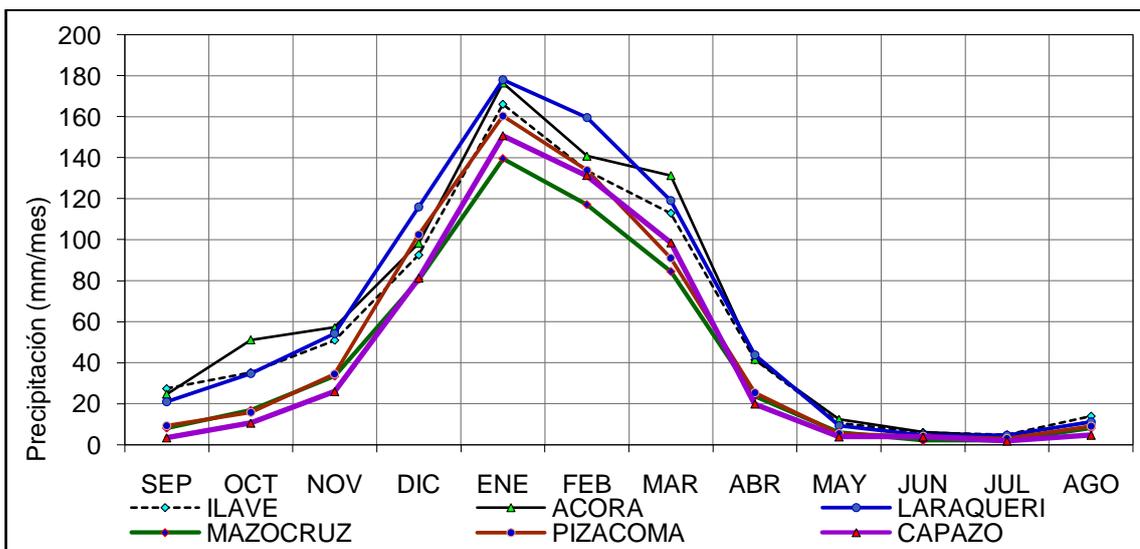


Figura N° 10: serie histórico de precipitación media mensual.
Fuente: Elaboración Propia

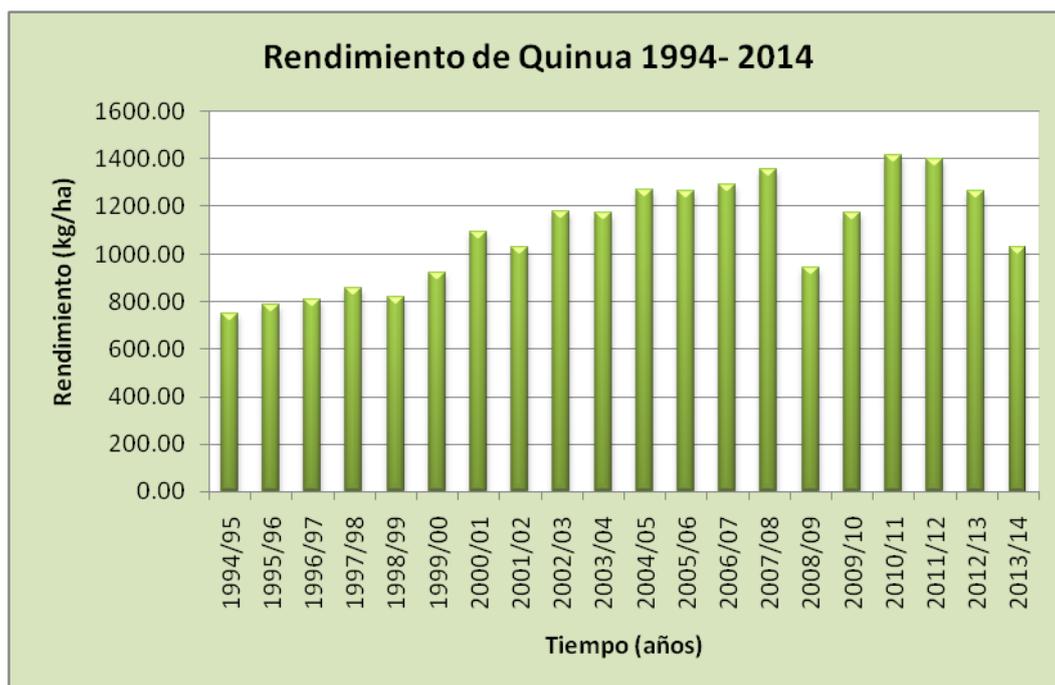


Figura N° 11: Representación grafica del rendimiento de quinua en los últimos 20 años.
 Fuente: Elaboración Propia según cuadro N° 18.

ANEXO 1.2.

Cuadro N° 5: Análisis de tendencia de temperatura media anual

Estación meteorológica	Pruebas	Test statistic	Critical values			Resultado
			(Statistical table)			
			$\alpha =0.1$	$\alpha =0.05$	$\alpha =0.01$	
Ilave	Mann-Kendall	4	1	1	2	S (0.01)
	Spearman's Rho	4	1	1	2	S (0.01)
	Linear regression	5	1	2	2	S (0.01)
	Auto Correlation	4	1	1	2	S (0.01)
Acora	Mann-Kendall	4	1	1	2	S (0.01)
	Spearman's Rho	4	1	1	2	S (0.01)
	Linear regression	4	1	2	2	S (0.01)
	Auto Correlation	2	1	1	2	S (0.05)
Laraqueri	Mann-Kendall	3	1	1	2	S (0.01)
	Spearman's Rho	3	1	1	2	S (0.01)
	Linear regression	4	1	2	2	S (0.01)
	Auto Correlation	2	1	1	2	S (0.01)
Mazocruz	Mann-Kendall	2	1	1	2	S (0.01)
	Spearman's Rho	3	1	1	2	S (0.01)
	Linear regression	3	1	2	2	S (0.01)
	Auto Correlation	5	1	1	2	S (0.01)
Capazo	Mann-Kendall	1	1	1	2	NS
	Spearman's Rho	1	1	1	2	NS
	Linear regression	1	1	2	2	NS
	Auto Correlation	1	1	1	2	NS

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 9: Análisis de tendencia de precipitación media anual de la estación Ilave.

Estación meteorológica	Pruebas	Test statistic	Critical values			Result
			(Statistical table)			
			$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$	
Ilave	Mann-Kendall	0.86	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	0.86	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	1.38	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	2.42	1.65	1.96	2.58	S (0.05)
Acora	Mann-Kendall	1.24	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	1.23	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	1.32	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	1.86	1.65	1.96	2.58	S (0.1)
Chilligua	Mann-Kendall	1.28	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	1.58	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	1.43	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	0.86	1.65	1.96	2.58	NS
Laraqueri	Mann-Kendall	0.37	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	0.41	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	0.12	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	1.12	1.65	1.96	2.58	NS
Mazocruz	Mann-Kendall	0.42	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	0.51	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	0.28	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	0.29	1.65	1.96	2.58	NS
Capazo	Mann-Kendall	-0.75	1.65	1.96	2.58	NS
	Spearman's Rho	-0.81	1.65	1.96	2.58	NS
	Linear regression	-0.63	1.68	2.01	2.68	NS
	Auto Correlation	1.56	1.65	1.96	2.58	NS

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 18: Comportamiento del rendimiento del cultivo de quinua en kg/ha a variables climáticos en la cuenca del rio llave.

$Y = C_{(1)} + C_{(2)}T + C_{(3)}P + C_{(4)}T^2 + C_{(5)}P^2 + C_{(6)}T * P$				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-17623.51	13747.79	-1.281916	0.2207
C(2)	3107.478	2655.767	1.170087	0.2615
C(3)	18.03975	17.55132	1.027829	0.3215
C(4)	-146.6269	154.9744	-0.946136	0.3601
C(5)	-0.009497	0.009598	-0.989430	0.3392
C(6)	-0.858732	2.004752	-0.428348	0.6749
R-squared	0.397809	Mean dependent var	1091.614	
Adjusted R-squared	0.182741	S.D. dependent var	217.7633	
S.E. of regression	196.8632	Akaike info criterion	13.64622	
Sum squared resid	542571.6	Schwarz criterion	13.94494	
Log likelihood	-130.4622	Hannan-Quinn criter.	13.70453	
F-statistic	1.849689	Durbin-Watson stat	1.344317	
Prob(F-statistic)	0.167572			
P	542.51 mm			
T	9.01 °C			
Y	1265.81 kg/ha			

Fuente: Apoyo del software Evieios

ANEXO 1.3

TEMPERATURA MAXIMA MENSUAL (C°); ESTACION: MAZOCRUZ													
Codigo: 110878		País: Peru		Distrito: Mazocruz				Altitud: (msnm): 4003.00					
Cuenca: Ilave		Dpto: Puno		Latitud Sur: 16°44'24.4"				Zona Geografica: 19Sur					
Tipo: CO		Prov. El Collao		Longitud Oeste: 69°42'21.9"				Propietario: Senamhi					
AÑO	MESES												PROM ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1964	14.0	16.4	17.7	17.4	16.7	14.5	14.6	15.4	17.0	18.8	19.1	17.6	16.6
1965	18.1	15.6	15.0	15.9	15.2	14.6	13.7	14.6	15.1	17.0	19.2	15.2	15.8
1966	18.8	18.0	16.9	17.7	14.3	14.0	15.2	16.4	17.9	17.8	17.3	17.3	16.8
1967	18.1	15.6	15.0	15.9	15.2	14.6	13.7	14.6	15.1	17.0	19.2	15.2	15.8
1968	15.0	14.5	14.5	14.4	13.8	14.5	14.0	15.3	16.4	16.9	15.0	16.4	15.1
1969	14.0	16.4	17.7	17.4	16.7	14.5	14.6	15.4	17.0	18.8	19.1	17.6	16.6
1970	16.3	16.0	14.8	15.8	15.5	14.8	14.3	15.2	16.9	18.3	18.8	16.4	16.1
1971	15.4	13.1	15.4	16.0	14.7	13.5	13.7	15.9	17.7	17.7	18.1	15.1	15.5
1972	13.4	13.7	14.1	15.5	14.7	14.4	15.3	15.7	16.0	18.0	18.2	17.1	15.5
1973	16.2	15.1	15.9	16.0	15.7	14.4	13.8	15.3	15.5	17.9	18.7	17.6	16.0
1974	13.8	13.6	14.5	14.2	15.0	13.4	14.5	12.7	14.8	16.4	17.1	17.1	14.8
1975	14.5	13.0	14.5	15.6	15.4	13.5	13.1	15.3	16.2	17.2	19.2	17.5	15.4
1976	14.8	15.3	15.0	16.0	14.4	13.4	13.4	14.8	14.0	17.5	17.8	16.7	15.3
1977	17.7	14.3	14.5	15.5	14.3	14.0	14.8	15.5	16.2	16.5	16.8	16.7	15.6
1978	14.0	16.1	15.3	15.3	15.0	14.5	14.7	15.0	15.1	16.1	15.9	15.0	15.2
1979	14.3	16.8	14.7	16.4	14.6	15.1	13.6	15.4	16.6	16.7	18.7	16.3	15.8
1980	17.6	17.4	14.3	14.6	14.6	15.1	14.7	16.3	15.8	17.9	18.3	16.6	16.1
1981	13.4	12.4	16.3	15.5	15.3	14.0	14.7	14.2	13.8	17.2	18.8	17.1	15.2
1982	14.4	16.3	15.2	14.6	14.9	13.8	14.5	15.3	14.8	16.3	16.7	18.7	15.5
1983	19.6	18.4	19.9	18.2	16.7	14.6	15.3	17.0	15.9	18.4	19.3	16.4	17.5
1984	13.0	12.8	13.7	15.4	15.6	15.3	15.8	14.2	15.8	16.3	16.0	16.6	15.0
1985	16.2	13.6	15.9	14.7	15.0	12.7	13.6	16.5	15.5	17.5	14.7	14.2	15.0
1986	14.5	13.4	14.2	13.3	13.8	14.5	13.1	14.8	15.4	17.4	17.6	15.0	14.8
1987	15.0	13.5	17.0	18.1	16.0	14.1	13.6	16.5	17.6	17.6	17.9	17.9	16.2
1988	14.1	15.9	15.0	16.8	15.9	15.1	15.1	18.5	19.0	21.0	19.2	16.3	16.8
1989	13.2	12.6	13.0	13.9	14.7	14.9	14.8	16.0	16.8	16.3	16.6	18.6	15.1
1990	15.5	16.4	16.5	16.5	15.1	11.9	14.3	13.4	15.6	17.0	15.8	14.4	15.2
1991	12.6	13.3	13.5	14.2	17.4	15.4	14.4	12.9	12.4	16.1	16.7	15.8	14.6
1992	13.0	14.5	17.3	16.7	16.1	13.8	12.9	11.9	14.1	15.3	15.2	15.3	14.7
1993	11.9	14.4	11.9	14.0	14.1	13.7	13.5	12.6	15.6	15.2	15.0	15.0	13.9
1994	14.1	12.7	13.4	14.1	14.1	12.5	13.4	15.3	15.6	17.1	16.4	14.4	14.4
1995	14.6	16.0	14.1	16.1	15.1	15.4	15.7	17.2	16.2	15.2	15.9	15.8	15.6
1996	14.6	13.4	14.9	14.0	13.9	13.5	13.8	15.0	15.7	17.1	15.2	14.6	14.6
1997	12.7	11.8	12.8	12.7	14.3	14.3	15.2	12.9	15.4	16.9	16.9	18.2	14.5
1998	16.0	17.0	17.8	17.6	17.1	14.1	15.1	16.4	16.0	17.7	16.7	18.3	16.7
1999	16.4	13.7	14.6	16.1	16.7	16.0	15.2	16.8	17.4	17.1	20.1	20.1	16.7
2000	15.3	15.6	16.1	17.6	17.1	14.7	14.1	15.9	18.1	17.4	20.7	18.3	16.7
2001	14.5	14.5	15.5	17.5	16.8	14.8	13.8	14.7	17.0	18.2	19.4	17.4	16.2
2002	17.3	14.4	13.8	13.5	14.9	14.1	11.0	15.2	17.7	17.3	19.0	17.9	15.5
2003	17.2	16.8	16.1	16.7	16.3	16.2	15.9	15.8	16.6	19.2	20.3	19.6	17.2
2004	15.3	16.1	17.3	17.0	15.8	14.7	13.2	13.8	16.9	19.0	20.1	19.8	16.6
2005	16.7	14.6	17.1	16.7	16.1	14.6	15.1	15.9	15.1	17.5	18.1	16.7	16.2
2006	14.2	15.3	15.1	15.5	15.1	14.8	16.4	17.3	18.6	20.6	19.4	19.3	16.8
2007	17.4	17.4	16.2	17.7	16.6	17.4	16.0	18.4	17.1	19.9	19.3	18.4	17.7
2008	17.3	17.5	16.0	17.9	16.0	17.6	16.1	18.3	17.0	19.8	19.2	18.3	17.6
2009	17.3	17.6	17.4	18.4	16.4	17.6	16.0	18.6	18.3	20.5	19.3	19.3	18.0
2010	17.4	17.7	18.7	18.8	16.8	17.6	17.0	18.8	19.5	19.4	20.7	17.8	18.4
2011	17.9	14.8	15.8	17.4	16.9	16.4	15.5	17.8	18.0	19.8	21.0	17.4	17.4
2012	15.9	14.7	16.2	16.0	16.7	16.1	16.6	17.6	18.9	20.0	20.5	16.8	17.2
2013	16.0	16.6	17.8	15.2	17.0	14.9	16.1	16.7	18.7	19.1	20.4	17.6	17.2
2014	17.9	14.8	15.8	17.4	16.9	16.4	15.5	17.8	18.0	19.8	21.0	17.4	17.4
TOTAL	788.5	771.4	791.8	815.3	793.0	750.3	744.0	798.8	837.4	906.9	925.8	866.0	815.8
MEDIA	15.5	15.1	15.5	16.0	15.5	14.7	14.6	15.7	16.4	17.8	18.2	17.0	16.0

FUENTE: SENAMHI

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (C°); ESTACION: MAZOCRUZ

Codigo: 110878	Pais: Peru	Distrito: Mazocruz	Altitud: (msnm): 4003.00
Cuenca: llave	Dpto: Puno	Latitud Sur: 16°44'24.4"	Zona Geografica: 19Sur
Tipo: CO	Prov. El Collao	Longitud Oeste: 69°42'21.9"	Propietario: Senamhi

AÑO	MESES												PROM ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1964	8.1	9.3	9	5.7	4.5	1.65	-0.4	0.45	2.15	5.65	9.65	8	5.3
1965	9.5	7.6	6.9	6.1	1.9	0.9	-1.7	-0.4	1.6	3.6	5.1	8.0	4.1
1966	8.1	9.3	9.0	5.7	4.5	1.7	-0.4	0.5	2.2	5.7	9.7	8.0	5.3
1967	9.5	7.6	6.9	6.1	1.9	0.9	-1.7	-0.4	1.6	3.6	5.1	8.0	4.1
1968	8.7	9.2	7.5	5.1	2.7	-0.4	-1.4	1.5	3.3	8.2	8.3	8.2	5.1
1969	8.0	8.5	8.2	5.1	2.8	1.2	0.0	1.8	4.8	4.5	4.7	5.9	4.6
1970	8.6	8.4	7.4	4.2	3.1	1.7	-0.7	0.4	1.9	4.7	7.6	7.4	4.5
1971	8.0	8.3	8.4	5.8	2.0	0.5	-0.6	-0.3	2.9	4.4	7.3	7.3	4.5
1972	8.6	7.8	6.8	6.0	2.1	1.0	-1.4	-0.1	2.5	4.2	4.9	8.6	4.2
1973	7.8	7.6	7.2	4.4	0.9	-1.2	-1.9	0.0	2.3	3.0	6.8	6.9	3.6
1974	7.5	7.4	7.2	4.8	0.9	-1.4	0.1	-0.1	3.6	4.4	7.3	8.3	4.1
1975	9.0	9.1	8.2	7.8	3.7	0.0	-0.6	1.7	4.6	6.0	6.7	6.8	5.2
1976	7.8	7.9	6.6	3.9	0.9	-0.5	0.6	1.2	3.2	3.6	4.3	6.8	3.8
1977	7.3	7.7	7.9	4.9	2.5	0.2	-2.1	-0.4	2.6	4.0	6.3	8.4	4.1
1978	8.2	8.0	8.0	4.2	1.8	-1.3	-1.8	0.3	2.0	3.0	3.7	7.3	3.6
1979	7.8	7.2	8.0	4.2	0.4	-1.3	-0.1	0.3	3.6	4.3	6.4	7.4	4.0
1980	7.7	8.6	6.7	6.0	2.3	0.9	-0.3	1.8	1.4	3.6	6.3	7.8	4.4
1981	7.9	7.5	7.9	4.0	-1.5	1.1	-0.9	-1.2	1.5	4.4	5.5	6.1	3.5
1982	6.6	5.9	6.3	4.2	0.0	-1.7	-0.1	0.6	1.7	4.6	6.5	7.5	3.5
1983	7.8	8.2	8.2	4.3	3.0	-0.6	0.0	1.9	2.8	4.9	7.5	9.4	4.8
1984	8.4	8.0	7.3	4.6	1.2	-0.9	0.5	1.3	3.2	5.9	7.6	6.5	4.4
1985	8.2	7.9	7.2	5.8	2.5	1.7	1.4	4.3	5.6	5.1	4.9	6.1	5.0
1986	7.2	8.2	7.6	5.7	3.3	3.0	1.3	1.1	1.4	7.3	7.8	7.8	5.1
1987	9.4	8.2	8.7	6.8	5.1	3.2	0.8	3.3	4.5	4.1	6.6	7.9	5.7
1988	8.0	7.9	8.3	5.8	3.9	2.4	-0.7	2.1	3.0	4.0	7.0	8.1	5.0
1989	9.3	4.9	7.2	6.7	4.1	1.3	2.0	1.9	3.0	5.0	7.5	5.9	4.9
1990	7.3	6.9	8.3	8.4	5.4	1.6	1.3	2.5	9.0	8.2	4.6	6.5	5.8
1991	6.2	5.7	6.2	5.8	3.7	3.9	2.9	2.7	3.5	3.2	6.9	6.0	4.7
1992	7.9	6.3	6.5	4.6	2.3	1.8	0.5	0.2	0.6	5.9	7.3	6.7	4.2
1993	5.7	4.7	4.8	3.6	2.6	-0.1	-0.6	-1.3	1.1	4.0	4.4	5.0	2.8
1994	5.4	5.6	5.6	4.3	1.9	0.6	-0.7	-0.5	0.1	3.9	5.1	5.7	3.1
1995	5.6	4.9	4.9	4.0	1.7	-1.2	-0.7	1.4	2.6	4.7	5.5	7.0	3.4
1996	7.0	5.7	5.1	4.8	-1.1	-1.8	0.4	0.9	2.3	3.1	5.7	6.0	3.2
1997	6.9	6.5	7.1	4.2	0.9	0.2	0.8	2.2	3.6	0.5	4.1	6.2	3.6
1998	6.4	6.6	5.6	4.4	1.8	-0.7	-0.7	2.1	2.0	3.6	5.0	6.7	3.5
1999	6.7	6.2	5.5	3.0	1.5	-0.4	0.4	2.0	5.3	4.3	6.3	7.5	4.0
2000	8.9	8.2	8.1	5.6	2.1	1.4	1.0	2.1	1.9	5.3	5.5	7.6	4.8
2001	7.9	8.3	8.8	7.6	4.2	1.7	2.3	3.3	4.0	7.0	5.9	9.0	5.8
2002	9.2	9.5	8.7	6.9	4.4	1.4	0.2	2.7	4.2	6.5	6.6	9.3	5.8
2003	9.0	9.5	9.5	8.5	5.1	1.8	-0.3	1.8	4.1	5.3	7.1	6.9	5.7
2004	7.7	8.0	7.1	5.9	4.6	1.6	0.6	2.2	4.6	7.3	7.5	8.5	5.4
2005	9.6	9.2	8.9	6.3	4.1	0.6	1.5	1.6	2.5	5.3	6.6	8.3	5.4
2006	9.4	8.5	8.5	6.4	1.1	0.0	1.7	3.4	4.2	5.3	6.0	8.3	5.2
2007	8.7	8.3	8.3	6.1	1.2	-1.9	-0.1	-0.9	2.3	4.4	6.0	7.9	4.2
2008	8.2	7.7	8.2	6.0	2.0	0.4	0.6	3.0	4.5	9.0	9.8	9.1	5.7
2009	8.9	9.3	9.2	7.5	4.3	3.2	1.8	3.4	5.6	6.6	6.7	8.8	6.2
2010	8.9	9.8	8.8	8.0	4.5	3.8	1.8	3.5	5.6	6.6	6.7	8.7	6.4
2011	9.4	9.8	8.2	7.3	4.6	3.8	1.1	2.8	5.1	5.9	9.3	9.9	6.4
2012	9.9	10.5	9.0	7.1	4.5	3.4	0.7	2.7	4.5	5.6	5.4	8.7	6.0
2013	9.0	9.1	8.2	6.8	4.3	2.7	2.2	3.7	4.8	5.7	8.2	8.6	6.1
2014	8.9	9.4	8.5	10.4	4.9	2.8	3.3	2.7	3.8	7.0	8.2	9.5	6.6
TOTAL	419.4	407.8	393.4	298.3	140.0	46.0	13.6	75.3	168.3	261.4	338.4	395.2	289.4
MEDIA	8.1	7.8	7.6	5.7	2.7	0.9	0.3	1.4	3.2	5.0	6.5	7.6	5.6

FUENTE: SENAMHI

TEMPERATURA MINIMA MENSUAL (C°); ESTACION: MAZOCRUZ														
Codigo: 110878	Pais: Peru		Distrito: Mazocruz				Altitud: (msnm): 4003.00							
Cuenca: Ilave	Dpto: Puno		Latitud Sur: 16°44'24.4"				Zona Geografica: 19Sur							
Tipo: CO	Prov. El Collao		Longitud Oeste: 69°42'21.9"				Propietario: Senamhi							
AÑO	MESES													PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1964	2.2	2.2	0.3	-6.0	-7.7	-11.2	-15.4	-14.5	-12.7	-7.5	0.2	-1.6	-6.0	
1965	0.8	-0.5	-1.3	-3.8	-11.4	-12.9	-17.0	-15.4	-11.9	-9.9	-9.0	0.7	-7.6	
1966	-1.4	0.3	-2.0	-7.6	-9.0	-14.7	-18.0	-13.5	-11.4	-1.5	-0.7	-0.9	-6.7	
1967	-2.1	1.3	1.4	-5.7	-9.6	-12.2	-13.6	-11.1	-5.5	-8.1	-9.8	-3.4	-6.5	
1968	2.2	2.2	0.3	-6.0	-7.7	-11.2	-15.4	-14.5	-12.7	-7.5	0.2	-1.6	-6.0	
1969	1.9	0.2	-0.9	-5.8	-12.7	-13.6	-15.7	-16.0	-11.2	-10.0	-4.6	-3.0	-7.6	
1970	0.8	-0.5	-1.3	-3.8	-11.4	-12.9	-17.0	-15.4	-11.9	-9.9	-9.0	0.7	-7.6	
1971	0.1	2.0	-1.1	-7.2	-13.0	-15.9	-17.5	-15.8	-13.1	-11.8	-4.6	-1.3	-8.3	
1972	1.5	1.1	0.2	-6.0	-12.9	-17.2	-15.1	-15.9	-8.8	-9.2	-3.7	-0.6	-7.2	
1973	1.7	3.0	0.5	-0.4	-8.4	-14.4	-14.9	-12.0	-6.4	-5.9	-5.4	-4.0	-5.6	
1974	1.7	2.1	-1.4	-6.4	-13.2	-14.3	-13.4	-10.3	-8.4	-9.2	-8.6	-3.6	-7.1	
1975	0.1	2.3	1.3	-5.8	-10.4	-13.2	-17.3	-16.1	-11.1	-9.2	-6.7	-0.7	-7.2	
1976	1.5	0.7	0.9	-7.6	-10.9	-15.9	-17.0	-14.2	-10.0	-11.6	-10.5	-2.2	-8.1	
1977	-2.2	0.1	1.4	-7.1	-13.6	-16.5	-15.1	-14.9	-9.0	-7.9	-4.1	-1.9	-7.6	
1978	1.4	1.1	-2.0	-3.3	-10.4	-12.7	-15.3	-11.5	-12.4	-8.9	-3.3	0.5	-6.4	
1979	1.5	-1.8	1.0	-8.5	-17.6	-12.9	-15.3	-17.7	-13.6	-8.0	-7.8	-4.1	-8.7	
1980	-4.4	-5.7	-1.7	-6.2	-14.5	-18.5	-14.8	-15.1	-12.4	-8.7	-5.3	-1.6	-9.1	
1981	2.2	4.0	0.1	-6.9	-9.4	-15.2	-14.6	-10.5	-8.2	-7.5	-3.9	1.6	-5.7	
1982	2.4	-0.4	-0.6	-5.4	-12.6	-15.6	-13.6	-12.8	-8.5	-4.6	-1.5	-5.8	-6.6	
1983	-3.2	-2.7	-5.5	-6.7	-11.7	-11.2	-12.5	-8.5	-4.7	-8.2	-9.5	-4.3	-7.4	
1984	1.3	3.5	1.4	-4.0	-9.0	-9.4	-13.3	-12.1	-13.1	-1.8	-0.5	-1.0	-4.8	
1985	2.6	2.7	1.5	-1.1	-4.8	-6.4	-12.1	-10.0	-6.6	-9.4	-1.6	1.6	-3.6	
1986	1.4	2.4	2.4	-1.8	-6.0	-9.7	-14.5	-10.6	-9.5	-9.4	-3.7	1.1	-4.8	
1987	3.6	-3.8	-2.7	-4.8	-7.8	-11.5	-9.6	-12.7	-11.6	-7.6	-3.0	-6.1	-6.5	
1988	0.5	-2.1	1.6	0.0	-5.1	-11.9	-12.5	-13.6	-1.1	-4.6	-10.0	-3.3	-5.2	
1989	-0.8	-1.2	-0.7	-2.3	-7.3	-7.2	-9.1	-10.6	-9.9	-10.0	-2.9	-6.6	-5.7	
1990	0.3	-3.8	-3.6	-7.4	-10.6	-8.4	-13.3	-13.0	-14.3	-5.3	-1.3	-1.1	-6.8	
1991	-1.3	-4.0	-3.9	-7.0	-12.2	-15.6	-15.6	-15.4	-10.3	-8.1	-7.9	-5.8	-8.9	
1992	-2.3	-3.3	-6.2	-8.1	-12.3	-12.6	-14.3	-12.8	-13.8	-7.5	-5.1	-4.0	-8.5	
1993	-0.7	-4.6	-2.1	-6.0	-10.7	-16.0	-14.8	-9.8	-10.5	-5.9	-4.0	-1.1	-7.2	
1994	-0.2	-1.3	-3.2	-4.5	-16.2	-16.1	-12.6	-13.5	-11.0	-11.0	-5.1	-2.4	-8.1	
1995	-0.9	-3.1	0.1	-7.7	-13.3	-15.1	-14.1	-12.9	-9.1	-14.2	-7.7	-3.4	-8.5	
1996	-1.9	-0.2	-3.8	-5.3	-10.3	-14.8	-15.2	-10.9	-11.8	-10.0	-5.3	-1.2	-7.6	
1997	0.6	0.6	-1.9	-6.8	-11.4	-15.0	-14.4	-9.0	-4.9	-8.4	-4.4	-3.2	-6.5	
1998	1.7	-0.6	-1.7	-6.5	-13.0	-11.4	-13.2	-12.3	-12.2	-7.2	-5.7	-3.2	-7.1	
1999	-0.7	2.9	3.0	-0.9	-8.3	-12.7	-10.6	-10.3	-9.4	-3.2	-8.4	-2.2	-5.1	
2000	3.1	3.4	1.3	-3.8	-8.4	-11.9	-13.7	-10.6	-9.7	-4.5	-7.5	0.2	-5.2	
2001	3.4	4.4	3.4	-0.5	-6.7	-11.2	-14.4	-11.2	-8.9	-7.6	-5.2	-3.6	-4.8	
2002	-2.0	1.5	0.3	-1.8	-5.8	-10.9	-9.8	-10.9	-8.5	-2.8	-4.1	-0.9	-4.6	
2003	1.9	1.5	1.7	-4.2	-8.2	-14.9	-13.0	-12.7	-11.6	-8.6	-7.1	-3.1	-6.5	
2004	3.4	0.9	-0.4	-4.2	-13.7	-14.6	-9.8	-7.0	-8.6	-8.4	-8.1	-3.3	-6.2	
2005	0.7	1.9	-0.6	-4.5	-13.8	-18.4	-15.3	-17.7	-10.5	-8.8	-6.2	-0.9	-7.8	
2006	2.1	0.0	1.2	-3.6	-11.1	-14.1	-15.2	-11.4	-9.6	-2.6	0.2	-1.1	-5.4	
2007	0.3	1.1	2.1	-2.8	-8.1	-11.0	-12.5	-11.7	-5.9	-6.8	-5.9	-0.9	-5.2	
2008	0.4	2.0	1.5	-2.0	-7.0	-10.0	-12.5	-11.3	-5.8	-6.7	-5.9	-0.9	-4.9	
2009	1.5	2.0	-0.9	-3.8	-7.3	-10.0	-13.8	-12.9	-8.1	-8.8	-0.6	0.5	-5.2	
2010	2.4	3.2	-0.8	-4.7	-7.9	-10.9	-15.6	-13.3	-10.5	-8.3	-9.9	-0.5	-6.4	
2011	0.1	3.3	0.5	-3.7	-8.2	-11.0	-11.2	-10.4	-8.3	-8.4	-4.6	-0.1	-5.2	
2012	2.1	2.7	0.9	-0.6	-9.1	-12.7	-13.3	-12.9	-10.3	-6.6	-4.3	2.1	-5.2	
2013	1.8	2.2	-0.9	5.7	-7.2	-9.3	-9.5	-11.3	-11.0	-5.1	-4.0	1.4	-3.9	
2014	0.1	3.3	0.5	-3.7	-8.2	-11.0	-11.2	-10.4	-8.3	-8.4	-4.6	-0.1	-5.2	
TOTAL	33.3	28.5	-20.4	-228.6	-517.1	-657.9	-708.5	-640.9	-498.6	-391.1	-262.0	-90.3	-329.5	
MEDIA	0.7	0.6	-0.4	-4.5	-10.1	-12.9	-13.9	-12.6	-9.8	-7.7	-5.1	-1.8	-6.5	

FUENTE: SENAMHI

TEMPERATURA MAXIMA MENSUAL (mm); ESTACION: ILAVE

Codigo: 110879	Pais: Peru	Distrito: Ilave	Altitud: (msnm): 3880.00
Cuenca: Ilave	Dpto: Puno	Latitud Sur: 16°05'17.7"	Zona Geografica: 19Sur
Tipo: CO	Prov. El Collao	Longitud Oeste: 69°38'42.0"	Propietario: Senamhi

AÑO	MESES													PROM ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1964	15.9	14.2	14.4	15.2	14.9	13.7	12.3	13.7	12.3	14.8	16.3	13.1	14.2	
1965	15.2	14.7	14.6	14.8	14.7	14.1	14.0	15.2	15.0	16.4	17.2	15.4	15.1	
1966	16.7	16.4	16.0	14.6	13.6	13.8	13.4	12.8	15.1	16.6	17.4	14.9	15.1	
1967	15.9	14.2	14.4	15.2	14.9	13.7	12.3	13.7	12.3	14.8	16.3	13.1	14.2	
1968	14.0	12.9	12.8	13.3	12.2	12.4	12.1	13.5	14.5	15.8	14.7	15.2	13.6	
1969	14.9	13.8	13.6	14.0	13.4	13.2	13.0	14.4	14.8	16.1	17.4	16.8	14.6	
1970	15.2	14.7	14.6	14.8	14.7	14.1	14.0	15.2	15.0	16.4	17.2	15.4	15.1	
1971	15.2	13.0	15.2	15.5	14.5	13.5	13.2	14.0	15.6	15.4	15.1	14.6	14.6	
1972	13.2	13.5	14.1	15.0	14.7	13.6	14.1	14.2	14.9	16.6	17.8	15.8	14.8	
1973	14.6	15.2	15.2	15.2	14.5	13.4	12.7	13.6	13.9	16.0	16.5	15.7	14.7	
1974	13.6	12.9	14.0	13.2	14.0	13.2	13.8	11.4	13.6	14.8	16.5	15.4	13.9	
1975	13.3	13.1	13.4	14.7	13.5	12.5	11.9	13.8	14.6	14.7	16.5	14.5	13.9	
1976	13.2	14.4	14.4	14.6	13.8	13.5	13.7	13.3	13.9	16.1	16.2	16.4	14.5	
1977	15.8	14.2	13.6	15.5	14.6	13.9	14.5	15.4	15.2	16.1	16.2	16.0	15.1	
1978	15.3	15.4	14.8	15.3	15.1	14.3	14.0	14.8	15.0	16.2	16.0	14.9	15.1	
1979	15.1	14.1	13.9	14.2	13.6	13.3	12.5	13.6	14.1	15.8	16.0	15.0	14.3	
1980	14.9	14.0	14.3	14.3	13.9	13.5	13.0	13.7	14.3	16.1	16.7	15.2	14.5	
1981	15.1	14.2	14.5	14.5	13.9	13.4	13.0	13.6	14.4	15.8	16.6	15.0	14.5	
1982	14.6	13.6	14.0	14.5	14.0	13.3	12.9	13.9	14.2	15.6	16.3	15.1	14.4	
1983	14.2	13.6	14.0	14.4	13.8	13.2	13.2	14.0	14.8	15.9	16.4	15.7	14.4	
1984	13.1	13.2	14.4	15.2	15.5	13.9	13.8	14.1	15.4	15.6	15.2	16.2	14.6	
1985	14.7	14.7	15.2	15.0	15.3	13.3	14.0	15.6	14.5	16.4	13.7	13.8	14.7	
1986	14.9	13.8	13.9	15.0	14.4	14.4	12.8	14.1	15.2	16.4	16.9	15.1	14.7	
1987	14.4	16.0	15.4	15.8	16.1	14.2	13.7	15.7	16.4	16.7	16.6	18.3	15.8	
1988	15.7	16.3	14.8	15.0	15.1	14.3	14.6	16.3	16.5	16.8	17.8	16.4	15.8	
1989	14.4	18.0	14.1	14.2	14.1	13.0	12.4	13.6	15.0	16.0	15.9	16.8	14.8	
1990	14.2	15.0	15.1	15.0	14.6	11.6	12.9	13.6	15.1	15.4	15.4	14.7	14.4	
1991	15.0	15.5	15.0	14.8	14.5	12.5	13.4	14.7	14.7	15.8	16.1	16.2	14.9	
1992	14.4	15.2	15.9	16.3	16.2	13.8	13.2	12.1	15.0	15.8	15.7	15.9	15.0	
1993	13.9	14.7	13.3	14.6	14.6	13.9	14.0	13.4	14.9	15.6	16.2	15.8	14.6	
1994	15.2	14.5	14.3	14.6	14.4	13.5	14.0	15.0	15.3	16.1	16.6	15.8	14.9	
1995	15.3	15.6	14.2	15.7	15.3	13.9	14.7	16.1	15.6	17.3	16.7	15.1	15.5	
1996	14.8	14.1	15.4	15.4	14.9	13.8	13.4	14.2	15.2	16.8	15.2	15.4	14.9	
1997	14.0	13.7	13.7	13.3	13.8	13.3	14.2	13.1	15.0	16.6	16.2	17.9	14.6	
1998	17.1	17.5	17.3	17.1	16.1	15.1	13.8	13.8	15.0	15.8	16.2	17.3	16.0	
1999	15.6	14.1	13.8	14.0	14.0	13.5	13.4	14.5	15.0	14.8	16.2	16.7	14.6	
2000	14.2	14.1	14.2	15.4	15.5	13.5	13.2	14.6	15.9	15.2	17.5	15.6	14.9	
2001	13.2	13.7	13.9	14.5	14.5	13.9	13.2	13.7	15.5	16.2	17.6	15.9	14.7	
2002	15.6	14.3	14.7	14.3	14.1	13.9	11.8	13.8	15.0	15.5	16.6	16.1	14.6	
2003	15.3	15.5	14.6	15.2	14.1	13.8	13.5	14.0	14.0	16.2	17.3	17.1	15.1	
2004	13.9	14.7	15.9	15.7	14.5	12.9	12.8	13.5	14.8	16.6	17.3	17.3	15.0	
2005	15.3	14.6	16.0	15.9	15.2	14.0	14.8	14.8	15.0	15.6	16.4	16.5	15.3	
2006	14.0	15.2	15.5	15.4	14.4	14.1	15.0	15.8	16.6	17.7	17.6	17.8	15.8	
2007	17.4	17.1	15.8	16.2	15.9	15.8	14.1	16.1	15.0	17.4	16.7	16.7	16.2	
2008	14.5	15.1	14.7	15.5	14.8	15.2	14.6	15.6	17.0	17.1	18.7	15.7	15.7	
2009	15.5	15.2	14.8	15.0	15.2	14.6	14.8	15.7	17.0	17.8	17.0	17.3	15.8	
2010	16.4	16.3	16.1	16.8	15.7	15.7	16.0	17.2	17.5	17.7	18.9	18.1	16.9	
2011	14.2	14.8	-901.0	14.7	14.1	13.8	13.3	14.7	14.2	15.4	17.1	14.9	-61.7	
2012	14.0	13.3	13.3	13.8	14.0	13.8	14.1	14.6	15.4	16.6	-118.7	12.4	3.0	
2013	-53.5	-21.6	16.0	16.3	15.1	14.1	14.5	15.0	16.5	16.4	17.1	15.5	6.8	
2014	14.2	14.8	-901.0	14.7	14.1	13.8	13.3	14.7	14.2	15.4	17.1	14.9	-61.7	
TOTAL	734.9	759.2	-1036.9	811.3	790.5	748.4	738.9	779.5	812.9	868.7	757.9	850.3	634.6	
MEDIA	14.1	14.6	-19.9	15.6	15.2	14.4	14.2	15.0	15.6	16.7	14.6	16.4	12.2	

FUENTE: SENAMHI

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (mm); ESTACION: ILAVE													
Codigo: 110879	Pais: Peru		Distrito: Ilave				Altitud: (msnm): 3880.00						
Cuenca: Ilave		Dpto: Puno		Latitud Sur: 16°05'17.7"				Zona Geografica: 19Sur					
Tipo: CO		Prov. El Collao		Longitud Oeste: 69°38'42.0"				Propietario: Senamhi					
AÑO	MESES												PROM ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1964	9.4	8.9	9.5	8.1	7.3	6.6	3.7	5.5	6.9	8.7	9.1	8.1	7.6
1965	8.7	9.5	9.1	8.2	6.9	5.3	5.4	6.3	7.2	8.3	10.4	9.8	7.9
1966	9.4	8.9	9.5	8.1	7.3	6.6	3.7	5.5	6.9	8.7	9.1	8.1	7.6
1967	8.7	9.5	9.1	8.2	6.9	5.3	5.4	6.3	7.2	8.3	10.4	9.8	7.9
1968	9.9	10.1	9.4	8.1	5.7	4.4	3.5	4.4	7.2	9.2	9.6	9.0	7.5
1969	9.4	8.9	9.5	8.1	7.3	6.6	3.7	5.5	6.9	8.7	9.1	8.1	7.6
1970	9.0	8.8	8.3	7.2	5.9	4.5	5.0	5.9	6.8	8.3	7.9	8.4	7.1
1971	8.5	9.1	8.6	7.8	6.2	4.8	4.9	5.9	7.1	8.2	10.5	10.5	7.7
1972	9.9	9.4	9.0	8.4	6.7	5.2	4.8	6.0	7.5	8.8	9.5	9.9	7.9
1973	9.8	8.4	9.5	8.5	6.0	5.2	4.2	5.8	7.0	7.4	8.5	9.3	7.4
1974	8.4	8.4	9.1	8.5	5.9	4.3	5.3	5.5	8.1	9.1	11.0	10.2	7.8
1975	9.9	10.3	10.2	9.6	7.3	4.5	4.1	5.7	7.4	9.7	10.3	9.8	8.2
1976	9.1	8.8	8.7	8.0	6.3	4.9	5.8	4.6	7.1	8.3	9.2	9.5	7.5
1977	8.6	9.1	9.1	8.5	7.0	5.1	3.2	5.0	7.7	7.8	9.1	11.2	7.6
1978	8.3	8.9	9.1	7.7	5.6	4.8	5.1	5.3	7.2	8.3	8.7	9.9	7.4
1979	9.9	9.3	9.0	8.3	6.5	4.8	5.8	5.9	8.2	8.9	9.9	9.9	8.0
1980	9.8	9.7	9.0	8.7	6.7	5.9	4.8	7.0	7.1	8.7	9.7	9.3	8.0
1981	9.2	9.0	8.8	8.3	6.4	4.3	3.7	4.8	6.4	8.1	8.4	8.3	7.1
1982	9.2	9.0	9.0	8.0	6.3	4.7	4.3	5.1	6.8	8.5	9.0	8.6	7.4
1983	9.3	9.2	9.1	8.0	6.3	5.1	4.4	5.4	7.2	8.6	9.4	9.3	7.6
1984	9.1	8.9	9.0	8.1	6.5	5.2	4.6	5.7	7.2	8.4	9.4	9.5	7.6
1985	9.1	9.0	8.9	8.2	6.2	4.7	4.9	5.7	7.3	8.4	9.4	9.8	7.6
1986	9.1	9.3	10.2	9.7	8.8	6.7	5.7	6.4	7.7	10.2	10.1	10.6	8.7
1987	10.0	10.1	10.2	9.5	8.7	6.6	5.6	7.7	8.7	9.3	8.9	9.4	8.7
1988	10.2	9.3	9.5	9.4	6.4	6.1	4.5	6.3	8.1	8.8	10.2	10.1	8.2
1989	10.0	10.0	9.5	9.2	7.9	5.9	5.7	7.0	8.3	9.8	11.0	11.7	8.8
1990	10.8	10.4	10.2	9.4	7.8	5.5	5.8	7.4	8.8	9.5	10.5	10.5	8.9
1991	9.6	11.3	9.2	8.8	7.3	5.9	5.0	6.3	7.7	9.3	8.9	10.6	8.3
1992	9.4	9.2	9.1	8.7	7.3	5.3	5.0	6.3	7.6	9.7	10.0	9.6	8.1
1993	9.9	10.1	10.0	9.0	7.4	4.5	5.1	6.2	7.3	8.9	9.3	9.8	8.1
1994	9.4	9.6	9.5	8.6	7.8	6.5	5.2	5.0	7.3	8.8	9.1	10.0	8.0
1995	9.2	9.1	8.8	8.8	7.6	5.5	5.7	6.1	7.9	9.4	10.3	10.6	8.2
1996	10.1	9.6	9.1	9.2	7.4	5.5	5.3	7.2	8.0	8.8	10.5	10.3	8.4
1997	10.3	10.0	9.6	9.3	7.5	5.7	6.3	7.7	8.5	9.8	10.3	9.6	8.7
1998	9.7	9.7	9.7	9.4	7.7	5.6	5.3	7.2	7.8	9.7	9.4	10.2	8.4
1999	9.6	9.3	9.0	7.7	6.6	4.8	6.4	6.2	8.8	9.7	10.4	11.9	8.3
2000	12.0	12.0	11.5	10.5	7.9	7.5	6.2	6.7	7.5	9.2	9.8	11.0	9.3
2001	10.2	9.8	9.4	8.7	7.3	5.4	5.8	7.3	7.9	8.8	9.4	10.6	8.3
2002	9.7	9.7	9.5	9.2	8.1	5.7	5.3	7.3	8.3	9.0	10.2	9.9	8.5
2003	9.2	9.6	9.4	8.9	7.8	6.9	5.7	6.7	8.8	9.9	11.2	10.2	8.7
2004	10.5	10.1	10.1	9.1	7.9	7.1	5.2	6.9	8.4	9.9	10.4	10.7	8.8
2005	10.6	10.6	10.0	9.0	7.5	6.1	5.7	6.7	7.2	9.4	10.6	11.1	8.7
2006	9.7	9.9	10.5	9.7	5.8	5.3	6.0	7.1	8.3	9.7	10.4	10.4	8.5
2007	9.7	9.5	10.3	9.6	7.3	5.3	6.4	6.3	7.4	9.3	10.3	10.9	8.5
2008	9.5	10.1	10.4	9.0	6.3	6.2	5.2	7.7	8.4	10.6	11.1	11.7	8.8
2009	11.6	11.0	10.5	10.0	8.1	6.9	4.7	6.4	8.1	9.4	8.9	9.8	8.7
2010	9.6	9.5	9.0	7.3	5.0	4.7	4.1	5.3	6.9	9.1	10.6	9.0	7.5
2011	9.7	9.8	9.1	8.2	5.7	3.4	4.7	4.8	7.4	9.2	10.4	10.4	7.7
2012	10.1	11.0	10.0	9.1	7.0	6.4	5.5	6.8	8.0	8.9	9.2	10.7	8.5
2013	9.2	10.0	-901.4	8.5	6.9	5.4	5.2	6.5	7.5	8.3	10.2	9.7	-67.8
2014	-24.4	-8.1	10.1	8.2	7.8	5.8	6.5	6.3	7.7	9.6	10.3	10.1	4.2
TOTAL	503.2	519.8	-380.5	489.4	402.2	328.0	306.2	361.6	435.5	506.4	546.5	554.1	381.0
MEDIA	9.7	10.0	-7.3	9.4	7.7	6.3	5.9	7.0	8.4	9.7	10.5	10.7	7.3

FUENTE: SENAMHI

TEMPERATURA MINIMA MENSUAL (mm); ESTACION: ILAVE													
Codigo: 110879	Pais: Peru		Distrito: Ilave			Altitud: (msnm): 3880.00							
Cuenca: Ilave		Dpto: Puno		Latitud Sur: 16°05'17.5"			Zona Geografica: 19Sur						
Tipo: CO		Prov. El Collao		Longitud Oeste: 69°38'42.0"			Propietario: Senamhi						
AÑO	MESES												PROM ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1964	2.8	3.6	4.6	0.9	-0.4	-0.6	-4.9	-2.7	1.5	2.5	1.8	3.1	1.0
1965	2.1	4.3	3.5	1.6	-1.0	-3.6	-3.2	-2.6	-0.6	0.2	3.6	4.2	0.7
1966	3.1	3.8	2.8	1.5	-2.3	-5.0	-6.4	-4.0	-0.8	1.7	1.8	3.0	-0.1
1967	2.8	3.6	4.6	0.9	-0.4	-0.6	-4.9	-2.7	1.5	2.5	1.8	3.1	1.0
1968	3.9	4.6	3.7	1.1	-0.5	-3.4	-2.1	-1.8	-1.0	0.8	1.0	1.6	0.7
1969	2.1	4.3	3.5	1.6	-1.0	-3.6	-3.2	-2.6	-0.6	0.2	3.6	4.2	0.7
1970	4.5	4.1	3.3	2.0	-1.4	-3.8	-4.4	-3.3	-0.1	1.1	1.7	4.3	0.7
1971	4.3	3.8	3.7	1.5	-2.6	-3.1	-4.9	-2.4	-1.6	-0.7	1.8	4.0	0.3
1972	3.6	3.3	4.1	1.9	-2.9	-5.0	-3.5	-3.3	1.3	1.6	4.2	4.5	0.8
1973	5.1	5.4	5.2	3.9	0.0	-4.4	-4.6	-2.2	0.8	3.3	4.0	3.8	1.7
1974	4.6	4.6	3.4	2.7	-1.4	-3.4	-2.3	-2.2	0.5	1.8	1.9	3.5	1.1
1975	3.8	5.0	4.8	2.2	0.4	-2.3	-5.6	-3.9	0.7	0.9	1.7	7.8	1.3
1976	3.3	3.4	3.8	0.7	-2.7	-3.9	-3.5	-2.8	0.5	0.4	1.2	3.4	0.3
1977	4.0	4.4	4.3	1.0	-1.6	-4.4	-3.0	-3.7	1.1	1.6	3.5	3.7	0.9
1978	4.2	3.9	3.1	2.1	-1.7	-2.5	-4.5	-0.9	-0.9	1.1	3.4	3.6	0.9
1979	3.4	3.8	3.8	2.3	-0.9	-4.7	-5.2	-3.9	-1.2	0.5	0.9	1.6	0.0
1980	3.5	4.0	3.7	1.6	-1.3	-4.1	-4.4	-3.5	-0.8	0.9	1.3	2.0	0.2
1981	3.5	4.1	3.7	1.5	-1.3	-3.3	-4.3	-2.8	0.0	1.4	2.3	3.7	0.7
1982	3.7	4.2	4.0	1.7	-1.1	-2.9	-3.6	-2.5	0.2	1.2	2.4	3.9	0.9
1983	3.9	4.3	3.8	1.9	-1.3	-3.8	-3.5	-2.6	-0.2	0.9	2.5	4.0	0.8
1984	5.0	5.3	5.9	4.1	2.0	-0.5	-2.4	-1.4	-0.1	4.7	5.0	4.9	2.7
1985	5.2	5.5	5.2	4.0	2.1	-0.2	-2.9	-0.2	2.9	2.2	4.0	4.9	2.7
1986	5.4	4.8	5.0	3.8	-1.7	-2.2	-3.9	-1.6	0.9	1.2	3.4	5.1	1.7
1987	5.5	4.0	3.5	2.5	-0.3	-2.5	-2.3	-1.7	0.1	2.8	5.4	5.0	1.8
1988	5.9	4.5	5.5	3.8	0.5	-3.3	-3.0	-1.6	1.0	2.2	3.2	4.5	1.9
1989	4.7	4.6	4.2	3.4	0.4	-1.3	-2.4	-1.0	0.4	2.6	1.8	4.3	1.8
1990	4.6	3.4	3.1	2.4	-0.1	-1.0	-2.9	-1.1	0.1	4.0	4.6	4.5	1.8
1991	4.7	4.7	4.9	3.2	0.2	-3.5	-3.2	-2.3	-0.1	2.0	2.5	3.4	1.4
1992	4.3	3.9	3.1	0.9	-0.7	-0.8	-2.8	-2.2	-0.5	1.8	2.4	4.0	1.1
1993	4.4	3.5	4.2	3.0	0.5	-3.0	-2.6	-1.2	0.8	3.2	4.4	5.3	1.9
1994	4.9	4.7	3.8	3.7	0.3	-2.5	-3.4	-0.7	0.7	1.5	4.4	4.7	1.8
1995	5.3	4.4	5.0	2.8	-0.4	-2.6	-2.2	-0.8	1.3	2.2	3.8	4.0	1.9
1996	4.5	5.2	4.0	3.4	0.4	-2.6	-2.8	0.2	0.4	2.6	3.6	4.9	2.0
1997	5.1	4.9	4.3	2.1	-0.7	-3.8	-1.5	-0.7	2.6	2.8	4.5	5.8	2.1
1998	6.8	6.5	5.7	3.9	-0.3	-0.1	-1.5	-0.5	-0.1	2.6	3.4	4.6	2.6
1999	4.7	5.4	4.9	3.4	0.5	-2.8	-1.9	0.0	0.7	2.7	2.6	4.4	2.1
2000	5.1	5.2	4.7	2.9	0.7	-2.1	-2.6	0.0	0.6	2.8	2.8	4.1	2.0
2001	5.1	5.5	4.9	3.3	1.0	-0.2	-1.8	-0.3	2.0	3.6	4.7	4.5	2.7
2002	5.3	5.9	5.5	3.9	1.6	0.3	-1.4	0.0	1.8	4.2	4.2	5.2	3.0
2003	5.8	5.7	5.4	2.8	0.9	-1.6	-2.2	-0.6	0.4	2.5	3.8	5.0	2.3
2004	5.4	5.0	5.0	3.6	-2.9	-2.4	-0.8	0.6	1.7	2.8	3.4	3.4	2.1
2005	4.1	4.3	4.6	3.3	-0.6	-3.4	-2.0	-2.3	-0.3	3.0	4.1	5.2	1.7
2006	4.9	4.9	5.3	2.6	-1.9	-1.8	-4.6	-0.5	0.1	3.4	4.6	5.6	1.9
2007	5.7	4.9	5.1	3.7	0.3	-2.1	-4.8	-3.4	1.1	1.3	1.0	2.8	1.3
2008	4.7	3.9	3.2	-0.9	-4.9	-5.8	-6.5	-5.1	-3.2	1.0	2.5	2.3	-0.7
2009	3.9	4.4	3.3	1.4	-3.8	-7.9	-5.4	-6.2	-2.3	0.6	3.8	3.5	-0.4
2010	3.8	5.6	3.9	1.4	-1.8	-3.0	-5.0	-3.7	-1.5	0.0	-0.6	3.2	0.2
2011	4.1	5.1	-901.8	2.2	-0.4	-3.0	-2.9	-1.6	0.7	1.3	3.3	4.6	-74.0
2012	4.4	4.6	4.2	3.0	-2.0	-4.3	-4.9	-4.5	-0.7	2.2	3.7	5.3	0.9
2013	4.8	5.5	4.3	0.2	0.5	-2.4	-1.6	-2.4	-1.1	2.7	3.5	4.7	1.5
2014	3.9	4.4	3.3	1.4	-3.8	-7.9	-5.4	-6.2	-2.3	0.6	3.8	3.5	-0.4
TOTAL	272.1	280.7	-641.4	167.8	8.1	-100.7	-127.6	-61.3	56.4	144.9	202.1	258.1	38.3
MEDIA	5.2	5.4	-12.3	3.2	0.2	-1.9	-2.5	-1.2	1.1	2.8	3.9	5.0	0.7

FUENTE: SENAMHI

QUINUA						
		Campaña	Siembras (ha)	Cosechas (ha)	Rendimiento (kg/ha) Quinua	Producción (t)
llave	1	1994/95	822.00	812.00	750.54	200.07
	2	1995/96	720.00	678.00	785.86	218.21
	3	1996/97	576.00	534.00	810.89	246.55
	4	1997/98	552.00	507.00	858.01	283.91
	5	1998/99	380.00	311.00	816.72	254
	6	1999/00	380.00	380.00	923.68	351
	7	2000/01	400.00	400.00	1092.50	437
	8	2001/02	480.00	470.00	1029.79	484
	9	2002/03	581.00	572.00	1179.20	530.64
	10	2003/04	625.00	580.00	1174.52	565.55
	11	2004/05	745.00	631.00	1269.40	600.99
	12	2005/06	429.00	398.00	1264.12	637.08
	13	2006/07	600.00	600.00	1292.00	775
	14	2007/08	523.00	486.00	1357.10	951.00
	15	2008/09	640.00	638.00	945.30	284.00
	16	2009/10	536.00	494.00	1173.30	529.00
	17	2010/11	454.00	446.00	1417.30	1077.0
	18	2011/12	950.00	720.00	1400.00	1008
	19	2012/13	960.00	927.00	1265.37	1173
	20	2013/14	980.00	900.00	1026.67	924

FUENTE: Direccion Regional Agraria - Puno

TEMPERATURA MAXIMA °C							
							Prom Tº Maxi
Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
16.1	17.8	17.4	16.7	15.1	15.8	15.4	16.3
16.4	18.1	17.0	17.0	14.3	15.6	15.4	16.3
15.7	16.5	17.9	17.5	16.5	16.6	14.6	16.5
17.2	18.7	17.8	16.2	15.9	15.3	16.7	16.8
16.9	18.9	16.7	16.5	14.4	14.2	14.9	16.1
16.6	17.0	17.1	18.8	17.5	18.4	17.8	17.6
18.0	18.0	17.3	18.1	15.6	14.7	14.4	16.6
16.2	16.1	17.6	17.4	15.0	14.6	14.9	16
17.7	15.7	18.5	15.3	12.9	14.1	14.4	15.5
16.9	17.3	18.1	16.7	16.4	14.7	15.1	16.5
16.2	16.1	17.1	16.6	15.4	15.8	14.6	16
15.2	16.9	17.8	17.4	14.3	15.2	15.9	16.1
15.4	17.1	17.7	17.1	15.8	14.7	16.2	16.3
17.0	16.7	16.8	16.0	13.8	15.7	15.7	16
16.6	17.0	16.5	16.8	16.4	16.0	14.7	16.3
15.6	17.1	16.8	16.2	14.4	15.0	14.4	15.6
16.9	16.6	17.7	15.5	14.9	15.0	14.9	15.9
17.8	18.5	17.4	17.1	15.7	16.1	16.5	17
18.8	18.6	19.5	16.7	16.7	14.4	14.6	17
16.4	17.9	19.2	17.2	15.9	15.4	16.1	16.9

FUENTE: SENAMHI

QUINUA						
		Campaña	Siembras (ha)	Cosechas (ha)	Rendimiento (kg/ha) Quinua	Producción (t)
llave	1	1994/95	822.00	812.00	750.54	200.07
	2	1995/96	720.00	678.00	785.86	218.21
	3	1996/97	576.00	534.00	810.89	246.55
	4	1997/98	552.00	507.00	858.01	283.91
	5	1998/99	380.00	311.00	816.72	254
	6	1999/00	380.00	380.00	923.68	351
	7	2000/01	400.00	400.00	1092.50	437
	8	2001/02	480.00	470.00	1029.79	484
	9	2002/03	581.00	572.00	1179.20	530.64
	10	2003/04	625.00	580.00	1174.52	565.55
	11	2004/05	745.00	631.00	1269.40	600.99
	12	2005/06	429.00	398.00	1264.12	637.08
	13	2006/07	600.00	600.00	1292.00	775
	14	2007/08	523.00	486.00	1357.10	951.00
	15	2008/09	640.00	638.00	945.30	284.00
	16	2009/10	536.00	494.00	1173.30	529.00
	17	2010/11	454.00	446.00	1417.30	1077.0
	18	2011/12	950.00	720.00	1400.00	1008
	19	2012/13	960.00	927.00	1265.37	1173
	20	2013/14	980.00	900.00	1026.67	924

FUENTE: Direccion Regional Agraria - Puno

TEMPERATURA MINIMA °C							
							Prom Tº Mini
Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
4.05	4	4.45	4.5	4.76	4.63	3.34	4.25
3.11	3.7	3.8	4.1	4.3	4.7	3.0	3.82
3.7	4.4	5.1	5.3	5.3	4.7	4.4	4.7
0.4	1.6	3.2	3.7	4.4	4.5	2.9	2.96
-0.4	2.5	3.8	4.7	4.8	4.4	4.7	3.5
1.6	2.5	3.9	4.9	5.7	6.1	4.3	4.14
-5.4	0.6	2.2	4.0	3.9	4.3	4.4	2
-3.7	0.8	0.5	3.1	5.1	4.8	3.0	1.94
-4.4	1.1	-0.1	3.1	5.2	5.2	4.7	2.11
-1.9	1.2	4.0	3.9	5.0	6.3	5.0	3.36
-0.2	2.9	3.1	4.8	5.4	5.5	4.8	3.76
-3.2	0.5	2.0	4.4	5.9	5.0	4.0	2.66
-2.4	1.1	4.1	4.4	5.9	6.3	3.5	3.27
-2.9	3.1	2.6	4.0	4.6	3.6	4.3	2.76
-4.1	2.0	4.1	5.0	5.2	5.1	4.5	3.11
-0.2	0.1	0.9	3.1	5.3	3.3	1.2	1.96
-5.0	1.7	3.0	4.6	4.5	4.1	2.5	2.2
-3.2	-0.1	4.5	5.1	6.0	6.0	3.7	3.14
-3.9	1.3	-0.2	4.3	4.8	5.9	4.5	2.39
-1.7	0.9	3.5	4.6	5.3	4.7	3.6	2.99

FUENTE: SENAMHI

QUINUA						
		Campaña	Siembras (ha)	Cosechas (ha)	Rendimiento (kg/ha) Quinua	Producción (t)
llave	1	1994/95	822.00	812.00	750.54	200.07
	2	1995/96	720.00	678.00	785.86	218.21
	3	1996/97	576.00	534.00	810.89	246.55
	4	1997/98	552.00	507.00	858.01	283.91
	5	1998/99	380.00	311.00	816.72	254
	6	1999/00	380.00	380.00	923.68	351
	7	2000/01	400.00	400.00	1092.50	437
	8	2001/02	480.00	470.00	1029.79	484
	9	2002/03	581.00	572.00	1179.20	530.64
	10	2003/04	625.00	580.00	1174.52	565.55
	11	2004/05	745.00	631.00	1269.40	600.99
	12	2005/06	429.00	398.00	1264.12	637.08
	13	2006/07	600.00	600.00	1292.00	775
	14	2007/08	523.00	486.00	1357.10	951.00
	15	2008/09	640.00	638.00	945.30	284.00
	16	2009/10	536.00	494.00	1173.30	529.00
	17	2010/11	454.00	446.00	1417.30	1077.0
	18	2011/12	950.00	720.00	1400.00	1008
	19	2012/13	960.00	927.00	1265.37	1173
	20	2013/14	980.00	900.00	1026.67	924

FUENTE: Direccion Regional Agraria - Puno

TEMPERATURA MEDIA °C							
							Prom T° Media
Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
10.1	10.9	10.9	10.6	10.5	10.2	9.39	10.4
9.8	10.9	10.4	10.6	10.4	10.1	9.2	10.2
9.7	10.5	11.5	11.4	10.9	10.6	9.5	10.6
8.8	10.1	10.5	9.9	10.2	9.9	9.8	9.89
8.3	10.7	10.3	10.6	9.6	9.3	9.8	9.8
9.1	9.7	10.5	11.9	11.6	12.2	11.0	10.9
6.3	9.3	9.8	11.0	9.7	9.5	9.4	9.29
6.2	8.4	9.0	10.2	10.1	9.7	8.9	8.93
6.6	8.4	9.2	9.2	9.1	9.6	9.9	8.86
7.5	9.2	11.0	10.3	10.7	10.5	10.1	9.9
8.0	9.5	10.1	10.7	10.4	10.6	9.7	9.86
6.0	8.7	9.9	10.9	10.1	10.1	10.0	9.39
6.5	9.1	10.9	10.7	10.9	10.5	9.9	9.79
7.1	9.9	9.7	10.0	9.2	9.6	10.0	9.36
6.3	9.5	10.3	10.9	10.8	10.6	9.6	9.71
7.7	8.6	8.8	9.7	9.8	9.1	7.8	8.79
6.0	9.1	10.3	10.0	9.7	9.5	8.6	9.03
7.3	9.2	11.0	11.1	10.8	11.0	10.1	10.1
7.4	9.9	9.6	10.5	10.7	10.1	9.5	9.67
7.3	9.4	11.3	10.9	10.6	10.0	9.9	9.91

FUENTE: SENAMHI

QUINUA						
		Campaña	Siembras (ha)	Cosechas (ha)	Rendimiento (kg/ha) Quinua	Producción (t)
llave	1	1994/95	822.00	812.00	750.54	200.07
	2	1995/96	720.00	678.00	785.86	218.21
	3	1996/97	576.00	534.00	810.89	246.55
	4	1997/98	552.00	507.00	858.01	283.91
	5	1998/99	380.00	311.00	816.72	254
	6	1999/00	380.00	380.00	923.68	351
	7	2000/01	400.00	400.00	1092.50	437
	8	2001/02	480.00	470.00	1029.79	484
	9	2002/03	581.00	572.00	1179.20	530.64
	10	2003/04	625.00	580.00	1174.52	565.55
	11	2004/05	745.00	631.00	1269.40	600.99
	12	2005/06	429.00	398.00	1264.12	637.08
	13	2006/07	600.00	600.00	1292.00	775
	14	2007/08	523.00	486.00	1357.10	951.00
	15	2008/09	640.00	638.00	945.30	284.00
	16	2009/10	536.00	494.00	1173.30	529.00
	17	2010/11	454.00	446.00	1417.30	1077.0
	18	2011/12	950.00	720.00	1400.00	1008
	19	2012/13	960.00	927.00	1265.37	1173
	20	2013/14	980.00	900.00	1026.67	924

FUENTE: Direccion Regional Agraria - Puno

PRECIPITACIÓN TOTAL mm								
							Precipitación TOTAL	Prom Pp
Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar		
3.8	59.7	45.5	79.0	149.5	50.7	98.9	487.1	69.586
23.8	22.0	75.2	123.8	140.6	196.4	76.6	658.4	94.057
2.4	12.6	25.7	98.4	135.7	179.8	129.1	583.7	83.386
12.6	23.2	40.4	107.1	74.2	51.0	79.1	387.6	55.371
16.8	21.2	55.4	98.2	190.2	146.4	109.0	637.2	91.029
44.1	22.0	61.6	92.0	123.6	98.6	58.4	500.3	71.471
0.0	54.6	43.8	34.3	99.6	96.0	115.8	444.1	63.443
39.4	56.2	26.0	38.6	135.0	73.4	74.0	442.6	63.229
5.6	81.2	1.8	54.0	111.8	109.8	144.0	508.2	72.6
6.6	37.0	31.0	79.6	93.6	126.2	63.8	437.8	62.543
39.0	109.2	34.5	53.6	197.0	100.2	102.4	635.9	90.843
25.0	21.8	32.2	78.2	157.2	127.0	107.0	548.4	78.343
20.2	8.8	49.6	47.2	78.4	110.6	105.4	420.2	60.029
21.2	75.0	71.2	108.2	187.6	47.8	66.2	577.2	82.457
26.6	58.6	44.6	125.6	89.2	46.2	123.5	514.3	73.471
36.8	18.8	64.4	69.8	154.0	60.0	67.8	471.6	67.371
3.8	37.4	34.0	98.4	67.0	150.0	50.4	441.0	63
20.2	31.4	60.2	72.0	103.0	145.4	63.8	496.0	70.857
3.6	24.0	7.4	121.8	53.6	156.4	69.6	436.4	62.343
35.4	57.4	37.4	133.2	120.6	105.2	76.0	565.2	80.743

FUENTE: SENAMHI

QUINUA						
		Campaña	Siembras (ha)	Cosechas (ha)	Rendimiento (kg/ha) Quinua	Producción (t)
llave	1	1994/95	822.00	812.00	750.54	200.07
	2	1995/96	720.00	678.00	785.86	218.21
	3	1996/97	576.00	534.00	810.89	246.55
	4	1997/98	552.00	507.00	858.01	283.91
	5	1998/99	380.00	311.00	816.72	254
	6	1999/00	380.00	380.00	923.68	351
	7	2000/01	400.00	400.00	1092.50	437
	8	2001/02	480.00	470.00	1029.79	484
	9	2002/03	581.00	572.00	1179.20	530.64
	10	2003/04	625.00	580.00	1174.52	565.55
	11	2004/05	745.00	631.00	1269.40	600.99
	12	2005/06	429.00	398.00	1264.12	637.08
	13	2006/07	600.00	600.00	1292.00	775
	14	2007/08	523.00	486.00	1357.10	951.00
	15	2008/09	640.00	638.00	945.30	284.00
	16	2009/10	536.00	494.00	1173.30	529.00
	17	2010/11	454.00	446.00	1417.30	1077.0
	18	2011/12	950.00	720.00	1400.00	1008
	19	2012/13	960.00	927.00	1265.37	1173
	20	2013/14	980.00	900.00	1026.67	924

FUENTE: Direccion Regional Agraria - Puno

DIAS DE PRECIPITACIÓN									
								días Pp Total	Prom DiasPp
Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar			
	2	12	7	11	20	8	15	75	10.71
	4	4	9	14	15	21	8	75	10.71
	1	5	9	14	18	11	18	76	10.86
	1	3	8	11	14	7	12	56	8
	3	2	10	16	17	12	17	77	11
	7	4	12	10	19	11	6	69	9.857
	0	9	9	5	17	15	21	76	10.86
	5	12	3	6	18	11	11	66	9.429
	2	9	1	10	20	17	10	69	9.857
	2	4	5	10	12	15	7	55	7.857
	7	16	9	10	20	14	20	96	13.71
	7	7	7	13	24	17	13	88	12.57
	4	3	9	11	17	19	12	75	10.71
	5	10	8	17	20	7	9	76	10.86
	5	7	11	10	9	10	17	69	9.857
	9	3	5	12	18	10	10	67	9.571
	1	8	7	16	10	13	7	62	8.857
	4	7	12	14	18	20	7	82	11.71
	2	5	1	16	9	19	12	64	9.143
	7	9	7	16	18	13	10	80	11.43

FUENTE: SENAMHI

QUINUA						
		Campaña	Siembras (ha)	Cosechas (ha)	Rendimiento (kg/ha) Quinua	Producción (t)
llave	1	1994/95	822.00	812.00	750.54	200.07
	2	1995/96	720.00	678.00	785.86	218.21
	3	1996/97	576.00	534.00	810.89	246.55
	4	1997/98	552.00	507.00	858.01	283.91
	5	1998/99	380.00	311.00	816.72	254
	6	1999/00	380.00	380.00	923.68	351
	7	2000/01	400.00	400.00	1092.50	437
	8	2001/02	480.00	470.00	1029.79	484
	9	2002/03	581.00	572.00	1179.20	530.64
	10	2003/04	625.00	580.00	1174.52	565.55
	11	2004/05	745.00	631.00	1269.40	600.99
	12	2005/06	429.00	398.00	1264.12	637.08
	13	2006/07	600.00	600.00	1292.00	775
	14	2007/08	523.00	486.00	1357.10	951.00
	15	2008/09	640.00	638.00	945.30	284.00
	16	2009/10	536.00	494.00	1173.30	529.00
	17	2010/11	454.00	446.00	1417.30	1077.0
	18	2011/12	950.00	720.00	1400.00	1008
	19	2012/13	960.00	927.00	1265.37	1173
	20	2013/14	980.00	900.00	1026.67	924

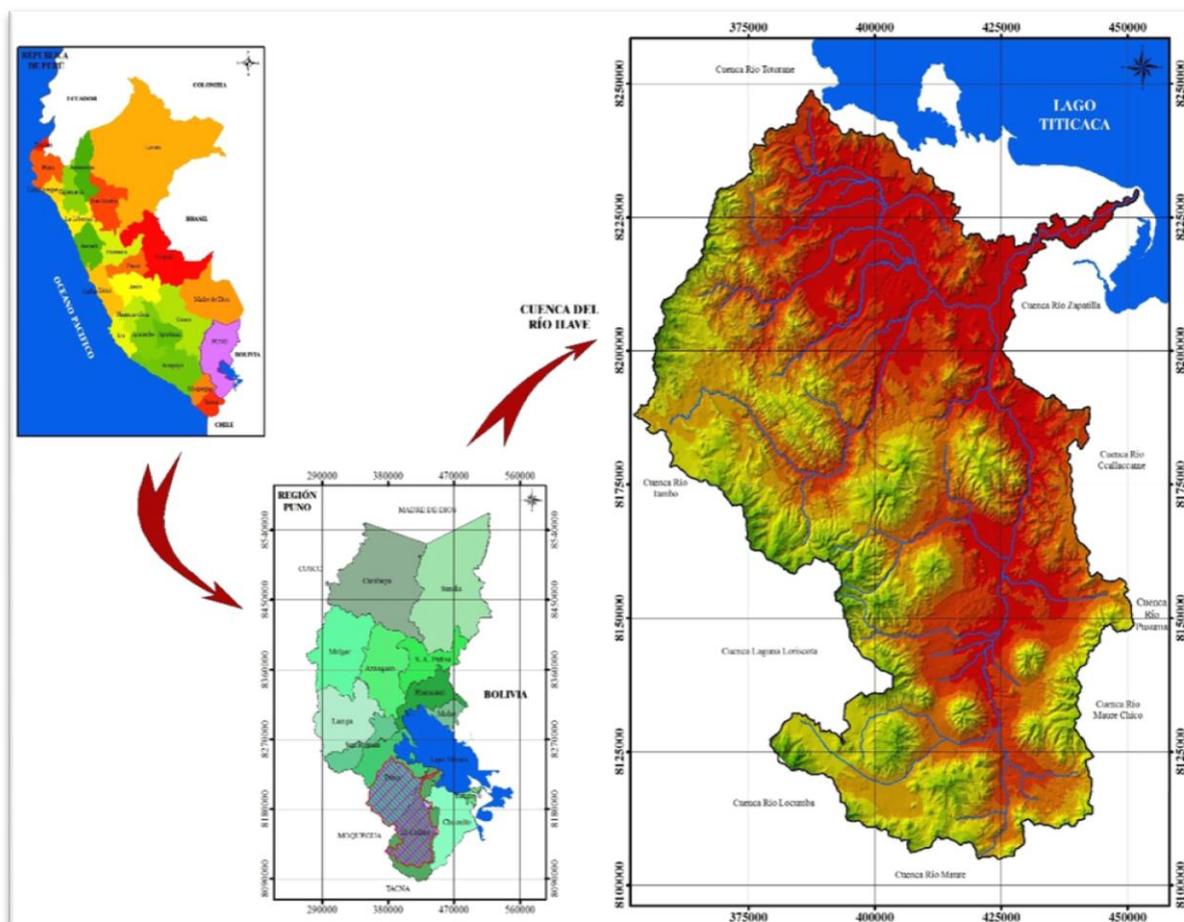
FUENTE: Direccion Regional Agraria - Puno

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS								
								Prom Max24h
Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar		
	2.1	16.2	18.0	22.0	19.5	15.8	17.2	15.8
	10.8	8.4	15.0	20.4	25.0	33.2	16.4	18.5
	2.4	4.2	5.4	34.2	45.2	66.4	28.4	26.6
	12.6	18.4	12.8	32.8	22.4	14.0	14.0	18.1
	14.8	20.0	10.4	16.8	31.8	52.2	30.2	25.2
	14.0	9.0	15.8	19.0	40.2	21.2	21.4	20.1
	0.0	22.4	15.7	14.4	23.6	13.8	16.0	15.1
	11.6	11.8	15.6	15.2	20.8	16.8	20.2	16
	3.2	26.0	1.8	14.4	22.4	14.6	28.0	15.8
	4.2	12.8	14.8	20.2	20.2	20.2	20.4	16.1
	15.8	18.4	11.8	9.8	24.6	24.4	15.2	17.1
	10.0	7.6	12.2	13.2	19.4	22.0	43.0	18.2
	8.4	6.4	18.2	12.0	20.2	15.0	64.0	20.6
	9.2	13.4	22.2	18.0	32.4	19.4	20.4	19.3
	12.2	28.4	9.4	48.8	23.4	10.2	19.4	21.7
	10.0	10.4	46.8	14.0	28.6	14.8	15.4	20
	3.8	10.2	16.2	24.2	22.6	50.2	18.8	20.9
	10.0	10.2	16.2	12.2	13.4	21.4	16.4	14.3
	2.4	9.6	7.4	19.6	12.2	23.6	15.2	12.9
	8.4	12.4	10.8	23.2	18.0	21.8	28.4	17.6

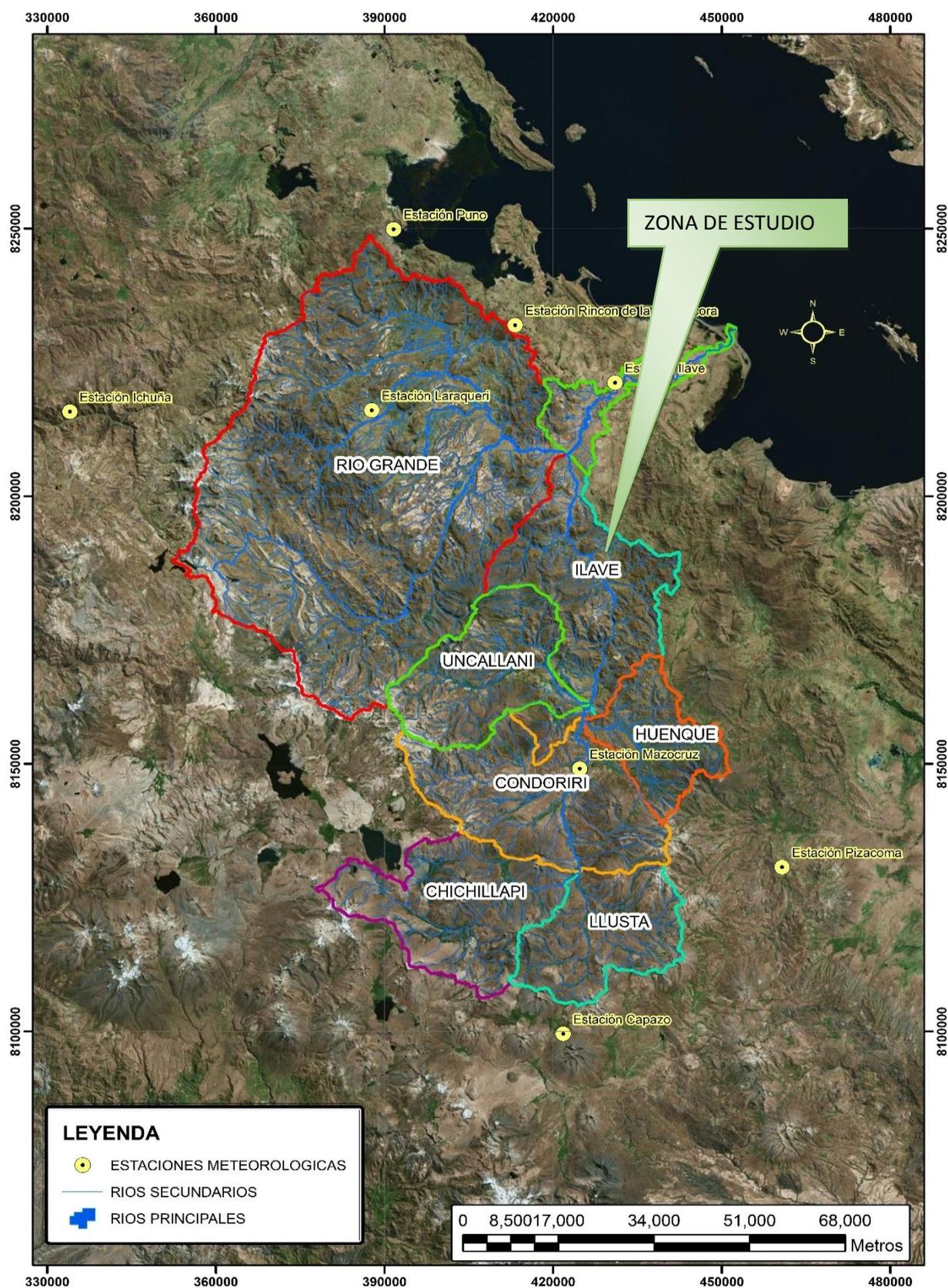
FUENTE: SENAMHI

ANEXO 1.4.

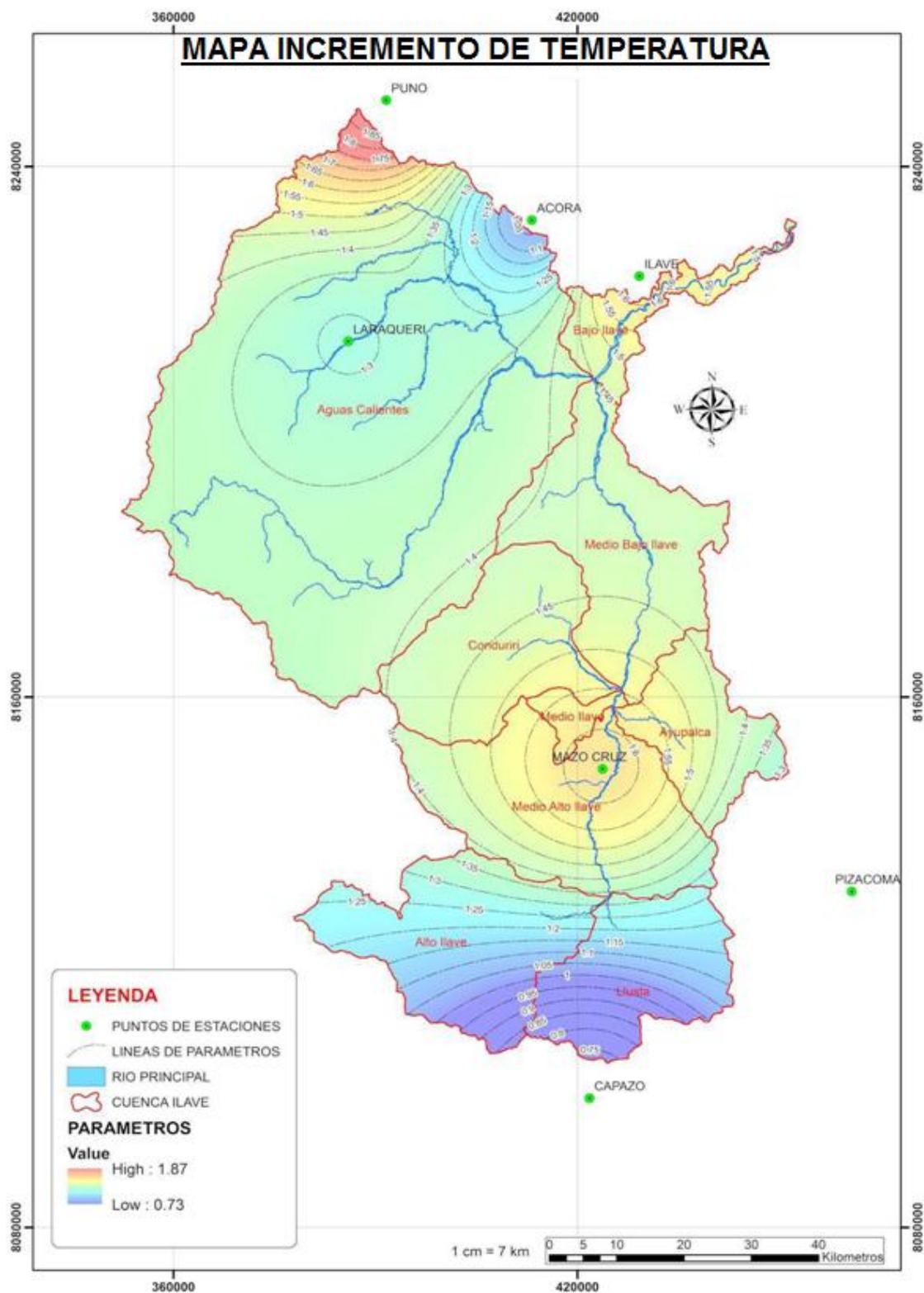
Mapa N° 1: Ubicación Hidrográfica de la cuenca del Río Ilave.



Mapa N°4: Ubicación en la vertiente del lago Titicaca



Mapa N° 5: Incremento de temperatura de la cuenca del rio Ilave



Mapa N° 6: Isoyetas de la cuenca del rio Ilave

