

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



**“EFECTO DE LAS SEQUIAS METEOROLOGICAS EN LA
PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS PAPA Y QUINUA EN LA
PROVINCIA DE HUANCANÉ”**

TESIS

PRESENTADA POR:

JHONY RANDOLPH CARCASI CONDORI

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

**PUNO - PERÚ
2015**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
**“EFECTO DE LAS SEQUIAS METEOROLOGICAS EN LA
PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS PAPA Y QUINUA EN LA
PROVINCIA DE HUANCANÉ”**

TESIS PRESENTADA POR EL BACHILLER:

JHONY RANDOLPH CARCASI CONDORI

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÍCOLA:

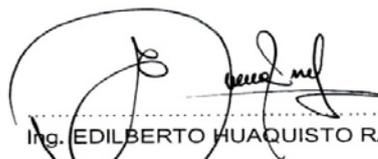
APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE



M. Sc. OSCAR RAÚL MAMANI LUQUE

PRIMER MIEMBRO



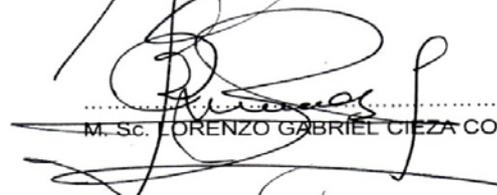
Ing. EDILBERTO HUAQUISTO RAMOS

SEGUNDO MIEMBRO



M. Sc. ALCIDES H. CALDERON MONTALICO

DIRECTOR DE TESIS



M. Sc. LORENZO GABRIEL CIEZA CORONEL

ASESOR DE TESIS



Dr. GERMAN BELIZARIO QUISPE

PUNO - PERÚ

2015

ÁREA : Ingeniería y Tecnología

TEMA: Gestión de riesgos y vulnerabilidad ambiental

LÍNEA: Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

DEDICATORIA

A nuestro señor Jesús, que me acompañan, guían y da fortaleza mi vida a diario.

Con todo mi cariño y mi amor para mis padres, que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, que estoy seguro los llevaré en mi corazón a lo largo de toda mi existencia. Quiero que sepan que lo que he logrado hubiera sido imposible de alcanzar si no tuviera la suerte de tenerlos. A ustedes por siempre mil gracias.

A los miembros de mi familia por la paciencia y comprensión, preferiste sacrificar tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío. Por tu bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor para ti, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ti, gracias por estar siempre a mi lado.

AGRADECIMIENTOS

Podría escribir innumerables páginas de agradecimiento nombrando a todas las personas que de alguna u otra manera formaron parte en esta maravillosa etapa de mi vida.

Agradezco a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno y a todos los catedráticos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola que con el afán de servicio y de contribuir en la superación profesional, guiaron con éxito mi formación académica.

Mis más sinceros agradecimientos al M. Sc. Ing. Lorenzo Gabriel Cieza Coronel, director de esta tesis, quien con su comprensión, orientación, asesoría y sobre todo por su amistad brindada, supo apoyarme de forma decisiva para la culminación de este trabajo de investigación.

Al Dr. Ing. Germán Belizario Quispe, asesor de esta tesis, por su confianza y generosidad al compartir sus conocimientos, su apoyo constante y disposición a escucharme durante el desarrollo de esta tesis.

Agradezco a los miembros del jurado, M. Sc. Ing. Oscar Raúl Mamani Luque, Ing. Edilberto Huaquisto Ramos y M. Sc. Ing. Alcides Héctor Calderón Montalico, por sus orientaciones acertadas al trabajo de investigación, sin la cual el presente trabajo no habría alcanzado los resultados obtenidos.

A todos mis amigos y compañeros que de una u otra forma me acompañaron e hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Problema general	2
1.1.2. Problemas específicos.....	3
1.2. Antecedentes de la investigación.....	3
1.3. Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1. Objetivo general	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL	7
2.1. Definición de sequía.....	7
2.2. Tipos de sequias	8
2.2.1. Sequía meteorológica.....	8
2.2.2. Sequía agrícola.....	10
2.2.3. Sequía hidrológica	11
2.2.4. Sequía socioeconómica.....	12
2.3. Métodos para caracterizar las sequias.....	13
2.3.1. Porcentaje de la precipitación media.....	13
2.3.2. Cuantiles (quintiles, deciles y percentiles)	14
2.3.3. Desviación estandarizada de precipitación.....	14
2.3.4. Índice de Severidad de la Sequía de Palmer (PDSI, Palmer Drought Severity Index).....	16
2.3.5. Índice Normalizado de Precipitación (NPI, Normalized Precipitation Index).....	17
2.4. Hidrología estadística.....	17
2.4.1. Parámetros estadísticos	18
2.4.2. Métodos de estimación de parámetros.....	20
2.4.3. Distribuciones de probabilidad para las variables hidrológicas.....	20
2.5. Análisis de consistencia de la información hidrológica.....	21

2.6.	Producción de cultivos agrícolas a nivel nacional	22
2.6.1.	Cultivo de papa.....	22
2.6.2.	Cultivo de quinua.....	27
2.7.	Variables económicas.....	33
2.7.1.	Costos	33
2.7.2.	Costos de producción.....	34
2.7.3.	Precios.....	35
2.7.4.	Rendimiento.....	35
2.7.5.	Valor Bruto de la Producción.....	35
2.7.6.	Beneficio.....	36
2.7.7.	Rentabilidad.....	36
2.7.8.	Índice de rentabilidad	37
CAPÍTULO III	38
MATERIALES Y METODOLOGÍA	38
3.1.	Materiales	38
3.1.1.	Información cartográfica.....	38
3.1.2.	Información pluviométrica	38
3.1.3.	Equipos y materiales para el procesamiento.....	38
3.2.	Metodología	38
3.2.1.	Determinación de los parámetros estadísticos.....	39
3.2.2.	Análisis de consistencia de la información pluviométrica	39
3.2.3.	Índice de precipitación estandarizado (IPE).....	46
3.2.4.	Superficie sembrada de los cultivos.....	49
3.2.5.	Volumen de producción.....	49
3.2.6.	Rendimiento de los cultivos.....	49
3.2.7.	Precio en chacra de los cultivos.....	50
3.2.8.	Costo de producción de los cultivos.....	50
3.2.9.	Costo unitario de los cultivos.....	51
3.2.10.	Rentabilidad	51
CAPITULO IV	52
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACION	52
4.1.	Ubicación del área de estudio.....	52
4.2.	Características climatológicas y ecológicas.....	54
4.2.1.	Temperatura máxima	55
4.2.2.	Temperatura mínima.....	55
4.2.3.	Temperatura media.....	56
4.2.4.	Precipitación total.....	58
4.2.5.	Humedad relativa.....	59
4.2.6.	Ecología.....	61

CAPÍTULO V	62
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	62
5.1. De la información meteorológica.	62
5.2. Del análisis de consistencia de la información pluviografica.....	62
5.2.1. Análisis de saltos.	62
5.3. De la estimación del índice de precipitación estandarizada.	67
5.3.1. De la estimación de los parámetros de la distribución Gamma.....	67
5.3.2. De la estimación del Índice de Precipitación Estandarizada.	69
5.3.3. Ocurrencia de eventos de sequía por estaciones.	73
5.3.4. De las superficies sembradas de los cultivos.....	74
5.3.5. De volumen de producción.....	75
5.3.6. De los rendimientos de los cultivos.	77
5.3.7. De los precios en chacra de los cultivos.	80
5.3.8. De los costos de producción de los cultivos.....	81
5.3.9. De la rentabilidad o utilidad.....	82
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES.....	87
BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS	90

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1: Superficie Sembrada a nivel Nacional, por Regional (Miles de has)	23
CUADRO 2: Producción nacional, por regiones del cultivo de papa (Tn)	24
CUADRO 3: Rendimiento promedio a nivel Nacional (kg/ha) por Regiones.	25
CUADRO 4: Precios en chacra de la papa (S/. x kg) a nivel nacional	26
CUADRO 5: Costo de producción de la papa (S/. x ha)	27
CUADRO 6: Superficies sembradas de quinua a nivel nacional (has)	29
CUADRO 7: Producción Nacional de la quinua (tn)	30
CUADRO 8: Rendimiento del cultivo de quinua a nivel nacional (kg/ha)	31
CUADRO 9: Precio en chacra del cultivo de quinua (S/. x kg) por Regiones	32
CUADRO 10: Costo de producción de la quinua (US\$ x ha)	33
CUADRO 11: Valores de temperatura máxima (°C) promedio mensual.	55
CUADRO 12: Valores de temperatura mínima (°C) promedio mensual.	56
CUADRO 13: Valores de temperatura media (°C) promedio mensual.	57
CUADRO 14: Valores de precipitación total mensual (mm) promedio de la provincia de Huancané.	59
CUADRO 15: Valores de humedad relativa mensual (%) promedio de la provincia de Huancané.	60
CUADRO 16: Análisis de doble masa de precipitación total anual de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata.	66
CUADRO 17: Resultados de los parámetros de la distribución Gamma – estación Taraco	68
CUADRO 18: Resultados de los parámetros de la distribución Gamma – Estación Huancané.	68
CUADRO 19: Resultados de los parámetros de la distribución Gamma – Estación Cojata.	68
CUADRO 20: Índice de precipitación Estandarizada – Estación Taraco.	69
CUADRO 21: Índice de Precipitación Estandarizada – Estación Huancané.	69
CUADRO 22: Índice de Precipitación Estandarizada – Estación Cojata.	70
CUADRO 23: Superficie sembrada (has) del cultivo de papa por distritos en la provincia de Huancané.	74
CUADRO 24: Superficie sembrada (has) del cultivo de quinua por distritos en la provincia de Huancané.	75

CUADRO 25: Volumen de producción (Tn) del cultivo de papa por distritos en la provincia de Huancané.	77
CUADRO 26: Volumen de producción (Tn) del cultivo de quinua por distritos en la provincia de Huancané.....	77
CUADRO 27: Rendimiento del cultivo de papa (Kg/ha) por distritos en la provincia de Huancané	78
CUADRO 28: Rendimiento del cultivo de quinua (Kg/ha) por distritos en la provincia de Huancané.	79
CUADRO 29: Precio en chacra (S/.) por kilogramo de papa en la provincia de Huancané.....	80
CUADRO 30: Precio en chacra (S/.) por Kilogramo de quinua en la provincia de Huancané.....	81
CUADRO 31: Costo de producción (S/.) por hectárea de papa y quinua en la provincia de Huancané.	82
CUADRO 32: Rentabilidad (S/.) por Kilogramo de papa por distritos en la provincia de Huancané.	83
CUADRO 33: Rentabilidad (S/.) por Kilogramo de quinua por distritos en la provincia de Huancané	84
CUADRO 34: Precipitación total mensual (mm) – estación Taraco.	91
CUADRO 35: Precipitación total mensual (mm) – estación Huancané.....	92
CUADRO 36: Precipitación total mensual (mm) – estación Cojata.....	92

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Ubicación política de la provincia de Huancané	53
FIGURA 2: Provincia de Huancané y sus distritos.	53

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1: Variación mensual de la temperatura máxima, media y mínima en la provincia de Huancané.....	57
GRAFICO 2: Variación mensual de la precipitación total promedio en la provincia de Huancané.	58
GRAFICO 3: Variación mensual de la humedad relativa promedio en la provincia de Huancané	60
GRAFICO 4: Histograma de precipitación total mensual (mm) – estación Taraco –Periodo (1971 – 2013).	63
GRAFICO 5: Histograma de precipitación total mensual (mm) – estación Huancané –Periodo (1971 – 2013).	64
GRAFICO 6: Histograma de precipitación total mensual (mm) – estación Cojata –Periodo (1971 – 2013).	65
GRAFICO 7: Diagrama de doble masa de precipitación total anual de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata.	66
GRAFICO 8: Serie de tiempo de Índice de Precipitación Estandarizada. Estacion Taraco – Periodo 2008 al 2012.	72
GRAFICO 9: Serie de tiempo de Índice de Precipitación Estandarizada.	72
GRAFICO 10: Serie de tiempo de Índice de Precipitación Estandarizada.	73

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene por problema de identificar el efecto de las sequías meteorológicas en el rendimiento de la producción agrícola en la provincia de Huancané durante el periodo 2008 al 2012 y cuyo objetivo es determinar el efecto de la sequía meteorológica en la productividad de los cultivos papa y quinua en la provincia de Huancané durante el periodo 2008 al 2012. Se ha empleado información histórica de 42 años (1971 al 2013) de precipitación total mensual de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata, los mismos que fueron obtenidos del SENAMHI-Puno. La metodología utilizado es el siguiente: a) Análisis de consistencia de la información pluviométrica de las 03 estaciones en estudio, b) Determinación de los parámetros de la distribución Gamma 2 parámetros, c) Determinación del Índice de precipitación estandarizada para las 09 estaciones en estudio y d) Determinación de los eventos de sequía, e) Superficie sembrada de los cultivos papa y quinua, f) Determinación del volumen de producción de papa y quinua, g) Rendimiento de los cultivo, h) Precio en chacra, i) Costo de producción y rentabilidad. Las conclusiones obtenidas en la investigación son: a) La serie histórica de precipitación total mensual de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata son homogéneas y consistentes, b) El ámbito de la estación Taraco, se han producido 06 eventos de sequias en la categoría de muy seca, en el ámbito de la estación Huancané, se han producido 02 eventos de sequias en la categoría de muy seca y el ámbito de la estación Cojata, se han producido 04 eventos de sequias en la categoría de muy seca; estas sequias no influyen mucho en la actividad productiva. Los rendimientos del cultivo de papa en promedio para las campañas agrícolas 2008/09 al 2012/13, para la provincia de Huancané varia de 8,888.0 a 10,142.2 Kg/Ha; mientras que para el cultivo de quinua varía de 1,110.0 a 1,127.5 Kg/Ha, estos valores de rendimiento están por debajo de los rendimientos a nivel departamental y nacional. La rentabilidad en producir un kilogramo de papa en promedio para la provincia de Huancané varia de S/. 0.08 a S/. 0.36 nuevos soles; la rentabilidad en producir un kilogramo de quinua

en promedio para la provincia de Huancané varía de S/. 1.60 a S/. 3.12 nuevos soles, concluyendo que la quinua es un cultivo rentable.

Palabras Clave: hidrología, meteorología, pluviometría, precipitación, producción, rentabilidad, sequía.

ABSTRACT

This research has the problem of identifying the effect of meteorological droughts in the performance of agricultural production in the province of Huancané during the period 2008 to 2012 and aims to determine the effect of meteorological drought on crop productivity potato and quinoa in the province of Huancané during the period 2008 to 2012. It has used historical data of 42 years (1971 to 2013) of total monthly precipitation of Taraco, Huancané and Cojata stations, the same as were obtained from SENAMHI-Puno. The methodology used is as follows: a) Analysis of rainfall data consistency of the 03 stations studied, b) Determination of the parameters of the 2-parameter Gamma distribution, c) Determination of standardized precipitation index for 09 seasons under study d) Identification of drought events, e) planted area of potatoes and quinoa crops f) Determining the volume of production of potatoes and quinoa, g) Performance of culture, h) farm price, i) Cost of production and profitability. Findings from the research are: a) The time series of total monthly precipitation of Taraco, Huancané and Cojata stations are homogeneous and consistent, b) The scope of the Taraco season, there have been 06 events drought in the category of very dry, in the field of Huancané season, there have been 02 events drought in the category of very dry and the area of Cojata season, there have been 04 events drought in the category of very dry; These droughts not greatly influence the production. The yield of the potato crop on average for crop years 2008/09 to 2012/13 for the province of Huancané varies from 8888.0 to 10142.2 kg / ha; while for growing quinoa varies from 1110.0 to 1127.5 kg / ha, these performance values are below yields departmental and national levels. The profitability of producing a kilogram of potatoes on average for the province of Huancané varies from S /. 0.08 to S /. 0.36 suns; profitability to produce one kilogram of quinoa on average for the province of Huancané varies from S /. 1.60 to S /. 3.12 new suns, concluding that quinoa is a profitable crop.

Key words: hydrology, meteorology, rainfall, precipitation, production, yield, drought.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cambio climático viene provocando múltiples alteraciones en el comportamiento normal de los parámetros meteorológicos, por ello es importante promover la investigación de tecnologías y políticas públicas para países en desarrollo, como es el Perú, que puedan ayudar a mitigar las consecuencias adversas de los fenómenos naturales como son las sequías, heladas e inundaciones.

Un proyecto agrícola, está sometido a distintas clases de riesgos, por ejemplo, se encuentran los climatológicos, plagas y enfermedades, disminuciones en los precios de los productos, riesgos de no poder cumplir los compromisos financieros y, por último, están los riesgos de la economía mundial (recesión, inflación, tipos de cambio, etc.).

La papa y la quinua son cultivos que los agricultores de los pueblos andinos han mantenido, controlado, protegido y preservado como alimentos para generaciones presentes y futuras gracias a sus conocimientos tradicionales y prácticas de vida en armonía con la madre tierra y la naturaleza

En la región Puno, se concibe que el agua es un recurso de vital importancia y actúa como recurso integrador entre los diversos sectores como son agricultura, salud, minería, medio ambiente y otros; bajo esta visión, los impactos negativos de eventos como sequías, inundaciones y cambio climático.

Teniendo en cuenta la sequía de gran magnitud que se presentó en los años 1939-1957, que fueron 11 años alcanzando una sequía extrema afectando la economía de los pobladores. Esta sequía produjo una gran disminución del nivel de lago Titicaca hasta una cota de 3804 m.s.n.m., alterando el ecosistema del lago; con la presente investigación se pretende determinar las sequías extremas y ver su influencia en el rendimiento de los cultivos de papa y quinua en la provincia de Huancané, durante el periodo 2008 al 2012; así mismo realizar un análisis comparativo entre la rentabilidad de los cultivos de papa y quinua durante el periodo de 2008 al 2012.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Muchos fenómenos naturales se presentan en el mundo, en el Perú y en la región Puno, los mismos pueden ser catalogados como eventos extremos; uno de estos fenómenos es la sequía, considerada erróneamente como fenómeno poco frecuente y aleatorio.

La sequía es considerada por muchos investigadores como el problema más complejo pero menos conocido de todos los peligros naturales que afectan a mucha gente, entre ellas se puede mencionar pérdida de vidas humanas a causa de desastres naturales, enfermedades y falta de agua, pérdida de las cosechas en la agricultura y consecuentemente conlleva a pérdidas económicas en diferentes sectores.

En el caso de la sierra peruana, ubicada en los Andes centrales, la región norte se caracteriza por una mayor disponibilidad de humedad y una topografía más suave; la región central con precipitaciones muy variables y topografía muy quebrada y en el sur se diferencia la presencia del altiplano del lago Titicaca que nace del nudo de Vilcanota y se prolonga hasta el sur de Bolivia con una topografía poco quebrada, pero su altitud, así como las tremendas variaciones climáticas en el año y entre los años ocasionan que se la considere como la subregión de mayor riesgo productivo.

La papa y la quinua son considerados como principales cultivos del Perú, por sus amplias hectáreas instaladas, su disponibilidad como producto alimenticio en todo el año, el consumo de papa procesada en el país está creciendo en su

mayoría bajo la forma chips o fritas; y la quinua es considerado como un alimento único, por su altísimo valor nutricional que permite sustituir las proteínas de origen animal, además por su contenido balanceado en proteínas y nutrientes. Los rendimientos de estos cultivos dependen del clima (sequias), nivel de tecnología, semilla certificada, variedades mejoradas, fertilizantes, nivel de mecanización, prácticas agronómicas, riego y control de plagas y enfermedades

Existen muchos métodos para estimar las sequias meteorológicas, entre ellas el método de índice de precipitación estandarizada (SPI), es una metodología empírica, que nos permite detectar a la sequía meteorológica a partir de la precipitación total mensual.

El problema de la sequía en la vertiente de lago Titicaca, constituye uno de los aspectos más críticos para planificar el uso óptimo de los recursos hídricos, debido a que no se conoce ni en el tiempo ni en el espacio la ocurrencia de este fenómeno natural. Se deduce que las sequías son consecuencias de las alteraciones y anomalías del clima lo que motiva el déficit de precipitaciones pluviales especialmente es las vertientes andinas occidentales a 2200 m.s.n.m., en los valles interandinos y en la cuenca del lago Titicaca 3820 m.s.n.m., nos referimos a estos lugares porque allí se ha producido pérdida de vidas humanas y económicas.

La importancia de la investigación radica en la caracterización de las sequia meteorológicas en el tiempo y en el espacio de la zona en estudio, con la finalidad de evaluar la severidad de este fenómeno y relacionar con la producción agrícola durante el periodo 2008 al 2012.

1.1.1. Problema general

¿Es posible identificar el efecto de la sequias meteorológicas en el rendimiento de la producción agrícola en la provincia de Huancané durante el periodo 2008 al 2012?

1.1.2. Problemas específicos

¿Es posible determinar las sequías meteorológicas a partir de la precipitación total en la provincia de Huancané?

¿Es posible determinar la influencia de las sequías meteorológicas extremas en la productividad de los cultivos papa y quinua?

¿Es posible realizar un análisis comparativo de la rentabilidad de los cultivos papa y quinua durante el periodo 2008 al 2012?

1.2. Antecedentes de la investigación

A pesar de que las sequías han afectado a la civilización humana por miles de años, los métodos para estudiarlas sistemáticamente fueron desarrollados hace 40 o 50 años. A continuación, se presenta algunos de los trabajos más importantes en cuanto a análisis de sequías.

Palmer (1965) consideró que la sequía era un fenómeno estrictamente meteorológico, caracterizado por anomalías que originan deficiencias de humedad anormalmente prolongadas. Bajo este contexto desarrolló una metodología para evaluar dichas anomalías por medio de un índice al que denominó PSDI. Lo aplicó inicialmente en la caracterización de sequías en el oeste de Kansas, región central de Iowa y noroeste de Dakota del Norte (Estados Unidos).

Un índice alternativo fue introducido por Mc Kee *et al.* (1993), al cual se le denominó índice SPI. En él los registros históricos de precipitación total mensual en agrupaciones mensuales y estacionales, son ajustados a una función de distribución de probabilidad Gamma incompleta que posteriormente se normaliza empleando función normal inversa (denominada Gaussiana). En los últimos años el SPI a tomado gran popularidad a nivel mundial pues solo requiere disponer de series pluviométricas largas y confiables.

Navarro (2002) evaluó las secuencias secas de larga duración en las islas Baleares de España, empleando el Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica (IESP), obtenido de la diferencia entre cada registro y el valor de la mediana de cada uno de los meses del año. El IESP respondió bien a la

realidad de la sequía Balear al detectar tanto las secuencias secas de varios meses como la de años consecutivos, en 5 observatorios durante el periodo 1940-2001 (4 en Mallorca y 1 en Menorca). Encontró que 2 de cada 5 años secos están precedidos de otro de semejantes características en los observatorios de Esporles, Sant Lluís, Felanitx y Son Crespí.

Mormeneo y Díaz (2003) mencionan que uno de los principales inconvenientes en la evaluación de sequías meteorológicas es el definir índices que reúnan las condiciones de precisión y sencillez en la categorización de la anomalía. Centaron su atención en esta problemática, por lo que analizaron las lluvias anuales y mensuales de Bahía Blanca (provincia de Buenos Aires); encontraron que la función gamma incompleta aplicada a la serie de lluvias mensuales en Bahía Blanca proporciona un buen ajuste, sugiriendo su aplicación en la clasificación de las anomalías de la lluvia mensual; consideran útil la aplicación de las probabilidades de lluvias como índice para caracterizar el grado de anomalía en la serie temporales de precipitaciones mensuales, pudiendo calificar así a un año o grupo de años, de acuerdo a este criterio. En el caso concreto de Argentina, indican que esa metodología puede extenderse a toda la nación y realizar mapas de distribución regional de las precipitaciones en porcentajes, en su carácter de muy seco-seco-normal-húmedo-muy húmedo.

Salas *et al.* (2005) caracterizan la severidad y el riesgo de sequía en el río Poudre, en Colorado (Estados Unidos), siguiendo una metodología análoga a la empleada en el análisis de crecientes. Partieron de 119 años de registros de escurrimiento anuales, que completaron con data generada sintéticamente por medio de un modelo estocástico de corta duración, seguido determinaron el periodo de retorno y el riesgo de ocurrencia de sequías. Adicionalmente, usaron un algoritmo matemático para determinar la distribución de los eventos secos en función del periodo de retorno. Esta investigación plantea un enfoque semejante al seguido por Shiau y Shen (2001), y Shin y Salas (2000).

Kömüscü y Kahya (2007) evaluaron el patrón espacial de las sequías en Turquía entre 1951 y 2000, empleando el índice SPI en agrupaciones de 3, 6, 12 meses y dos años. Reportaron que el patrón de las sequías en el país

variaba en función del tipo de agrupación que se empleara en la determinación del SPI, en líneas generales, encontraron que al aumentar el tiempo de agrupación la severidad de las sequías detectadas disminuían.

El problema de la sequía en el Altiplano-Peruano, constituye uno de los aspectos más críticos para la planificación del uso óptimo del recurso hídrico, debido a que la precipitación es variable en el tiempo, es decir varía de año en año, por ello la necesidad de hacer un estudio de las sequías severas.

El fenómeno del Niño de 1982 – 1983, tuvo grandes impactos en la costa peruana, pero contrariamente en la región del altiplano que se produjo la sequía más prolongada que afectó severamente la producción agrícola.

En 1989 – 1990 se produjeron sequías y heladas con fuertes impactos para la producción agropecuaria de la región. En los últimos cincuenta años los periodos de sequías han sido más críticos y más seguidos, citamos algunos: en 1955 – 1957, como también en 1964 – 1967, se produjeron sequías en el altiplano que tuvo como causa una zona de baja de presión al Noreste de Bolivia.

Se han hecho algunos estudios de sequía, en algunas de las microcuencas, empleando métodos analíticos; a través de generación de series sintéticas a partir de las series históricas o con modelos markovianos. También se han hecho estudios de balance hidrológico a nivel superficial con distintas metodologías los cuales concluyen con un déficit de agua a nivel superficial, esto a partir de informaciones hidrométricas como la serie histórica de caudales.

En el caso de la sierra sur, la sequía tuvo doble efecto, una baja productividad de cultivos de la región y la pérdida compleja de los cultivos y ganado por falta de agua. En los años 1982-1983 el fenómeno de la sequía impactó con mayor severidad ocasionando grandes pérdidas económicas. Instituciones como el PELT y ONERN, han hecho investigaciones y cuantificación de las pérdidas económicas en pastos naturales.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto entre la sequía meteorológica en la productividad de los cultivos papa y quinua en la provincia de Huancané durante el periodo 2008 al 2012.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar las sequias meteorológicas en la provincia de Huancané, a través del método de Índice de Precipitación Estandarizada.

Determinar la productividad de los cultivos papa y quinua en los distritos de la provincia de Huancané.

Realizar un análisis comparativo de la rentabilidad de los cultivos de papa y quinua en los distritos de la provincia de Huancané.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL

2.1. Definición de sequia

La Organización de las Naciones Unidas (ONU, 1994) considera la sequía como un fenómeno que se produce naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un agudo desequilibrio hídrico que perjudica los sistemas de producción de recursos de tierras. La Organización Meteorológica Mundial (OMM, 1992) en su vocabulario meteorológico internacional, define a la sequía como un periodo de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico. No debe confundirse sequía con aridez, pues la última se da en regiones donde las lluvias y la humedad del suelo son bajas a consecuencia de las características climáticas del sitio en cuestión (WMO, 1975).

Wilhite y Glantz (1985) encontraron más de 150 definiciones del término “sequía”, las cuales categorizaron en cuatro grupos según la disciplina científica desde la que sea analizado el fenómeno: sequía meteorológica, sequía hidrológica, sequía agrícola, y sequía socioeconómica; esta clasificación también es adoptada por la Sociedad de Meteorología Americana (American Meteorological Society, 1997). Existen clasificaciones más simples, como la de SUDENE (1999), que prescinde del tipo meteorológico y divide las sequías en hidrológicas, agrícolas y efectivas (estas últimas equivalentes a socioeconómicas), y más detalladas, como la de Subrahmanyam (1967), que distingue hasta seis tipos de sequía: meteorológica, climática, atmosférica, agrícola, hidrológica y de gestión hídrica.

Salas (1986) considera que a pesar de existir numerosas definiciones, éstas pueden agruparse en tres categorías fundamentales:

- Aquella en la cual la sequía es definida como una cantidad absoluta de humedad (lluvia, escorrentía, humedad del suelo) por debajo de un umbral (por ejemplo, 20 días consecutivos sin llover).
- Aquella en la cual la sequía ocurre cuando la variable humedad se desvía de la normal, o de un valor medio, en un porcentaje especificado (por ejemplo, escorrentía menor que el 60 % de la media).
- Aquellas definiciones en la cual la sequía ocurre cuando la variable humedad es insuficiente para satisfacer las necesidades humanas.

Dada la dificultad de conceptualizar el término sequía, Yevjevich (1977) sugirió el uso de la siguiente terminología para caracterizar el grado de déficit de humedad:

- Escasez: diferencias entre la demanda de agua y el agua suministrada, frecuentemente de carácter temporal, la cual suele generar pequeñas consecuencias económicas y cierta inconformidad en los usuarios.
- Déficit: falta de agua en un lugar dado, durante un intervalo de tiempo dado, con consecuencias relativamente moderadas.
- Sequía: déficit de agua de duración prolongada, gran área de cobertura y con grandes impactos sobre la región.

La acepción de sequía varía entre autores; por ejemplo, Guerrero-Salazar y Yevjevich (1975) consideran la sequía como una deficiencia en el suministro de agua a lo largo de un tiempo determinando, en el cual la demanda de agua para varias actividades humanas no es satisfecha.

2.2. Tipos de sequias

2.2.1. Sequía meteorológica

Basada en datos climáticos, es una expresión de la desviación de la precipitación respecto a la media durante un período de tiempo determinado. Ante la dificultad de establecer una duración y magnitud del déficit pluviométrico válidas para diferentes áreas geográficas, algunas definiciones

de sequía optan por no especificar umbrales fijos. Por ejemplo, Palmer (1965) define sequía meteorológica como el intervalo de tiempo, generalmente con una duración del orden de meses o años, durante el cual el aporte de humedad en un determinado lugar disminuye progresivamente por debajo de lo climatológicamente esperado o del aporte de humedad climatológicamente apropiado.

Russell *et al.* (1970) son más concisos, definiéndola como la falta prolongada de precipitación, inferior a la media.

Wilhite y Glantz (1985), la refieren como el grado de desviación de la precipitación en comparación a un comportamiento “normal”, de una serie de tiempo preestablecida.

En la mayoría de casos, las definiciones de sequía meteorológica presentan información específica para cada región particular, que varía en función de las características del clima regional. Por tanto, es imposible extrapolar una definición de una región a otra. Algunas definiciones en función del área geográfica estudiada, se resumen a continuación:

- Indonesia (Bali): Periodo de seis días sin lluvias (Hudson y Hazen, 1964).
- España: En las diferentes cuencas hidrográficas españolas pueden considerarse años secos aquellos cuya precipitación experimenta la siguiente reducción respecto a la media anual: Cantábrico, Duero y Ebro, 15-25 %; Guadalquivir 20-25 %; Guadiana/Tajo, 30 %; Levante y Sureste, 40-50 % (Olcina, 1994).
- Gran Bretaña: Periodo de al menos quince días consecutivos con precipitación diaria inferior a 0,25 mm (Goudie, 1985).
- India: Situación en la que la precipitación estacional anual es deficiente en, al menos, dos veces la desviación típica (Ramdas, 1960).
- India (Indian Meteorological Office): La precipitación es inferior al 80 % de los niveles normales (Dhar *et al.*, 1979).
- Libia: Precipitación anual inferior a 180 mm (Hudson y Hazen, 1964).

- Nordeste de Brasil: Precipitaciones mensuales durante el período lluvioso inferiores a 100 mm o inferiores al 80 % de la media a lo largo de 90 días, durante los cuales se producen intervalos superiores a 10 días con valores inferiores a 10 mm (SUDENE, 1981).
- URSS: Período de 10 días con una lluvia total que no excede 5 mm (Krishnan, 1979).
- Venezuela: Mes de sequía es aquel cuya precipitación acumulada mensual sea inferior a 25 mm, que corresponde al periodo mensual de lluvia que separa los climas áridos de los semiáridos en la clasificación de Köppen (Carrillo, 1999).
- México: El Fondo Nacional de Desastres Naturales de México, considera la presencia de sequía en la actividad pecuaria, cuando la precipitación media mensual de mayo a noviembre en una cuenca hidrológica durante dos meses consecutivos, es menor en un 50 % a su media mensual; en la agricultura, cuando los efectos de las bajas precipitaciones afectan a cultivos de ciclo corto, dependiendo de la etapa fenológica en que se encuentren los cultivos, por lo que la disminución en la cantidad de lluvia, con respecto a su media histórica, puede ocurrir en un mes o menos (Pichardo, 2006).

2.2.2. Sequía agrícola.

Por ser el primer sector económico que resulta afectado por la escasez de precipitaciones, la agricultura adquiere una especial relevancia en relación con la sequía. Así, se produce una sequía agrícola cuando no hay suficiente humedad en el suelo para permitir el desarrollo de un determinado cultivo en cualquiera de sus fases de crecimiento. Dado que la cantidad de agua es diferente para cada cultivo, e incluso puede variar a lo largo del crecimiento de una misma planta, no es posible establecer umbrales de sequía agrícola válidos ni tan siquiera para una única área geográfica. Sin embargo, Kulik (1962) define sequía agrícola como el período durante el cual solo hay 19 mm de agua disponible en los primeros 20 cm de suelo. Este tipo de sequía, por depender no sólo de las condiciones meteorológicas, sino también de las

características biológicas del cultivo y las propiedades del suelo, no es equivalente a la sequía meteorológica. Si los niveles de humedad en el subsuelo son suficientes para proporcionar agua a un determinado tipo de cultivo durante el período que dure la sequía meteorológica, no llegará a producirse una sequía agrícola.

Un enfoque análogo es presentado por Cadenas (2005), quien sostiene que la sequía agrícola se presenta cuando el agua con la que se cuenta, ya sea por precipitación o por almacenamiento en el suelo o en los diferentes cuerpos de agua, no es suficiente para que los cultivos puedan crecer y desarrollarse de manera adecuada. Según lo anterior este tipo de sequía une varias características de las sequías meteorológica e hidrológica y se evidencia en impactos a la agricultura. La sequía agrícola tiene lugar cuando hay periodos de baja precipitación, evapotranspiración real y potencial altas, déficit de agua en el suelo, reducción del nivel de agua en los ríos y acuíferos, entre otros.

2.2.3. Sequia hidrológica

Se asocia a una deficiencia en el caudal o volumen de aguas superficiales o subterráneas (ríos, embalses, lagos, entre otros). Al producirse un desfase entre la escasez de lluvias o nieves y la reducción del caudal de ríos o el nivel de lagos y embalses, las mediciones hidrológicas no pueden ser utilizadas como un indicador del inicio de la sequía, pero sí de su intensidad. A diferencia de la sequía agrícola, que tiene lugar poco tiempo después de la meteorológica, la sequía hidrológica puede demorarse durante meses desde el inicio de la escasez pluviométrica o, si las lluvias retornan en poco tiempo, no llegar a manifestarse. Por tanto, la secuencia temporal es: sequía meteorológica, a continuación sequía agrícola y, en último lugar, sequía hidrológica.

La capacidad de gestionar los recursos hídricos hace que la sequía hidrológica no dependa exclusivamente del volumen de agua existente en los depósitos naturales o artificiales, sino que también es determinante la forma en que se emplea el agua embalsada. Linsley *et al.* (1975) toman en consideración estos aspectos, al definir sequía hidrológica como el periodo durante el cual los

caudales son inadecuados para satisfacer los usos establecidos bajo un determinado sistema de gestión de aguas.

2.2.4. Sequía socioeconómica.

Se produce cuando la disponibilidad de agua disminuye hasta el punto de producir daños (económicos o personales) a la población de la zona afectada por la escasez de lluvias. Para hablar de sequía socioeconómica no es necesario que se produzca una restricción del suministro de agua, sino que basta con que algún sector económico se vea afectado por la escasez hídrica. La pujante presión antrópica sobre el recurso agua hace que cada vez sea mayor la incidencia de la sequía socioeconómica, con pérdidas económicas crecientes, incluso en el caso de una sequía meteorológica leve. En términos generales, la sequía socioeconómica sucede a la agrícola, pero en regiones menos desarrolladas, donde este sector tiene un mayor peso en la economía, y su incidencia es más directa e inmediata que en regiones desarrolladas, la sequía agrícola constituye en sí misma el inicio de la sequía socioeconómica (Valiente, 2001). En el caso de la sequía socioeconómica, son tan determinantes la magnitud y la duración del evento seco como la forma en que la economía y la sociedad desarrollan sus actividades, ya que determinadas acciones incrementan la vulnerabilidad a la escasez de precipitaciones. En función de esa vulnerabilidad, los efectos de la sequía sobre la economía y la sociedad, medidos en forma de pérdidas materiales, población afectada o pérdida de vidas humanas, adquirirán mayor o menor relevancia, llegando a configurar situaciones en las que la sequía es considerada una catástrofe.

Las diferentes formas en que la sociedad y la economía de una región pueden verse afectadas por la escasez de precipitaciones quedan reflejadas en las diversas definiciones existentes de este tipo de sequía:

Escasez de precipitaciones tan cuantiosa y continuada como para afectar dañinamente a la vida animal y vegetal de un lugar, y para reducir las reservas de agua para usos domésticos y para el funcionamiento de plantas energéticas, especialmente en aquellas regiones donde la lluvia es normalmente suficiente para tales necesidades (Havens, 1954).

Desvío negativo extenso y significativo de la precipitación con relación al régimen alrededor del cual una sociedad se ha establecido (Rasmussen, 1987).

Fenómeno accidental de duración variable, marcado por un déficit anormal de agua, que produce una ruptura del equilibrio natural, una desorganización de la gestión del país, una reducción considerable de la producción, y conflictos sociales que pueden ser irreversibles. Se produce en todos los dominios climáticos, pero afecta más duramente a las regiones semiáridas marcadas por una fuerte variación interanual de las lluvias (Toupet, 1989).

Los cuatro tipos de evento seco analizados reflejan un proceso de evolución de la sequía, determinado tanto por la variabilidad natural del clima, como por la duración del evento, y por la interacción entre clima y sociedad. Cada tipo de sequía es cuantificado para poder establecer la magnitud y duración del período de escasez pluviométrica, pero la diversidad de definiciones existentes determina la existencia de numerosos métodos de cuantificación.

2.3. Métodos para caracterizar las sequias

2.3.1. Porcentaje de la precipitación media

Este cálculo simple se expresa mediante el cociente de la precipitación total registrada en un período determinado (mes, trimestre, estación, semestre, año, etc.) y la precipitación media (habitualmente por un período de 30 años) del mismo período de referencia, expresado el resultado en porcentaje. Pese a su simplicidad, es un método susceptible de equívocos, puesto que la precipitación media es un número abstracto que no tiene por qué ser equivalente a la mediana, que sí representa el valor o intervalo de mayor frecuencia de la serie. Además, presenta la dificultad de establecer los límites a partir de los cuáles se establece una situación de sequía, así como su severidad, puesto que el porcentaje de desviación escogido para un lugar o región no es aplicable a otra zona.

Pese a sus carencias, sigue siendo el índice de sequía más utilizado, ya que puede ser calculado incluso para aquellas zonas con poca disponibilidad de información climatológica.

2.3.2. Cuantiles (quintiles, deciles y percentiles)

Para evitar las limitaciones derivadas del anterior método, el establecimiento de los umbrales puede realizarse mediante el cálculo de quintiles, deciles y percentiles. La técnica consiste en dividir la distribución de ocurrencias pluviométricas durante un período temporal suficientemente largo, en intervalos para cada 20 % (quintil), 10 % (decil), o 1% (percentil) de la distribución. Al ser valores totalmente referenciados en la serie pluviométrica, ofrecen unos límites más cercanos a la realidad climática del área estudiada. Según Valiente (2001), para que el cálculo de este índice ofrezca resultados fiables y estadísticamente significativos, es necesario que la serie pluviométrica sea larga (como mínimo treinta años y, si es posible, más de cincuenta). Los límites de referencia más utilizados son los correspondientes a los quintiles, de tal forma que un período es muy seco cuando el valor de precipitación total se sitúa entre el 20 % de los valores más bajos, seco cuando se encuentra en el tramo del siguiente 20 % de valores, normal cuando se sitúa en el tramo del 20% de valores intermedios, húmedo en el siguiente tramo del 20 %, y muy húmedo en el intervalo del 20 % de los valores más elevados de la serie.

2.3.3. Desviación estandarizada de precipitación

Valiente (2001) menciona que este índice se calcula restando a la precipitación total de un determinado período, la media aritmética de ese período y dividiendo el resultado por la desviación típica. El resultado será próximo a cero para valores cercanos a la media, e igual a uno cuando la diferencia entre la lluvia registrada y la media del período sea próxima al valor de desviación típica. La estandarización de los valores permite que los resultados presenten una distribución normal. Aunque este método permite establecer comparaciones entre todo tipo de climas, presenta problemas en aquellas regiones con una elevada variabilidad pluviométrica, de tal forma que si la media aritmética es inferior a la desviación típica, el índice nunca podrá alcanzar el valor -1 . Tal es el caso en los valores anuales de regiones desérticas como la de Atacama, en Chile, donde un año con precipitación igual a cero, presentará una desviación estandarizada de precipitación mínima: entre -0.3 y -0.8 ; en ámbitos semiáridos, como el Nordeste de Brasil o el Norte

Chico de Chile, algunas estaciones apenas alcanzan mi valor mínimo de - 1.5, por lo que el resultado no tendrá validez comparativa con otras regiones.

McKee *et al.* (1993), desarrollaron una variante de esta metodología, denominándola Índice Estandarizado de Precipitación (SPI, Standardized Precipitation Index), fijan el inicio de un episodio de sequía en el caso de que el SPI sea continuamente negativo con un valor inferior o igual a -1,0 y su finalización en el momento en que el SPI adquiera valor positivo. Siguiendo con esta delimitación arbitraria, escogida para su aplicación en Colorado (Estados Unidos), cuando el SPI supera el umbral de -1,0 se habla de sequía moderada, si es inferior a -1,5 sequía severa, y para valores iguales o menores que -2,0 sequía extrema. Según estas determinaciones, en las áreas desérticas antes mencionadas no se producen episodios de sequía, puesto que el SPI nunca puede ser igual o inferior a -1,0, mientras que en algunas zonas semiáridas la sequía no podría alcanzar el nivel extremo. Los mismos autores definen el concepto de Magnitud de Sequía como la suma del SPI para todos los meses incluidos en el período de sequía, obteniendo una medida de la magnitud acumulada del evento seco.

Para calcular el SPI los registros de precipitación son ajustados a una distribución de probabilidad gamma y luego se obtiene el valor que tendría la misma probabilidad en una distribución normal estandarizada, este valor corresponde al SPI.

El método SPI es uno de los más populares, se ha empleado en Turquía (Türkes, 1996), Argentina (Zanvettor, 2000), Estados Unidos (Ji y Peters, 2002) y Venezuela (Mendoza y Puche, 2005), resultando idóneo en la caracterización de la severidad de las sequías meteorológicas (Keyantash y Dracup, 2002).

El SPI destaca sobre los demás por su rapidez, gran aproximación en análisis de sequía, simplicidad y requerimiento mínimo de datos. El SPI responde rápidamente a los periodos de humedad o sequía, lo que significa que cada mes tiene una fuerte influencia en el comportamiento global de la precipitación (Komuscu, 1999). Guttman (1998), realizó una comparación entre el Índice de Severidad de la Sequía de Palmer y SPI para diferentes escalas de tiempo concluyendo que SPI es más fácil de interpretar.

2.3.4. Índice de Severidad de la Sequía de Palmer (PDSI, Palmer Drought Severity Index).

El PDSI fue creado por Palmer (1965) para medir las condiciones de humedad. El índice está basado en el balance hídrico, de tal forma que utiliza numerosas variables para reflejar el aporte y la demanda de agua. Por su formulación, el PDSI permite identificar adecuadamente la sequía meteorológica, responde lentamente a la agrícola y no detecta la hidrológica. El índice es utilizado para definir la intensidad de la sequía, pero el hecho de que en su concepción y en el establecimiento de los límites se basara en las condiciones climáticas de Iowa y Kansas hace que su aplicación se haya limitado a Estados Unidos, donde existen series mensuales del PDSI desde 1895.

El PDSI parte de un balance de humedad mensual, emplea para ello los registros de precipitación, temperatura, y la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo de la siguiente manera:

- Establece dos capas de suelo sin definir su profundidad y sólo las propiedades hídricas; es decir, Palmer asume que la capa superficial del suelo es capaz de almacenar hasta una pulgada de agua (25 mm) y lo considera como valor constante para todos los casos, en tanto que la segunda capa sub-superficial puede almacenar toda la capacidad potencial del suelo, menos 25 mm.
- La humedad no puede ser removida de (o recargada a) la capa sub-superficial, hasta que la humedad de la capa superficial haya sido removida (o recargada) por completo; es decir no hay remoción de humedad de la segunda capa si no se ha agotado la humedad en la primera y no hay recarga de humedad en la capa dos si no se ha recargado completamente la capa uno.

El PDSI ha sido escasamente utilizado fuera de Estados Unidos, y ofrece resultados poco satisfactorios en regiones donde la variabilidad pluviométrica es elevada. El valor del índice varía entre -6,00 y + 6,00, estableciendo situación de sequía en un 36 % de las situaciones, condiciones normales en un 30 %, y períodos húmedos en el 34 % restante.

La escala de Palmer divide las situaciones de sequía en cinco niveles: sequía incipiente entre -0.50 y -0.99, sequía suave entre -1.00 y -1.99, sequía moderada entre -2.00 y -2.99, sequía grave entre -3.00 y -3.99, y sequía extrema para un valor igual o inferior a -4.00.

2.3.5. Índice Normalizado de Precipitación (NPI, Normalized Precipitation Index)

Creado por Garrido (1999), según el propio autor incorpora el poder descriptivo del PDSI y las ventajas de la estandarización del SPI. Puede ser aplicado a diversas escalas temporales (mensual, estacional o anual); el autor la puso en práctica mensualmente en la provincia de Murcia y la cuenca del Segura, España.

La escala del NPI establece situación de sequía en un 31 % de las situaciones, condiciones normales en un 38 %, y períodos húmedos en el 31 % restante. Por su parte, los períodos de sequía son de cuatro clases: sequía suave cuando el valor del índice se sitúa entre -1.00 y -1.99, sequía moderada entre -2.00 y -2.99, sequía severa entre -3.00 y -3.99, y sequía extrema para un valor igual o inferior a -4.00.

2.4. Hidrología estadística

Chow (1998), menciona que los procesos hidrológicos evolucionan en el espacio y en el tiempo en una forma que es parcialmente predecible, o determinística, y parcialmente aleatoria. Un proceso de este tipo se conoce con el nombre de proceso estocástico.

En algunos casos, la variabilidad aleatoria del proceso es tan grande comparada con su variable determinística, que se justifica que el hidrólogo trata el proceso como puramente aleatorio. De esta manera, el valor de una observación del proceso no está correlacionada con los valores de observaciones adyacentes, y las propiedades estadísticas de todas las observaciones son iguales.

Una variable aleatoria X es una variable discreta por una distribución de probabilidad. La distribución determina la posibilidad de una observación x de la variable caiga en un rango especificado de X .

Si X es la precipitación anual en un lugar especificado, entonces la distribución de probabilidad de que la precipitación anual observada en un año dado caiga en un rango definido, tal como menos de 30 pulg, o 30 pulg – 40 pulg, y así sucesivamente.

Un conjunto de observaciones x_1, x_2, \dots, x_n de una variable aleatoria se denomina una muestra. Se supone que las muestras son sacadas de una hipotética población infinita que posee propiedades estadísticas constantes, mientras que las propiedades de una muestra puedan variar de una muestra a otra. El conjunto de todas las muestras posibles se puede extraer de una población se conoce como el espacio muestra, y eventos es un subconjunto del espacio muestral.

La probabilidad de un evento, $P(A)$, es la probabilidad de que esta ocurra cuando se hace una observación de la variable aleatoria. Las propiedades del evento pueden estimarse. Si una muestra de n observaciones tiene n_A valores en el rango de evento A , entonces la frecuencia relativa es n/n_A . A medida que el tamaño de la muestra aumente, la frecuencia relativa se convierte progresivamente en una estimación de la probabilidad del evento, es decir.

$$P(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n_A}{n}$$

2.4.1. Parámetros estadísticos

Para Chow (1998), el objetivo de la estadística es extraer la información esencial de un conjunto de datos, reduciendo un conjunto grande de números a un conjunto pequeño de números. Las estadísticas son números calculados de una muestra los cuales resumen sus características más importantes. Los parámetros estadísticos son características de una población, tales como: la media y la desviación estándar.

Un parámetro estadístico es el valor esperado E de alguna función de una variable aleatoria. Un parámetro simple es la media, el valor esperado de la variable aleatoria.

Para una variable aleatoria X , la media es $E(X)$, y se calcula como el producto de x y la correspondiente densidad de probabilidad $f(x)$, integrado sobre el rango factible de la variable aleatoria.

$$E(X) = \mu = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$$

$E(X)$ es el primer momento alrededor del origen de la variable aleatoria, una medida del punto medio o tendencia central de la distribución.

La estimación por la muestra de la media es el promedio \bar{x} de la información de la muestra:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

La variabilidad de la información se mide por medio de la varianza σ^2 , la cual es el segundo momento alrededor de la media.

$$E[(x - \mu)^2] = \sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x)dx$$

El valor estimado de la muestra de la varianza ésta dado por.

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

En el cual el divisor es $(n-1)$ en lugar de n para asegurar que la estadística de la muestra no sea sesgada, es decir, que no tenga una tendencia, en promedio, a ser el valor mayor o menor que el valor verdadero.

Para Villón (2002), los parámetros de una distribución teórica, son variables que para cada conjunto de datos tienen un valor definido. Una vez que los parámetros quedan definidos, también queda definido la distribución teórica.

Por lo general, una función densidad o una función de distribución acumulada, pueden escribirse como una función de la variable aleatoria y en general como una función de sus parámetros.

Definición de parámetros. Dada una función de distribución con parámetros α , β , γ ,..., se llaman estimadores a los valores a , b , c ,..., obtenidos a partir de los estadísticos de la muestra, que se supone pertenece a la población que se pretende caracterizar.

2.4.2. Métodos de estimación de parámetros.

Para estimar los parámetros estadísticos tenemos los siguientes métodos:

- Método gráfico.
- Método de mínimos cuadrados.
- Método de momentos.
- Método de máxima verosimilitud.

Se emplean mayormente en estudios hidrológicos, las dos últimas metodologías, porque son las que tienen más aplicación en la determinación de los parámetros de las funciones de distribución de probabilidades.

2.4.3. Distribuciones de probabilidad para las variables hidrológicas

Chow (1998), menciona que un hidrólogo generalmente tendrá disponibilidad de registros de datos hidrometeorológicos (precipitación, temperatura, caudales, etc.), a través de su conocimiento escogerá un modelo probabilístico a usar, que represente en forma satisfactoria el comportamiento de la variable.

Entre las distribuciones teóricas comunes utilizados en hidrológica son:

- Distribución Normal.
- Distribución Log-normal de 2 parámetros.
- Distribución Log-normal de 3 parámetros
- Distribución Gamma de 2 parámetros.
- Distribución Pearson tipo III.
- Distribución Log-pearson tipo III.
- Distribución Gumbel.

- Distribución Log Gumbel.

2.5. Análisis de consistencia de la información hidrológica

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 hidrológica, se realiza mediante los siguientes procesos:

- Análisis visual gráfico

- Análisis doble masa
- Análisis estadístico.

2.6. Producción de cultivos agrícolas a nivel nacional

2.6.1. Cultivo de papa

Según el MINAG – DGCA (2012), la papa (*Solanum tuberosum* L.) es considerada como uno de los principales cultivos del Perú, por sus amplias hectáreas instaladas, su disponibilidad como producto alimenticio en todo el año y su diversidad en la gastronomía peruana.

La papa se cultiva en 19 departamentos del Perú, desde el nivel del mar hasta los 4,100 metros de altura y constituye la base de la alimentación del poblador especialmente de la sierra. Su cultivo genera al productor andino mayores ingresos económicos que cualquier otro cultivo. Representó el 7.0% del PBI agropecuario para el año 2011, la producción de papa fue de 4.07 millones de toneladas generando un valor bruto de la producción de 1,642.8 millones de nuevos soles.

Las variedades de papa son sensibles a la falta de agua en el suelo y necesitan una irrigación frecuente y superficial. Un cultivo de papa de 120 a 150 días consume de 500 a 700 mm de agua, y la producción se reduce si se agota más del 50 % del total del agua disponible en el suelo durante el período de crecimiento.

Se debe considerar que el exceso de agua en el suelo, provoca una falta de oxígeno, un desarrollo pobre de las raíces, la pudrición de los tubérculos recién formados y de los que se utilizan como semilla.

Siembras del cultivo de papa a nivel nacional.

Las siembras a nivel departamental tienden a seguir creciendo, Puno es el departamento con mayor superficie sembrada de 53.4 mil ha, seguido de Huánuco con 36.3 mil ha, Cusco con 32.1 mil ha, Cajamarca con 27.7 mil ha, Huancavelica con 25.6 mil ha, Junín con 23.5 mil de ha y La Libertad con 23.1

mil ha. (Principales regiones de siembras de papa en la campaña agrícola 2010-2011).

Entre Puno, Huánuco, Cusco, Cajamarca, Huancavelica, Junín y La Libertad concentran el 71.7% de la superficie sembrada nacional. En el Cuadro 01, se presenta la superficie sembrada a nivel nacional por Regiones y las campañas agrícolas 2009/10 y 2010/11.

Cuadro 01

CUADRO 1: Superficie Sembrada a nivel Nacional, por Regional (Miles de has)

Región	2009-2010	2010-2011	Variación %	Participación %
Puno	52.4	53.4	1.8	17.3
Huánuco	33.0	36.3	9.9	11.7
Cusco	32.3	32.1	-0.9	10.4
Cajamarca	28.3	27.7	-2.2	9.0
Huancavelica	18.0	25.6	41.7	8.3
Junín	22.8	23.5	3.0	7.6
La Libertad	24.4	23.1	-5.1	7.5
Apurímac	20.9	21.2	1.5	6.9
Ayacucho	17.7	18.7	5.9	6.1
Pasco	10.1	10.5	3.9	3.4
Ancash	10.7	9.5	-11.6	3.1
Resto del país	28.5	27.5	-3.6	8.9
Total	299.1	308.9	3.3	100

Fuente: MINAG – DGCA (2012).

Producción del cultivo de papa a nivel nacional.

En el Cuadro 02, se presentan las estadísticas de la producción nacional del cultivo de papa; en ella se puede apreciar que la producción nacional en el año 2011 fue de 4,067,498 toneladas, con un incremento del 6.9% con respecto a la producción del año 2010. En la producción de la papa a nivel nacional, tres regiones presentan un mayor nivel de producción, Puno, Huánuco y Junín en el

año 2011, las mismas que concentran el 37.0% de la producción nacional, seis regiones con un nivel intermedio de producción, Cusco, La Libertad, Cajamarca, Huancavelica, Apurímac y Arequipa, que concentran el 43.9%, cuatro regiones con menores niveles de producción, Lima, Pasco, Ayacucho y Ancash, que concentran el 14.6% y el resto de regiones, seis en total concentran solo el 4.4% de la producción nacional.

Cuadro 02

CUADRO 2: Producción nacional, por regiones del cultivo de papa (Tn)

Región	2009-2010	2010-2011	Variación %	Participación %
Puno	575,913	583,171	1.3	14.3
Huánuco	426,873	516,514	21.0	12.7
Junín	356,006	407,072	14.3	10.0
Cusco	289,531	355,175	22.7	8.7
La Libertad	358,737	338,847	-5.5	8.3
Cajamarca	294,581	298,773	1.4	7.3
Huancavelica	169,293	270,770	59.9	6.7
Apurímac	240,282	261,731	8.9	6.4
Arequipa	277,746	261,464	-5.9	6.4
Lima	249,495	207,695	-16.8	5.1
Pasco	96,366	150,802	56.5	3.7
Ayacucho	191,732	137,887	-28.1	3.4
Ancash	107,992	97,479	-9.7	2.4
Resto del país	170,461	180,117	5.7	4.4
Total	3,805,006	4,067,498	6.9	100

Fuente: MINAG – DGCA (2012).

Rendimiento de la papa a nivel nacional.

El rendimiento promedio nacional de papa en el año 2011 fue de 13,720 kg/ha, siendo un 4.3% superior que el rendimiento promedio del año 2010. Son dos las regiones con mayor rendimiento promedio en el año 2011, Arequipa (32,765 kg/ha) y Lima (23,903 kg/ha); Junín, Pasco, La Libertad y Huánuco mantienen rendimientos superiores al promedio nacional. En el Cuadro 03, se presentan los rendimientos de la papa por regiones.

Puno es el departamento con mayor producción mantiene rendimientos de 11,262 kg/ha, por debajo del rendimiento promedio nacional que es de 13,720 kg/ha.

Cuadro 03

CUADRO 3: Rendimiento promedio a nivel Nacional (kg/ha) por Regiones.

Región	2010	2011	Variación %
Puno	11,130	11,262	1.19
Huánuco	13,404	14,615	9.04
Junín	15,599	17,570	12.64
Cusco	9,237	11,475	24.24
La Libertad	14,781	14,871	0.61
Cajamarca	10,928	11,039	1.01
Huancavelica	10,336	10,877	5.24
Apurímac	12,560	13,622	8.46
Arequipa	32,091	32,765	2.10
Lima	25,605	23,903	-6.65
Pasco	9,471	14,977	58.14
Ayacucho	12,922	9,448	-26.89
Ancash	9,987	10,218	2.31
Promedio	13,154	13,720	4.30

Fuente: MINAG – DGCA (2012)

Precios en chacra de la papa a nivel nacional.

El promedio nacional de los precios en chacra de la papa pagados al productor han tenido un crecimiento de 10.7% en el año 2011, con respecto al año anterior. El año 2010, se pagó un precio de S/. 0.62 por kilo de papa, mientras que en el año 2011 se pagó un precio de S/. 0.69 por kilo. En el Cuadro 04, se presentan los precios en chacra de la papa por Regiones.

En el año 2011, Puno registra el mayor precio promedio con S/. 1.15 por kilo, un 27.7% superior al año anterior, Cusco con S/. 0.72 por kilo, Arequipa con S/.

0.65 por kilo, Ayacucho S/. 0.65, Ancash con S/. 0.64 por kilo y La Libertad con S/. 0.63 por kilo.

Cuadro 04

CUADRO 4: Precios en chacra de la papa (S/. x kg) a nivel nacional

Región	2010	2011	Variación %
Puno	0.90	1.15	27.7
Cusco	0.73	0.72	-1.7
Arequipa	0.55	0.65	19.0
Ayacucho	0.56	0.65	17.1
Ancash	0.63	0.64	2.3
La Libertad	0.60	0.63	4.6
Huánuco	0.66	0.55	-17.5
Cajamarca	0.56	0.54	-3.9
Apurímac	0.62	0.53	-14.1
Huancavelica	0.52	0.48	-7.3
Pasco	0.47	0.43	-8.9
Lima	0.43	0.41	-4.5
Junín	0.43	0.40	-7.8
Promedio Nacional	0.62	0.69	10.7

Fuente: MINAG – DGCA (2012)

Costo de producción de la papa a nivel nacional.

Un criterio para elaborar los costos de producción es el tipo de tecnología, en la papa se distinguen 3 tipos: tecnología alta, tecnología media y tecnología baja. Cada una de estas tecnologías varía en cantidad y calidad de insumos como la semilla, fertilizantes y agroquímicos, cantidad de mano de obra, uso de maquinaria agrícola, etc.

Los costos de producción tienen tres componentes: a) Los insumos representan alrededor del 50% del costo total (semilla, agroquímicos y fertilizantes, el agricultor debe disponer de liquidez para adquirirlos. b) Mano de

obra (propia o alquilada) y c) Maquinaria. En el cuadro 05, se tienen los costos de producción para tres niveles tecnológico: alto, medio y bajo.

Cuadro 05
CUADRO 5: Costo de producción de la papa (S/. x ha).

Costo de producción	Lima		Cajamarca		Huancavelica	
	Tecnología					
	Alta	Media	Media	Baja	Media	Baja
Costos Directos	11,058	11,899	8,222	5,233	5,947	4,192
Insumos	7,970	7,555	6,085	2,692	3,140	1,571
Mano de obra	1,465	2,003	671	1,234	1,795	1,429
Maquinaria	845	1,325	891	1,117	621	982
Transporte y envases	779	1,016	575	190	392	211
Costos Indirectos	2,138	2,828	201	128	362	98
Alquiler de terreno	1,663	2,253	-	-	-	-
Asistencia técnica	264	265	201	128	140	98
Gastos de administración y financieros	211	309	-	-	222	-
Otros Gastos			1,160	223	1,079	619
Costo Total (S/.)	13,196	14,727	9,583	5,585	7,388	4,909

Fuente: MINAG – DGCA (2012)

2.6.2. Cultivo de quinua.

Según el MINISTERIO DE AGRICULTURA (2013), la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es una de las especies domesticadas y cultivadas en el Perú desde épocas prehispánicas (más de cinco mil años). La cuenca del lago Titicaca es la zona considerada como el principal centro de origen de la quinua y el centro de conservación de la mayor diversidad biológica de esta especie, en la cual existen sistemas ingeniosos de cultivo y una cultura alimentaria que incorpora el grano a la digestión diaria.

Durante el imperio de los Incas, la quinua se convirtió en uno de sus cultivos principales y alimento básico de la dieta de los habitantes. En la actualidad, el grano es cultivado en el Perú, Bolivia, Ecuador, Chile, el norte de Argentina y otros países.

El Perú es poseedor de una diversidad genética de quinua tanto silvestre como cultivada, siendo uno de los mayores productores y exportadores, y cuyo cultivo representa un potencial y oportunidad comercial que contribuirá a mejorar la calidad de vida de las poblaciones altoandinas.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha calificado a la quinua como alimento único por su altísimo valor nutricional, capaz de sustituir notablemente a las proteínas de origen animal, pues contiene un balance de proteínas y nutrientes necesarios al organismo humano.

La quinua por su gran poder nutricional, provee las proteínas y los aminoácidos esenciales para el ser humano como la metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. La concentración de lisina en la proteína de la quinua es casi el doble con relación a otros cereales y gramíneas. Contiene las vitaminas del complejo B, vitaminas C, E, tiamina, riboflavina y un alto contenido de potasio y fósforo, entre otros minerales. El valor calórico es mayor que otros cereales; en grano y harina alcanza 350 calorías/100 g.

Superficie sembrada de quinua a nivel nacional.

En la campaña agrícola 2012-2013, a nivel nacional se sembraron 45,252 hectáreas de quinua con un crecimiento del 8.0% con respecto a la campaña anterior. Puno es el mayor productor de este cereal concentrando 31,258 has, con una participación del 69.1%. Le sigue Ayacucho con 5,692 ha y una participación del 12.6%, Cusco con 2,576 ha y una participación de 5.7%. Apurímac y Junín ambos con 1,633 ha y una participación de 3.6%. Estos departamentos en conjunto concentran el 94.6% de toda la superficie sembrada a nivel nacional; en el cuadro 06 se presenta la información de las superficies sembradas a nivel nacional por regiones de las campañas agrícolas 2011-2012 y 2012-2013.

CUADRO 6: Superficies sembradas de quinua a nivel nacional (has).

Región	2010-2011	2011-2012	Variación %	Participación %
Puno	30,265	31,258	3.3%	69.1%
Ayacucho	4,324	5,692	31.6%	12.6%
Cusco	2,221	2,576	16.0%	5.7%
Apurímac	1,331	1,633	22.7%	3.6%
Junín	1,432	1,633	14.0%	3.6%
Huancavelica	540	788	46.0%	1.7%
Arequipa	589	327	-44.5%	0.7%
Huánuco	348	414	19.1%	0.9%
La Libertad	400	365	-8.8%	0.8%
Cajamarca	203	226	11.3%	0.5%
Ancash	159	235	47.8%	0.5%
Resto del país	92	106	15.8%	0.2%
Total	41,902	45,252	8.0%	100%

Fuente: MINAG – DGCA (2012)

Producción nacional de la quinua.

Según el MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO (2013), las condiciones naturales de las zonas altoandinas, favorecen la producción de quinua. En el año 2011 la producción de quinua ascendió a 41,182 toneladas, siendo las principales regiones productoras, Puno, Cusco, Junín, Apurímac y Ayacucho, con una área cosechada de 35,462 hectáreas. La región Puno sigue concentrando el 80% de la producción de quinua a nivel nacional.

A diciembre del año 2012, la producción de quinua a nivel nacional es de 44,207 toneladas, con un ascenso de 7.3% con respecto al año 2011. Los departamentos que han registrado mayores crecimientos son: Ayacucho con el 189.8%, le sigue Arequipa con 66.2%, Apurímac con 66.0%, La Libertad con 42.9%, Cajamarca con 34.6% y Ancash con 30.8%. Puno, mayor productor a nivel nacional de este cereal con 30,179 tn, mostró una disminución de -7.8% en cuanto a la producción. En el cuadro 07 se muestran las estadísticas de la producción de quinua por departamentos.

Cuadro 07**CUADRO 7:** Producción Nacional de la quinua (tn)

Departamentos	Producción (tn)			
	2011	2012	Variación %	Participación %
Puno	32,740	30,179	-7.8%	68.3%
Ayacucho	1,444	4,185	189.8%	9.5%
Cusco	1,796	2,227	24.0%	5.0%
Apurímac	1,262	2,095	66.0%	4.7%
Junín	1,448	1,882	29.9%	4.3%
Huancavelica	429	503	17.1%	1.1%
Arequipa	1,013	1,683	66.2%	3.8%
Huánuco	293	306	4.4%	0.7%
La Libertad	354	505	42.9%	1.1%
Cajamarca	141	190	34.6%	0.4%
Ancash	140	183	30.8%	0.4%
Resto del país	121	269	122.3%	0.6%
Total	41,182	44,207	7.3%	100%

Fuente: MINAG – DGCA (2012)

Rendimiento a nivel nacional del cultivo de quinua.

Según la FAO, los principales países productores de quinua son Bolivia, Perú y Ecuador. Bolivia mantiene un rendimiento promedio cercano a las 590 kg/ha, en el Perú el rendimiento es casi el doble al de Bolivia como el de Ecuador.

En el cuadro 08 se presenta la información del rendimiento de la quinua a nivel nacional por Departamentos, en ella se puede observar que a diciembre del año 2012, el rendimiento promedio nacional es de 1,148 kg/ha, con una variación de -1.1% en comparación al mismo periodo del año 2011. Los departamentos que mantienen rendimientos por encima del promedio nacional son Arequipa, Apurímac, Tacna, Junín, La Libertad y Ayacucho. Puno como principal productor del país mantiene rendimientos de 1,100 kg/ha.

Cuadro 08

CUADRO 8: Rendimiento del cultivo de quinua a nivel nacional (kg/ha)

Departamentos	2011	2012	Var%
Puno	1,198	1,100	-8.2%
Ayacucho	740	1,149	55.4%
Cusco	963	997	3.6%
Apurímac	1,153	1,615	40.1%
Junín	1,216	1,314	8.1%
Huancavelica	910	932	2.3%
Arequipa	2,034	2,834	39.3%
Huánuco	824	860	4.3%
La Libertad	1,080	1,264	17.0%
Cajamarca	934	935	0.1%
Ancash	1,059	1,033	-2.5%
Resto del país	1,238	1,508	21.8%
Promedio Nacional	1,161	1,148	-1.1%

Fuente: MINAG-OEEE (2013)

Precio en chacra del cultivo de quinua a nivel nacional.

A diciembre del año 2012, el precio promedio nacional llegó a cotizarse en S/. 3.88 por kilo, el mejor precio en chacra hasta el momento, con un crecimiento de 6.2% con respecto al año 2011, manteniendo su tendencia al crecimiento. En el cuadro 09 se presentan la información sobre los precios en chacra de la quinua a nivel nacional, por departamentos.

Cuadro 09

CUADRO 9: Precio en chacra del cultivo de quinua (S/. x kg) por Regiones

Departamentos	2011	2012	Variación %
Puno	3.73	4.01	7.6%
Ayacucho	3.32	3.51	5.7%
Cusco	2.85	3.50	22.9%
Apurímac	3.05	3.20	5.0%
Junín	3.90	4.10	5.1%
Huancavelica	3.37	3.10	-8.0%
Arequipa	3.19	3.55	11.3%
Huánuco	3.91	4.12	5.3%
La Libertad	4.33	4.44	2.6%
Cajamarca	2.85	3.19	11.7%
Ancash	4.08	4.74	16.1%
Moquegua	3.36	4.57	35.9%
Resto del país	3.88	4.85	24.9%
Promedio Nacional	3.65	3.88	6.2%

Fuente: MINAG – DGCA (2012)

Costo de producción de la quinua a nivel nacional.

La quinua es un cultivo rústico que requiere baja inversión en insumos para la producción y por esta razón se ha tomado a la Región Puno, como ejemplo para obtener los indicadores económicos que se desarrollaron por la FAO en Julio del año 2011, Ver cuadro 10. En general como la quinua se cultiva mayormente en la sierra peruana, con un nivel tecnológico bajo, en consecuencia los costos de producción de una hectárea de quinua orgánica no llegan a los mil dólares (US\$ 910) pues no requiere inversiones mayores en labores culturales, los costos de los productos orgánicos de control y el abonado son de bajo costo.

Cuadro 10
CUADRO 10: Costo de producción de la quinua (US\$ x ha)..

Costos de Producción	Puno
Costos Directos	910
Preparación del terreno	135
Insumos (semillas)	270
Labores culturales	195
Cosecha	123
Post-cosecha	187
Costos Indirectos	n/d
Asistencia técnica	n/d
Gastos administrativos 5%	n/d
Costos financieros 2%	n/d
Otros Gastos	n/d
Costo Total (US\$ x ha)	910

Fuente: FAO

2.7. Variables económicas.

El Perú es un país con una economía muy diversificada que comprende las tres ramas productivas; es decir, los sectores primario (Son aquellas que producen bienes a partir de los recursos naturales existentes, tal es el caso de la agricultura y la ganadería), secundario y terciario. No obstante esto, gracias a su riqueza en recursos naturales y a las características de su geografía, posee más desarrolladas las actividades relacionadas con la producción de bienes primarios.

2.7.1. Costos

Guerra (1997), menciona que los costos implica un desembolso o gasto en dinero que se hace en la adquisición de los insumos empleados para producir

bienes y servicios. Se pueden tipificar en dos: Costos fijos y costos variables. Andrade (1998) menciona que los costos fijos es parte del costo total, que a diferencia del costo variable, no experimenta ningún incremento o decremento al aumentar o disminuir, en un cierto volumen, el número de unidades producidas; mientras que los costos variables son los que resultan de añadir insumos variables y que originan aumentos en la producción. Son los gastos que varían con el nivel de producción, materiales de producción, fertilizantes, energía, combustible, son ejemplos de costos variables.

2.7.2. Costos de producción.

Los costos de producción son los que están íntimamente ligados a factores de producción, constituida por materiales, mano de obra y gastos de fabricación. Sobre esa base se puede establecer que los costos de producción son los que se generan durante el proceso de transformación de la materia prima en producto terminado

Los costos de producción pueden ser: Costos directos y costos indirectos. Los costos directos afectan directamente a la determinación del precio de un producto; están formados por:

- **Mano de obra:** Representa el montante de trabajadores que tenga la empresa, incluidos los salarios y todo tipo de impuestos que van ligados a cada trabajador. Estimado en jornales (trabajo que realiza un operario en el día). En todos los casos se refiere a jornadas completas de 8 horas de trabajo, intentando aproximar los salarios lo máximo posible a la realidad. Para el caso concreto de los productos agrícolas se ha incluido la mano de obra utilizada en cada labor del cultivo (preparación del terreno, siembra, riego, recolección, etc.).
- **Maquinaria:** Horas de maquinaria agrícola que utiliza el agricultor. Se puede considerar dos alternativas: Maquinaria propia y maquinaria arrendada.
- **Insumos:** Permite nombrar a un bien que se emplea en la producción de otros bienes. Puede utilizarse como sinónimo de materia prima o factor de producción. (semilla, fertilizante, agua, según sea el caso).

Los costos indirectos afectan al proceso productivo en general de uno o más productos, por lo que no se puede asignar directamente a un solo producto: imprevistos, gastos administrativos, asistencia técnica, etc.

Costo total de la producción: es la suma de los costos directos e indirectos.

Costo de producción unitario: Es el precio mínimo al que se debe vender el producto para cubrir los costos totales. Se debe establecer un precio mínimo que le sirva como guía al agricultor para que no tenga pérdidas en su explotación y para que sepa que por encima de éste, solo se producirán beneficios.

2.7.3. Precios.

Es la valoración de un bien o servicio en unidades monetarias o en otro instrumento de cambio. El precio puede ser fijado libremente por el mercado en función de la oferta y demanda, o por el contrario ser fijado por las autoridades, en cuyo caso se trataría de un precio controlado.

Precio en chacra: Es la cantidad de dinero pagado al productor por unidad de peso (kg. o litro.), u otra unidad de medida, de cualquiera de los principales productos agropecuarios (carne, leche, huevo, papa, etc.) en el centro de producción.

Precio de venta unitario: Es el precio medio al que se vende el producto objeto de análisis. Cada agricultor comercializa su producto a diferentes precios, por lo que se recopilaron todos éstos y su frecuencia de venta, para luego obtener un precio promedio.

2.7.4. Rendimiento.

Es la cantidad en peso o volumen (Kilogramos o litros) de producto que se obtienen durante el proceso productivo, en una unidad de área o superficie).

2.7.5. Valor Bruto de la Producción.

Se refiere a los ingresos generados por la producción. Se calculan multiplicando el rendimiento del producto por el precio de venta de cada producto.

2.7.6. Beneficio.

Es la diferencia entre los ingresos generados y los costos totales (directos e indirectos).

Utilidad bruta de la producción: Es un indicador de cuáles deben ser las ganancias obtenidas al vender un producto sin tener en cuenta los costos indirectos. Se calcula restando el valor bruto de la producción a los costos directos.

Utilidad neta de la producción: Es un indicador de cuáles deben ser las ganancias obtenidas al vender un producto, teniendo en cuenta todos los costos. Se calcula restando el valor bruto de la producción a los costos totales.

2.7.7. Rentabilidad

Para Gorriti (2002), "el principal problema de la agricultura peruana es la rentabilidad." Esta frase es uno de los pocos lugares en que los políticos, los técnicos y los agricultores coinciden, y es considerada como si fuera una verdad que no requiere mayor evidencia que la que nos puede proporcionar el sentido común. Pero como en casi todos los lugares y los sentidos comunes, solo se puede coincidir en la generalidad que los hace comunes, sin tener una idea clara de la magnitud del problema, de cómo se distribuye en los diversos tipos de cultivos y en los tamaños de explotación, y, menos, sobre cuáles son sus causas.

La principal conclusión del estudio sobre rentabilidad de la agricultura de la costa peruana recientemente realizado por CEPES corrobora con números y detalle esta percepción; esto es, que la agricultura empresarial peruana sufre un grave problema de rentabilidad y que gran parte de los agricultores se refugian en economías de tipo familiar para afrontar los retos de la supervivencia.

El Perú es un país con una agricultura diversa y heterogénea, asentado en una muy variada y accidentada configuración geográfica, lo que determina importantes diferencias en el acceso a recursos productivos y a mercados.

A ello debemos añadir las diferencias en el entorno institucional y los particulares cultivos y tecnologías que se dan en los distintos ámbitos locales de producción. El entendimiento de una agricultura tan heterogénea exige respuestas más precisas sobre cómo es que a pesar de las pérdidas o baja rentabilidad, estas no se ven reflejadas en un comportamiento de retracción de la producción (el valor bruto de producción agropecuaria ha aumentado a una tasa de 5,1 por ciento durante la década pasada).

2.7.8. Índice de rentabilidad

Es el método que se utiliza para determinar el rendimiento que se obtiene de una inversión y según los agricultores deben aceptar y producir solamente si la relación entre la suma de los futuros flujos de caja descontados y la inversión inicial es mayor que uno.

El índice de rentabilidad se obtiene de dividir la ganancia marginal lograda entre el capital propio. Esta relación permite conocer cuál es el porcentaje de rentabilidad que produce la explotación con respecto al capital invertido, según datos de la encuesta, se hace un análisis de la misma por el nivel tecnológico que reporta utilidad y que se presenta a continuación.

$$Rentabilidad = \frac{Ganancia\ neta}{Costo\ total} * 100$$

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. Materiales

3.1.1. Información cartográfica

Los planos utilizados corresponden a la provincia de Huancané y sus ocho distritos a escala de 1:100 000 los mismos que fueron elaborados por el Instituto Geográfico Militar - IGM, el formato digital del plano base utilizado, está en el sistema de coordenadas UTM WGS84, proyectadas para la zona 19, que es donde se ubica la zona en estudio.

3.1.2. Información pluviométrica

La información meteorológica se obtuvo del Servicio Nacional de Meteorología (SENAMHI), se utilizó registros de precipitación total mensual y anual de las estaciones Arapa, Huancané y Cojata. El periodo de registros es de 1964 al 2012, 48 años.

3.1.3. Equipos y materiales para el procesamiento

Los equipos y materiales utilizados en el procesamiento e impresión son:

- Hardware: Computadora, Impresora y accesorios.
- Software: Office 2010, Auto CAD v.13, Arc Gis v.4, HIDROESTA.
- Materiales de escritorio.

3.2. Metodología

La metodología empleada en el presente trabajo de investigación es la siguiente:

3.2.1. Determinación de los parámetros estadísticos

Para la serie históricas de precipitación total mensual registradas en las Arapa, Huancané y Cojata para un periodo de 48 años (1964 al 2012), se determinaron los principales estadísticos como son la media y varianza, principalmente.

a. Media aritmética.

Es el primer momento respecto al origen y muestra la tendencia central de la distribución y se determina con la siguiente ecuación matemática:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

b. Varianza.

La varianza mide la variabilidad de los datos. Es el segundo momento respecto a la media. El valor estimado de la varianza a partir de la muestra es

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

En el cual el divisor es n-1 en lugar de n para asegurar que la estadística de la muestra *no sea sesgada*, es decir, que no tenga una tendencia, en promedio, a ser mayor o menor que el valor verdadero.

La desviación estándar σ es una medida de la variabilidad que tiene las mismas dimensiones que la media y simplemente es la raíz cuadrada de la varianza, se estima por S.

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2}$$

3.2.2. Análisis de consistencia de la información pluviométrica

El análisis de consistencia es una técnica que permite detectar, corregir y eliminar errores sistemáticos y aleatorios que se presentan en series

hidrométricas; en consecuencia la serie analizada debe ser homogénea, consistente y confiable.

La no homogeneidad e inconsistencia en series hidrológicas son causadas por errores aleatorios y sistemáticos; entre ellas se tiene:

- Los errores aleatorios se presenta a causa de la inexactitud en las mediciones, mala lectura, mal funcionamiento del instrumento, errores de copia, etc.
- Los errores sistemáticos son los de mayor importancia, como consecuencia de los mismos, los datos pueden ser incrementados o reducidos sistemáticamente y pueden ser naturales, (derrumbes, colmatación y erosión de la sección transversal de la estructura de la estación de aforo; en general llamados como desastres naturales); artificiales y ocasionados por la mano del hombre (déficit en la toma de datos, cambio de la estación de aforo, construcción de estructuras hidráulica, explotación de aguas subterráneas, tala de árboles, etc.).

La no homogeneidad e inconsistencia en la serie histórica puede producir errores significativos en todo los análisis futuros y obtendría resultados altamente sesgados.

La no homogeneidad e inconsistencia en la serie histórica se presentan en forma de saltos y/o tendencias. Antes de realizar el modelamiento matemático de cualquier serie hidrológica es importante efectuar el análisis de consistencia respectivo con el fin de obtener una serie homogénea, consistente y confiable.

Los saltos “Jump” llamados también resbalamientos, son componentes determinísticas transitorias que se manifiestan en forma de cambios bruscos haciendo posibles que en la serie se presentan periodos de distinto comportamiento. Los saltos generalmente se presentan en la media y desviación estándar.

Análisis de saltos:

El análisis de saltos se realiza desde tres puntos de vista:

- Análisis Visual de Hidrogramas.

- Análisis de doble masa.
- Análisis estadístico.

a. Análisis visual de hidrogramas.

Consiste en analizar visualmente la información histórica un hidrograma ploteada en coordenadas cartesianas, en el eje de las abscisas se plotea el tiempo (en años o meses) y en el eje de las ordenadas las variables meteorológicas.

La apreciación visual de estos gráficos permite observar la distribución de las variables en estudio con respecto al tiempo, e indicar el periodo o periodos dudosos, lo cual se puede reflejar como saltos y/o tendencias.

Para indicar en este primer análisis los periodos y aceptables se puede analizar en diversas formas:

- Cuando se tiene estaciones vecinas, se comparan sus hidrogramas y se ve cual periodo varia notoriamente uno respecto al otro.
- Cuando se tiene una sola estación, esta se divide en varios periodos y se compara con la información obtenida en campo, tratando de no confundir un salto con la ocurrencia de varios periodos húmedos o prolongadas sequías.
- En lo posible se debe mantener el periodo más largo como la más confiable.

b. Análisis de doble masa.

El análisis de doble masa o de dobles acumulaciones es una herramienta que sirve para detectar la inconsistencia de la información meteorológica, mediante los puntos de quiebres que se presentan en los diagramas respectivos.

El procedimiento para realizar este análisis es el siguiente:

- Obtener la información original de dos o más estaciones de registro.

- Calcular los caudales máximos anuales acumulados de cada estación y el promedio de los caudales máximos anuales acumulados de todas las estaciones.
- Plotear los valores obtenidos en el paso anterior en sistema de coordenadas cartesianas, en el eje de abscisas el promedio de las precipitaciones anuales acumulados y en el eje de ordenadas las precipitaciones anuales acumuladas de cada estación en estudio.
- En estos gráficos se define los quiebres que pueden ser significativos o no para su posterior análisis estadístico.

c. Análisis estadístico.

Una vez obtenido de los hidrogramas originales y del análisis de doble masa los periodos de posible corrección y los periodos de datos que se mantendrán con sus valores originales y cuales se modificaran, se procede a analizar estadísticamente tanto en la media como en la desviación estándar.

1). Consistencia de la media.

Mediante la prueba estadística “T” de Student se analiza si los valores promedios son estadísticamente iguales o diferentes con un 95% de nivel de significancia, de la siguiente forma:

Prueba estadística “T”:

Planteamiento de las hipótesis:

$$H_p \quad : \quad \mu_1 = \mu_2 \text{ (media poblacional)}$$

$$H_a \quad : \quad \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\alpha \quad : \quad 0.05$$

Calculo de la desviación estándar de las diferencias de los promedios:

$$S_d = S_p \times \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{((n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2)}{(n_1 + n_2 - 2)}}$$

Donde:

S_d : Desviación estándar de las diferencias de los promedios.

S_p : Desviación estándar ponderada.

n_1 : Número de datos del primer periodo

n_2 : Número de datos del segundo periodo

S_1^2 : Varianza del primer periodo.

S_2^2 : Varianza del segundo periodo

Cálculo del valor de T_c , según:

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

Donde $\mu_1 - \mu_2 = 0$, por hipótesis.

Hallar el valor de " T_t " de las tablas de T de Student con:

N.C = con 95% de probabilidad.

α = 0.05

G.L = $n_1 + n_2 - 2$

Donde:

G.L = grados de libertad.

T_t = T tabulado.

T_c = T calculado.

Conclusión:

Si $(T_c) \leq T_t (95\%) \rightarrow \bar{x}_1 = \bar{x}_2$ (estadísticamente).

$$\bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$$

Si $(T_c) > T_t(95\%) \rightarrow$ (estadísticamente), en este caso se debe corregir la información.

2). Consistencia de la desviación estándar

El análisis de consistencia en la desviación estándar se realiza mediante la prueba estadística "F" de Fisher, si las desviaciones estándar (S_1 y S_2) de las sub muestras son estadísticamente iguales o diferentes con un 95% de nivel de significancia, de la siguiente forma:

Prueba estadística F:

Planteamiento de las hipótesis:

$$H_p : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ (varianzas poblacionales)}$$

$$H_a : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

$$\alpha : 0.05$$

Cálculo de F_c , según:

$$F_c = \frac{S_1(x)}{S_2(x)}, \text{ si. } S_1(x) > S_2(x)$$

Hallar el $F_c = \frac{S_2(x)}{S_1(x)}$, si. $S_2(x) > S_1(x)$ valor de F_t en las tablas con:
N.C. = 95% de probabilidad.

$$\alpha = 0.05$$

$$G.L.N = n_1 - 1$$

$$G.L.D. = n_2 - 1$$

Donde:

F_c = valor de F calculado

F_t = valor de F tabular

α = nivel de significación

G.L.N.= grados de libertad del numerador

G.L.D = grados de libertad del denominador.

Conclusiones:

Si $F_c \leq F_t$ (95%) $\rightarrow S_1(x) = S_2(x)$ (estadísticamente).

Si $F_c > F_t$ (95%) $\rightarrow S_1(x) \neq S_2(x)$ (estadísticamente). en este caso se debe corregir la información.

d. Corrección de la información.

Si los parámetros media y desviación estándar resultasen estadísticamente iguales, entonces la información original no se corrige por ser consistente con 95% de probabilidad, aun cuando en la recta de doble masa presenta pequeños quiebres. En caso contrario se debe corregir los datos de las submuestras con las siguientes ecuaciones.

Para corregir el primer periodo, se emplea la siguiente ecuación:

$$X'(t) = \left(\frac{X_t - \bar{x}_1}{S_1} \right) \times (S_2 + \bar{x}_2)$$

Para corregir el segundo periodo:

$$X'(t) = \left(\frac{X_t - \bar{x}_2}{S_2} \right) \times (S_1 + \bar{x}_1)$$

Donde:

$X'(t)$ = valor corregido de la información

X_t = valor a ser corregido.

e. Bondad de la información corregida.

Para comprobar la información corregida, comparando con el periodo confiable se repite el procedimiento ya descrito, vale decir desarrollando la prueba estadística T y F respectivamente, cuyos resultados deben ser confiables con 95% de probabilidad de aceptación.

3.2.3. Índice de precipitación estandarizado (IPE)

Este índice además de ser un índice que puede ser determinado con facilidad, se puede aplicar a cualquier región del mundo, porque no depende más que de la precipitación ocurrida en esa región, el procedimiento a seguir para su determinación puede ser inclusive automatizada y se aplica a continuación.

El Índice de precipitación estandarizada se basa en un análisis que permite determinar anomalías en el régimen de humedad de la región en particular en la cual se cuenta con datos históricos de precipitación.

En 1966 Thom describió la distribución Gamma para la realización de ajustes en series temporales de precipitación. La distribución Gamma se define por su frecuencia o función de densidad de probabilidad.

$$g_{(x)} = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma_{(\alpha)}} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \dots\dots\dots x > 0$$

Donde:

$\alpha > 0$ Es un parámetro de uniformidad.

$\beta > 0$ Es un parámetro de escala.

$X > 0$ Es la cantidad de precipitación.

$$\Gamma_{(\alpha)} = \int_0^\infty y^{\alpha-1} e^{-y} dy \quad \Gamma_{(\alpha)} \text{ Es la función Gamma.}$$

El cálculo del IPE se basa en un ajuste a la función de densidad de probabilidades Gamma para una distribución de frecuencias dada de valores de precipitación en una estación. Los parámetros alfa y beta de la función de densidad de probabilidad de gamma son estimados para cualquier estación, para cualquier escala de tiempo que se desee estudiar (3 meses, 12 meses, 48 meses, etc.), y para cualquier mes del año. Los parámetros alfa y beta se calculan aplicando las siguientes relaciones.

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right)$$

$$\beta = \frac{X}{\alpha} \dots$$

$$A = \ln(\bar{X}) - \frac{\sum \ln(x)}{n}$$

Donde:

n = Es el número de datos de precipitación.

X = Variable en estudio.

Los parámetros resultantes son usados para encontrar la probabilidad acumulada de una precipitación observada para el mes y escala de tiempos dados de una determinada estación. La probabilidad acumulada es dada por:

$$G_{(X)} = \int_0^x g_{(X)} dx = \frac{1}{\beta \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx$$

Suponiendo que $t = x / \beta$, la ecuación anterior sería la función gamma incompleta:

$$G_{(X)} = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-t} dt$$

El rango de aplicación de la función gamma está definido para valores mayores a cero, sin embargo los registros de precipitación pueden contener dichos valores, más aun en zonas donde se presenta fenómenos de sequía, es decir, si en un registro de precipitaciones se presenta un valor cero, la probabilidad acumulada de que se presente dicho valor según la función gamma es cero, lo cual no es correcto; en un registro se pueden presentar m valores de precipitaciones iguales a cero, entonces la probabilidad de que aparezca dicho valor es la siguiente m/n ; donde n es el número total de años de registro, dicha

probabilidad se la denomina q , entonces la probabilidad acumulada de que se presente un valor de precipitaciones igual a cero es:

$$H_{(X)} = q + (1 - q)G_{(X)}$$

Se determina continuación el valor de z de la función de distribución normal con media cero y varianza de uno para la probabilidad acumulada calculada. El valor Z se puede determinar aplicando las siguientes relaciones:

$$Z = SPI = - \left(t - \frac{C_0 + C_1 + C_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t + d_3 t} \right) \dots t = \sqrt{\ln \frac{1}{H_{(X)}^2}} \dots \dots \dots 0 < H_{(X)} \leq 0.5$$

$$Z = SPI = + \left(t - \frac{C_0 + C_1 + C_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t + d_3 t} \right) \dots t = \sqrt{\ln \frac{1}{(1 - H_{(X)})^2}} \dots \dots \dots 0.5 < H_{(X)} \leq 1$$

$$C_0 = 2.515517$$

$$C_1 = 0.802853$$

$$C_2 = 0.010328$$

$$D_1 = 1.432788$$

$$D_2 = 0.189269$$

$$D_3 = 0.001308$$

El valor de Z encontrado es el valor del índice de precipitación estandarizado (IPE), el valor medio entonces, es decir, el valor normal gracias a este ajuste para un lugar y periodo deseado es el valor de cero. Los valores positivos y negativos indican que las precipitaciones son respectivamente, mayores o menores que la media.

El valor del IPE al ser normalizado indica que los periodos secos y húmedos se presentan de la misma forma, entonces, este índice puede ser también aplicado para el seguimiento de periodos húmedos.

A continuación se indican los valores de índice (IPE), su correspondiente probabilidad acumulada y su interpretación.

Tabla 1: Valores de IPE, Probabilidad e Interpretación

Valores de SPI	Probabilidad acumulada (%)	Interpretación
Mayor a 2	97.72	Humedad extrema
1.50	93.32	Muy Humedo
1.00	84.13	Humedad moderada
0.50	69.15	Casi Normal
0.00	50.00	Casi Normal
-0.50	30.85	Casi Normal
-1.00	15.87	Moderamente Seco
-1.50	6.68	Muy Seco
Menores a -2	2.28	Sequia Extrema.

Un fenómeno de sequía aplicando este índice se puede caracterizar de la siguiente manera, cada periodo de sequía tiene un comienzo y un final definido, la intensidad es diferente cada mes y la intensidad es el valor mínimo del IPE en el periodo de sequía.

3.2.4. Superficie sembrada de los cultivos.

Quinua a nivel de la provincia de Huancané y sus distritos: Pusi Taraco, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Vilquechico, Rosaspata y Cojata, durante 05 Se recopilara información de superficie sembrada de los cultivos papa y campañas agrícolas: 2008/09, 2009/10, 2010/11, 2011/12 y 2012/13.

3.2.5. Volumen de producción.

Se determina la superficie cosechada y los volúmenes de producción de los cultivos papa y quinua en los distritos de Pusi Taraco, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Vilquechico, Rosaspata y Cojata, durante 05 campañas agrícolas: 2008/09, 2009/10, 2010/11, 2011/12 y 2012/13.

3.2.6. Rendimiento de los cultivos.

El rendimiento de la producción de un cultivo es la relación entre el volumen de producción y el área cosechada y se expresa en unidades de Kg/ha o Tn/ha. Se determinara el rendimiento de los cultivos de papa y quinua producidos en

los distritos de Pusi Taraco, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Vilquechico, Rosaspata y Cojata, durante 05 campañas agrícolas: 2008/09, 2009/10, 2010/11, 2011/12 y 2012/13, asimismo se determinara el rendimiento de dichos cultivos a nivel provincial.

3.2.7. Precio en chacra de los cultivos.

El precio en chacra de un cultivo, se determina de acuerdo a la oferta y la demanda del producto; es decir cuando un producto es escaso, el precio en chacra se incrementa y por lo contrario una sobreproducción de un cultivo traerá como consecuencia la disminución del precio del producto. En la presente investigación se determinara el precio en chacra de la papa y quinua producida en los distritos de Pusi, Taraco, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Vilquechico, Rosaspata y Cojata, durante 05 campañas agrícolas: 2008/09, 2009/10, 2010/11, 2011/12 y 2012/13.

3.2.8. Costo de producción de los cultivos.

Se determinara los costos de producción de la papa y quinua, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Tecnología media a baja.
- Sin sistema de riego.
- Periodo vegetativo que varía de 06 a 07 meses.
- Agricultura en secano.

El costo de producción por hectárea de un producto es igual a la sumatoria de los costos directos para producir el cultivo y los costos indirectos o administrativos. Los rubros a considerar para determinar los costos de producción son:

COSTOS DIRECTOS: Gastos del cultivo.

- Mano de obra: Preparación del terreno, siembra y abonamiento, labores culturales, tratamientos fitosanitarios, cosecha y postcosecha.
- Gastos en insumos: Semilla, fertilizantes, estiércol, abonos orgánicos, insecticidas, fungicidas, herbicidas y otros.
- Maquinaria agrícola: Preparación del terreno, siembra y tapado, surcado.

- Yunta: surcado y siembra.
- Transporte: semillas y fertilizantes.

COSTOS INDIRECTOS:

- Gastos administrativos.
- Imprevistos.
- Costos financieros.

3.2.9. Costo unitario de los cultivos.

El costo unitario de un producto es la relación entre el costo de producción del producto en nuevos soles por hectárea y el rendimiento del producto, en unidades de Kilogramos del producto por hectárea. Las unidades del costo unitario se expresa en nuevos soles por kilogramo de producto o en nuevos soles por hectárea. En la presente investigación se determinara el costo unitario de los cultivos de papa y quinua producidos en los distritos de Pusi, Taraco, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Vilque Chico, Rosaspata y Cojata, durante 05 campañas agrícolas: 2008/09, 2009/10, 2010/11, 2011/12 y 2012/13.

3.2.10. Rentabilidad

La rentabilidad es igual al precio en chacra de un kilogramo del producto en nuevos soles menos el costo unitario del producto en nuevos soles; se expresa en unidades monetarias: nuevos soles o dólares americanos. Si queremos expresar la rentabilidad de un producto en nuevos soles por hectárea, la rentabilidad será igual al rendimiento del producto en kilogramos por hectárea multiplicado por la rentabilidad unitaria expresada en nuevos soles por kilogramo del producto. Para la presente investigación se determinara la rentabilidad de la producción de papa y quinua en la provincia de Huancané y sus 08 distritos durante las campañas agrícolas: 2008/09, 2009/10, 2010/11, 2011/12 y 2012/13.

CAPITULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACION

4.1. Ubicación del área de estudio

La provincia de Huancané presenta la siguiente ubicación geográfica, política e hidrográfica:

Ubicación Geográfica:

Coordenadas UTM (WGS84):

Norte : 8300000 – 8340000

Este : 395000 – 475000

Altitud : 4860 – 3820 m.s.n.m

Ubicación Política:

Región : Puno.

Departamento : Puno.

Provincias : Huancané

Distritos : Pusi, Taraco, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Vilquechico, Rosaspata y Cojata.

Ubicación Hidrográfica:

Sistema : Titicaca–Desaguadero–Poopo–Salar de Coipasa (TDPS).

Cuenca endorreica : Lago Titicaca.

Cuenca : Río Huancané y río Ramis.

Los límites de la provincia de Huancané son:

Norte : Provincia de San Antonio de Putina

Sur : Lago Titicaca y provincia de Moho

Este : República de Bolivia
 Oeste : Provincia de Azángaro y provincia de San Roman.

FIGURA 1: Ubicación política de la provincia de Huancané



FIGURA 2: Provincia de Huancané y sus distritos.

4.2. Características climatológicas y ecológicas

Las condiciones climáticas del altiplano peruano (encima de 3,800 m. s. n. m.). Se caracteriza por la presencia de frecuentes eventos climáticos adversos, como: heladas, sequías, inundaciones, granizadas que hacen difícil las condiciones de vida de sus habitantes.

La provincia de Huancané se caracteriza por presentar dos estaciones bien definidas, invierno y verano, el primero presenta un ambiente claro con mayor duración de luz solar y seco-frío cuya duración es de ocho meses (mayo a diciembre) y el verano es húmedo, oscuro por el menor tiempo de brillo solar con una duración de cuatro meses (enero a abril).

4.2.1. Temperatura máxima

En el cuadro 11, se presentan los valores de temperatura máxima promedio de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata, en ella se puede apreciar que la temperatura máxima en la provincia de Huancané varía de 13.6 °C a 15.6 °C que corresponden a los meses de julio y noviembre, respectivamente.

Cuadro 11

CUADRO 11: Valores de temperatura máxima (°C) promedio mensual.

MESES	ESTACIONES			PROMEDIO
	TARACO	HUANCANE	COJATA	
ENERO	15.3	14.6	12.1	14.0
FEBRERO	15.4	14.6	12.2	14.1
MARZO	15.4	14.5	12.3	14.1
ABRIL	15.9	14.8	12.6	14.5
MAYO	16.1	14.8	12.2	14.4
JUNIO	15.3	14.2	11.9	13.8
JULIO	15.2	14.0	11.7	13.6
AGOSTO	15.8	14.6	12.7	14.3
SEPTIEMBRE	16.6	15.3	12.9	14.9
OCTUBRE	17.2	15.8	13.2	15.4
NOVIEMBRE	17.4	16.0	13.5	15.6
DICIEMBRE	16.8	15.4	12.9	15.0

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Temperatura mínima.

En el cuadro 12, se presentan los valores de temperatura mínima promedio de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata, en ella se puede apreciar que la temperatura mínima en la provincia de Huancané varía de -7.7 °C a 3.5 °C que corresponden a los meses de junio y enero, respectivamente.

Cuadro 12

CUADRO 12: Valores de temperatura mínima (°C) promedio mensual.

MESES	ESTACIONES			PROMEDIO
	TARACO	HUANCANE	COJATA	
ENERO	5.1	4.1	1.2	3.5
FEBRERO	4.9	4.0	1.2	3.4
MARZO	3.8	3.3	0.6	2.6
ABRIL	0.0	1.6	-2.1	-0.2
MAYO	-5.0	-2.2	-5.8	-4.3
JUNIO	-7.6	-4.4	-9.4	-7.1
JULIO	-8.1	-5.0	-10.2	-7.7
AGOSTO	-5.7	-3.2	-9.4	-6.1
SEPTIEMBRE	-2.0	-0.1	-5.7	-2.6
OCTUBRE	1.7	2.0	-2.8	0.3
NOVIEMBRE	3.0	2.9	-1.1	1.6
DICIEMBRE	4.2	3.6	0.1	2.7

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Temperatura media.

En el cuadro 13, se presentan los valores de temperatura media promedio de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata, en ella se puede apreciar que la temperatura media varía de 3.0 °C a 8.8 °C que corresponden a los meses de julio y diciembre, respectivamente.

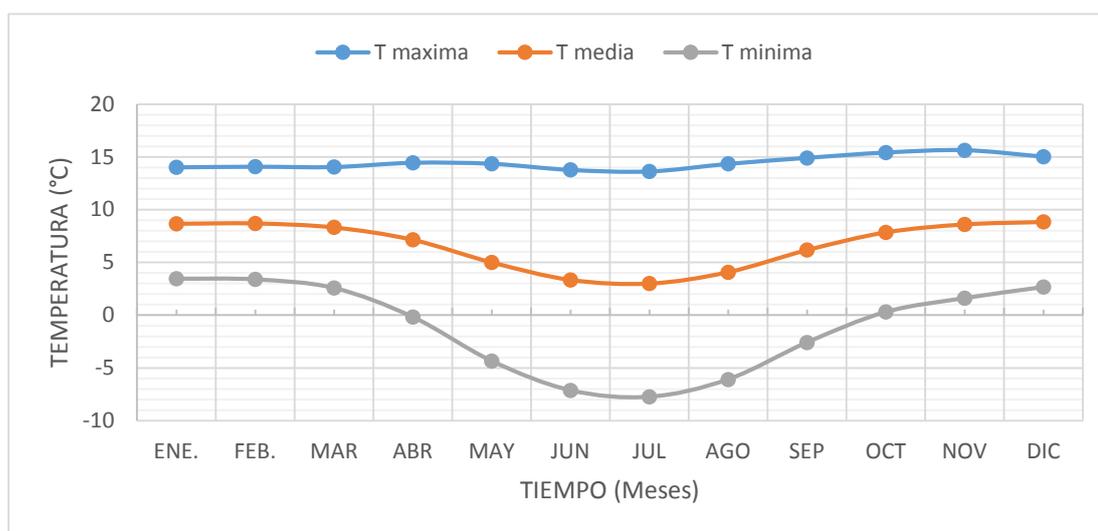
Cuadro 13

CUADRO 13: Valores de temperatura media (°C) promedio mensual.

MESES	ESTACIONES			PROMEDIO
	TARACO	HUANCANE	COJATA	
ENERO	10.2	9.3	6.5	8.7
FEBRERO	10.1	9.3	6.7	8.7
MARZO	9.6	8.9	6.4	8.3
ABRIL	7.9	8.2	5.3	7.1
MAYO	5.5	6.3	3.2	5.0
JUNIO	3.8	4.9	1.3	3.4
JULIO	3.7	4.6	0.8	3.0
AGOSTO	5.1	5.7	1.5	4.1
SEPTIEMBRE	7.3	7.6	3.6	6.2
OCTUBRE	9.5	8.9	5.2	7.9
NOVIEMBRE	10.2	9.5	6.2	8.6
DICIEMBRE	10.5	9.5	6.5	8.8

Fuente: Elaboración propia

GRAFICO 1: Variación mensual de la temperatura máxima, media y mínima en la provincia de Huancané.

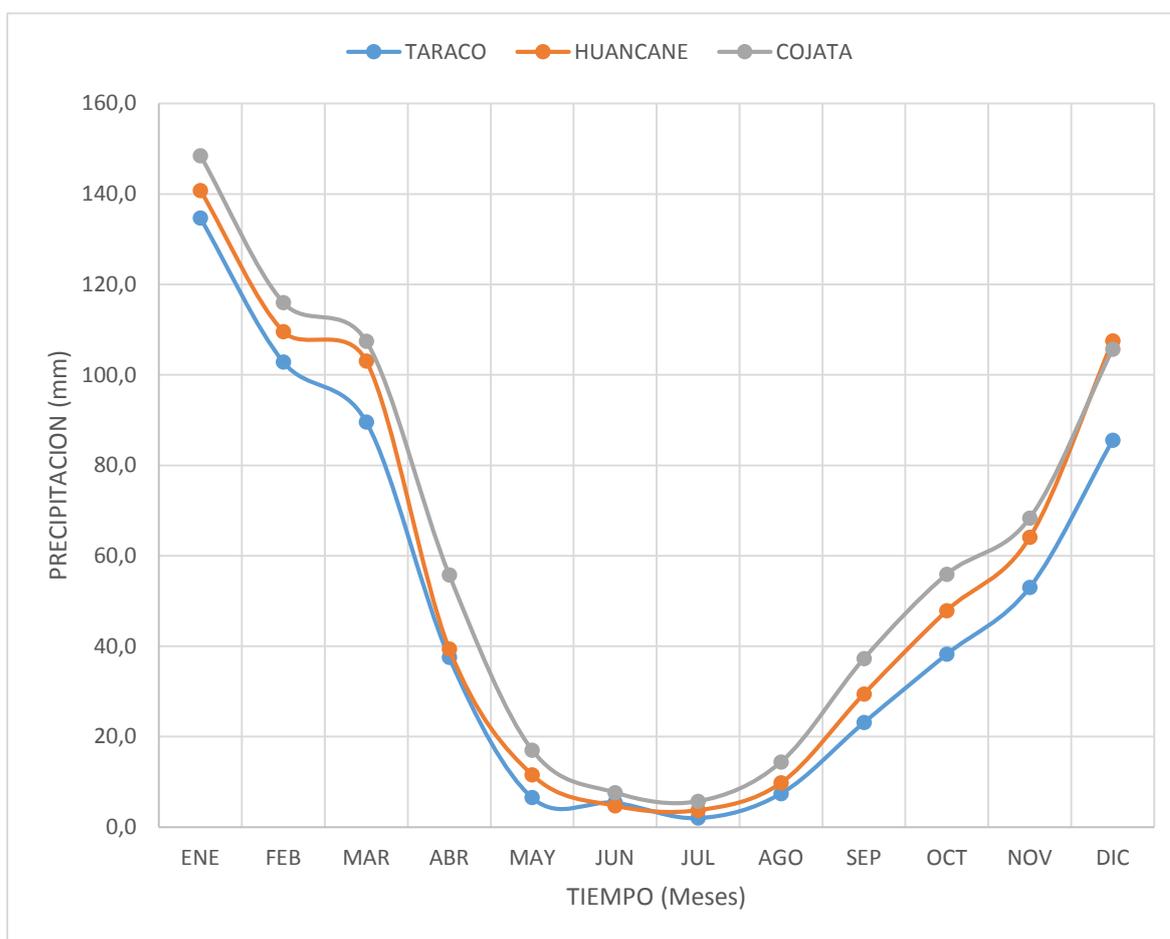


Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Precipitación total.

En el cuadro 14, se presentan los valores de precipitación total mensual promedio de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata, en ella se puede apreciar que la precipitación en la provincia de Huancané varía de 3.8 mm a 141.3 mm, que corresponden a los meses de julio y enero, respectivamente; y en el Grafico 2, se muestra la variación mensual de la precipitación total promedio en la provincia de Huancané.

GRAFICO 2: Variación mensual de la precipitación total promedio en la provincia de Huancané.



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 14

CUADRO 14: Valores de precipitación total mensual (mm) promedio de la provincia de Huancané.

MESES	ESTACIONES			PROMEDIO
	TARACO	HUANCANE	COJATA	
ENE	134.6	140.8	148.5	141.3
FEB	102.8	109.6	115.9	109.4
MAR	89.6	103.0	107.4	100.0
ABR	37.5	39.4	55.7	44.2
MAY	6.5	11.6	17.0	11.7
JUN	5.4	4.7	7.6	5.9
JUL	2.0	3.7	5.7	3.8
AGO	7.4	9.8	14.4	10.5
SEP	23.1	29.4	37.2	29.9
OCT	38.2	47.9	55.9	47.3
NOV	53.0	64.1	68.3	61.8
DIC	85.5	107.5	105.7	99.6

Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Humedad relativa.

La principal fuente de humedad del medio ambiente del altiplano peruano y por ende la jurisdicción de la provincia de Huancané, proviene de las precipitaciones pluviales y de la evaporación de los riachuelos, ríos, manantes, Ccochas, lagunas y lago Titicaca.

En el cuadro 15, se presentan los valores de humedad relativa mensual promedio de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata, en ella se puede apreciar que la humedad relativa en la provincia de Huancané varía de 58 % a 78 %, que corresponden a los meses de julio y febrero, respectivamente; y en el Grafico 3, se muestra la variación mensual de la humedad relativa mensual promedio en la provincia de Huancané.

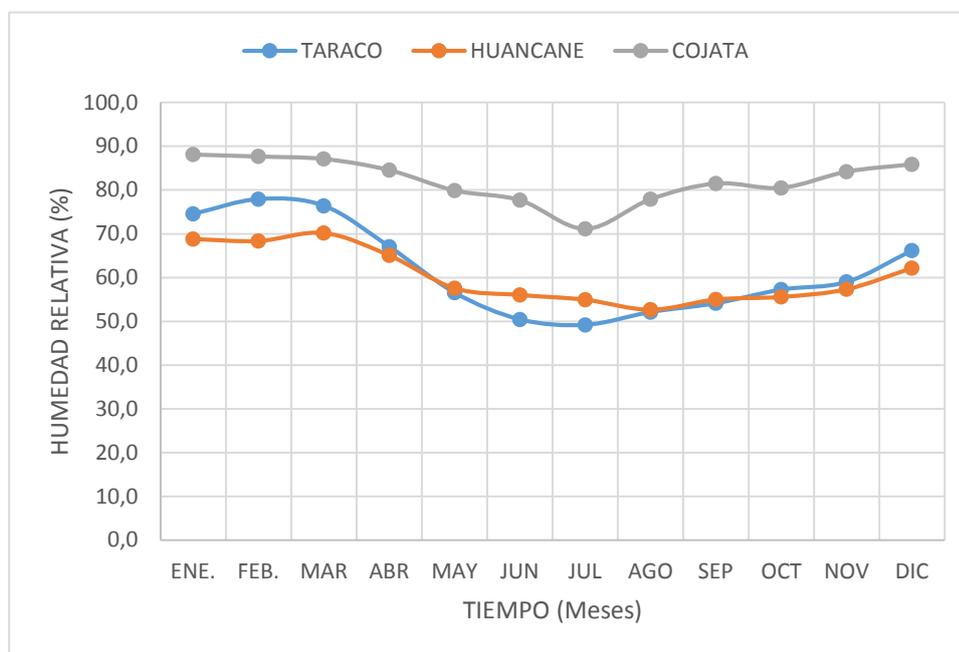
Cuadro 15

CUADRO 15: Valores de humedad relativa mensual (%) promedio de la provincia de Huancané.

MESES	ESTACIONES			PROMEDIO
	TARACO	HUANCANE	COJATA	
ENERO	74.6	69	88	77.2
FEBRERO	77.9	68	88	78.0
MARZO	76.4	70	87	77.9
ABRIL	67.1	65	85	72.2
MAYO	56.6	58	80	64.7
JUNIO	50.4	56	78	61.4
JULIO	49.2	55	71	58.4
AGOSTO	52.1	53	78	60.9
SEPTIEMBRE	54.1	55	82	63.5
OCTUBRE	57.3	56	81	64.5
NOVIEMBRE	59.0	57	84	66.9
DICIEMBRE	66.2	62	86	71.4

Fuente: Elaboración propia

GRAFICO 3: Variación mensual de la humedad relativa promedio en la provincia de Huancané



Fuente: Elaboración propia

4.2.6. Ecología.

En el ámbito de la provincia de Huancané se tiene las siguientes formaciones ecológicas:

- a) (bh-MS) bosques húmedo-Montano; comprende la ribera del lago Titicaca y la cuenca principal del río Huancané; comprendiendo los distritos políticos de Vilquechico, Huatasani, Huancané y parte de Rosaspata de la provincia de Huancané.
- b) Pmh-SaS. Páramo muy húmedo sub alpino sub tropical; comprende la mayor parte del distrito de Rosaspata, Cojata, Inchupalla de la provincia de Huancané.
- c) Tp-AS. Tundra pluvial alpino sub-tropical; comprende una pequeña zona del distrito político de Rosaspata de la provincia de Huancané.
- d) N -S Nivel Sub-Tropical.- Comprende áreas muy pequeñas que están ubicadas dentro de la zona de vida “tundra pluvial alpino sub-tropical”; y están ubicadas dentro del distrito de Rosaspata.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos al aplicar la metodología descrita en el capítulo anterior, así como su discusión, se presentan a continuación.

5.1. De la información meteorológica.

La variable que se emplea para determinar las sequías meteorológicas mediante el método Índice de Precipitación Estandarizada es la precipitación total mensual, esta información es obtenida del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Puno. Se va a emplear información pluviométrica de las estaciones meteorológicas Taraco, Huancané y Cojata.

El periodo de registro de la información pluviométrica de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata es de 42 años, varía desde el año 1971 al 2013, los mismos que se presentan en los Cuadro 34, al 36, Anexos.

5.2. Del análisis de consistencia de la información pluviografica.

5.2.1. Análisis de saltos.

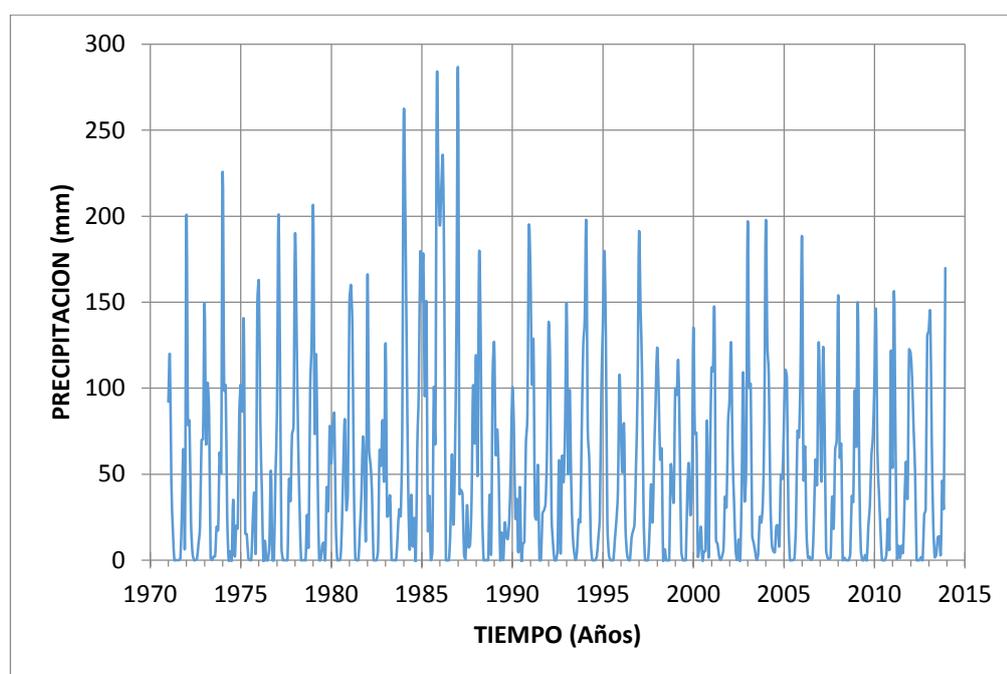
Este análisis se realiza para comprobar la homogeneidad de la información histórica registradas en las 03 estaciones, este análisis se realiza para detectar si existen o no saltos en las series históricas de precipitaciones totales mensuales de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata.

a. Análisis visual de histogramas.

En el grafico 04, se presenta el histograma de precipitación total mensual de la estación Taraco, en ella se puede apreciar que durante el periodo de 1971 al

2013, el comportamiento de las precipitaciones totales mensuales son homogéneos, con un mínimo de 0.0 mm y un máximo de 285.4 mm; visualmente se puede observar que no hay presencia de saltos; sin embargo, para su verificación se realizara el análisis de doble masa.

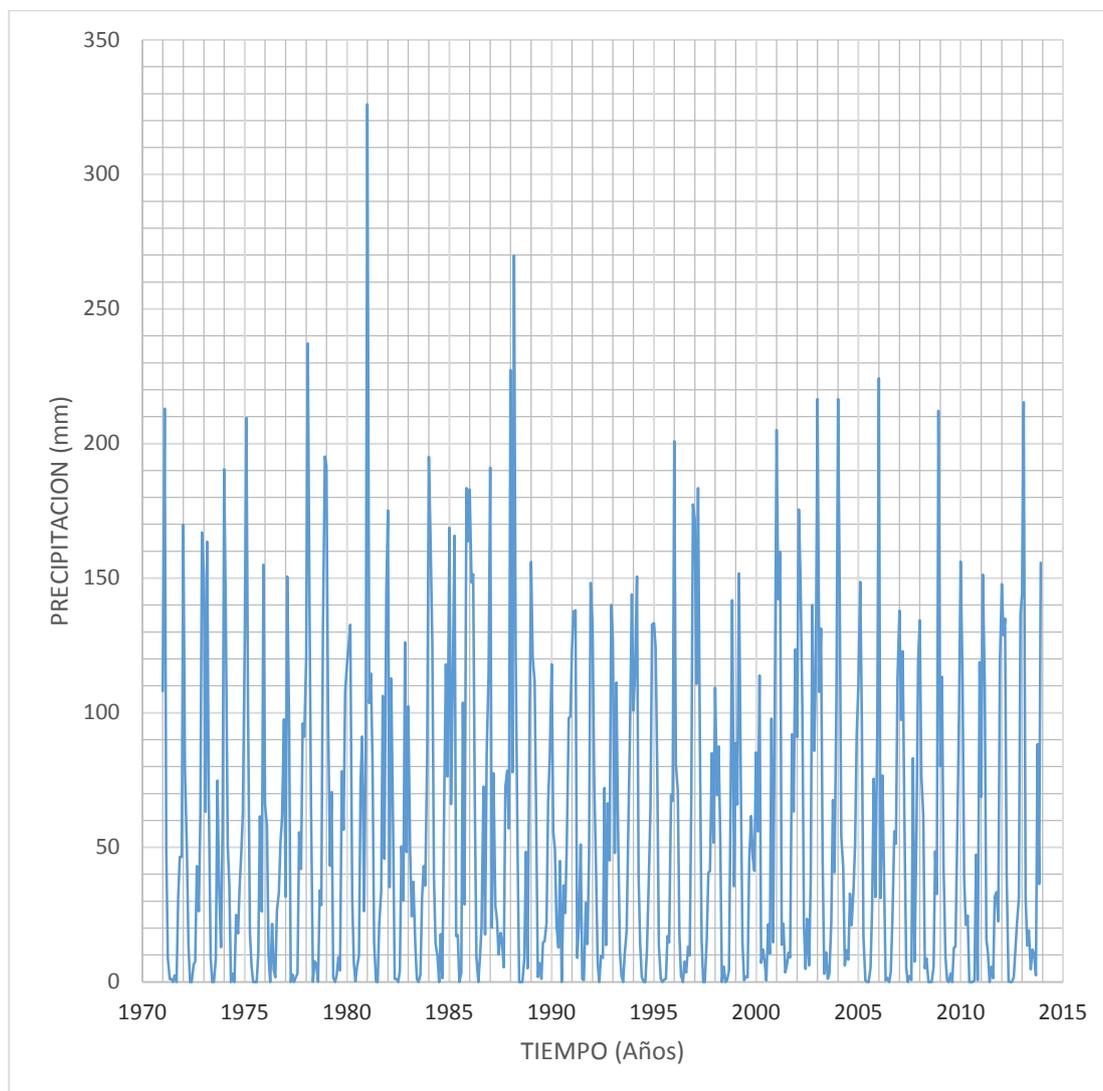
GRAFICO 4: Histograma de precipitación total mensual (mm) – estación Taraco – Periodo (1971 – 2013).



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 05, se presenta el histograma de precipitación total mensual de la estación Huancané, en este grafico se puede apreciar que durante el periodo de 42 años (1971 al 2013), el comportamiento de las precipitaciones totales mensuales son homogéneos, con un mínimo de 0.0 mm y un máximo de 326.0 mm; visualmente se puede observar en el grafico que no hay presencia de saltos; sin embargo, para su verificación se debe realizar el análisis de doble masa.

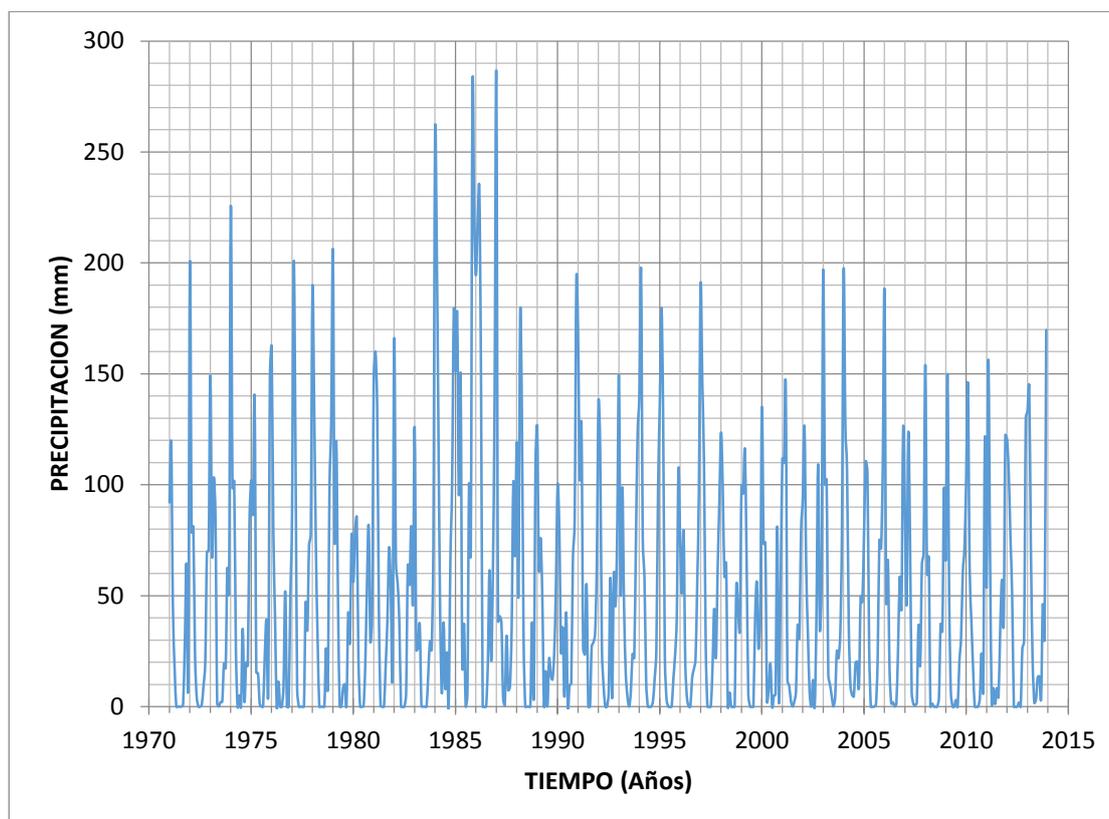
GRAFICO 5: Histograma de precipitación total mensual (mm) – estación Huancané – Periodo (1971 – 2013).



Fuente: Elaboración propia

En el grafico 06, se presenta el histograma de precipitación total mensual de la estación Cojata, en este grafico se puede apreciar que durante el periodo de 1971 al 2013, el comportamiento de las precipitaciones totales mensuales son homogéneos, con un mínimo de 0.0 mm y un máximo de 294.9 mm; visualmente se puede observar en el grafico que no hay presencia de saltos significativos; sin embargo, para su verificación se debe realizar el análisis de doble masa.

GRAFICO 6: Histograma de precipitación total mensual (mm) – estación Cojata – Periodo (1971 – 2013).



Fuente: Elaboración propia

b. Análisis de doble masa.

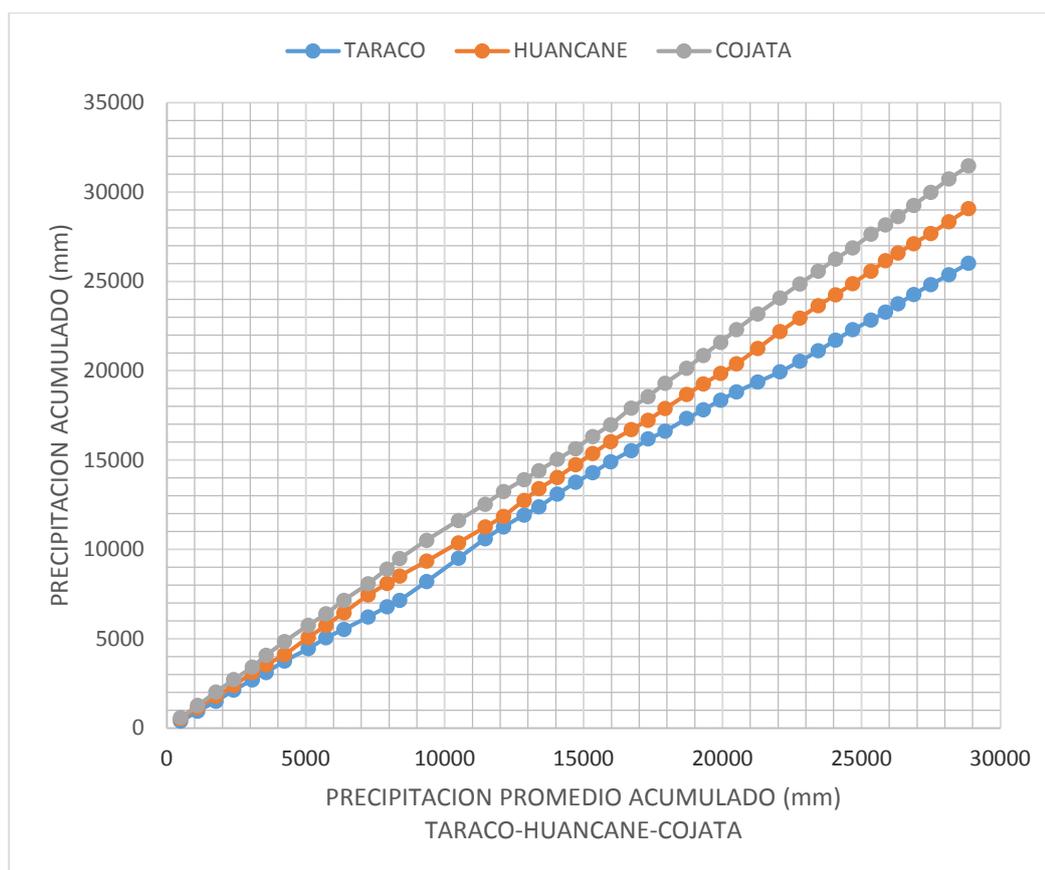
En el cuadro 16, se presentan los datos de precipitación total anual acumulada de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata y la información de precipitación total anual acumulado de cada estación. En el gráfico 7 se muestran los diagramas de doble masa, de las series históricas de las precipitaciones totales mensuales de las 03 estaciones estudiadas; en ellas se puede apreciar que las líneas de doble masa de las tres estaciones no presentan quiebres significativos; en consecuencia se puede afirmar que los registros históricos de precipitaciones totales mensuales de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata son consistentes y no es necesario realizar el análisis estadístico.

Cuadro 16

CUADRO 16: Análisis de doble masa de precipitación total anual de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata.

AÑO	TARACO	HUANCANE	COJATA	PROMEDIO	TARACO	HUANCANE	COJATA
1971	378.2	507.4	588.0	491.2	378.2	507.4	588.0
1972	558.1	624.1	664.9	1106.9	936.3	1131.5	1252.9
1973	563.5	645.9	765.6	1765.2	1499.8	1777.4	2018.5
1974	617.8	604.9	689.3	2402.6	2117.6	2382.3	2707.8
1975	577.7	717.7	693.7	3065.6	2695.3	3100.0	3401.5
1976	405.2	431.7	662.4	3565.4	3100.5	3531.7	4063.9
1977	647.6	569.3	780.3	4231.1	3748.1	4101.0	4844.2
1978	689.5	970.5	909.9	5087.7	4437.6	5071.5	5754.1
1979	616.5	665.3	632.1	5725.7	5054.1	5736.8	6386.2
1980	466.5	707.8	756.5	6369.3	5520.6	6444.6	7142.7
1981	685.6	994.4	919.8	7235.9	6206.2	7439.0	8062.5
1982	578.5	642.8	835.3	7921.4	6784.7	8081.8	8897.8
1983	355.9	424.6	576.2	8373.7	7140.6	8506.4	9474.0
1984	1049.6	831.6	1030.7	9344.3	8190.2	9338.0	10504.7
1985	1303.7	1026.0	1105.9	10489.5	9493.9	10364.0	11610.6
1986	1098.8	879.2	910.1	11452.2	10592.7	11243.2	12520.7
1987	659.6	596.2	719.5	12110.6	11252.3	11839.4	13240.2
1988	662.7	902.5	662.1	12853.1	11915.0	12741.9	13902.3
1989	458.2	659.6	498.5	13391.8	12373.2	13401.5	14400.8
1990	717.4	616.1	631.8	14046.9	13090.6	14017.6	15032.6
1991	655.3	718.8	601.7	14705.5	13745.9	14736.4	15634.3
1992	542.3	616.8	683.5	15319.7	14288.2	15353.2	16317.8
1993	616.7	678.8	646.3	15967.0	14904.9	16032.0	16964.1
1994	622.4	669.7	937.1	16710.1	15527.3	16701.7	17901.2
1995	653.1	522.4	646.6	17317.4	16180.4	17224.1	18547.8
1996	432.1	653.7	752.3	17930.1	16612.5	17877.8	19300.1
1997	710.9	799.1	825.3	18708.6	17323.4	18676.9	20125.4
1998	484.3	572.1	725.8	19302.6	17807.7	19249.0	20851.2
1999	544.6	592.7	732.0	19925.7	18352.3	19841.7	21583.2
2000	459.7	539.8	719.6	20498.8	18812.0	20381.5	22302.8
2001	546.2	851.1	877.1	21256.9	19358.2	21232.6	23179.9
2002	571.7	955.7	892.4	22063.5	19929.9	22188.3	24072.3
2003	590.0	756.7	786.9	22774.7	20519.9	22945.0	24859.2
2004	593.6	697.2	715.5	23443.5	21113.5	23642.2	25574.7
2005	597.6	606.1	674.0	24069.4	21711.1	24248.3	26248.7
2006	578.0	620.7	616.5	24674.4	22289.1	24869.0	26865.2
2007	535.1	698.4	767.0	25341.3	22824.2	25567.4	27632.2
2008	456.8	585.4	527.2	25864.4	23281.0	26152.8	28159.4
2009	460.6	433.8	461.4	26316.3	23741.6	26586.6	28620.8
2010	527.0	520.7	628.3	26875.0	24268.6	27107.3	29249.1
2011	555.6	569.6	729.0	27493.1	24824.2	27676.9	29978.1
2012	539.8	654.6	746.1	28139.9	25364.0	28331.5	30724.2
2013	652.8	733.8	739.5	28848.6	26016.8	29065.3	31463.7

GRAFICO 7: Diagrama de doble masa de precipitación total anual de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata.



Fuente: Elaboración propia

5.3. De la estimación del índice de precipitación estandarizada.

5.3.1. De la estimación de los parámetros de la distribución Gamma.

Como el cálculo del Índice de Precipitación Estandarizada se basa en un ajuste a la función de densidad de probabilidades Gamma para una distribución de frecuencias dada de valores de precipitación en una estación determinada. Los parámetros alfa y beta de la función de densidad de probabilidad de Gamma son estimados mediante el método de momentos descritos en el capítulo anterior para las estaciones Taraco, Huancané y Cojata. Los parámetros alfa y beta de las estaciones en estudio se presentan en los cuadros 17 al 19.

CUADRO 17: Resultados de los parámetros de la distribución Gamma – estación Taraco.

Parámetro	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
$\sum \ln(x)$	22.65	23.79	20.87	5.03	-3.83	-18.24	-10.59	-11.75	4.58	17.57	16.63	23.34
$\sum \ln(x)/N$	4.53	4.76	4.17	1.01	-0.77	-3.65	-2.12	-2.35	0.92	3.51	3.33	4.67
$\ln(\bar{x})$	4.60	4.82	4.18	2.97	1.73	-1.39	0.83	0.22	2.53	3.56	3.52	4.69
A	0.07	0.06	0.01	1.96	2.50	2.25	2.94	2.57	1.62	0.05	0.19	0.02
A	7.16	8.95	54.55	0.37	0.31	0.33	0.27	0.30	0.43	10.23	2.77	22.92
B	13.92	13.78	1.20	52.73	18.30	0.74	8.36	4.13	29.36	3.45	12.16	4.75

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 18: Resultados de los parámetros de la distribución Gamma – Estación Huancané.

Parámetro	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
$\sum \ln(x)$	23.56	23.67	21.15	13.37	5.41	-23.03	-10.93	-13.01	9.63	16.89	13.76	24.43
$\sum \ln(x)/N$	4.71	4.73	4.23	2.67	1.08	-4.61	-2.19	-2.60	1.93	3.38	2.75	4.89
$\ln(\bar{x})$	4.77	4.76	4.35	2.91	2.19	-2.30	0.57	-0.50	2.52	3.49	3.37	4.92
A	0.05	0.02	0.12	0.23	1.10	2.30	2.75	2.10	0.59	0.11	0.62	0.04
A	9.49	20.94	4.22	2.30	0.58	0.33	0.29	0.35	0.99	4.65	0.95	14.38
B	12.38	5.56	18.42	7.96	15.27	0.31	6.15	1.73	12.52	7.05	30.87	9.54

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 19: Resultados de los parámetros de la distribución Gamma – Estación Cojata.

Parametro	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
$\sum \ln(x)$	23.08	22.81	20.34	15.97	7.32	0.29	4.99	3.64	12.71	20.79	17.01	24.73
$\sum \ln(x)/N$	4.62	4.56	4.07	3.19	1.46	0.06	1.00	0.73	2.54	4.16	3.40	4.95
$\ln(\bar{x})$	4.66	4.68	4.33	3.47	1.84	0.93	1.76	1.43	3.22	4.25	3.66	4.97
A	0.04	0.12	0.27	0.27	0.38	0.87	0.77	0.70	0.68	0.09	0.26	0.02
A	12.15	4.28	2.03	2.00	1.48	0.71	0.79	0.86	0.88	5.55	2.07	25.45
B	8.69	25.26	37.56	16.02	4.26	3.59	7.39	4.86	28.47	12.66	18.87	5.64

Fuente: Elaboración propia

5.3.2. De la estimación del Índice de Precipitación Estandarizada.

La función gamma está definido para valores mayores a cero; sin embargo los registros de precipitación en las estaciones Taraco, Huancané y Cojata pueden contener valores igual a cero, más aun en zonas donde se presenta fenómenos de sequía, es decir, si en un registro de precipitaciones se presenta un valor cero, la probabilidad acumulada de que se presente dicho valor según la función gamma es cero, lo cual no es correcto; entonces la probabilidad acumulada de que se presente un valor de precipitaciones igual a cero se describe en la metodología.

Para cada estación, se determina el valor de **Z** de la función de distribución Normal con media cero y varianza de uno para la probabilidad acumulada calculada. Los valores de **Z** encontrados para las estaciones Taraco, Huancané y Cojata son los valores de los Índices de Precipitación Estandarizado (IPE), gracias a este ajuste para las estaciones consideradas en la investigación, el valor medio o el valor normal es el valor de cero. Los valores positivos y negativos indican que las precipitaciones son respectivamente, mayores o menores que la media.

En los cuadros 20 al 22, se presentan los resultados de los valores de IPE mensual para el periodo de 2008 al 2012 de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata.

CUADRO 20: Índice de precipitación Estandarizada – Estación Taraco.

VALORES DE INDICE DE PRECIPITACION ESTANDARIZADA (IPE) - ESTACION TARACO												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2008	1.38	-1.81	0.30	-1.67	-0.01	-0.63	-0.93	-0.91	-0.12	0.29	0.22	-0.41
2009	-0.87	0.71	-1.81	0.00	-1.23	-0.63	0.77	-0.91	0.83	-0.26	1.26	-1.78
2010	0.21	0.61	-0.15	1.01	1.36	-0.63	-0.93	-0.91	-0.15	-1.05	-1.80	0.62
2011	-1.37	0.85	0.50	-0.59	0.82	1.73	1.44	1.42	1.29	1.78	0.38	0.64
2012	0.65	-0.35	1.17	1.19	-1.23	-0.63	-0.93	0.81	-1.79	-0.76	-0.01	0.94
Máximo	1.38	0.85	1.17	1.19	1.36	1.73	1.44	1.42	1.29	1.78	1.26	0.94
Mínimo	-1.37	-1.81	-1.81	-1.67	-1.23	-0.63	-0.93	-0.91	-1.79	-1.05	-1.80	-1.78

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 21: Índice de Precipitación Estandarizada – Estación Huancané.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2008	0.53	-1.72	-0.29	-1.36	0.42	-0.35	-0.93	-0.90	-0.36	1.05	0.46	1.87
2009	-1.00	-0.05	-0.94	-0.69	-1.03	-0.35	0.95	-0.90	0.36	-1.55	1.10	-1.05
2010	1.03	-0.09	-1.11	0.45	1.34	-0.35	-0.93	-0.90	-1.66	0.99	-1.91	-0.45
2011	-1.40	1.32	0.92	0.02	0.57	-0.35	1.33	1.11	1.42	0.20	0.11	-0.46
2012	0.84	0.54	1.40	1.57	-1.35	-0.35	-0.93	1.21	0.27	-0.68	0.41	0.08
Máximo	1.03	1.32	1.40	1.57	1.34	-0.35	1.33	1.21	1.42	1.05	1.10	1.87
Mínimo	-1.40	-1.72	-1.11	-1.36	-1.35	-0.35	-0.93	-0.90	-1.66	-1.55	-1.91	-1.05

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 22: Índice de Precipitación Estandarizada – Estación Cojata.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2008	0.85	-1.49	0.27	-0.37	-0.36	1.63	-1.80	0.21	0.00	0.45	-0.23	-0.92
2009	-0.11	-0.90	-1.93	-0.93	-0.65	-1.36	0.28	-1.78	-0.24	-0.56	1.06	-0.01
2010	1.01	0.92	0.21	-0.90	1.48	0.01	-0.21	-0.22	-1.70	-1.29	-1.78	1.51
2011	-1.80	0.65	0.88	0.40	0.77	-0.65	0.65	1.21	1.33	1.66	0.82	-1.21
2012	0.06	0.83	0.66	1.73	-1.29	0.25	1.20	0.68	0.66	-0.26	0.18	0.63
Maximo	1.01	0.92	0.88	1.73	1.48	1.63	1.20	1.21	1.33	1.66	1.06	1.51
Mínimo	-1.80	-1.49	-1.93	-0.93	-1.29	-1.36	-1.80	-1.78	-1.70	-1.29	-1.78	-1.21

Fuente: Elaboración propia

Con los valores de Índice de Precipitación Estandarizada presentados en los cuadros 20 al 22, se realizaron los gráficos de serie de tiempo de índice de precipitación estandarizada de las estaciones Taraco, Huancané y Cojata para

un periodo de 5 años (2008 al 2012), los mismos que se muestran en los Gráficos 08 al 10.

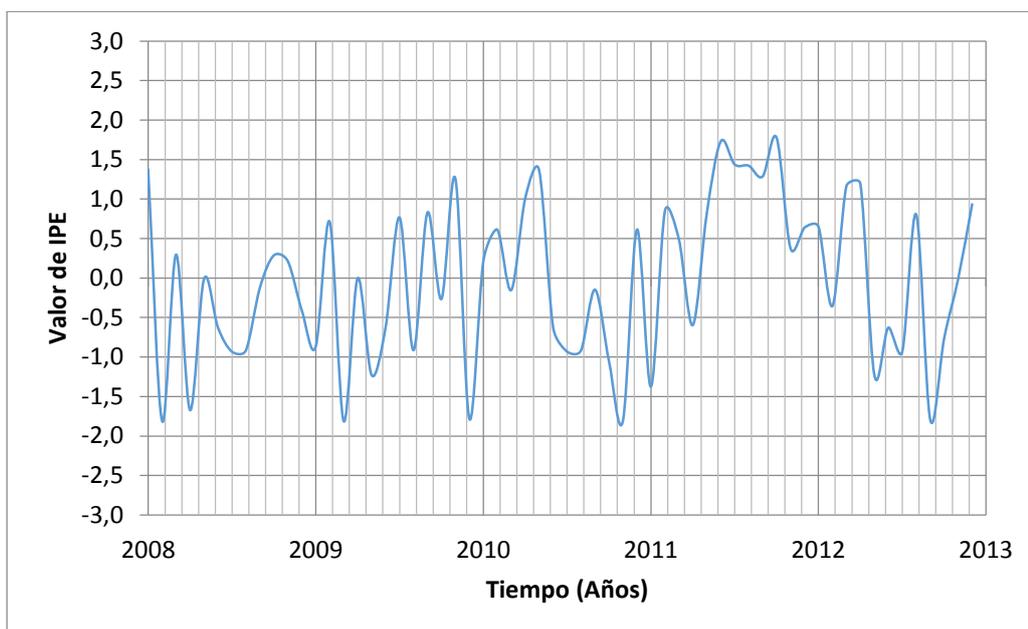
En los gráficos de serie de tiempo de Índice de Precipitación Estandarizada, se puede apreciar la variación temporal de las sequías, de acuerdo a la Tabla 1, en donde nos especifica el rango de valores de IPE, su categoría y probabilidad de ocurrencia. Con la presente investigación podemos analizar, para cada una de las estaciones consideradas, los eventos de los valores mensuales de IPE menores a -1.50, puesto que estaríamos en condiciones de muy seco y sequía extrema que de una u otra manera va a afectar a la productividad de los cultivos en la provincia de Huancané.

Tabla 1: Valores de IPE, categoría y probabilidad.

VALOR DE IPE	CATEGORIA	PROBABILIDAD
2.00 a mas	Extremadamente húmeda	2.3
1.50 a 1.99	Muy húmeda	4.4
1.00 a 1.49	Moderadamente húmeda	9.2
-0.99 a 0.99	Cercana a la normal	68.2
-1.49 a -1.00	Moderadamente seca	9.2
-1.99 a -1.50	Muy seca	4.4
-2.00 a mas	Extremadamente seca	2.3

Fuente: Elaboración propia

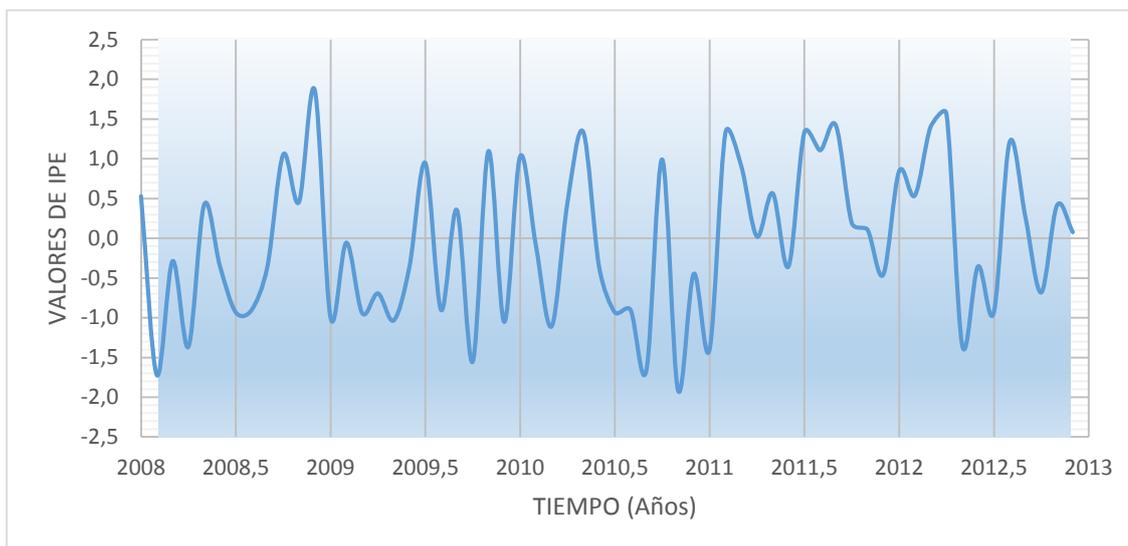
GRAFICO 8: Serie de tiempo de Índice de Precipitación Estandarizada. Estación Taraco – Periodo 2008 al 2012.



Fuente: Elaboración propia

Estación Huancané – Periodo 2008 al 2012.

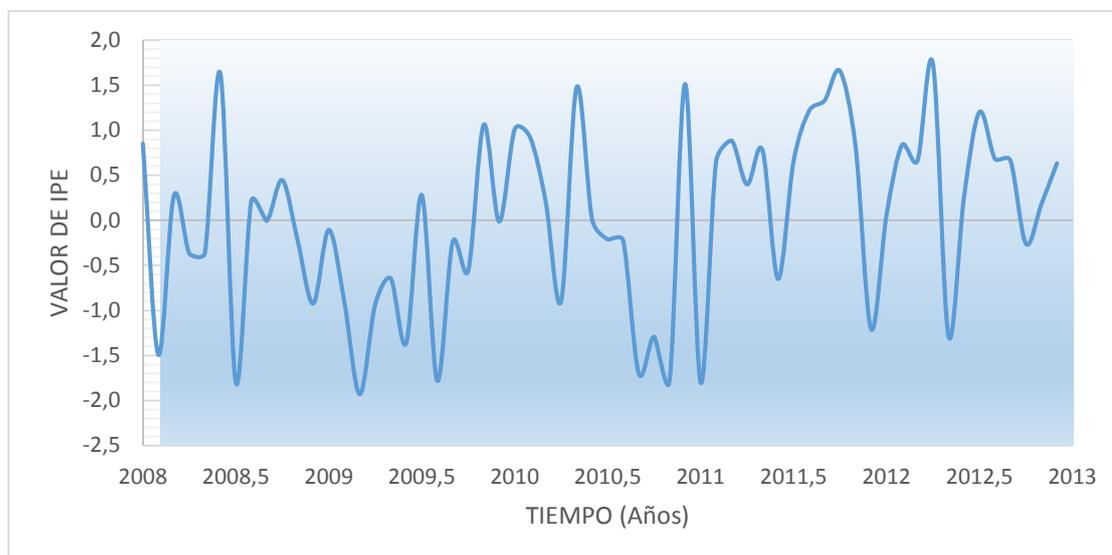
GRAFICO 9: Serie de tiempo de Índice de Precipitación Estandarizada.



Fuente: Elaboración propia

Estación Cojata – Periodo 2008 al 2012.

GRAFICO 10: Serie de tiempo de Índice de Precipitación Estandarizada.



Fuente: Elaboración propia

5.3.3. Ocurrencia de eventos de sequía por estaciones.

En el ámbito de la estación Taraco, se han identificado los siguientes eventos de sequía:

- Año 2008, mes de Febrero, IPE= -1.81, categoría muy seca.
- Año 2008, mes de Abril, IPE= -1.67, categoría muy seca.
- Año 2008, mes de Junio, IPE= -1.63, categoría muy seca.
- Año 2009, mes de Marzo, IPE= -1.81, categoría muy seca.
- Año 2010, mes de Noviembre, IPE= -1.80, categoría muy seca.
- Año 2012, mes de Setiembre, IPE= -1.79, categoría muy seca.

En el ámbito de la estación Huancané, se han identificado los siguientes eventos de sequía:

- Año 2008, mes de Febrero, IPE= -1.72, categoría muy seca.
- Año 2010, mes de Noviembre, IPE= -1.91, categoría muy seca.

En el ámbito de la estación Cojata, se han identificado los siguientes eventos de sequía:

- Año 2008, mes de Julio, IPE= -1.80, categoría muy seca.
- Año 2009, mes de Marzo, IPE= -1.93, categoría muy seca.
- Año 2010, mes de Setiembre, IPE= -1.70, categoría muy seca.
- Año 2010, mes de Noviembre, IPE= -1.78, categoría muy seca.
- Año 2011, mes de Enero, IPE= -1.80, categoría muy seca.

5.3.4. De las superficies sembradas de los cultivos.

La superficie sembradas del cultivo de papa a nivel de la provincia de Huancané varían de campaña a campaña, el total de áreas sembradas a nivel provincia de Huancané es: 5199 Has en la campaña 2008/09; 4621 Has. en la campaña 2009/10; 5166 Has en la campaña 2010/11; 4931 Has en la campaña 2011/12 y 5233 Has en la campaña 2012/13, casi en su totalidad llevadas en secano. En el cuadro 23 se presentan las superficies sembradas del cultivo de papa en los distritos de Cojata, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Pusi, Rosaspata, Taraco y Vilquechico. El distrito de Huancané tiene mayor superficie sembrada en las 05 campañas (1333, 985, 1330, 1315, y 1260 Has, respectivamente).

CUADRO 23: Superficie sembrada (has) del cultivo de papa por distritos en la provincia de Huancané.

DISTRITO	CAMPAÑA AGRICOLA				
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Cojata	20.0	25.0	21.0	8.0	12.0
Huancané	1,333.0	985.0	1,330.0	1,315.0	1,260.0
Huatasani	235.0	201.0	280.0	255.0	272.0
Inchupalla	540.0	532.0	524.0	500.0	490.0
Pusi	670.0	695.0	710.0	654.0	760.0
Rosaspata	692.0	634.0	636.0	609.0	604.0
Taraco	908.0	581.0	725.0	700.0	915.0
Vilquechico	801.0	968.0	940.0	890.0	920.0
Total	5,199.0	4,621.0	5,166.0	4,931.0	5,233.0

Fuente: Dirección Regional Agraria Puno-Oficina de Información Agraria.
Elaboración Propia.

La superficie sembrada del cultivo de quinua a nivel de la provincia de Huancané varían de campaña a campaña, el total de áreas sembradas a nivel provincia de Huancané es: 2295 Has en la campaña 2008/09; 2211 Has. en la campaña 2009/10; 2576 Has en la campaña 2010/11; 2758 Has en la campaña

2011/12 y 3052 Has en la campaña 2012/13, casi en su totalidad llevadas en secano. En el cuadro 24 se presentan las superficies sembradas del cultivo de papa en los distritos de Cojata, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Pusi, Rosaspata, Taraco y Vilquechico. El distrito de Huancané tiene mayor superficie sembrada en las 05 campañas (1333, 985, 1330, 1315, y 1260 Has, respectivamente).

En este cuadro se puede apreciar que el distrito de Taraco tiene mayor superficie sembrada en las 05 campañas (820, 720, 927, 900 y 1035 Has, respectivamente); mientras que en el distrito de Cojata no se cultiva quinua.

CUADRO 24: Superficie sembrada (has) del cultivo de quinua por distritos en la provincia de Huancané.

DISTRITO	CAMPAÑA AGRICOLA				
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Cojata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Huancané	345.0	335.0	413.0	582.0	610.0
Huatasani	140.0	140.0	141.0	105.0	125.0
Inchupalla	90.0	88.0	90.0	190.0	187.0
Pusi	520.0	560.0	620.0	566.0	670.0
Rosaspata	225.0	220.0	225.0	210.0	215.0
Taraco	820.0	720.0	927.0	900.0	1,035.0
Vilquechico	155.0	148.0	160.0	205.0	210.0
Total	2,295.0	2,211.0	2,576.0	2,758.0	3,052.0

Fuente: Elaboración propia

5.3.5. De volumen de producción.

Los volúmenes de producción de mayor relevancia y de interés comercial están constituidos por los cultivos de la papa y quinua a nivel nacional.

Los volúmenes de producción del cultivo de papa en la provincia de Huancané para la campaña 2008/09 es de 47816 Tn, campaña 2009/10 es de 43570 Tn, campaña 2010/11 es de 54026 Tn, campaña 2011/12 es de 49423 Tn y campaña 2012/13 es de 59229 Tn.

En el cuadro 25 se presentan las volúmenes de producción del cultivo de papa en los 15 distritos de la provincia de Huancané.

en este cuadro se puede apreciar que el distrito de Huancané tiene mayores volúmenes de producción de papa, porque tienen también mayores superficies sembrada en las 05 campañas (11808, 8487, 12218, 13476 y 12665 Tn, respectivamente); mientras que el distrito de Cojata tiene los menores volúmenes de producción.

Los volúmenes de producción del cultivo de quinua en la provincia de Huancané para la campaña 2008/09 es de 2713 Tn, campaña 2009/10 es de 2738 Tn, campaña 2010/11 es de 3025 Tn, campaña 2011/12 es de 2850 Tn y campaña 2012/13 es de 2908 Tn.

En el cuadro 25 se presentan las volúmenes de producción del cultivo de quinua en los 08 distritos de la provincia de Huancané; en este cuadro se puede apreciar que el distrito de Taraco tiene mayores volúmenes de producción de quinua, porque tienen también mayores superficies sembrada en las 05 campañas (1068, 1008, 1173, 924 y 1002 Tn, respectivamente); mientras que en el distrito de Cojata no se siembra quinua.

CUADRO 25: Volumen de producción (Tn) del cultivo de papa por distritos en la provincia de Huancané.

DISTRITO	CAMPAÑA AGRICOLA				
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Cojata	142.0	192.0	152.0	65.0	104.0
Huancané	11,808.0	8,487.0	12,218.0	13,476.0	12,665.0
Huatasani	1,973.0	1,542.0	2,751.0	2,375.0	2,673.0
Inchupalla	4,530.0	3,677.0	4,726.0	4,687.0	4,860.0
Pusi	7,684.0	9,305.0	9,705.0	7,482.0	9,523.0
Rosaspata	6,009.0	4,558.0	5,996.0	6,013.0	6,121.0
Taraco	9,151.0	7,800.0	9,874.0	7,022.0	13,648.0
Viquechico	6,519.0	8,009.0	8,604.0	8,303.0	9,635.0
Total	47,816.0	43,570.0	54,026.0	49,423.0	59,229.0

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 26: Volumen de producción (Tn) del cultivo de quinua por distritos en la provincia de Huancané.

DISTRITO	CAMPAÑA AGRICOLA				
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Cojata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Huancané	343.0	376.0	430.0	602.0	548.0
Huatasani	145.0	144.0	163.0	108.0	121.0
Inchupalla	90.0	104.0	96.0	194.0	185.0
Pusi	659.0	727.0	748.0	596.0	633.0
Rosaspata	230.0	230.0	242.0	211.0	211.0
Taraco	1,068.00	1,008.00	1,173.00	924.00	1,002.00
Viquechico	178.00	149.00	173.00	215.00	208.00
Total	2,713.0	2,738.0	3,025.0	2,850.0	2,908.0

Fuente: Elaboración propia

5.3.6. De los rendimientos de los cultivos.

Los rendimientos dependen del nivel de tecnología usada, principalmente por el empleo de semilla certificada, variedades mejoradas, fertilizantes, nivel de mecanización, adecuadas prácticas agronómicas, riego tecnificado, ocurrencia de factores abióticos y el control efectivo de plagas y enfermedades.

En el cuadro 27 se presentan los rendimientos del cultivo de papa en los distritos de la provincia de Huancané (Cojata, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Pusi, Rosaspata, Taraco y Vilquechico), en ella se puede observar que los rendimientos del cultivo de papa en promedio para la provincia de Huancané, son los siguientes:

Para la campaña agrícola 2008/09 es de 8,888.0 Kg/Ha, campaña 2009/10 es 9,144.1 Kg/Ha, campaña 2010/11 es 10,142.2 Kg/Ha, campaña 2011/12 es 9,716.9 Kg/Ha y campaña 2012/13 es de 10,814.6 Kg/Ha.

En este cuadro se puede apreciar que los distritos de Pusi y Taraco tiene mayores rendimientos en la producción del cultivo de papa, debido a que la zona tiene un microclima influenciado por el lago Titicaca, en consecuencia no tienen problemas de heladas, mientras que en el distrito de Cojata se tienen rendimientos más bajos de la provincia de Huancané, debido a que la zona es alta, las temperaturas son bajas, hay problemas de heladas, y sequias.

Considerando que el rendimiento de la papa a nivel departamental para el año 2012 es de 11,262 Kg/ha, los rendimientos de la papa en la provincia de Huancané son inferiores al rendimiento departamental; de la misma manera el rendimiento del cultivo de papa a nivel nacional es de 13,720 Kg/ha, los rendimientos de la papa a nivel provincial son mucho más inferiores.

CUADRO 27: Rendimiento del cultivo de papa (Kg/ha) por distritos en la provincia de Huancané

DISTRITO	CAMPAÑA AGRICOLA				
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Cojata	7,100.0	7,680.0	7,238.1	8,125.0	8,666.7
Huancané	8,858.2	8,616.2	9,186.5	10,247.9	10,051.6
Huatasani	8,395.7	7,671.6	9,825.0	9,313.7	9,827.2
Inchupalla	8,388.9	6,911.7	9,019.1	9,374.0	9,918.4
Pusi	11,468.7	13,388.5	13,669.0	11,440.4	12,530.3
Rosaspata	8,683.5	7,189.3	9,427.7	9,873.6	10,134.1
Taraco	10,078.2	13,425.1	13,619.3	10,031.4	14,915.8
Viquechico	8,138.6	8,273.8	9,153.2	9,329.2	10,472.8
Promedio	8,889.0	9,144.5	10,142.2	9,716.9	10,814.6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 28 se presentan los rendimientos del cultivo de quinua en los distritos de la provincia de Huancané (Cojata, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Pusi, Rosaspata, Taraco y Vilquechico), en ella se puede observar que los rendimientos del cultivo de la quinua en promedio para la provincia de Huancané, son los siguientes: Para la campaña agrícola 2008/09 es de 1,110.0 Kg/Ha, campaña 2009/10 es 1,154.7 Kg/Ha, campaña 2010/11 es 1,127.5 Kg/Ha, campaña 2011/12 es 1,031.0 Kg/Ha y campaña 2012/13 es de 962.9 Kg/Ha; en este cuadro se puede apreciar que el distrito de Pusi tiene mayores rendimientos en la producción del cultivo de quinua, debido a que la zona tiene un microclima influenciado por el lago Titicaca, en consecuencia no tienen problemas de heladas.

Considerando que el rendimiento a nivel departamental en la campaña 2012/13 es de 1,100 Kg/ha, el rendimiento de la producción de quinua en la provincia de Huancané, ha disminuido en 47 Kg/ha; y a nivel nacional el rendimiento de la quinua es de 1,148 Kg/ha, para la misma campaña el rendimiento en la provincia de Huancané es menor en 187 Kg/ha.

CUADRO 28: Rendimiento del cultivo de quinua (Kg/ha) por distritos en la provincia de Huancané.

DISTRITO	CAMPAÑA AGRICOLA				
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Cojata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Huancané	994.2	1122.4	1041.2	1034.4	898.4
Huatasani	1035.7	1028.6	1156.0	1028.6	968.0
Inchupalla	1000.0	1181.8	1066.7	1021.1	989.3
Pusi	1267.3	1298.2	1206.5	1053.0	944.8
Rosaspata	1022.2	1045.5	1075.6	1004.8	981.4
Taraco	1302.4	1400.0	1265.4	1026.7	968.1
Vilquechico	1148.4	1006.8	1081.3	1048.8	990.5
Promedio	1,110.0	1,154.7	1,127.5	1,031.0	962.9

Fuente: Elaboración propia.

5.3.7. De los precios en chacra de los cultivos.

El riesgo que se tiene cuando hay una tendencia de siembras crecientes de la papa, podría obtenerse una sobreproducción y provocar una caída del precio en chacra y afectar directamente la economía del productor.

El precio en chacra de un kilogramo de papa en promedio para la provincia de Huancané (considerando sus 08 distritos), son los siguientes: Para la campaña agrícola 2008/09 es de S/.1.05 nuevos soles, campaña 2009/10 S/.0.80 nuevos soles, campaña 2010/11 S/. 1.04 nuevos soles, campaña 2011/12 S/. 1.04 nuevos soles y campaña 2012/13 es de S/. 1.12 nuevos soles, En el cuadro 29 se presentan los precios en chacra de la papa en los distritos de Cojata, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Pusi Rosaspata, Taraco y Vilquechico; En este cuadro se puede apreciar que durante las 05 campañas agrícolas, la variación de los precios en chacra en la provincia de Huancané es de 0.80 a 1.12 soles por kilogramo de papa.

El precio en chacra del cultivo de papa está en función de la oferta y demanda y volumen de producción.

CUADRO 29: Precio en chacra (S/.) por kilogramo de papa en la provincia de Huancané.

DISTRITO	CAMPAÑA AGRICOLA				
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Cojata	1.00	0.83	1.27	1.05	1.00
Huancané	1.04	0.83	1.11	1.09	1.13
Huatasani	1.04	0.80	0.95	1.03	1.07
Inchupalla	1.04	0.79	1.10	1.04	1.15
Pusi	1.04	0.81	1.03	1.03	1.13
Rosaspata	1.10	0.79	0.95	1.04	1.19
Taraco	1.09	0.80	1.01	1.02	1.11
Viquechico	1.04	0.80	0.94	1.02	1.13
Promedio	1.05	0.80	1.04	1.04	1.12

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 30 se presentan los precios en chacra de la quinua en los distritos de Cojata, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Pusi, Rosaspata, Taraco y

Vilquechico, en este cuadro se puede apreciar que el precio en chacra de un kilogramo de quinua en promedio para la provincia de Huancané (considerando sus 08 distritos), son los siguientes: Para la campaña agrícola 2008/09 es de S/.3.83 nuevos soles, campaña 2009/10 S/.3.27 nuevos soles, campaña 2010/11 S/. 3.41 nuevos soles, campaña 2011/12 S/. 3.70 nuevos soles y campaña 2012/13 es de S/. 6.58 nuevos soles.

En este cuadro también se aprecia que el precio en chacra de un kilogramo de quinua por campaña agrícola tiene una tendencia creciente; sin embargo en la campaña agrícola 2012/13 este precio se ha incrementado en un 80 %, lo cual beneficia a los productores de quinua, este incremento del precio de la quinua se debe a que la demanda en el consumo de quinua ha incrementado considerablemente, dado que es un producto alimenticio de alto valor nutritivo.

CUADRO 30: Precio en chacra (S/.) por Kilogramo de quinua en la provincia de Huancané.

DISTRITO	CAMPAÑA AGRICOLA				
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Cojata	4.03	3.30	3.45	3.87	6.50
Huancané	3.65	3.04	3.25	3.85	6.70
Huatasani	3.75	3.31	3.42	3.58	6.80
Inchupalla	3.91	3.31	3.45	3.66	6.90
Pusi	3.94	3.32	3.43	3.60	6.90
Rosaspata	3.72	3.33	3.55	3.70	6.20
Taraco	3.76	3.21	3.33	3.66	6.40
Viquechico	3.85	3.33	3.42	3.69	6.20
Total	3.83	3.27	3.41	3.70	6.58

Fuente: Elaboración propia

5.3.8. De los costos de producción de los cultivos.

El análisis del costo de producción de los cultivos papa y quinua se realizó considerando un nivel tecnológico medio para los 08 distritos de la provincia de

Huancané. En el cuadro 31 se presentan los costos de producción de los cultivos papa y quinua para la provincia de Huancané, el análisis de los costos de producción detallado por campaña agrícola, se presentan en el Anexo.

CUADRO 31: Costo de producción (S/.) por hectárea de papa y quinua en la provincia de Huancané.

Cultivo	CAMPAÑA AGRICOLA				
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Papa	5846.50	6373.40	6417.40	7194.00	7815.50
Quinua	2901.25	3193.85	3221.35	3588.75	3946.25

Fuente: Elaboración propia

El costo de producción del cultivo de papa, para la campaña agrícola 2008/09 es de S/.5846.50 nuevos soles, campaña 2009/10 S/.6373.40 nuevos soles, campaña 2010/11 S/. 6417.40 nuevos soles, campaña 2011/12 S/. 7194.00 nuevos soles y campaña 2012/13 es de S/. 7815.50 nuevos soles; el costo de producción de la papa desde la campaña 2008/2009 a 2012/2013, se ha incrementado en un 37 %; esto se debe al incremento en los costos de mano de obra, maquinaria agrícola y la semilla; mientras que el costo de producción del cultivo de quinua, para la campaña agrícola 2008/09 es de S/.2901.25 nuevos soles, campaña 2009/10 S/.3193.85 nuevos soles, campaña 2010/11 S/. 3221.35 nuevos soles, campaña 2011/12 S/. 3588.75 nuevos soles y campaña 2012/13 es de S/. 3946.25 nuevos soles. El costo de producción de la quinua, desde la campaña agrícola 2008/09 a 2012/13, se ha incrementado en un 38 %.

5.3.9. De la rentabilidad o utilidad.

En el cuadro 32 se presenta la rentabilidad por kilogramo de papa producida en los distritos de Cojata, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Pusi, Rosaspata, Taraco y Vilquechico, en este cuadro se puede apreciar que la rentabilidad en producir un kilogramo de papa en promedio para la provincia de Huancané (considerando sus 08 distritos), son los siguientes:

Para la campaña agrícola 2008/09 es de S/. 0.08 nuevos soles, campaña 2009/10 es S/. 0.07 nuevos soles, se ha reducido en S/. 0.01 nuevos soles con respecto a la campaña anterior, campaña 2010/11 es S/. 0.03 nuevos soles, campaña 2011/12 S/. 0.27 nuevos soles y campaña 2012/13 es de S/. 0.36 nuevos soles.

En los distritos de Huancané, Pusi, Taraco y Vilquechico, la rentabilidad en la producción de papa es positiva; mientras que en el distrito de Cojata, Huatasani, Inchupalla y Rosaspata, en algunas campañas la rentabilidad es negativa o se tuvo pérdidas, por ejemplo en el distrito de Cojata en la campaña 2008/09 se tiene una rentabilidad de -0.24 soles/Kg., en la campaña del 2009/10, -0.11 soles por Kg. Y la campaña 2010/11, -0.02 soles por Kg. en este caso específico se tienen pérdidas, como la agricultura en el distrito de Cojata es de alto riesgo, debido a que sus condiciones climáticas son adversas con presencia de heladas principalmente, no hay seguridad de tener beneficios o utilidad con la siembra del cultivo de papa.

CUADRO 32: Rentabilidad (S/.) por Kilogramo de papa por distritos en la provincia de Huancané.

DISTRITO	CAMPAÑA AGRICOLA				
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Cojata	-0.24	-0.11	-0.02	0.13	0.17
Huancané	0.10	0.00	0.30	0.31	0.42
Huatasani	0.01	-0.07	0.33	0.25	0.25
Inchupalla	-0.05	-0.10	0.21	0.23	0.31
Pusi	0.41	0.28	0.46	0.37	0.33
Rosaspata	0.02	-0.09	0.28	0.28	0.43
Taraco	0.30	0.29	0.51	0.29	0.43
Vilquechico	0.01	0.03	0.24	0.26	0.35
Promedio	0.08	0.07	0.31	0.27	0.36

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 33, se presenta la rentabilidad por kilogramo de quinua producida en los distritos de Cojata, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Pusi, Rosaspata, Taraco y Vilquechico. En este cuadro se puede apreciar que la rentabilidad en producir un kilogramo de quinua en promedio para la provincia

de Huancané, son los siguientes: Para la campaña agrícola 2008/09 es de S/. 1.60 nuevos soles, campaña 2009/10 es S/. 1.63 nuevos soles, se ha incrementado en S/. 0.03 nuevos soles con respecto a la campaña anterior, campaña 2010/11 S/. 1.69 nuevos soles, campaña 2011/12 S/. 2.13 nuevos soles y campaña 2012/13 es de S/. 3.12 nuevos soles.

En los 08 distritos de la provincia de Huancané, la rentabilidad en la producción de quinua es positiva en las cinco campañas, siendo la campaña 2012/13 la que dio mayor utilidad o rentabilidad de 3.82 nuevos soles por kilogramo de quinua, esto se debe a que el precio en chacra ha incrementado notablemente.

Como el hábitat del cultivo de la quinua es la sierra peruana, los agricultores de la provincia de Huancané y el departamento de Puno, deben aprovechar en cultivar este producto por tener al clima una ventaja comparativa con otros departamentos, también las estadísticas mencionan que el departamento de Puno es el mayor productor de quinua a nivel nacional.

CUADRO 33: Rentabilidad (S/.) por Kilogramo de quinua por distritos en la provincia de Huancané

DISTRITO	CAMPAÑA AGRICOLA				
	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
Cojata					
Huancané	1.29	1.38	1.46	2.13	2.54
Huatasani	1.20	1.34	1.55	2.11	2.56
Inchupalla	1.02	1.51	1.42	1.91	2.51
Pusi	2.39	2.36	2.04	2.20	4.44
Rosaspata	1.41	1.21	1.50	2.06	2.59
Taraco	2.39	2.33	2.26	2.26	4.69
Viquechico	1.39	1.08	1.52	2.21	2.52
Promedio	1.60	1.63	1.69	2.13	3.12

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Luego de culminar el trabajo de investigación, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Al realizar el análisis de consistencia de la información meteorológica, se puede concluir que la serie histórica de las precipitaciones media mensual y anual registradas en las estaciones Taraco, Huancané y Cojata, son consistentes y homogéneos porque no presentan saltos en los histogramas ni desviaciones en las líneas de doble masa.
2. El método de índice de precipitación estandarizada (IPE), es un método apropiado para determinar las sequias meteorológicas en la provincia de Huancané porque utiliza información de precipitación total mensual, el mismo que se cuenta con esta información y permite determinar las sequias extremas en la zona en estudio.
3. El ámbito de la estación Taraco, se han producido 06 eventos de sequias en la categoría de muy seca: 03 eventos en el año 2008 que corresponden a los meses de Febrero, Abril y Junio, un evento en el año 2010, el mes de febrero y un evento en el mes de setiembre del año 2012; el ámbito de la estación Huancané, se han producido 02 eventos de sequias en la categoría de muy seca: un evento en el año 2008 que corresponden al mes de febrero y 01 evento el año 2010 que corresponde al mes de Noviembre; y en el ámbito de la estación Cojata, se han producido 04 eventos de sequias en la categoría de muy seca: 01 eventos en el año 2008 que corresponden al mes de Julio, 01 evento el año 2009 durante el mes de Marzo, y 02 eventos el año 2010 que corresponden a los meses de Setiembre y Noviembre; los mismos que no influyen mucho en la actividad productiva.
4. Para la escala de valores de IPE mayores a -2.00 que corresponde a la categoría de sequía extrema, durante el periodo de 2008 al 2012, no se ha presentado ningún evento de esa magnitud en la provincia de Huancané.

5. Los rendimientos del cultivo de papa en promedio para la provincia de Huancané (Cojata, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Pusi, Rosaspata, Taraco y Vilquechico) son: campaña agrícola 2008/09, 8,888.0 Kg/Ha, campaña 2009/10, 9,144.1 Kg/Ha, campaña 2010/11, 10,142.2 Kg/Ha, campaña 2011/12, 9,716.9 Kg/Ha y campaña 2012/13, 10,814.6 Kg/Ha, valores de rendimiento que están por debajo de los rendimientos a nivel departamental y nacional.
6. los rendimientos del cultivo de quinua en promedio para la provincia de Huancané (Cojata, Huancané, Huatasani, Inchupalla, Pusi, Rosaspata, Taraco y Vilquechico) son: campaña agrícola 2008/09, 1,110.0 Kg/Ha, campaña 2009/10, 1,154.7 Kg/Ha, campaña 2010/11, 1,127.5 Kg/Ha, campaña 2011/12, 1,031.0 Kg/Ha y campaña 2012/13, 962.9 Kg/Ha, estos valores de rendimiento están por debajo de los rendimientos a nivel departamental y nacional.
7. La rentabilidad en producir un kilogramo de papa en promedio para la provincia de Huancané (considerando sus 08 distritos), son: campaña agrícola 2008/09, S/. 0.08, campaña 2009/10, S/. 0.07, campaña 2010/11 es S/. 0.03, campaña 2011/12, S/. 0.27 y campaña 2012/13 es de S/. 0.36 nuevos soles; en los distritos de Huancané, Pusi, Taraco y Vilquechico, la rentabilidad en la producción de papa es positiva; mientras que en los distritos de Cojata, Huatasani, Inchupalla y Rosaspata, en algunas campañas la rentabilidad es negativa o se tuvo pérdidas.
8. La rentabilidad en producir un kilogramo de quinua en promedio para la provincia de Huancané (considerando sus 08 distritos) son: campaña agrícola 2008/09 es de S/. 1.60 nuevos soles, campaña 2009/10, S/. 1.63, campaña 2010/11, S/. 1.69, campaña 2011/12, S/. 2.13 y campaña 2012/13 es de S/. 3.12 nuevos soles; en los 08 distritos de la provincia de Huancané, la rentabilidad en la producción de quinua es positiva en las cinco campañas.

RECOMENDACIONES.

A partir del estudio realizado es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Los resultados obtenidos en el presente estudio, van a servir como referencia a las posteriores investigaciones relacionados a estudios de sequias y rentabilidad de los cultivos de papa y quinua en la provincia de Huancané.
2. Realizar estudios de determinación de sequias meteorológicas modelos estocásticos y realizar comparaciones con los resultados obtenidos en esta investigación y relacionar con la producción de cultivo.
3. Usar la metodología del Índice de Precipitación Estandarizada para realizar la regionalización de las sequias en el departamento de Puno.

BIBLIOGRAFÍA

- (ONU)., O. d. (1994). Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación en los Países afectados por Sequía Grave o desertificación. Paris: Limusa.
- Agricultura, M. d. (2012). Quinoa: Perú campo fértil para sus inversiones y desarrollo de sus exportaciones. Lima: Dirección General de Competitividad Agraria.
- Agricultura, M. d. (2013). Quinoa: Principales aspectos de la cadena productiva. Lima: Thompson.
- Agricultura., M. d. (2006). Estadísticas de producción de papa por departamento. Lima: Oficina de Información Agraria (OIA).
- Agricultura., M. d. (2012). La Papa, Principales aspectos de la cadena productiva. Lima: Dirección General de Competitividad Agraria, 1ra Edición.
- Alimentación, O. d. (2011). El Estado Mundial de la Agricultura y la alimentación. Roma: Thompson.
- Calzada, B. (1982). Métodos Estadísticos para la Investigación-4ta.Edición. Lima: Editorial Milagros S.A.
- Chow V. T., M. D. (1998). Hidrología aplicada. New York.: Ed. McGraw Hill.
- Gittinger, J. (1989). Análisis Económico de Proyectos Agrícolas. Madrid: Editorial Tecno.
- Gorriti, J. (1995). Rentabilidad o supervivencia: La agricultura de la costa peruana. Lima: Limusa.
- Informática, I. N. (2005). Material Bibliográfico de Estadística Periodo 2000-2004,. Lima: Editorial INEI.
- J., M. A. (1972). Probabilidades de Sequías. V Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Lima: Limusa.
- Linsley R, K. M. (1967). Hidrología para Ingenieros. Mexico: McGraw Hill.

- M., A. (1992). "Fundamentos de Hidrología de Superficie". México: Editores Noriega (Limusa).
- M., V. (2002). "Hidrología Estadística". Lima: Lima-Perú.
- McKee, T. V. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. EE.UU.: Preprints, Eighth Conf. On Appl.
- N., P. (1993). "Análisis de consistencia de series hidrometeorológicas". Lima: Librería la Carpa U.N.I.
- Organization, W. M. (2006). Drought and Agriculture. Technical Note N° 138. Ginebra: WMO.
- Palmer, W. (1965). Meteorological drought. U. S. Weather Bureau. Washington: Pamiela.
- Ponce, V. (2002). Engineering Hydrology Principles and Practices. New Jersey: Jersey.
- Riego., M. d. (2013). Valor Bruto de la producción Agropecuaria. Lima: Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos.
- Salas, D. J. (1990). Efect Of Drought on Urban Water Supplies. Suiza: HYDRAULIC ENGINEERIG.
- V., G. P. (1975). "Analysis of Drought Characteriscas by the theory of run". New York: Thompson.
- V., Y. (1972). "Stochastic Proceses in Hydrology". U.S.A.: Colorado.
- Valiente, O. (2001). Sequía: Definiciones, Topologías y Métodos de Cuantificación. España: Revista Investigaciones Geográficas.
- Wilhite, D. a. (1985). Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. Suiza: Water international.

ANEXOS

CUADRO 34: Precipitación total mensual (mm) – estación Taraco.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1971	92.1	118.7	45.5	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	28.5	64.4	10.2
1972	200.5	78.7	81.3	23.2	4.2	0.0	0.0	1.0	9.6	19.5	69.8	70.3
1973	149.3	68.2	103.2	86.0	1.5	0.0	2.1	2.3	19.5	17.4	62.6	51.4
1974	225.8	98.7	101.8	26.4	0.0	5.1	0.0	35.1	2.3	20.0	18.5	84.1
1975	102.0	87.3	139.0	15.5	15.1	1.3	0.0	0.0	23.4	38.9	6.9	148.3
1976	162.4	80.3	40.8	0.0	11.3	0.0	0.0	9.1	52.0	0.0	0.0	49.3
1977	86.4	200.8	120.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.5	34.8	73.1	78.0
1978	188.7	135.9	72.2	31.3	0.0	0.0	0.0	0.0	26.3	8.7	98.4	128.0
1979	205.7	75.4	119.8	47.9	0.0	0.0	8.6	10.0	0.7	41.9	29.1	77.4
1980	56.2	79.0	85.1	21.7	0.0	0.0	0.2	18.5	54.7	81.4	29.2	40.5
1981	148.5	160.1	135.3	43.6	0.3	0.0	0.0	18.7	38.5	71.6	53.8	15.2
1982	166.1	65.6	55.8	38.9	0.0	0.0	0.0	5.9	63.4	54.8	81.4	46.6
1983	126.1	25.4	26.3	36.9	0.2	0.0	0.0	0.0	14.5	29.6	25.7	71.2
1984	256.7	207.6	122.9	41.5	6.0	38.0	8.0	24.5	0.0	65.9	100.1	178.4
1985	151.3	177.0	95.3	148.9	18.4	37.4	0.0	5.4	100.7	69.8	278.7	220.8
1986	194.5	218.0	233.8	148.0	0.0	0.0	0.0	19.1	61.5	20.6	62.3	141.0
1987	285.4	38.5	40.8	38.0	3.7	0.8	32.0	7.5	9.0	34.8	101.3	67.8
1988	119.2	49.8	177.3	134.2	31.1	0.0	0.0	0.0	0.0	38.0	4.8	108.3
1989	126.4	62.1	76.0	50.3	0.6	16.0	0.0	21.6	14.3	12.4	24.0	54.5
1990	166.4	79.8	24.8	35.6	4.5	42.5	0.0	9.7	10.6	67.7	83.7	192.1
1991	168.7	102.6	126.9	26.2	23.5	55.0	0.0	0.0	27.0	28.9	32.8	63.7
1992	137.7	116.4	26.6	9.3	0.0	0.0	6.2	58.1	3.8	59.7	45.5	79.0
1993	149.5	50.7	98.9	46.2	15.4	4.6	0.0	6.6	23.8	22.0	75.2	123.8
1994	140.6	196.4	76.6	58.5	11.2	0.0	0.0	0.0	2.4	12.6	25.7	98.4
1995	135.7	179.8	129.1	22.0	3.2	0.0	0.0	0.0	12.6	23.2	40.4	107.1
1996	74.2	51.0	79.1	19.6	3.8	0.0	0.0	12.8	16.8	21.2	55.4	98.2
1997	190.2	146.4	109.0	27.8	0.0	0.0	0.0	17.8	44.1	22.0	61.6	92.0
1998	123.6	98.6	58.4	64.6	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0	54.6	43.8	34.3
1999	99.6	96.0	115.8	67.2	5.8	0.0	0.0	0.0	39.4	56.2	26.0	38.6
2000	135.0	73.4	74.0	2.4	8.0	19.3	0.0	5.0	5.6	81.2	1.8	54.0
2001	111.8	109.8	144.0	11.8	9.6	2.8	0.0	2.2	6.6	37.0	31.0	79.6
2002	93.6	126.2	63.8	33.4	6.4	0.0	12.0	0.0	39.0	109.2	34.5	53.6
2003	197.0	100.2	102.4	14.4	10.0	4.8	0.0	4.0	25.0	21.8	32.2	78.2
2004	157.2	127.0	107.0	37.6	9.4	5.2	4.6	19.8	20.2	8.8	49.6	47.2
2005	78.4	110.6	105.4	26.6	0.0	0.0	0.0	1.0	21.2	75.0	71.2	108.2
2006	187.6	47.8	66.2	16.2	1.4	2.0	0.0	1.4	26.6	58.6	44.6	125.6
2007	89.2	46.2	123.5	76.6	6.2	1.2	0.6	1.8	36.8	18.8	64.4	69.8
2008	154.0	60.0	67.8	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	3.8	37.4	34.0	98.4
2009	67.0	150.0	50.4	6.4	0.0	0.0	3.0	0.0	20.2	31.4	60.2	72.0
2010	103.0	145.4	63.8	39.6	18.4	0.0	0.0	0.0	3.6	24.0	7.4	121.8
2011	53.6	156.4	69.6	1.2	8.4	1.2	8.4	4.4	35.4	57.2	37.4	122.4
2012	120.6	105.2	76.0	50.2	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	26.6	29.6	129.8
2013	133.2	144.2	71.4	21.4	1.8	3.2	13.2	13.6	3.8	46.2	31.0	169.8
PROM	142.3	107.2	91.2	39.3	5.7	5.8	2.0	7.7	22.9	39.1	51.7	88.8

CUADRO 35: Precipitación total mensual (mm) – estación Huancané.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV
1971	108.0	213.0	49.3	8.5	1.0	1.0	0.0	2.5	0.0	31.2	46.4
1972	169.8	79.0	50.0	13.5	0.0	0.0	6.5	7.5	43.0	26.3	61.5
1973	151.6	63.2	163.5	69.5	9.0	0.0	0.0	8.5	74.8	36.4	12.9
1974	190.4	136.1	51.0	36.0	0.0	3.0	0.0	24.9	18.0	35.5	47.5
1975	127.0	209.5	103.5	18.4	6.0	0.0	0.0	0.0	10.6	61.5	26.2
1976	66.0	58.0	9.7	0.0	21.5	4.5	1.8	26.6	33.1	51.8	61.1
1977	31.6	150.6	94.6	0.0	2.8	0.0	1.9	3.2	55.6	42.0	96.0
1978	120.8	237.2	143.6	65.4	0.1	7.7	6.8	0.1	34.0	28.5	131.1
1979	191.8	99.5	43.1	70.5	1.6	0.0	2.8	9.2	4.2	78.2	56.5
1980	118.3	125.4	132.7	31.3	7.1	0.2	5.7	9.8	74.7	91.2	26.3
1981	326.0	103.6	114.6	83.0	14.7	0.1	0.0	21.8	33.6	106.2	45.8
1982	175.2	35.2	112.8	58.0	1.2	1.2	0.0	4.2	50.4	30.2	126.2
1983	102.4	48.4	24.4	37.2	13.8	1.0	0.0	2.7	31.1	43.0	35.8
1984	195.1	166.7	125.4	38.8	14.2	9.6	0.0	17.8	1.4	68.2	118.0
1985	168.8	66.0	107.8	165.8	17.0	17.4	0.0	3.4	103.8	28.8	183.4
1986	183.0	148.4	151.4	67.6	9.2	0.0	9.0	20.3	72.6	17.6	85.0
1987	191.1	20.1	77.5	28.2	23.2	10.2	18.2	14.4	5.4	72.4	78.5
1988	227.4	77.9	269.8	123.2	48.6	0.0	0.0	0.0	8.8	48.4	5.1
1989	156.0	120.3	111.8	58.8	1.9	7.0	1.1	14.7	15.2	21.9	67.3
1990	121.9	55.6	49.4	21.2	12.8	44.9	0.0	35.9	25.6	52.1	98.1
1991	123.4	137.7	138.0	9.0	20.1	51.1	1.0	0.7	29.4	14.1	46.1
1992	132.0	75.4	46.9	6.4	0.0	9.7	9.0	72.1	13.7	66.4	45.2
1993	127.3	47.9	111.2	58.1	11.5	2.1	0.0	10.6	19.1	56.5	90.6
1994	100.8	114.7	150.6	39.5	14.0	1.8	0.0	0.0	11.8	39.1	64.6
1995	133.3	124.1	79.7	13.7	1.2	0.0	0.8	1.2	17.0	14.7	69.5
1996	200.9	80.8	71.1	17.2	2.3	0.0	7.6	3.5	13.1	9.8	70.0
1997	171.8	110.8	183.4	83.4	15.5	0.0	0.0	15.8	40.6	41.1	85.0
1998	109.3	69.4	87.5	52.9	0.0	5.7	0.0	0.5	4.2	65.2	141.8
1999	88.8	65.9	151.8	72.4	14.7	0.5	2.1	1.7	45.7	61.7	46.2
2000	85.2	55.9	113.8	7.1	12.1	7.3	0.5	21.4	10.5	97.8	14.7
2001	205.1	142.2	159.7	13.8	21.7	3.5	6.2	10.9	9.1	92.0	63.3
2002	90.9	175.5	151.5	102.3	21.1	4.8	23.5	6.1	37.3	140.1	85.8
2003	216.5	107.8	131.3	46.3	3.0	11.0	1.1	3.0	22.4	67.6	40.8
2004	195.9	147.1	54.1	42.8	6.1	11.8	8.3	32.8	21.1	34.0	51.3
2005	109.4	148.6	96.6	16.6	0.5	0.0	0.0	5.2	28.0	75.5	31.5
2006	224.3	31.1	76.7	39.3	0.5	1.5	0.0	3.8	23.1	55.9	51.3
2007	137.9	97.4	122.8	64.0	5.2	0.0	2.2	0.7	83.1	7.6	58.1
2008	134.3	76.6	61.8	5.1	8.7	0.0	0.0	0.0	5.5	48.5	32.7
2009	80.1	113.3	42.9	9.3	0.5	0.0	3.2	0.0	12.6	13.1	58.8
2010	156.2	112.5	38.8	21.2	24.6	0.0	0.0	0.0	0.6	47.3	0.7
2011	68.8	151.3	109.9	16.0	10.5	0.0	5.6	1.4	31.7	33.4	22.5
2012	147.8	128.8	134.9	40.0	0.2	0.0	0.0	1.6	11.5	21.6	31.3
2013	144.1	215.4	31.4	13.5	19.2	4.7	12.1	10.5	2.5	88.3	36.4
PROM	146.7	107.8	102.4	42.2	9.5	5.2	3.0	10.0	28.3	49.4	62.2

CUADRO 36: Precipitación total mensual (mm) – estación Cojata.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1971	161.4	115.4	62.1	7.5	5.0	1.5	0.0	6.2	8.6	71.8	72.9	75.6
1972	183.7	87.8	82.8	55.7	0.0	0.0	3.7	18.6	16.7	54.5	80.7	80.7
1973	162.9	90.3	120.4	72.9	16.3	4.2	1.2	1.1	83.9	58.5	54.9	99.0
1974	169.0	146.1	64.4	48.5	4.4	6.0	0.0	35.3	13.0	63.9	35.5	103.2
1975	115.1	132.3	131.7	12.0	22.5	6.8	0.0	2.0	38.2	49.8	60.0	123.3
1976	160.0	86.2	107.1	45.1	21.5	27.0	9.5	28.5	81.4	12.9	13.3	69.9
1977	90.7	178.3	114.3	62.6	31.6	16.6	0.0	0.0	27.5	51.7	85.1	121.9
1978	175.3	156.7	83.3	68.3	0.0	16.7	0.0	0.0	26.0	0.0	147.0	236.6
1979	192.9	90.8	106.4	72.5	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	18.9	70.3	76.8
1980	211.1	86.1	135.7	16.3	15.7	1.4	12.3	16.3	52.7	102.4	40.0	66.5
1981	198.5	187.9	62.4	97.3	4.3	4.2	0.0	22.5	69.0	98.9	36.1	138.7
1982	197.2	46.0	145.5	72.7	8.3	0.0	0.0	13.5	68.5	72.1	139.5	72.0
1983	97.5	123.2	87.0	89.7	12.3	0.0	0.0	7.0	29.5	60.0	14.7	55.3
1984	294.9	227.0	62.8	57.2	0.0	16.0	13.7	47.5	10.8	51.3	121.7	127.8
1985	187.7	148.9	127.6	131.7	23.5	21.0	0.0	0.0	86.1	53.7	151.3	174.4
1986	144.4	161.1	152.8	104.0	18.7	0.0	7.3	26.2	75.2	32.8	64.5	123.1
1987	183.9	53.8	73.9	90.9	20.2	2.6	19.0	11.2	8.6	66.3	84.6	104.5
1988	186.4	106.8	119.8	64.4	38.5	0.0	0.0	0.0	0.0	60.3	0.0	85.9
1989	92.8	63.5	100.8	49.7	5.9	7.1	3.1	34.9	2.3	17.2	48.6	72.6
1990	130.4	40.6	66.7	52.2	5.5	63.0	0.0	13.1	16.9	74.3	95.5	73.6
1991	120.2	96.8	108.1	36.6	19.6	40.3	0.0	0.0	18.5	31.3	53.5	76.8
1992	171.7	78.5	60.5	7.0	0.0	15.1	0.0	64.6	27.6	29.1	73.1	156.3
1993	172.8	64.2	64.3	7.0	20.5	6.5	5.9	22.0	27.2	75.6	66.7	113.6
1994	111.3	169.9	132.8	123.0	31.8	7.9	0.0	0.0	56.1	67.1	114.9	122.3
1995	153.1	96.0	142.7	33.5	8.5	0.0	6.9	0.0	20.7	34.0	53.3	97.9
1996	127.2	87.0	111.2	70.6	32.5	0.0	5.3	27.7	19.8	52.2	88.3	130.5
1997	160.7	163.4	144.9	78.8	11.5	0.0	7.9	24.6	41.0	57.1	79.5	55.9
1998	82.6	194.5	119.1	81.2	0.0	12.0	0.0	8.1	5.0	70.9	111.0	41.4
1999	125.7	122.2	160.8	47.6	10.0	4.9	3.4	0.0	60.7	63.7	44.1	88.9
2000	144.7	115.9	64.8	26.5	10.7	19.6	5.4	40.3	28.5	115.6	22.9	124.7
2001	164.6	58.5	232.7	29.8	37.6	6.8	13.2	33.0	42.2	82.1	102.6	74.0
2002	83.2	189.5	130.3	69.3	26.2	0.8	37.9	19.9	43.5	111.9	87.4	92.5
2003	151.0	135.6	130.4	55.1	13.6	6.8	0.0	29.5	17.1	43.9	84.6	119.3
2004	240.4	55.6	35.8	55.2	98.0	19.1	6.4	22.3	46.2	29.1	72.4	35.0
2005	148.1	131.3	81.8	30.3	0.8	0.0	2.4	1.8	18.2	107.5	83.3	68.5
2006	231.4	38.5	80.8	47.7	3.8	0.0	0.0	7.2	19.8	43.6	59.0	84.7
2007	144.1	53.3	143.5	78.3	37.1	0.0	0.0	2.9	66.6	30.1	99.1	112.0
2008	130.1	42.8	78.2	20.0	3.5	8.5	0.0	3.5	16.3	79.7	27.5	117.1
2009	99.5	61.5	9.8	12.1	2.6	0.0	5.2	0.0	12.0	51.2	66.3	141.2
2010	135.7	153.1	74.7	12.5	14.9	1.5	2.7	2.0	0.8	35.5	6.2	188.7
2011	57.9	136.1	117.0	35.8	9.3	0.5	7.9	9.4	61.7	125.8	57.4	110.2
2012	104.3	147.6	101.6	79.5	1.2	2.1	13.3	5.8	34.2	58.8	37.5	160.2
2013	154.3	124.3	102.3	16.5	28.6	14.4	8.5	14.8	36.2	90.6	43.8	105.2
PROM	152.3	112.40	103.20	55.0	15.4	8.3	4.6	14.16	33.3	58.70	69.20	104.60

Fuente: SENAMHI