

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA



**“EFECTO DE CAMBIOS CLIMATOLOGICOS EN LA PRODUCCION DE
PAPA EN CENTRO POBLADO CHIJICHAYA – ILAVE”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. YEHUDE WILHEM LIMA ATENCIO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO - PERÚ

2015

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

**"EFECTOS DE CAMBIOS CLIMATOLÓGICOS EN LA PRODUCCIÓN DE
PAPA EN EL CENTRO POBLADO CHIJICHAYA – ILAVE."**

TESIS

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

YEHUDE WILHEM LIMA ATENCIO

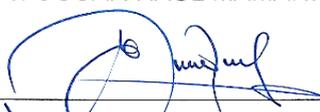
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE DE JURADO : 
Dr. JOSE JUSTINIANO VERA SANTA MARIA

PRIMER MIEMBRO : 
M.Sc. OSCAR RAUL MAMANI LUQUE

SEGUNDO MIEMBRO : 
Ing. EDILBERTO HUAQUISTO RAMOS

DIRECTOR DE TESIS : 
Dr.Sc. GERMAN BELIZARIO QUISPE

ASESOR DE TESIS : 
M.Sc. EDILBERTO VELARDE COAQUIRA

PUNO – PERU
2015

ÁREA : Ingeniería y Tecnología
TEMA: Evaluación de impacto ambiental
LÍNEA: Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

DEDICATORIA

A mis queridos padres **Rene y Yolanda**, por su amor, dedicación, esfuerzo, sacrificio y preocupación constante por haberme hecho un hombre profesional.

A mis hermanos **Roxana, Rosa y Yessica**, por el apoyo permanente en hacer realidad la obtención de la anhelada profesión.

A mi esposa **Meriam**, quien me brindo apoyo moral y espiritual para la ejecución del presente trabajo de investigación.

Finalmente, a mis amigos **Raúl y Erick**, quienes me brindaron valor y coraje en la culminación del presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

- ✓ A la universidad nacional del Altiplano-Puno por haberme formado en sus claustros.
- ✓ A los docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola por su dedicación y esfuerzo en la enseñanza que contribuyen en mi formación profesional.
- ✓ A mi director de tesis de investigación Dr. German Belizario Quispe por ser el guía del presente trabajo.
- ✓ A mi asesor de tesis de investigación Ing. Edilberto Velarde Coaquira, por ser orientador de la presente tesis.
- ✓ Finalmente a mis amigos y compañeros de la universidad quienes me motivaron en la conclusión de la carrera profesional.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	
INTRODUCCION.....	1
I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INESTIGACION	2
1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	2
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA	3
1.3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	3
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
II. MARCO TEORICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPOTESIS.....	6
2.1. MARCO TEORICO	6
2.1.1. Centro Poblado	6
2.1.2. La cuenca hidrográfica	7
2.1.3. Cambio climático	8
2.1.4. El clima	10
2.1.4.1. Elementos de la clima.....	11
2.1. 4.2. Factores del clima.....	11
2.1.4.3. Factores que modifican la clima.....	12
2.1.5. El efecto invernadero	12
2.1.5.1. Gases que producen el efecto invernadero.....	14
2.1.6. La temperatura en el cambio climático	15
2.1.6.1. Temperatura	15
2.1.6.2. Escalas termometricas	15
2.1.6.3. Variacion de temperatura.....	16
2.1.7. El cultivo de papa.....	18
2.1.7.1. Nombres cientificos de la Papa.....	18
2.1.7.2. Nombres comunes.	18
2.1.7.3. Caracteristicas de la Papa.	19
2.1.7.4. Descripciones botanicas.....	19
2.1.7.5. Clasificacion de Papas	20

2.1.7.6. Variedades de Papas nativas.....	21
2.1.8. La siembra.....	21
2.1.8.1. Etapas del desarrollo del cultivo.....	22
2.1.9. Aplicación de abono y fertilizante.....	22
2.1.1 Plagas y enfermedades.....	22
2.1.11. Cosecha	23
2.1.12. Almacenamiento.....	24
2.1.13. Requerimientos climáticos y edáficos.....	24
2.1.14. Calidad del producto	26
2.1.15. Valor nutritivo de la papa	27
2.1.16. Teoría de regresión y correlación	28
2.1.16.1. Teoria de regresion	28
2.1.16.2. Modelo de regresion multiple.	29
2.1.16.3. Correlacion lineal simple.....	29
2.1.16.4. Regresion y simple correlacion.....	30
2.1.16.5. Coeficiente de correlacion.....	31
2.1.17. Análisis de tendencia.....	32
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	35
2.2.1. Términos básicos	35
2.3. HIPOTESIS.....	37
2.3.1. Hipótesis general	37
2.3.2. Hipótesis específico.....	37
III. MATERIALES Y METODOLOGIA	38
3.1. EQUIPOS, MATERIALES Y OTROS	38
3.1.1. Materiales cartográficos, meteorológicos y bibliográficos.....	38
3.2. METODOLOGIA	39
3.2.1. Procedimiento.....	39
3.2.1.1. Coeficiente de Determinacion.	41
3.2.1.2. Analisis de Regresion	41
IV. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	44
4.1.1. Ubicación del ámbito de estudio.....	44
4.1.2. Población	45
4.1.3. Actividades económicas.....	45

4.1.4. Topografía.....	45
4.1.5. Clima	45
4.1.6. Asolamiento	45
4.1.7. Precipitaciones pluviales	46
4.1.8. Vientos	46
4.1.9. Días de helada	46
4.2. INFORMACIÓN METEOROLOGICA	46
4.2.1. Información meteorológica de la zona en estudio	46
4.2.2. Información del cultivo de Papa	47
V. EXPOSICION Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	48
5.1. EXPOSICION DE RESULTADOS.....	48
5.1.1. Presentación de datos de temperatura.....	48
5.1.2. Presentación de datos de rendimiento del cultivo de papa.....	49
5.2. COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA PARA CADA CAMPAÑA AGRICOLA	50
5.3. RENDIMIENTOS DE CULTIVO POR AÑO	71
5.4. TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS CAMPAÑAS AGRICOLAS 1994 – 2014.	72
5.5. ELABORACION DE LA ECUACION DE CORRELACION PARA LA TEMPERATURA	73
5.6. CRITERIO DE DECISION.....	79
5.7. DETERMINACION DE LA ECUACION DE CORRELACION PARA PRODUCCION:.....	82
5.8. CRITERIO DE DECISIÓN.....	88
5.9. CALCULO DE RENDIMIENTO DE PAPA CON DIFERENTES TEMPERATURAS.....	89
CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFIA	94
ANEXOS	95

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01 Categorías según población.....	6
Cuadro N° 02 Gases que producen el efecto invernadero.	14
Cuadro N° 03 Resumen de características agronómicas de la Papa.....	19
Cuadro N° 04 Grupo de Papas.	21
Cuadro N° 05 Características generales del suelo.	26
Cuadro N° 06 Análisis de varianza (ANOVA).....	43
Cuadro N° 07 Vías de comunicación y acceso	44
Cuadro N° 08 Ubicación de la estación meteorológica.....	46
Cuadro N° 09 Campaña agrícola en el año 1994-1995.	51
Cuadro N° 10 Campaña agrícola en el año 1995-1996.	52
Cuadro N° 11 Campaña agrícola en el año 1996-1997.	53
Cuadro N° 12 Campaña agrícola en el año 1997-1998.	54
Cuadro N° 12 Campaña agrícola en el año 1998-1999.	55
Cuadro N° 14 Campaña agrícola en el año 1999-2000.	56
Cuadro N° 15 Campaña agrícola en el año 2000-2001.	57
Cuadro N° 16 Campaña agrícola en el año 2001-2002.	58
Cuadro N° 17 Campaña agrícola en el año 2002-2003.	59
Cuadro N° 18 Campaña agrícola en el año 2003-2004.	60
Cuadro N° 19 Campaña agrícola en el año 2004-2005.	61
Cuadro N° 20 Campaña agrícola en el año 2005-2006.	62
Cuadro N° 21 Campaña agrícola en el año 2006-2007.	63
Cuadro N° 22 Campaña agrícola en el año 2007-2008.	64
Cuadro N° 23 Campaña agrícola en el año 2008-2009.	65
Cuadro N° 24 Campaña agrícola en el año 2009-2010.	66
Cuadro N° 25 Campaña agrícola en el año 2010-2011.	67
Cuadro N° 26 Campaña agrícola en el año 2011-2012.	68
Cuadro N° 27 Campaña agrícola en el año 2012-2013.	69
Cuadro N° 28 Campaña agrícola en el año 2013-2014.	70

INDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 01 Temperatura optima de la Papa según FAO.	40
Grafico N° 02 Comportamiento de temperatura c.p. chijichaya.	49
Grafico N° 03 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 1994-1995.....	51
Grafico N° 04 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 1995-1996.....	52
Grafico N° 05 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 1996-1997.....	53
Grafico N° 06 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 1997-1998.....	54
Grafico N° 07 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 1998-1999.....	55
Grafico N° 08 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 1999-2000.....	56
Grafico N° 09 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 2000-2001.....	57
Grafico N° 10 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 2001-2002.....	58
Grafico N° 11 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 2002-2003.....	59
Grafico N° 12 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 2003-2004.....	60
Grafico N° 13 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 2004-2005.....	61
Grafico N° 14 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 2005-2006.....	62
Grafico N° 15 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 2006-2007.....	63
Grafico N° 16 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 2007-2008.....	64
Grafico N° 17 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 2008-2009.....	65
Grafico N° 18 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 2009-2010.....	66
Grafico N° 19 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 2010-2011.....	67
Grafico N° 20 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 2011-2012.....	68
Grafico N° 21 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 2012-2013.....	69
Grafico N° 22 Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola 2013-2014.....	70
Grafico N° 23 Comportamiento del rendimiento del cultivo de papa.....	72
Grafico N° 24 Comportamiento de la temperatura media.....	73
Grafico N° 25 Ecuacion de la linea de tendencia de temperatura.	80
Grafico N° 26 Temperatura media mensual de la campaña 2011 - 2012.....	82
Grafico N° 27 Linea de tendencia del rendimiento.....	89
Grafico N° 28 Rendimiento del cultivo.	91

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01 Datos historicos de temperatura de estacion meterologica llave.	49
Tabla N° 02 Rendimiento obtenidos de los años 1994-2014.....	71
Tabla N° 03 Temperaturas medias.....	72
Tabla N° 04 Calculo de sumatorias de temperaturas y años.	75
Tabla N° 05 Calculo de sumatorias de ajustes y error cuadratico.....	78
Tabla N° 06 Calculo de analisis de varianza (ANOVA) para temperatura.	79
Tabla N° 07 Relacion de temperatura y rendimiento.	81
Tabla N° 08 Calculo de sumatorias de temperatura y rendimiento.....	84
Tabla N° 09 Calculo de sumatorias de ajustes y error cuadratico.....	89
Tabla N° 10 Calculo de analisis de varianza (ANOVA) para rendimiento.....	88
Tabla N° 11 Rendimientos originados a diferentes temperaturas.....	90

RESUMEN

Durante los últimos años la producción de papa ha sido variable y considerable en nuestro país, sin embargo los pequeños agricultores de nuestro altiplano no logran entender la variación en la producción de papa, en el presente trabajo se ha propuesto como objetivo general determinar el efecto de cambio climático en el rendimiento y producción del cultivo de papa en el centro poblado de Chijichaya del distrito de Llave-El Collao. Teniendo como objetivos específicos, analizar y comprender el comportamiento de la temperatura de los últimos 20 años, mediante el método correlacional descriptivo con su respectivo gráfico y determinar la relación que existe entre el comportamiento de la temperatura mínima y máxima con el rendimiento del cultivo de papa. El desarrollo de los objetivos planteados, consiste esencialmente en generar cuadros con información de producción del cultivo de papa de los últimos 20 años. Y posteriormente se procede en realizar gráficas y generar una ecuación polinómica de 4to grado con las variables de temperatura y el rendimiento del cultivo de Papa. Con la finalidad de determinar el impacto de la variación de la temperatura que afectan al cultivo de Papa.

Realizado los procedimientos mencionados se procedió con el análisis de los resultados mediante el método correlacional descriptivo, llegando a la conclusión que el cultivo de Papa soporta una temperatura promedio mínima de 8.0 °C y una máxima de 11.20 °C. Lo cual indica que el cultivo de Papa es uno de los cultivos que tolera esta variación de temperatura y es una buena opción para fomentar su producción en el centro poblado de Chijichaya del distrito de Llave-El Collao.

Palabra clave: Cambio climático, variación de temperatura, rendimiento de papa, centro poblado.

**EFFECT OF CHANGES IN PRODUCTION CLIMATOLOGICAL POPE IN TOWN
CENTER CHIJICHAYA - ILAVE.**

ABSTRACT

In recent years, potato production has been variable and significant in our country, however small farmers in our highlands fail to understand the variation in potato production in the present work has been proposed as a general objective to determine the effect of climate change on yield and crop production in the cp Pope Chijichaya district of Ilave-El Collao. Taking specific objectives, analyze and understand the behavior of the temperature of the last 20 years by the descriptive correlational method with its graphic respective and determine the relationship between the behavior dela minimum and maximum temperature with the yield of the potato crop. Development objectives, consisting essentially generate tables with information potato crop production over the last 20 years. And then it proceeds to make graphs and generate a 4th grade polynomial equation with the variables of temperature and crop yield Papa. In order to determine the impact of temperature variation affecting the potato crop.

He made the above procedures proceeded with the analysis of the results using the descriptive correlational method, concluding that the cultivation of Pope supports an average minimum temperature of 8.0°C and a maximum of 11.20°C . This indicates that the potato crop is one of the crops that tolerate this temperature variation and is a good option to encourage production in C.P. chijichaya district of Ilave-El Collao.

Key word: Climate change, temperature variation, yield Pope populated center.

INTRODUCCIÓN

Perú enfrenta una serie de importantes desafíos, que deben ser afrontados apropiadamente. Actualmente se evidencia en el territorio nacional ciertas modificaciones en los regímenes climáticos (temperatura), reflejo de fenómenos globales y de las particularidades de la geografía peruana, los cuales han tenido repercusiones sobre la producción de algunos cultivos agrícolas.

Actualmente en el Perú, la Papa es el principal cultivo del país, en superficie sembrada y representa el 25% del PBI agropecuario. Es la base de la alimentación de la zona andina y es producido por 600 mil pequeñas unidades agrarias. La Papa es un cultivo competitivo del trigo y arroz en la dieta alimentaria. Es un producto que contiene en 100 gr; 78 gr. de humedad, 18.5 gr. de almidón y es rico en potasio (500 mg) y vitamina C (20 mg).

La producción de Papa en el departamento de puno es variable debido a los cambios climatológicos. Se considera los rendimientos agrícolas a través de características de la zona de siembra, tales como suelo, clima, cultivo y prácticas de manejo, y se debe adoptar nuevas herramientas para mejorar y tomar decisiones para el uso eficiente de los recursos medioambientales, y también contar con elementos adecuados para enfrentar fenómenos de variabilidad y cambio climático.

Por lo mencionado anteriormente, el presente trabajo de investigación, comprende desde los estudios generales del efecto de cambio climático en la producción de papa en la cuenca llave – Centro poblado de Chijichaya, tomando como análisis específico la variable temperatura, haciendo un cierto de modelo matemático que permitirá determinar el impacto de la variación de la temperatura que afecta al cultivo de Papa.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Además de las dificultades usuales relacionadas con las plagas y enfermedades, los productores de papa se enfrentan cada vez más a problemas abióticos. Tanto los productores como los investigadores dan cuenta de un aumento de temperatura. La frecuencia cada vez mayor de los fenómenos climáticos extremos es interpretada, en general, como algo claramente relacionado con el cambio climático. El último informe del panel intergubernamental, sobre cambio climático (IPCC); sostiene que la existencia del calentamiento global es algo incuestionable. Las proyecciones del IPCC predicen que en el año 2100 la temperatura del planeta habrá aumentado entre 1.8 y 4 °c. Según las regiones, sobre todo en el altiplano peruano.

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

En la actualidad el efecto del cambio climático impacta directamente sobre las poblaciones rurales con las alteraciones del clima, que de por sí ya es hostil por su posición geográfica situada por encima de los 3,850 msnm, con rendimientos de producción cada vez bajos.

Por lo tanto, el riesgo climático constituye para los agricultores una variable importante en la toma de decisiones; además tienen que afrontar otros tipos de riesgo. Pero especialmente afrontar el riesgo de una cosecha incierta determinado por los efectos de los factores climáticos como la temperatura máxima y mínima.

Como también inundaciones, sequias, heladas y otros que tienen relación directa con el rendimiento del cultivo de papa.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

Problema general

¿Cuál es el impacto del cambio climático, de la producción de Papa en el centro poblado de Chijichaya - Ilave?

Problemas específicos

- ✓ ¿Cuál es el impacto del cambio climático en el comportamiento de la temperatura en la producción de Papa en el C.P. de Chijichaya - Ilave?
- ✓ ¿Cuál es la relación entre la temperatura máxima y mínima con el rendimiento de Papa en el C.P. de Chijichaya – Ilave?

1.3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

La Papa importante en todo el mundo, como cuarto cultivo en importancia, después del arroz, el trigo y el maíz. La papa es invaluable en la dieta y los medios de subsistencia de millones de personas en todo el mundo. La producción mundial de papa ha aumentado sensiblemente en los últimos años, sobre todo, debido al incremento registrado en los países en desarrollo.

Por eso surge la necesidad de tener trabajos de investigación sobre la producción de papa, teniendo la región de puno que es considerado como el tercer departamento más pobre del Perú que depende principalmente de la actividad agropecuaria, aportando a la economía del departamento con un 38.3%, asimismo es uno de los tres principales productores del cultivo de papa y de alpacas a nivel nacional (INEI, 2007).

La papa es uno de esos cultivos que crecen incluso en condiciones desfavorables y en altitudes elevadas. Además solo pocos cultivos producen un nivel comparable de nutrientes por unidad cultivada.

Es por ello que la papa es sumamente importante para muchas familias campesinas de la región de puno. Es sin duda que el agricultor requiere considerablemente información de investigación sobre el cultivo de Papa que actualmente la producción viene variando debido al cambio climático. (Jones & Thornton, 2003).

El Altiplano es una zona por encima de 3800 msnm, por lo que se podría esperar que los cambios de temperatura sean mayores, afectando fuertemente a los glaciares y a los sistemas productivos (Bradley, *et al.* 2003).

Esto podría disminuir el almacenamiento natural de agua dulce que es fundamental para la agricultura de altura (Thomson, Izaurrealde, Rosenberg, & He, 2003), constituyéndose una amenaza para la población de la cuenca que lleva adelante sus actividades agrícolas, en dependencia de las lluvias de verano (García & Montserrat, 2009) y el agua de deshielo de los glaciares.

Sin embargo el incremento productivo no deviene de mejores rendimientos ni de la optimización de los recursos sino de la expansión de la frontera agrícola.

La Papa es una importante fuente de ingreso para el agricultor del centro poblado de Chijichaya. En este lugar es el primer cultivo comercial que producen los pequeños agricultores. Durante mucho tiempo la zona en estudio se dedicó a la transformación de la papa al chuño blanco, aprovechando las heladas naturales debido a la configuración del terreno.

En el año 2000 se observó en esta zona una planta procesadora de chuño blanco, contando equipos y maquinarias para la industrialización del producto, para su posterior exportación. Actualmente esta planta se encuentra paralizado debido a la variación de la temperatura, como consecuencia la disminución del rendimiento y producción del cultivo de papa.

Es por esta razón se hace el presente trabajo de investigación, para colaborar con la información sobre efecto de cambio climático en la producción de papa, para los pequeños agricultores del centro poblado de Chijichaya – llave, para más adelante el agricultor pueda reactivar la planta procesadora de chuño blanco.

Y así mejorar su condición económica y social.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto de cambio climático en el rendimiento y producción del cultivo de Papa en el C.P. de Chijichaya del distrito de Ilave – El Collao.

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Analizar y comprender el comportamiento de la temperatura de los últimos 20 años, mediante el método correlacional descriptivo con su respectivo gráfico.
- ✓ Determinar la relación que existe entre el comportamiento de la temperatura mínima y máxima con el rendimiento de cultivo de Papa.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO, MARCO CONCEPTUAL E HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. Centro Poblado

SISFOH, *Centro Poblado* es todo lugar del territorio nacional, identificado mediante un nombre, habitado con ánimo de permanencia, ante el cual los habitantes están vinculados por intereses comunes de carácter económico, social, cultural e histórico. Se pueden considerar como categorías de centros poblados los siguientes: Caserío, Pueblo, Villa y Ciudad (Art.10 del D.S. N 044-90-PCM-Normas Técnicas sobre Asuntos de Demarcación Territorial).

En el marco de la Ley N° 27795 "Ley de Demarcación y Organización Territorial", Centro Poblado (CCPP) es todo territorio nacional urbano y rural identificado mediante un nombre y habitados por una población igual o mayor a 151 habitantes en viviendas particulares.

Incluye a las capitales distritales (aun cuando no cumplan con esta condición) y población dispersa, son aquellos centros poblados con menos de 151 habitantes.

Cuadro N°- 01 Categorías según población.

RANGO DE LA POBLACION	CATEGORIA
0 a 150	Población dispersa
151 a 1000	Caserío
1001 a 2500	Pueblo
2501 a 5000	Villa
5001 a 500000	Ciudad
mayor a 500000	Metrópoli

FUENTE: SISFOH

Un centro poblado puede o no tener los servicios básicos dependiendo del tamaño de su población.

DANE, define como una concentración de mínimo veinte (20) viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área rural de un municipio o de un Corregimiento Departamental. concentración presenta características urbanas

tales como la delimitación de vías vehiculares y peatonales. En las tablas referidas a la codificación de la Divipola, se identifican en la columna “Categoría” con la expresión o etiqueta “CP”, indicando que si bien se trata de un centro poblado, no se cuenta con la precisión de la autoridad municipal, que permita afirmar si se trata de un caserío, de una inspección de policía, o de un corregimiento municipal. Este concepto considera:

- ✓ Caserío (CAS): sitio que presenta un conglomerado de viviendas, ubicado comúnmente al lado de una vía principal y que no tiene autoridad civil. El límite censal está definido por las mismas viviendas que constituyen el conglomerado.
- ✓ Inspección de Policía (IP): es una instancia judicial en un área que puede o no ser amanzanada y que ejerce jurisdicción sobre un determinado territorio municipal, urbano o rural y que depende del departamento (IPD) o del municipio (IPM). Es utilizada en la mayoría de los casos con fines electorales. Su máxima autoridad es un Inspector de Policía.
- ✓ Corregimiento municipal (C): es una división del área rural del municipio, la cual incluye un núcleo de población, considerada en los Planes de Ordenamiento Territorial, P.O.T. El artículo 117 de la ley 136 de 1.994 faculta al concejo municipal para que mediante acuerdos establezca esta división, con el propósito de mejorar la prestación de los servicios y asegurar la participación de la ciudadanía en los asuntos públicos de carácter local.

2.1.2. La cuenca hidrográfica

Tapia Mario (2010), la cuenca hidrográfica está constituida por el territorio que delimita el curso de un río y el espacio donde se colecta el agua que converge hacia un mismo cauce. La cuenca hidrográfica, sus recursos naturales y habitantes poseen condiciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales que les confieren características particulares a cada una, importantes para considerarlas como unidades de planificación. En zonas de altas montañas y cordilleras los ejes longitudinales de las cuencas se constituyen en vías naturales de comunicación y de integración comercial, sea a lo largo de sus ríos, de las cumbres que las separan una de otras. Se fomentan estrechos mecanismos de interacción entre sus habitantes que le confieren condiciones socioeconómicas particulares. En grandes cuencas con descargas de agua importantes y con amplios valles relativamente

planos, el eje de los ríos se constituye también en una zona de articulación entre sus habitantes, sobre todo por el uso del cauce del río para navegación, transporte y comunicación. Sin embargo, en muchos casos las divisiones de las cuencas no coinciden con las divisiones políticas y así la planificación de un área no se desarrolla armoniosamente.

Aparicio (1993), una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida. Además indica que se entiende por cuenca hidrográfica, hoya hidrográfica, cuenca de drenaje el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. Una cuenca hidrográfica es un área de terreno que drena agua en un punto común, como un riachuelo, arroyo, río o lago cercano. Cada cuenca pequeña drena agua en una cuenca mayor que, eventualmente, desemboca en el océano.

2.1.3. Cambio climático

Para Vargas Paola (2010), Las observaciones empíricas sugieren que el calentamiento del sistema climático es una realidad y se caracteriza por:

- Incremento de la temperatura global: Según la NASA; la temperatura promedio global superficie-océano aumentó en promedio $0,01^{\circ}\text{C}$ al año en el período 1900- 2007. Así, al 2007 la temperatura global promedio habría aumentado en 0.66°C respecto al año 1900.
- Aumento del nivel de los océanos mundiales: 2 milímetros promedio al año en el período 1961-2003.
- Deshielo generalizado de nevados, glaciares y mantos polares: Las mediciones satelitales revelan que los glaciares de Groenlandia y la Antártida están perdiéndose a un ritmo de 125 mil millones de toneladas al año.

- Mayor variabilidad de las precipitaciones: El calentamiento global produce una mayor evaporación de la superficie del océano, intensificando el ciclo hidrológico y aumentando las precipitaciones de manera variable. Así, se prevé que aumentarían en latitudes altas y disminuirían en las bajas.

Según IPCC (2007), las observaciones obtenidas en todos los continentes y en la mayoría de los océanos evidencian que muchos sistemas naturales vinculados a la nieve, hielo y terreno congelado están siendo afectados por el aumento de la temperatura. Esto sugiere que el actual calentamiento estaría afectando notablemente los sistemas climáticos y biológicos.

Al respecto, se observa un descenso de la cubierta de nieve y una menor extensión de los hielos marinos en el Hemisferio Norte, el acortamiento de las estaciones gélidas en lagos y ríos, el deshielo de glaciares, avalanchas de rocas en regiones montañosas, cambios en algunos ecosistemas árticos y antárticos, desplazamiento hacia los polos y hacia niveles altos del ámbito geográfico de las especies vegetales y animales, entre otros.

Asimismo, se encuentran en cierta medida documentados, los efectos del aumento de temperatura sobre diversos sistemas de gestión agrícola, forestal, salud humana, entre otros.

Otros efectos en la agricultura por cambio climático según la FAO

- Sería menos previsible el clima en general, lo que complicaría la planificación de las actividades agrícolas.
- Podría aumentar la variabilidad del clima, ejerciendo más presión en los sistemas agrícolas frágiles.
- Los extremos climáticos –que son casi imposibles de prever- podrían hacerse más frecuentes.
- Aumentaría el nivel del mar, lo que sería una amenaza para la valiosa agricultura de las costas, en particular en las islas pequeñas de tierras bajas.
- La diversidad biológica se reduciría en algunas de las zonas ecológicas más frágiles, como los manglares y las selvas tropicales.

- Las zonas climáticas y agroecológicas se modificarían, obligando a los agricultores a adaptarse, y poniendo en peligro la vegetación y la fauna.
- Empeoraría el actual desequilibrio que hay en la producción de alimentos entre las regiones templadas y frías y las tropicales y subtropicales.
- Se modificaría espectacularmente la distribución y cantidades de pescado y de otros Productos del mar, creando un caos en las actividades pesqueras establecidas de los países.
- Avanzarían plagas y enfermedades portadas por vectores hacia zonas donde antes no existían.

2.1.4. El clima

Para Trewartha (1995), el clima abarca los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un periodo representativo: temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones principalmente. Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la formación meteorológica, durante periodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más.

Estas épocas necesitan ser más largas en las zonas subtropicales y templadas que en la zona intertropical, especialmente, en la faja ecuatorial, donde el clima es más estable y menos variable en lo que respecta a los parámetros climáticos. Los factores naturales que afectan al clima son la latitud, altitud, continentalidad, corrientes marinas, vegetación y vientos. Según se refiere al mundo, a una zona o región, o localidad concreta se habla de clima global, zonal regional o local (microclima) respectivamente.

El clima es un sistema complejo por lo que su comportamiento es muy difícil de predecir, por una parte hay tendencias a largo plazo debidas, normalmente, a variaciones sistemáticas, como el aumento de la radiación solar o las variaciones orbitales pero, por otras, existen fluctuaciones caóticas debidas a la interacción entre forzamientos, retroalimentaciones y moderadores.

Ni siquiera los mejores modelos climáticos tienen en cuenta todas las variables existentes por lo que, hoy en día, solamente se puede aventurar una previsión

de lo que será el tiempo atmosférico del futuro más próximo. Asimismo el conocimiento del clima del pasado es, también, más incierto a medida que se retrocede el tiempo.

2.1.4.1. Elemento de la clima

Los elementos constituyentes del clima son temperatura, presión, vientos, humedad y precipitaciones. Tener un registro durante muchos años de los valores correspondientes a dichos elementos con respecto a un lugar determinado, nos sirve para poder definir como es el clima en ese lugar. De estos cinco elementos, los más importantes son la temperatura y las precipitaciones, porque en gran parte, los otros tres elementos o rasgos del clima están estrechamente relacionados con los dos que se han citado.

Ello significa que la mayor o menor temperatura da origen a una menor o mayor presión atmosférica, respectivamente, ya que el aire caliente tiene menor densidad y por ello se eleva (ciclón o zona de baja presión), mientras que el aire frío tiene mayor densidad y tiene tendencia a descender (zona de alta presión o anticiclón) a su vez, estas diferencias de presión dan origen a los vientos (de los anticiclones a los ciclones), los cuales transportan la humedad y las nubes y, por lo tanto, dan origen a la desigual repartición de las lluvias sobre la superficie terrestre.

2.1.4.2. Factores de clima

Según Cazabone C. y Sivoli A. (1997), la atmosfera como capa continua de gases que envuelve a la tierra tiene una movilidad constante que se conoce como circulación atmosférica, pero cada una serie de factores influyen y modifica cada uno de los elementos del clima.

Unos son naturaleza cósmica, es decir, dependen de la forma y posición de la tierra en el sistema solar. Otros son de carácter geográfico y dependen de los mares montañas o zonas de la tierra. La atmosfera impide que los rayos solares lleguen directamente a la superficie terrestre, así protege del calor de los rayos y el enfriamiento que hay en la noche.

La latitud también influye en la climatología. Las temperaturas van en descenso del ecuador a los polos y el hemisferio sur es más húmedo y menos cálido que el norte. La misma cantidad de calor actuando durante el mismo tiempo elevará la temperatura del suelo aproximadamente el doble que la del agua. El suelo se calienta dos veces más pronto que el agua.

2.1.4.3. Factores que modifican el clima

Según Trewartha (1995), los factores que modifican el clima son:

- ❖ Latitud
- ❖ Altitud.
- ❖ Orientación del relieve.
- ❖ Masa de aguas (océanos)
- ❖ Distancia al mar (continentalidad)
- ❖ Dirección de los vientos planetarios y estacionales
- ❖ Corrientes oceánicas

2.1.5. El efecto invernadero

Según Lamaricel (2007), la progresiva acumulación en la atmósfera de los gases que provocan el llamado Efecto Invernadero (gases de invernadero) ha provocado un aumento en la temperatura de la superficie terrestre (calentamiento global). Lo cual tiene consecuencias en el clima y demás procesos que dependen de él.

El Efecto Invernadero es un fenómeno atmosférico natural que permite mantener la temperatura del planeta, al retener parte de la energía proveniente del sol. El aumento de la concentración de dióxido de carbono proveniente del uso de combustibles fósiles ha provocado la intensificación del fenómeno y consecuente aumento de la temperatura global, derritiendo los hielos polares y aumentando el nivel de los océanos.

Otro término a tener en cuenta sería "albedo", que es el reflejo de la radiación solar por la atmósfera y por las superficies del globo terráqueo. Se produce principalmente por las nubes, polvo volcánico, nieve, hielo, superficies oceánicas y terrestres. Es común en zonas desérticas.

El 46% de la radiación solar que llega al planeta es absorbida por la superficie terrestre (23% por componentes de la atmósfera: aire, polvo o nubes, y el resto

reflejado por las nubes y la superficie terrestre o dispersada hacia el espacio por moléculas de aire).

La atmósfera y los océanos redistribuyen la energía recibida desde el sol en distintas latitudes. Las superficies de los océanos y los continentes pierden energía irradiando hacia el espacio exterior en longitudes de onda que dependen de sus temperaturas.

Parte de la radiación emitida por la superficie terrestre es absorbida y vuelta a emitir en todas las direcciones, incluso nuevamente hacia la tierra por algunos gases que componen la atmósfera. Estos gases reducen la pérdida efectiva del calor por la superficie terrestre y aumentan la temperatura.

Los gases intervinientes en este proceso se denominan "gases invernadero" (atrapan parte de la energía infrarroja y reducen el enfriamiento de la Tierra).

El aumento de estos gases provocan grandes consecuencias en el clima, como ser: alteración de temperaturas, alteración en lluvias, aumento de la desertificación, alteración en la agricultura y descongelación de casquetes polares, entre las principales.

La magnitud del efecto invernadero dependerá de la concentración de cada uno de los gases y de la forma en que esa concentración varíe con la altura.

El dióxido de carbono es producido por todos los organismos que obtienen su energía del consumo de oxígeno y por los procesos de combustión natural o de origen humano.

Entre las fuentes de producción del metano se encuentran los procesos bacterianos que se generan en los cultivos de arroz, las industrias del carbón, petróleo y gas natural. Los clorofluorocarbonos son producto de síntesis humana que fueron usados como disolventes y como gases refrigerantes.

La causa principal del aumento de los gases invernadero, es la actividad humana: calefacción, industria, agricultura, transporte; otra causa y efecto es el aumento de la población.

El efecto invernadero es indispensable para el desarrollo de las formas de vida propias del estado actual del planeta. Sin gases invernadero la temperatura media

sería de 18°C bajo cero, comparando esto con el valor actual de la superficie terrestre que es de 15°C.

La concentración atmosférica de gases invernadero aumentó desde el inicio de la era industrial por el aumento de combustibles fósiles y destrucción de las selvas, provocando el aumento de la temperatura media de la atmósfera próxima a la superficie de la tierra (calentamiento global).

La tasa de emisión de gases invernadero en el futuro está determinada por el comportamiento humano, que definirán las elecciones que la sociedad haga en el futuro sobre el uso de combustibles fósiles.

La emisión de dióxido de carbono y gases invernadero se relacionan con factores como: aumento de población, crecimiento económico, costo y disponibilidad de fuentes de energía, producción y consumo, nivel oceánico.

Los cambios climáticos regionales pueden afectar la biodiversidad, las características del hábitat costero, el régimen de incendios forestales y las actividades productivas como agricultura, ganadería, generación hidroeléctrica y el turismo.

2.1.5.1. Gases que producen el efecto invernadero

Cuadro 02: Gases que produce el efecto invernadero

GAS	FUENTE EMISORA	TIEMPO DE VIDA	CONTRIBUCION AL CALENTAMIENTO (%)
Dióxido de carbono (CO ₂)	Combustibles fósiles, deforestación, destrucción de suelos.	500 años	54
Metano (CH ₄)	Ganado, biomasa, arrozales, escape de gasolina, minería.	7 – 10 años.	12
Óxido nitroso	Combustibles fósiles, cultivos, deforestación.	140 – 190 años	6
Clorofluorocarbonos (CFC)	Refrigeración, aire acondicionado, aerosoles, espumas plásticas.	65 – 110 años	21
Ozono y otros	Fotoquímicos, automóviles, etc.	Horas - días	8

FUENTE: <http://www.monografias.com/trabajos14/cambiosclimat/cambiosclimat.shtml>

2.1.6. La temperatura en el cambio climático

2.1.6.1. La temperatura

Según SENAMHI, La temperatura de un cuerpo indica en qué dirección se desplazará el calor al poner en contacto dos cuerpos que se encuentran a temperaturas distintas, ya que éste pasa siempre del cuerpo cuya temperatura es superior al que tiene la temperatura más baja; el proceso continúa hasta que las temperaturas de ambos se igualan.

Las temperaturas se toman día a día, para cada día se tiene la temperatura máxima del día, la mínima de día y la media. Pasando a los datos de un mes determinado, se puede obtener para dicho mes la media, la media de todas las máximas, la media de todas las mínimas, y la máxima y mínima absoluta del mes. Para una serie de "n" años y para un mes (medio de esos "n" años) se podrá obtener la temperatura media, temperatura media de las máximas, temperatura media de mínimas, temperatura media de las máximas absolutas, temperatura media de mínimas absolutas, y las temperaturas mínima absoluta y máxima absoluta.

2.1.6.2. Escalas termométricas

Las escalas de temperatura más comúnmente usadas son dos: Celsius y Fahrenheit. Con fines de aplicaciones físicas o en la experimentación, es posible hacer uso de una tercera escala llamada Kelvin o absoluta. La escala Celsius es la más difundida en el mundo y se la emplea para mediciones de rutina, en superficie y en altura.

La escala Fahrenheit se usa en algunos países con el mismo fin, pero para temperaturas relativamente bajas continúa siendo de valores positivos. Se aclarará este concepto cuando se expongan las diferencias entre ambas escalas. Tradicionalmente, se eligieron como temperaturas de referencia, para ambas escalas los puntos de fusión del hielo puro (como 0°C ó 32°F) y de ebullición del agua pura, a nivel del mar (como 100°C o 212°F).

Como puede verse, la diferencia entre estos dos valores extremos es de 100°C y 180°F , respectivamente en las dos escalas.

Por otro lado, la relación o cociente entre ambas escalas es de $100/180$, es decir $5/9$. Asimismo una temperatura de 0°F es 32°F más fría que una de 0°C , esto permite comparar diferentes temperaturas entre una y otra escala. Un algoritmo

sencillo hace posible pasar de un valor de temperatura, en una escala, a unos en la otra y viceversa, o sea:

$$0^{\circ}\text{C} = 5/9 \text{ }^{\circ}\text{F} - 32 \text{ y } 0^{\circ}\text{F} = 9/5 \text{ }^{\circ}\text{C} + 32$$

La escala absoluta o Kelvin es llamada así por ser éste su creador. El límite teórico inferior de la misma no se puede alcanzar interpretándose el $^{\circ}\text{K}$ como el estado energético más bajo que pueden llegar a alcanzar las moléculas de la materia. En los laboratorios de bajas temperaturas se han alcanzado valores muy bajos, cercanos a -273.16°C , mediante la congelación del hielo o del hidrógeno, que son los gases de menor peso molecular (es decir los más livianos). Por lo tanto se define como:

$$273.16 \text{ K} = 0^{\circ}\text{C}$$

2.1.6.3. Variaciones temperatura

La cantidad de energía solar recibida, en cualquier región del planeta, varía con la hora del día, con la estación del año y con la latitud.

Estas diferencias de radiación originan las variaciones de temperatura. Por otro lado, la temperatura puede variar debido a la distribución de distintos tipos de superficies y en función de la altura.

Ejercen influencia sobre la temperatura:

La variación diurna, distribución latitudinal, variación estacional, tipos de superficie terrestre y la variación con la altura.

- ✓ **Variación diurna:** Se define como el cambio en la temperatura, entre el día y la noche, producido por la rotación de la tierra.
- ✓ **Variación de la temperatura con la latitud:** En este caso se produce una distribución natural de la temperatura sobre la esfera terrestre, debido a que el ángulo de incidencia de los rayos solares varía con la latitud geográfica.
- ✓ **Variación estacional:** Esta característica de la temperatura se debe al hecho que la Tierra circunda al Sol, en su órbita, una vez al año, dando lugar a las cuatro estaciones: verano, otoño, invierno y primavera. Como se sabe, el eje de rotación de la Tierra está inclinado con respecto al plano de su órbita; entonces el ángulo de incidencia de los rayos solares varía, estacionalmente, en forma diferente para ambos hemisferios. Es decir, el

Hemisferio Norte es más cálido que el Hemisferio Sur durante los meses de junio, julio y agosto, porque recibe más energía solar. 4 Recíprocamente, durante los meses de diciembre, enero y febrero, el Hemisferio Sur recibe más energía solar que el similar del Norte y, por lo tanto, se torna más cálido.

- ✓ **Variaciones con los tipos de superficie terrestre:** La distribución de continentes y océanos produce un efecto muy importante en la variación de temperatura. Al establecerse diferentes capacidades de absorción y emisión de radiación entre tierra y agua (capacidad calorífica), podemos decir que las variaciones de temperatura sobre las áreas de agua experimentan menores amplitudes que sobre las sólidas.

Sobre los continentes, se debe resaltar el hecho de que existen diferentes tipos de suelos en cuanto a sus características: desérticos, selváticos, cubiertos de nieve, etc. Tal es así que, por ejemplo, suelos muy húmedos, como pantanos o ciénagas, actúan en forma similar a las superficies de agua, atenuando considerablemente las variaciones de temperatura. También la vegetación espesa tiende a atenuar los cambios de temperatura, debido a que contiene bastante agua, actuando como un aislante para la transferencia de calor entre la Tierra y la atmósfera. Por otro lado, las regiones desérticas o áridas permiten grandes variaciones en la temperatura. Esta influencia climática tiene a su vez su propia variación diurna y estacional.

- ✓ **Variaciones con la altura:** A través de la primera parte de la atmósfera, llamada troposfera, la temperatura decrece normalmente con la altura. 5 Este decrecimiento de la temperatura con la altura recibe la denominación de Gradiente Vertical de Temperatura, definido como un cociente entre la variación de la temperatura y la variación de altura, entre dos niveles. A este incremento de la temperatura con la altura se la denomina inversión de temperatura. Una inversión de temperatura se puede desarrollar a menudo en las capas de la atmósfera que están en contacto con la superficie terrestre, durante noches despejadas y frías, y en condiciones de calma o de vientos muy suaves. Superada esta capa de inversión térmica, la temperatura comienza a disminuir nuevamente con la altura, restableciéndose las condiciones normales en la troposfera. Puede ocurrir

que se produzcan inversiones térmicas, en distintos niveles de altura de la troposfera inferior o media.

Esto se debe, fundamentalmente, al ingreso de aire caliente en algunas capas determinadas, debido a la presencia de alguna zona frontal. En términos generales, la temperatura decrece a lo largo de toda la troposfera, hasta alcanzar la región llamada estratosfera (variable con la latitud y la época del año), donde la temperatura no decrece si no que permanece aproximadamente constante o, inclusive, aumenta con la altura. La zona de transición entre la troposfera y la estratosfera recibe el nombre de tropopausa.

2.1.7. El cultivo de papa

2.1.7.1. Nombres Científicos De Las Especies Cultivadas

Según OCHOA (1990), existen nueve especies de papas:

- ❖ *Solanum. goniocalyx*
- ❖ *Solanum. phureja*
- ❖ *Solanum. stenotomum*
- ❖ *Solanum. tuberosum*
- ❖ *Solanum. ajanhuiri*
- ❖ *Solanum. chaucha*
- ❖ *Solanum. juzepczukii*
- ❖ *Solanum. curtilobum*
- ❖ *Solanum. tuberosum ssp. Andigenum*

2.1.7.2. Nombre comunes

Papa en quechua y español, en aimara es llamado kea

2.1.7.3. Características Agronómicas de las Papas

Cuadro 03: Resumen de características agronómicas de la papa

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CARACTERISTICAS AGRONOMICAS
s. goniocalyx (diploide)	papa amarilla	adaptación a climas templados
s. phureja (diploide)	papa phureja	soporta bajas temperaturas y mayor humedad
s. stenotmum (diploide)	pitiquiña (aimara)	resiste a las heladas
	chiquiliña (quechua)	
s. tuberosum (diploide)	papa andina, imillas	buena capacidad de adaptación a diferentes climas
s. ajanhuiri (diploide)	ajanhuiri	resistente a heladas
s. chaucha (triploide)	papa temprana	precoz y se adapta a condiciones de valle
s. juzepczukii (triploide)	papa amarga, rucki	resistente a las heladas
s. cortilobum (pentaploide)	papa amarga, occucuri	resistente a las heladas
s. tuberosum ssp. Andigenum (tetraploide)	papas nativas dulces	buena capacidad de adaptación a climas fríos
s. hygrothermicum	papa del tropico	soporta temperaturas altas.

FUENTE: P. cosio y A. canahua

2.1.7.4. Descripciones botánicas, variedades

La planta de papa es de tipo herbáceo cuyo tamaño varia de 0,30 a 1 m de alto, según las variedades, con un crecimiento erecto o semirrecto.

Los tubérculos son tallos modificados y constituyen los órganos de reserva de la planta; varían en tamaño, forma y color de la piel y pulpa.

Las yemas u ojos del tubérculo maduro permanecen latentes (dormancia) hasta que desarrollan un estolón de donde se origina una nueva planta. Los

almacenes de luz difusa ayudan a que los estolones no se desarrollen antes de la siembra.

La flor es bisexual, es decir que tiene estambres (masculino) y pistilos (femenino). El fruto maduro (tambo rocoto, pepino) es una baya generalmente de color verde oscuro y contiene las semillas, denominadas semillas botánicas, para diferenciarlas de la semilla tubérculo.

2.1.7.5. Clasificación de papas

Existen nueve especies de papas según la taxonomía aceptada y propuesta por diferentes autores, las que se adaptan a diferentes climas.

El conocimiento campesino propone una diferenciación práctica y de acuerdo al uso. Así se diferencian las papas comerciales, producto de la selección en estaciones experimentales, de las papas nativas creadas por los propios campesinos. Las papas nativas a su vez pueden clasificarse en papas de consumo directo y en papas amargas, basado en su adaptación ecológica, siendo estas últimas mejor adaptadas a climas muy fríos. Las formas del tubérculo se tipifican como redondas, ovaladas, alargadas, planas, así como con ojos (yemas) superficiales o numerosos ojos muy hundidos.

La escala de colores de la pulpa o carne va desde el blanco hasta el morado. Con fines de comparación entre la clasificación campesina y la taxonomía científica, se realizó un seguimiento a parcelas con la participación de campesinos de la comunidad de Pampa Corral en el distrito de Lares, Cusco. Se efectuaron diferentes entrevistas, así como consultas y revisiones de las diferencias de nombres

(Cosió, 2003). Esta clasificación es aun incompleta ya que los campesinos diferencian dentro de cada grupo las papas según formas, colores, así como su comportamiento frente a condiciones climáticas extremas, diferentes suelos, plagas y enfermedades, su periodo de crecimiento y las calidades culinarias, donde se destaca el contenido de almidón (papa harinosa).

Existen en los Andes de Perú y Bolivia más de 2 000 variedades de papas nativas. El conocimiento clasificado de los atributos y del uso de los tubérculos permite potenciar el recurso genético que tienen estas variedades nativas o cultivares y convertir a la región andina del Perú y de Bolivia en zona

productora de papas de calidad, para responder a un exigente mercado nacional e internacional.

2.1.7.6. Variedades de papas nativas más importantes de Puno, Perú

Cuadro 04: Grupos de Papas

GRUPO IMILLA	GRUPO PITIQUIÑA	DIVERSOS GRUPOS		
imilla blanca	pitiquiña blanca	ccompis	cuchicallo	pucamari
imilla negra	pitiquiña roja	yana	tuni	mari roja
imilla roja	pitiquiña amarilla	ccoilo	paula	piña
imilla rosada		sutamari	luntusa	candarave
sani imilla		dacha lajra	saccampaya	chuquiña
alca imilla negra		amajana	santana	huayro
alca imilla roja		llucta phara	albina	lomos
zapallo imilla		peruanita	marinegra	suritomo
		surimana		

FUENTE: Cahuana y Arcos, 1993.

2.1.8. La siembra

Por lo general no se lleva a cabo con semillas, sino con "papas semillas", que son pequeños tubérculos o fragmentos de éstos, los cuales se introducen a una profundidad de 5 a 10 centímetros en la tierra.

La pureza de los cultivares y la salud de los tubérculos semilla son esenciales para obtener una buena cosecha. El tubérculo semilla debe estar libre de enfermedades, tener buenos brotes y pesar de 30 a 40 gr. El uso de semilla comercial de buena calidad puede aumentar la producción del 30 % al 50 %, en comparación con la semilla del agricultor, pero las ganancias previstas deben compensar el costo más elevado.

La densidad de cada hilera de papas depende del tamaño de los tubérculos, y el espacio entre las hileras debe permitir el aporque del cultivo. Por lo general se siembran unas dos toneladas de papas semillas por hectárea. En las zonas áridas de secano, el cultivo de papa en suelos planos produce cosechas más abundantes (gracias a una mejor retención de la humedad en el suelo), mientras que en condiciones de regadío la papa se cultiva principalmente en camellones.

2.1.8.1. Etapas del desarrollo del cultivo

- Tubérculo semilla sembrado
- Crecimiento vegetativo
- Inicio de la producción de tubérculos
- Crecimiento de los tubérculos

2.1.9. Aplicación de abono y fertilizante

El uso de fertilizantes químicos depende de la cantidad de nutrientes presentes en el suelo (las tierras volcánicas, por ejemplo, por lo común carecen de fósforo), y para la producción comercial de regadío por lo general se utiliza una gran cantidad de fertilizante. Sin embargo, la papa prospera con la aplicación de abono orgánico al inicio de cada nueva rotación, porque ofrece un buen equilibrio de nutrientes y mantiene la estructura del suelo.

La aplicación de fertilizantes se debe calcular correctamente de acuerdo a la cosecha prevista, el potencial de la variedad y la utilización prevista de la cosecha.

2.1.10. Plagas y enfermedades

Para combatir las enfermedades, algunas precauciones básicas pueden ayudar a evitar grandes pérdidas: la rotación de cultivos, el uso de variedades tolerantes y de tubérculos semilla saludable y certificada. No existen sustancias químicas para combatir las enfermedades bacterianas y virales, pero se pueden controlar mediante una vigilancia constante (y fumigación cuando sea necesario) de los áfidos que son sus vectores.

La gravedad de las enfermedades fúngicas, como el tizón tardío depende principalmente, después de la primera infección, del clima.

La persistencia de las condiciones favorables, si no se fumiga, puede propiciar la rápida propagación de la enfermedad.

Las plagas de insectos pueden destruir velozmente un cultivo de papas. Las medidas recomendadas para combatirlas son la vigilancia constante y la protección de los enemigos naturales de las plagas. Incluso los daños que produce el escarabajo colorado de la papa, una plaga importante, se puede reducir destruyendo los insectos, sus huevos y sus larvas cuando aparecen a principios de la temporada. La sanidad, la rotación de cultivos y el uso de variedades resistentes de papa ayudan a prevenir la propagación de los nematodos.

2.1.11. Cosecha

Cuando las hojas de la planta de la papa se ponen amarillas y los tubérculos se desprenden con facilidad de sus estolones, significa que la papa está madura. Si las papas van a almacenarse en vez de consumirse enseguida, se dejan en el suelo para que la piel se haga más gruesa, porque una piel más gruesa previene las enfermedades que se producen durante el almacenamiento y evitan que la papa se encoja por pérdida de agua.

Sin embargo, si se dejan los tubérculos en el suelo demasiado tiempo, aumenta la posibilidad de que contraigan la enfermedad fúngica llamada viruela de la papa.

Para facilitar la cosecha, el follaje de la planta de la papa se deberá eliminar dos semanas antes de sacar los tubérculos de la tierra. De acuerdo al volumen de producción, las papas se cosechan con tridente, arado o con cosechadoras comerciales de papa que extraen la planta del suelo y eliminan la tierra de los tubérculos por vibración o aplicación de aire.

Durante la cosecha es importante no lastimar o producir algún tipo de lesión en los tubérculos que puedan servir de ingreso a las enfermedades durante el almacenamiento. Para facilitar la cosecha, las trepadoras de la papa se deberán eliminar dos semanas antes de sacar los tubérculos de la tierra.

2.1.12. Almacenamiento

Dado que los tubérculos recién cosechados son tejido vivo y, por lo tanto, susceptibles de descomponerse, es indispensable almacenarlos correctamente, tanto para prevenir las pérdidas post cosecha de papas destinadas al consumo fresco o para la industria, como para garantizar un suministro adecuado de tubérculos semilla para la siguiente temporada agrícola.

El objetivo del almacenamiento tanto en el caso de las papas destinadas al consumo fresco como para la industria, es evitar que se pongan verdes (que se acumule clorofila bajo la piel, la cual se asocia a la solanina, que es un alcaloide potencialmente tóxico), y que pierdan peso y calidad. Los tubérculos se deben mantener a una temperatura de entre 6 ° y 8 °C, en un ambiente oscuro y bien ventilado, con una humedad relativamente elevada (del 85 % al 90 %). Los tubérculos semilla, en cambio, se almacenan bajo luz difusa para que mantengan su capacidad de germinación y para alentar la formación de brotes vigorosos. En algunas regiones, como el norte de Europa, donde sólo hay una temporada agrícola y es difícil almacenar los tubérculos de una temporada a la siguiente sin el uso de costosa refrigeración, una solución puede ser sembrar fuera de la temporada.

2.1.13. Requerimientos climáticos y edáficos

- **Temperatura**

La producción de papa en el trópico se ve favorecida por las condiciones de clima que se da en las tierras altas, donde la temperatura es relativamente fresca debido a que la papa requiere temperaturas de 15 a 20°C para su tuberización (formación de tubérculos) y crecimiento.

La papa es considerada una planta termo periódica, lo que significa que es necesario una variación, entre la temperatura diurna y la nocturna, de por lo menos 10°C. Si la diferencia es menor, el crecimiento y tuberización se ven afectados.

Cuando esta situación se da a menudo, a lo largo del ciclo vegetativo, el rendimiento y la calidad son afectados, pues las temperaturas altas son ideales para el crecimiento de tallos y hojas, pero no para los tubérculos.

La temperatura influye en la brotación de los tubérculos semillas, en la utilización de nutrimentos, pérdida de agua y en las etapas fenológicas del cultivo. Según Fulgueira (1982), las mejores producciones en la región templada se obtienen bajo condiciones de las temperaturas ya antes mencionadas, y con 12 a 16 horas luz (según la especie cultivada).

- **Horas de luz**

En el país el cultivo de papa se comporta mejor con periodos de 8 a 12 horas de luz. La luminosidad que reciben las plantas durante el día incide en la función de los cloroplastos y desencadena una serie de reacciones en las que intervienen el dióxido de carbono y el agua, que ayuda a la formación de los diferentes tipos de azúcares que pasan a formar parte de los tubérculos.

Además de la luminosidad tiene influencia en la fotosíntesis y fotoperiodos requeridos por las plantas.

- **Precipitación**

La precipitación o cantidad óptima de agua requerida es de 600 mm, distribuida en todo su ciclo vegetativo; las mayores demandas se dan en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos, por lo cual es necesario efectuar riegos suplementarios en los periodos críticos o cuando se presenta lluvia.

- **Viento**

El viento debe ser moderado, ya que las plantas no resisten vientos con velocidades mayores de 20 km/hr, sin que estos causen o influyan en los rendimientos.

- **Suelos**

Los mejores suelos son los francos, franco arenoso, franco limoso y franco arcilloso, de textura liviana, con buen drenaje y con una profundidad efectiva mayor de los 0.50 m, que permitan el libre crecimiento de los estolones y tubérculos y faciliten la cosecha.

Caracterización de suelos para el cultivo de papa

Cuadro 05: Características generales del suelo.

PROPIEDADES FISICAS	RANGO OPTIMO
textura	franca
profundidad efectiva	> 50 cm
densidad aparente	1.20 g. x cm ³
color	oscuro
contenido de materia organica	>3.5 %
drenaje	bueno
capacidad de retencion de agua	buen cap. Campo
topografia	plana y semi plana
PROPIEDADES QUIMICAS	RANGO OPTIMO
PH	5.5 - 6
N	variable
PH	> 28 mg kg ⁻¹
K	> 5 %
Ca ++	65%
Mg ++	18%
acidez total	< 10 %
conductividad electrica	< 4 dsm - 1
PROPIEDADES BIOLOGICAS	
presencia de microorganismos	
beneficiosos a la fertilidad del suelo	muy alta

2.1.14. Calidad del producto

Cuando la Papa está madura contiene una considerable proporción de agua que oscila entre el 77 y 79%; su contenido de almidón y azúcar (hidratos de carbono es de orden del 12 al 19%) y las proteínas alcanzan solamente el 2%.

La calidad culinaria de las variedades con respecto a su contenido de materia seca se clasifica de la siguiente manera:

- Para consumo doméstico materiales con 20.72% de materia seca
- para todo propósito 22.1% a 22.7%
- para uso industrial materiales con 24.5% de materia seca o más.

2.1.15. Valor nutritivo de la papa

La papa es una fuente de vitaminas, en especial de vitamina C y minerales como el potasio, su cáscara es una excelente fuente de fibra, la papa contiene carbohidratos complejos que te dan energía, además está libre de grasa y colesterol, todas estas características hacen de la papa un excelente alimento.

Energía

- ✓ Una papa mediana de 148 g proporciona 100 calorías.
- ✓ La papa, Es un alimento que puede incluirse en todo tipo de alimentación, desde dietas normales a terapéuticas, en dietas hipercalóricas cocinada con mantequilla, crema, aceite, en dietas de reducción, ya que la papa contiene pocas Calorías, por lo que sí puedes comerla y bajar de peso además de producir un efecto de saciedad por el contenido de fibra y almidón, sí es importante seleccionar el método adecuado de cocción como es el asado, el hervido, al vapor o al horno.
- ✓ También se utiliza en la alimentación para deportistas, por ser fuente de hidratos de carbono complejos y utilizarse como sustrato principal para obtener energía.

Vitaminas

- Vitamina c;Esta vitamina ayuda a mantener el sistema inmunológico, además la vitamina C es un antioxidante que ayuda a estabilizar los radicales libres y puede evitar el daño celular. También la vitamina C ayuda al desarrollo de dientes y encías sanos, también favorece la

absorción del hierro y el mantenimiento del tejido conectivo normal, así como a la cicatrización de heridas.

- Además es fuente de vitamina B6, además de tiamina, niacina, riboflavina y ácido fólico.

Minerales

- Potasio 720 mg; Las papas con cáscara son una fuente excelente de potasio, que ayuda a la salud cardiovascular. Algunos estudios indican que las dietas que contienen alimentos ricos en potasio y que son bajos en sodio, pueden reducir en algunos casos el riesgo de presión arterial alta e infartos. El potasio tiene muchas funciones en el organismo, también ayuda a retener el calcio, que es importante para que los huesos se mantengan fuertes.
- Hierro; Las papas contienen hierro. El hierro de origen vegetal se absorbe menos que el de origen animal, sin embargo la papa por ser fuente de vitamina C, puede aumentar la disponibilidad de hierro si se prepara en forma adecuada con poca agua, para que se conserve esta vitamina.
- hidratos de carbono total 26 g; Las papas contienen hidratos de carbono complejos, los cuales son la fuente más importante de combustible para la energía de que necesitas. Se recomienda que en un 50% de la energía diaria provenga de los hidratos de carbono, por lo que las papas constituyen un excelente alimento para proporcionarlos.
- Azúcares 3g.
- Fibra dietética 3g; La fibra te ayuda a tener un buen funcionamiento del sistema digestivo.
- Proteína 4g.

2.1.16. Teoría de regresión y correlación

2.1.16.1. Teoría de regresión.

Según Weiers (2008), indica que el tipo de correlación debe ser analizado en el diagrama de dispersión en base a la forma que toma la curva de la función y a la

relación entre las variables. Cuando el análisis se basa en el estudio de dos variables se denomina correlación simple, cuando se analizan más variables se las denomina correlación múltiple.

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

2.1.16.2. Modelo de regresión múltiple

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

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_mx_m$$

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

2.1.16.3. Correlación lineal simple.

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

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

Si se da ese tipo de relaciones, se suele recurrir a los estudios de regresión en los cuales se obtiene una nueva relación pero de un tipo especial denominado función, en la cual la variable independiente se asocia con un indicador de tendencia central de la variable dependiente. Cabe recordar que en términos generales, una función es un tipo de relación en la cual para cada valor de la variable independiente le corresponde uno y sólo un valor de la variable dependiente.

2.1.16.4. Regresión simple y correlación.

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

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

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

" y es una función de x "

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

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

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

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

$$y = f(x)$$

" y está regresando por x "

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

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

Análisis estadístico: regresión lineal simple.

Rincón, (2005) indica que, el estudio de la relación funcional entre dos variables poblacionales, una variable X, llamada independiente, explicativa o de predicción y una variable Y, llamada dependiente o variable respuesta, presenta la siguiente notación:

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

Dónde:

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

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

e = Es el error

Suposiciones de la regresión lineal

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

2.1.16.5. Coeficiente de correlación.

Según Ibáñez (2013), asevera que la correlación viene del Latín cum: con y relatus: relacionado, la correlación lineal permite medir si hay asociación entre dos variables o medir la intensidad de dicha asociación. Para ello es importante que la muestra bivariado sea tomada al azar, tanto para la variable X como para la variable Y.

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

- El valor de $r = +1$, indica una correlación positiva perfecta o correlación directa, cuando al aumentar o disminuir el valor de la variable independiente, aumenta o disminuye también el valor de la variable dependiente (pendiente positiva).
- El valor de $r = -1$, expresa una correlación inversa o relación negativa perfecta: cuando al aumentar o disminuir el valor de la variable independiente, disminuye o aumenta el valor de la variable dependiente (pendiente negativa).
- El valor de $r = 0$, indica la ausencia de correlación, es decir las dos variables no están correlacionadas o relacionadas.

El coeficiente de correlación está dado por:

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

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

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

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

$r = 0.6$ á $r = 0.7$ Coeficiente de correlación alto.

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

2.1.17. Análisis de tendencia

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

cambio ascendente o descendente en la temperatura, precipitación, evaporación entonces se produce una tendencia.

Las propiedades más importantes de las tendencias son:

- ✓ Las tendencias no son esperadas a repetirse por sí mismas en la misma forma y con las mismas propiedades.
- ✓ Las tendencias pueden ser lineales o no lineales, por lo que cualquier función continua de tendencias no lineales, puede ser representado en series de potencia.
- ✓ Se pueden separar de las otras componentes (periódicos, aleatorias) de la serie, lo que hace posible removerlas y/o incorporarlas.
- ✓ Pueden existir en cualquier parámetro de una serie, media, varianza, coeficiente de auto correlación, y en parámetros de alto orden; pero por lo general las tendencias se presentan únicamente en la media, si la información es anual, y en la media y desviación estándar si la información es mensual.

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

- **Serie temporal**

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

- **Test estadísticos**

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

ningún cambio en la media de los datos, y H1 sería que la media va aumentando o disminuyendo con el tiempo.

- **La prueba estadística.**

Es una forma de comparar Ho y H1, que implica un valor numérico a partir de la serie de datos que se está probando.

Un punto de partida de una prueba estadística es definir una hipótesis nula (Ho) y una hipótesis alternativa (H1). Por ejemplo para comprobar la evolución de la media de una serie de tiempo, Ho sería que no hay ningún cambio en la media de los datos, y H1 sería que la media va aumentando o disminuyendo con el tiempo.

- **El nivel de significancia**

Es una manera de medir si la prueba estadística es muy diferente de los valores que normalmente se producen bajo Ho. Es la probabilidad de que un valor de la prueba estadística sea extremo a más extremo que el valor observado suponiendo que no hay tendencia o cambio (Ho). Por ejemplo, para $\alpha=0.05$, el valor crítico de la prueba estadística es el que superara el 5% de valor de la prueba estadística obtenida a partir de los datos generados aleatoriamente. Si el valor de la prueba estadístico es mayor que el valor crítico de la prueba estadística, se rechaza Ho. El nivel de significancia es por tanto la probabilidad de que una prueba detecta una tendencia o cambio (rechazar Ho), y cuando no está presente (error tipo I) una posible interpretación del nivel de significancia podría ser:

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

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

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

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

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

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

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Términos básicos

1. Centro poblado: Es todo lugar del territorio nacional identificado mediante un nombre y habitado con ánimo de permanencia, por lo general, por varias familias o, por excepción, por una sola familia o una sola persona.
2. Cambio climático: es la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros meteorológicos: temperatura, presión atmosférica, precipitaciones, nubosidad, etc.
3. Temperatura: es una magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente. Dicha magnitud está vinculada a la noción de frío (menor temperatura) y caliente (mayor temperatura).
4. Temperatura máxima: Es la mayor temperatura registrada en un día, y que presenta entre las 13.00 y las 13:00 horas.
5. Temperatura mínima: Es la menor temperatura registrada en un día, y se puede observar entre las 03:00 y las 08:00 horas.
6. Variaciones de temperatura: es la cantidad de energía solar recibida, en cualquier región del planeta, varía con la hora del día, con la estación del año y con la latitud. Estas diferencias de radiación originan las variaciones de temperatura.

Por otro lado, la temperatura puede variar debido a la distribución de distintos tipos de superficies y en función de la altura. Ejercen influencia sobre la temperatura: Variación diurna, distribución latitudinal, variación estacional tipos de superficie terrestre, variación con la altura.

7. **Clima:** Es el estado medio de los elementos meteorológicos de una localidad considerando un periodo largo de tiempo. El clima de una localidad viene determinado por los factores climatológicos: latitud, longitud, altitud, orografía.
8. **Estación Pluviométrica:** Es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas. Estos datos se utilizan tanto para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos como para estudios climáticos. Una estación meteorológica es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas. Estos datos se utilizan tanto para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos como para estudios climáticos.
9. **Producción:** Proceso por medio del cual se crean los bienes y servicios económicos. Es la actividad principal de cualquier sistema económico que está organizado precisamente para producir, distribuir y consumir los bienes y servicios necesarios para la satisfacción de las necesidades humanas.
10. **Rendimiento:** refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue. El beneficio o el provecho que brinda algo o alguien también se conoce como rendimiento.
11. **La papa:** es una planta que forma parte de la familia de las solanáceas, es original de América del Sur y especialmente cultivada en el mundo entero como consecuencia de sus tubérculos comestibles.
12. **Interpolación:** Es la obtención de nuevos puntos partiendo del conocimiento de un conjunto de puntos.

En ingeniería y algunas ciencias es frecuente disponer de un cierto número de puntos obtenidos por muestreo o a partir de un experimento y pretender construir una función que lo ajuste.
13. **Censo:** Conocer la estructura del sector agropecuario para lo cual se efectuara un recuento de las unidades parcelarias que lo componen identificándose y ubicándose según los planos existentes de áreas agrícolas.

2.3. HIPOTESIS

2.3.1. Hipótesis general

El efecto de cambio climático genera una variabilidad en el rendimiento y producción del cultivo de Papa en el Centro Poblado de Chijichaya – Ilave.

2.3.2. Hipótesis específico

- ✓ El cambio climático genera un comportamiento variado de la temperatura mínima y máxima de los últimos 20 años en el Centro Poblado de Chijichaya – Ilave.
- ✓ El comportamiento de la temperatura mínima y máxima afecta en el rendimiento del cultivo de Papa.
- ✓ El modelo matemático creado a partir de ecuaciones y gráficas, para pronosticar el rendimiento del cultivo de Papa para diferentes temperaturas. En el Centro Poblado de Chijichaya.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOLOGIA

3.1. EQUIPOS, MATERIALES Y OTROS

- *Equipos y materiales de gabinete*
 - ✓ Equipo de cómputo core i7
 - ✓ Impresora marca Epson L355
 - ✓ Memoria USB
 - ✓ Cámara fotográfica canon 16 mp.
 - ✓ DVD.
 - ✓ Papel Bond A 4
 - ✓ Papel bond A 3
 - ✓ Bolígrafos, portaminas y otros.
- *Software de ingeniería*
 - ✓ Software: SPSS.
 - ✓ Software de ArGis y Cad
 - ✓ Programas de computo (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point Microsoft.
 - ✓ Google earth
 - ✓ Otros.
- *Otros servicios*
 - ✓ Ploteo de planos
 - ✓ Impresión, fotocopias, anillados, escaneados y otros.

3.1.1. Materiales cartográficos, meteorológicos y bibliográficos

La información geográfica del mapa físico político del departamento de Puno se ha obtenido por medio del internet de la portada del gobierno regional. La información meteorológica se ha obtenido mediante la institución de SENAMHI – PUNO. Como las temperaturas mínimas y máximas.

Y la información cartográfica se ha descargado y editado del programa Google Earth y posterior modificación utilizando programa ArcGis.

3.2. METODOLOGIA

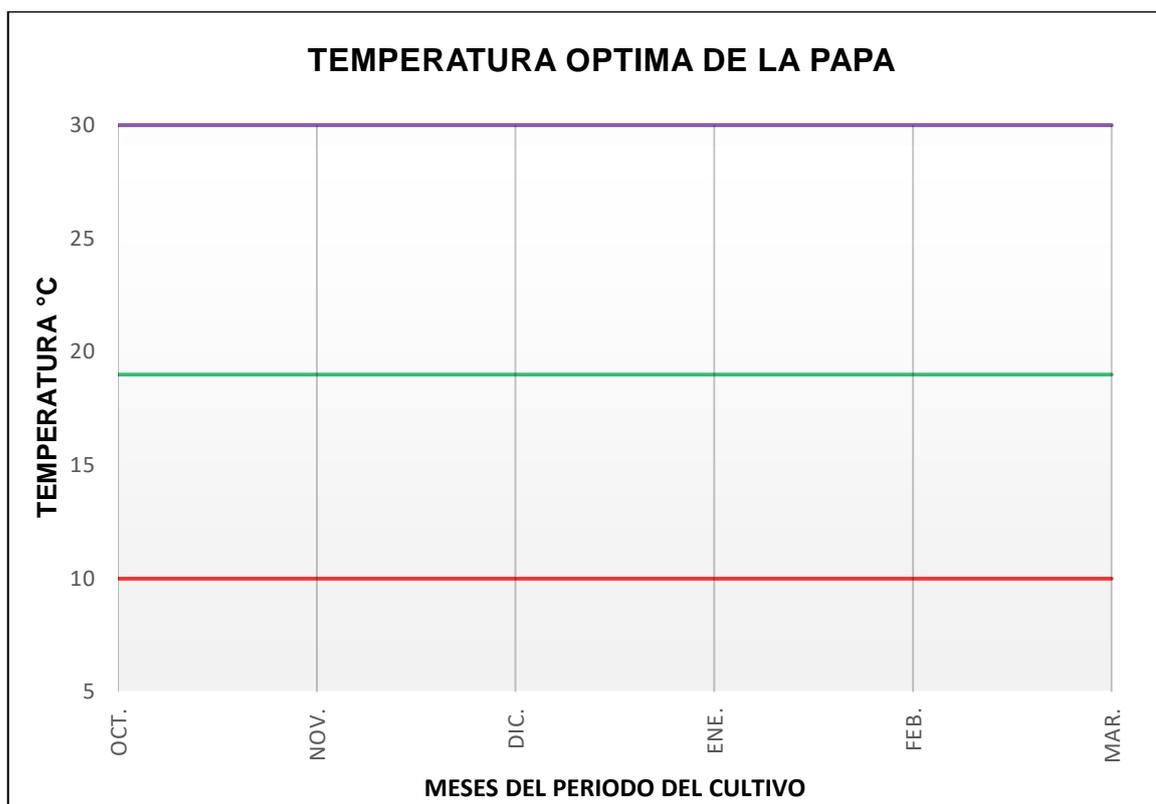
La investigación está dividida en las siguientes fases:

- ✓ Recopilación de información de datos meteorológicos como la temperatura mínima, media y máxima de los años 1994-2014 (20 años), de la estación llave.
- ✓ Realización de encuesta censal sobre el cultivo de papa a los pobladores de la zona en estudio Centro Poblado de Chijichaya. para obtener datos históricos
- ✓ Procesamiento de datos de la encuesta realizada.
- ✓ Identificación de datos de temperatura, para su posterior utilización en procesamiento de datos.
- ✓ Procesamiento de datos con el programa de software estadístico SSPS. Y programa de Microsoft Excel. Logrando cuadros y gráficos que permitirá la interpretación de estas.
- ✓ Obtención de la relación que existe entre la variable precipitación en el rendimiento del cultivo de papa. En un periodo de 20 años.

3.2.1. Procedimiento

Primero; se analizamos el comportamiento de la temperatura en cada campaña agrícola del cultivo de papa, que tiene como ciclo vegetativo de 6 meses. (180 días calendario).

Segundo; se elabora gráficos (x=meses, y=temperatura), teniendo como dato principal las temperaturas mínima, media y máxima establecidas por la FAO, ($T^{\circ} \text{min} = 10^{\circ}\text{c}$ y $T^{\circ} \text{Max} = 30^{\circ}\text{c}$) y en los tiempos del ciclo vegetativo del cultivo de papa se analizar el comportamiento de la temperatura en los 6 meses (180 días calendarios).

Grafico 01: Temperatura optima de la Papa según FAO

FUENTE: FAO (2012)

El gráfico muestra las temperaturas mínimas, media y máxima, establecidos por la FAO que nos permitirá analizar el comportamiento de la temperatura en cada campaña agrícola, el mismo que se realizara durante los últimos 20 años, a continuación se graficará para cada campaña determinando como la temperatura se comporta frente a este cultivo.

Para el análisis de rendimiento del cultivo de papa, se analizarán todos los meses del ciclo vegetativo (siembra – cosecha), así mismo las unidades de medida de producción serán de tn, y el rendimiento será de kg/ha.

Seguidamente una vez obtenidos los datos definidos, se generará cuadros de temperaturas promedio en °C y el rendimiento en kg/ha de cada campaña agrícola durante los últimos 20 años, luego se elaborará un gráfico que nos va a permitir analizar el comportamiento de la temperatura ante las variaciones de la temperatura.

3.2.1.1. Coeficiente de determinación

Este coeficiente nos indica la proporción o porcentaje de la variación total de la variable dependiente Y , y que es explicada por la variable independiente X , por lo cual es un criterio para explicar la importancia de la variable independiente dentro del modelo.

El porcentaje de la diferencia del coeficiente r^2 nos indica que el restante es debido a los errores y a otras variables no consideradas.

3.2.1.2. Análisis de regresión

El análisis de regresión, es una técnica que se usa para determinar la naturaleza de la relación funcional entre dos variables, además nos ha permitido predecir los valores de $Y = f(x)$. Con un cierto grado de aproximación.

Para lo cual se sigue el siguiente procedimiento:

- ✓ Se ha seleccionado la función de correlación, teniendo en cuenta el comportamiento de los puntos obtenidos de la relación de ambas variables. En este caso se usó la ecuación polinomial de 4to grado, Determinado por el siguiente modelo matemático:

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + E$$

Donde:

- Y = variable dependiente (producción)
- X = variable independiente (temperatura)
- E = Error
- a, b, c, d, e = parámetros de la ecuación de regresión.

Para resolver esta ecuación Polinómica de 4to grado, se ha usado la siguiente matriz.

$$\begin{bmatrix} an & b \sum_{i=1}^n x & c \sum_{i=1}^n x^2 & d \sum_{i=1}^n x^3 & e \sum_{i=1}^n x^4 \\ a \sum_{i=1}^n x & b \sum_{i=1}^n x^2 & c \sum_{i=1}^n x^3 & d \sum_{i=1}^n x^4 & e \sum_{i=1}^n x^5 \\ a \sum_{i=1}^n x^2 & b \sum_{i=1}^n x^3 & c \sum_{i=1}^n x^4 & d \sum_{i=1}^n x^5 & e \sum_{i=1}^n x^6 \\ a \sum_{i=1}^n x^3 & b \sum_{i=1}^n x^4 & c \sum_{i=1}^n x^5 & d \sum_{i=1}^n x^6 & e \sum_{i=1}^n x^7 \\ a \sum_{i=1}^n x^4 & b \sum_{i=1}^n x^5 & c \sum_{i=1}^n x^6 & d \sum_{i=1}^n x^7 & e \sum_{i=1}^n x^8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y \\ \sum_{i=1}^n xy \\ \sum_{i=1}^n x^2y \\ \sum_{i=1}^n x^3y \\ \sum_{i=1}^n x^4y \end{bmatrix}$$

Para calcular las sumatorias se elaboró un cuadro y se reemplazó en la matriz, para después hallar la matriz inversa, se ha calculado los parámetros a, b, c, d y e , se reemplaza en la ecuación poli nómica de 4to grado.

- ✓ Una vez obtenido la función se reemplazó la variable X para obtener la variable y ajustada, la diferencia de $\hat{y} - y$ nos da el *error*, a la suma de estos errores se les denomina, suma de cuadrados de la regresión (*SCR*).
- ✓ Para calcular el coeficiente de correlación R^2 se debe encontrar también la suma de los cuadrados totales (*SCT*), que tiene la siguiente formula.

$$SCT = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$$

Donde:

Y = variable dependiente

n = número de pares

- ✓ Una vez calculado estos valores se tiene el coeficiente de correlación de la siguiente manera.

$$R^2 = 1 - \frac{SCR}{SCT}$$

- ✓ finalmente se calculó el análisis de varianza (ANOVA), para el polinomio según el siguiente cuadro.

Cuadro 06: Análisis de varianza (ANOVA)

F. variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F. calculada
REGRESION	$SSR=SCT-SCR$	N	$MSR=SSR/N$	$F_c=MSR/MSE$
ERROR	SCR	$N-K-1$	$MSE=SCR/N-K-1$	-
TOTAL	SCT	$N-1$	-	-

FUENTE: Elaboración propia.

Una vez que se tiene el valor de F_c , se usa la distribución de FISHER con los valores de $(N, N-K-1)$ y con un nivel de significación de $\alpha = 0.05$.

Toma de decisión:

Si $F_c < F_t$; se acepta la hipótesis nula H_0

Si $F_c > F_t$; se rechaza la hipótesis nula H_0 .

CAPITULO IV

CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1.1. Ubicación del ámbito de estudio

✓ **Localización política**

- Departamento : Puno
- Provincia : El collao
- Distrito : Ilave
- Localidad : c.p. de chijichaya

✓ **Ubicación geográfica**

- ✓ Cuenca : lago Titicaca
- ✓ Sub cuenca : rio llave
- ✓ Sistema integral hídrico : lago Titicaca
- ✓ Región natural : Sierra
- ✓ Altitud : 3820
- ✓ Latitud : -16.15
- ✓ Longitud : - 69.6833

✓ **Vías de comunicación y accesos**

Cuadro 07: vías de comunicación y acceso

Desde – Hasta	Distancia (Km)	Tiempo (Min)	Tipo de Vía	Frecuencia
Puno – Ilave (combi)	54	45	Asfaltado	Diario
Puno – Ilave (bus)	54	60	Asfaltado	Diario
Ilave – Carr. Checca	10	20	Asfaltado	Diario
C.Checca - Chijichaya	2	15	Trocha	Diario

FUENTE: *Elaboración Propia*

4.1.2. Población

En el centro poblado de Chijichaya – llave, políticamente se encuentra inmerso en la región Puno provincia de El Collao llave, que tiene actualmente una población de 2000 habitantes.

4.1.3. Actividades económicas

Las principales actividades económicas son la agricultura, como cultivos de papa, quinua, cebada, haba, trigo, kañiwa, oca, isaño. Los cuales son aprovechados por los productores, sin embargo la producción es limitada debido a los factores climatológicos y la carencia de información y capacitación. Así mismo se desarrolla también la ganadería, especialmente la; crianza de ganado vacuno, ovino y animales menores en menor escala. Estas actividades les reporta un ingreso económico familiar.

4.1.4. Topografía

Los suelos conforman planicies de relieve plano, de pendiente moderado entre el 1 y 5%, siendo más pronunciado el extremo inferior donde se inician laderas y decrece en el río.

4.1.5. Clima

El clima durante todo el año es propio del altiplano, frígido, con vientos secos y templados, estas condiciones especiales se presentan durante todo el año, por la presencia del lago Titicaca, teniendo ligeras variación en cada estación. La temperatura promedio fluctúa entre los 8°C y 15°C, la precipitación anual promedio, según la estación meteorológica es del orden de 725mm.

4.1.6. Asolamiento

Primavera, otoño, verano: 11 horas de sol por día y 4015 horas de sol por año. En invierno el sol se inclina más hacia el norte y las horas de sol se reducen a 9, con un promedio de 9.5 horas.

4.1.7. Precipitaciones pluviales

Las precipitaciones se presentan con mayor intensidad en los meses de diciembre, enero y febrero entre 250 y 552mm. Los meses restantes son sin precipitaciones o solamente esporádicas, la precipitación media anual es de 552mm.

4.1.8. Vientos

Las velocidades del viento alcanzan valores reducidos menores a 3 m/seg. Y fluctúan a lo largo del año, presentándose los mayores valores en el periodo de agosto a enero entre 2.1 y 2.6 m/seg. Y los valores menores en el periodo de febrero a julio entre 1.4 m/seg. Las direcciones predominantes de viento son del este a oeste. De noche y mañana la dirección es de oeste a este, con variaciones menores.

4.1.9. Días de helada

Los días que se presentan las heladas son generalmente durante el mes de junio, con raras excepciones en las cuales se prolongan hasta el mes de agosto, con variaciones indefinidas.

4.2. INFORMACIÓN METEOROLOGICA

4.2.1. Información meteorológica de la zona en estudio

Información temperatura

Información recopilada de la estación meteorológica de llave.

Cuadro 08: Ubicación de la estación meteorológica

Nº	Est.	Tipo	Cód.	Ubicación Política			Ubicación Geográfica			Cuenca	Propiedad
				Dpto.	Prov.	Dist.	Latitud	Longitud	Altitud		
							Sur	Oeste	(msnm)		
1	llave	CO	110879	Puno	Collao	llave	16°05'17.7"	69°38'42.0"	3880	llave	Senamhi-Puno

FUENTE: SENAMHI – Puno (2014).

Debido a que en la zona en estudio territorialmente se encuentra en el distrito de llave, por lo cual se hará la utilización de la información de datos históricos de temperatura.

4.2.2. Información del cultivo de Papa

El rendimiento de cultivo de papa, se mide en kilogramo por hectárea (kg/ha), dicha información se ha recopilado mediante una encuesta de censo realizado en el Centro Poblado de Chijichaya, realizado directamente al productor.

CAPÍTULO V

EXPOSICION Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.1. EXPOSICION DE RESULTADOS

5.1.1. Presentación de datos de temperatura

Se ha obtenido la información de las series históricas de temperaturas media mensual de la estación meteorológica llave. Que pertenece al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) como Órgano Público Descentralizado, adscrito al Ministerio del Ambiente.

Los datos presentes son de los últimos 20 años, Tal como se muestra en el siguiente cuadro.

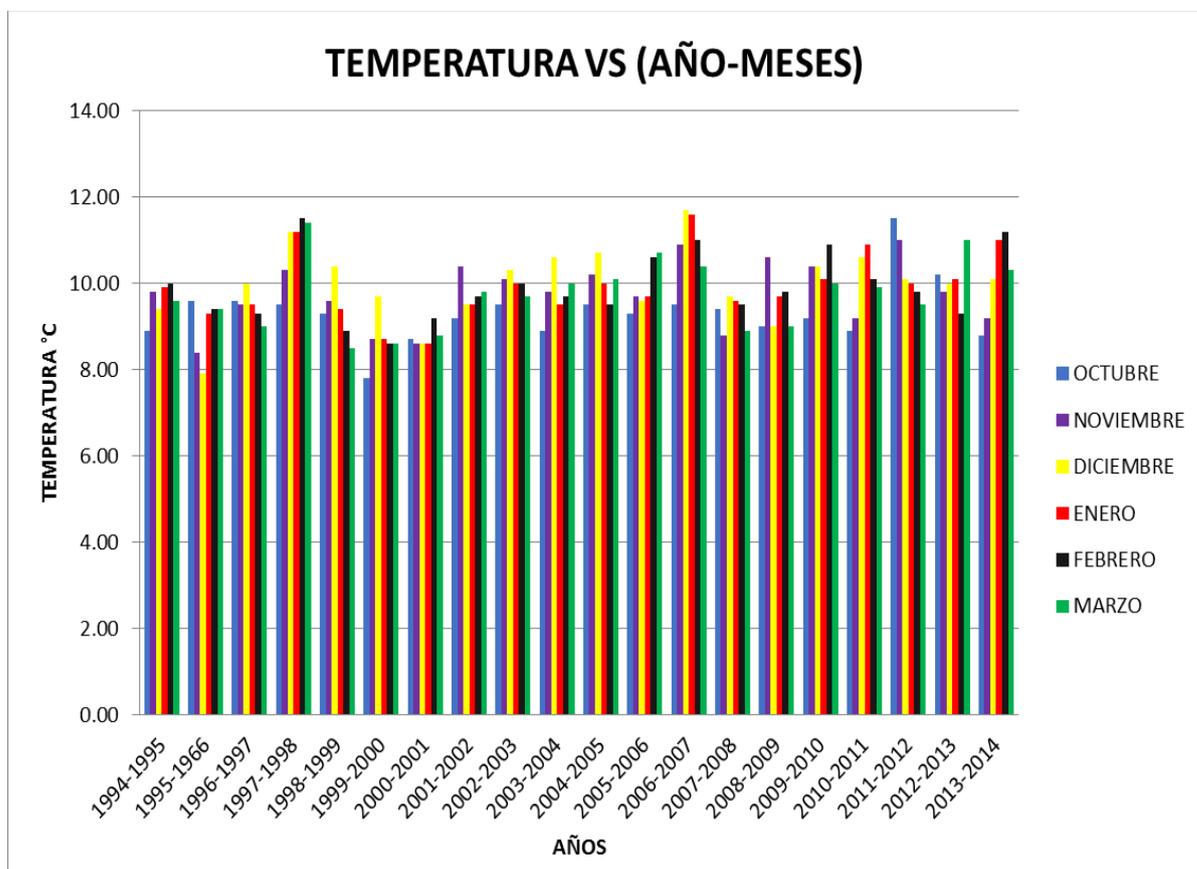
Tabla 01: Datos históricos de temperatura de la estación llave - centro poblado de chijchaya.

N°	AÑOS	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	MEDIA
1	1994-1995	8.90	9.90	9.68	9.90	10.00	9.60	9.66
2	1995-1996	9.60	8.40	7.90	9.30	9.40	9.40	9.00
3	1996-1997	9.60	9.50	10.00	9.50	9.30	9.00	9.48
4	1997-1998	9.50	10.30	11.20	11.20	11.50	11.40	10.85
5	1998-1999	9.70	9.60	9.90	10.00	10.10	9.43	9.79
6	1999-2000	7.80	8.70	9.70	8.70	8.60	8.60	8.68
7	2000-2001	8.70	8.60	8.60	8.60	9.20	8.80	8.75
8	2001-2002	9.40	10.40	9.50	9.10	9.60	9.90	9.65
9	2002-2003	8.90	9.50	10.10	10.00	9.80	9.15	9.58
10	2003-2004	8.50	9.10	10.40	9.45	9.70	10.10	9.54
11	2004-2005	9.50	10.20	10.70	10.00	9.50	10.10	10.00
12	2005-2006	8.90	9.20	8.90	9.70	10.50	10.00	9.53
13	2006-2007	9.50	10.90	11.70	11.60	11.00	10.40	10.85
14	2007-2008	9.40	8.80	9.70	9.60	9.50	8.90	9.32
15	2008-2009	9.00	10.40	10.10	9.70	9.80	9.00	9.67
16	2009-2010	9.20	10.20	9.00	10.10	10.30	9.70	9.75
17	2010-2011	8.90	9.20	10.30	10.50	10.10	9.90	9.82
18	2011-2012	10.40	10.00	10.10	9.90	10.00	9.00	9.90
19	2012-2013	10.20	9.80	10.00	10.07	9.30	10.30	9.95
20	2013-2014	8.80	9.20	10.10	11.00	11.20	10.30	10.10

FUENTE: Senamhi - llave

A continuación se desarrolla el gráfico de datos históricos de temperatura, que nos permitirá visualizar y analizar el comportamiento, en cada año en sus respectivos meses.

Gráfico 02: Comportamiento de temperatura C.P. Chijichaya



FUENTE: Elaboración Propia

5.1.2. Presentación de datos de rendimiento del cultivo de papa

Para la realización de esta encuesta se tomó como al azar 5 familias a las cuales se realizó la encuesta dicha cedula de encuesta se adjunta en anexos.

Para la utilización de los datos se procedió a cotejar y comparar con los datos recopilados de agro rural llave.

Tabla: Datos Históricos de rendimiento del cultivo de Papa en Kg/Ha

N°	AÑOS	ENC1	ENC2	ENC3	ENC4	ENC5	PROMEDIO
1	1994-1995	12,482	13,315.32	13,231.98	12,069.90	11,886.75	12,525.12
2	1995-1996	10,892	10,992.43	10,917.73	10,792.43	11,182.91	10,925.30
3	1996-1997	12,211	12,107.13	13,180.50	12,419.63	12,860.81	12,234.40
4	1997-1998	13,065	12,879.94	14,230.18	12,553.55	13,221.82	13,154.38
5	1998-1999	12,076	12,341.42	11,813.64	12,313.64	12,341.42	12,098.45
6	1999-2000	10,394	10,555.53	10,644.42	10,767.67	10,755.53	10,534.54
7	2000-2001	10,966	11,771.96	11,299.74	10,758.07	11,047.48	11,034.34
8	2001-2002	13,360	13,528.21	13,448.84	13,290.11	13,290.11	13,210.47
9	2002-2003	12,160	13,270.76	12,715.21	12,077.78	12,743.55	12,343.10
10	2003-2004	11,021	11,199.09	11,171.31	11,499.09	11,245.38	11,023.42
11	2004-2005	15,345	15,447.74	16,210.56	15,524.47	15,137.03	15,375.25
12	2005-2006	14,929	15,116.99	14,187.83	14,501.86	14,445.80	14,854.37
13	2006-2007	12,515	12,648.52	12,657.47	11,900.91	12,315.19	12,468.22
14	2007-2008	11,089	10,250.07	11,840.98	10,737.08	11,397.79	11,154.25
15	2008-2009	13,220	13,404.12	13,505.71	13,531.90	13,181.90	13,296.32
16	2009-2010	14,472	14,617.67	14,116.53	14,194.42	15,541.65	14,532.78
17	2010-2011	11,979	12,040.59	13,523.90	12,139.13	12,903.83	12,132.59
18	2011-2012	15,023	15,565.61	14,317.55	15,273.11	15,317.55	15,036.17
19	2012-2013	13,333	14,113.85	13,957.60	13,513.16	13,571.64	13,528.19
20	2013-2014	12,526	13,142.94	11,650.70	12,678.66	12,770.72	12,525.64

FUENTE: *Elaboración Propia*

5.2. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA PARA CADA CAMPAÑA AGRICOLA

Se desarrolla los cuadros y graficos de cada campaña agricola de los ultimos 15 años. Estos cuadros y graficos nos permitira analizar el comportamiento de la temperatura versus rendimiento del cultivo de papa, en cada año.

Cuadro 09: Campaña agrícola en el año 1994-1995.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	1994-1995	Cosechas (Ha.)	179.80
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.45
		Producción (T.)	22,520.17
		Rendimiento (Kg./Ha.)	12,525.12
		Siembras (Ha.)	179.80
		Sup. Perdida (Ha.)	
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

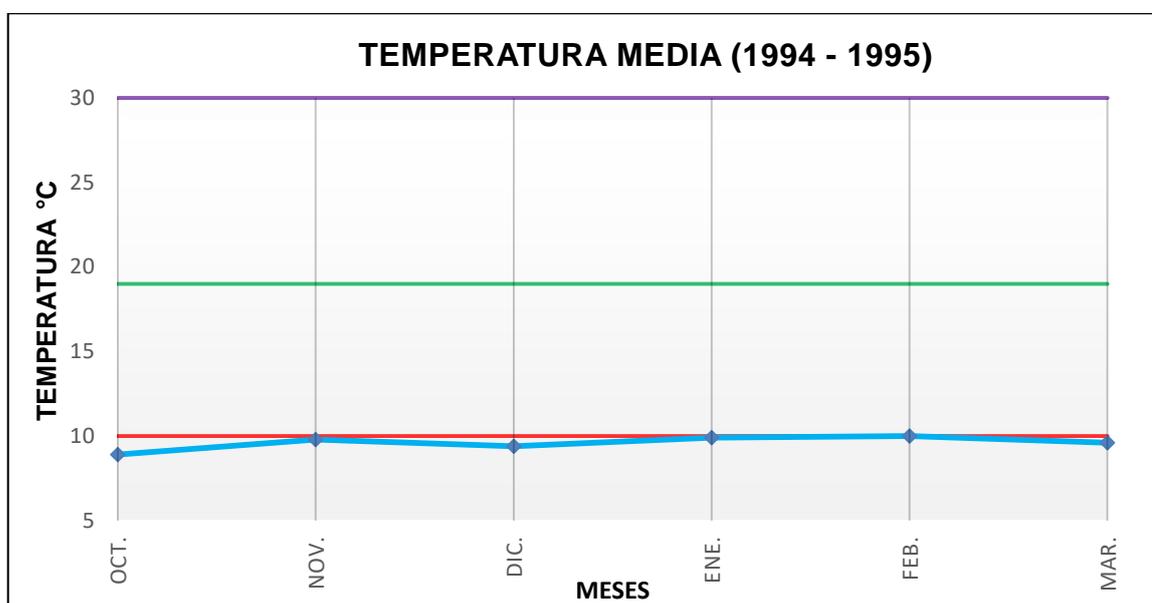


Grafico 03: Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los límites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 03: Se observa que el comportamiento de la temperatura muy cercano a la línea de temperatura mínima, establecidas por la FAO. Aun así el rendimiento que se tiene es de 12,525.12 kg/ha. Esto se debe a que la cantidad de hectareas sembradas se ha dividido en dos meses y las cosechas se realizaron un mes antes de lo normal.

Cuadro 10: Campaña agrícola en el año 1995-1996.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
Papa	1995-1996	Cosechas (Ha.)	178.80
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.47
		Producción (T.)	19543.44
		Rendimiento (Kg./Ha.)	10,925.30
		Siembras (Ha.)	179.80
		Sup. Perdida (Ha.)	1.00
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

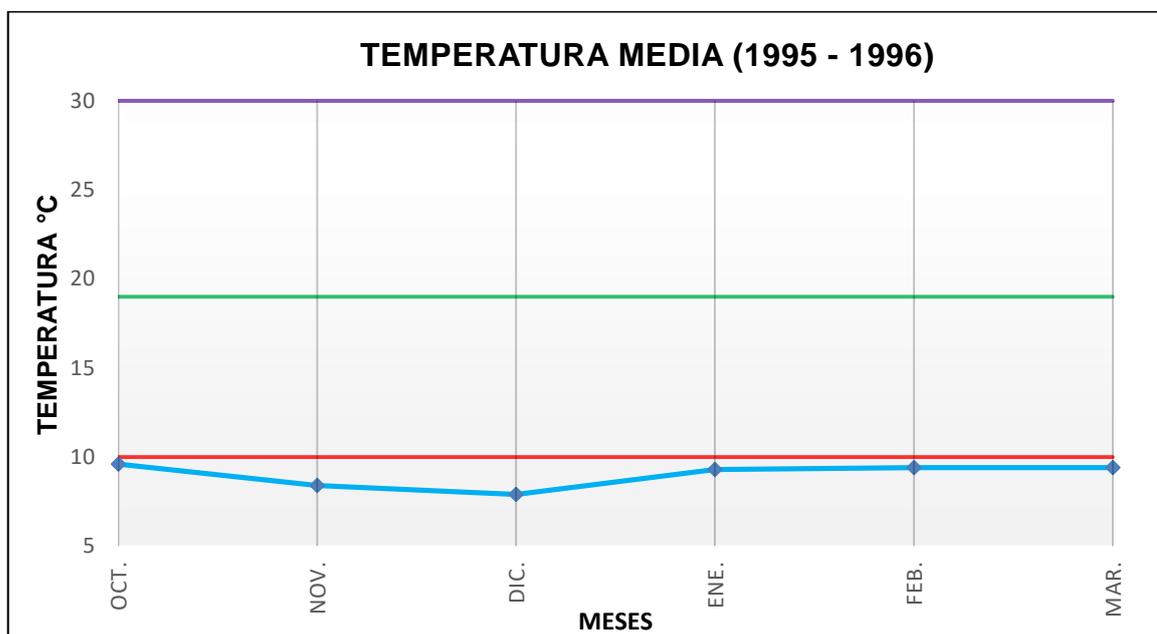


Grafico 04: comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los límites de temperatura establecidas por la FAO

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 04: Se observa que en los meses de octubre a enero del años siguiente las temperaturas han estado debajo de los limites establecidos por la FAO. Pero en los meses de enero a marzo las temperaturas se han mantenido constantes por debajo de la linea de minima temperatura. Pero sin embargo aun a si se tiene un rendimiento de 10,925.30 kg/ha. Se tiene una disminucion de rendimiento con respecto a la campaña anterior. La siembra fue en un solo mes, y la campaña duro 6 meses.

Cuadro 11: Campaña agrícola en el años 1996-1997.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
Papa	1996-1997	Cosechas (Ha.)	180.96
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.51
		Producción (T.)	22,139.37
		Rendimiento (Kg./Ha.)	12,234.40
		Siembras (Ha.)	180.96
		Sup. Perdida (Ha.)	
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

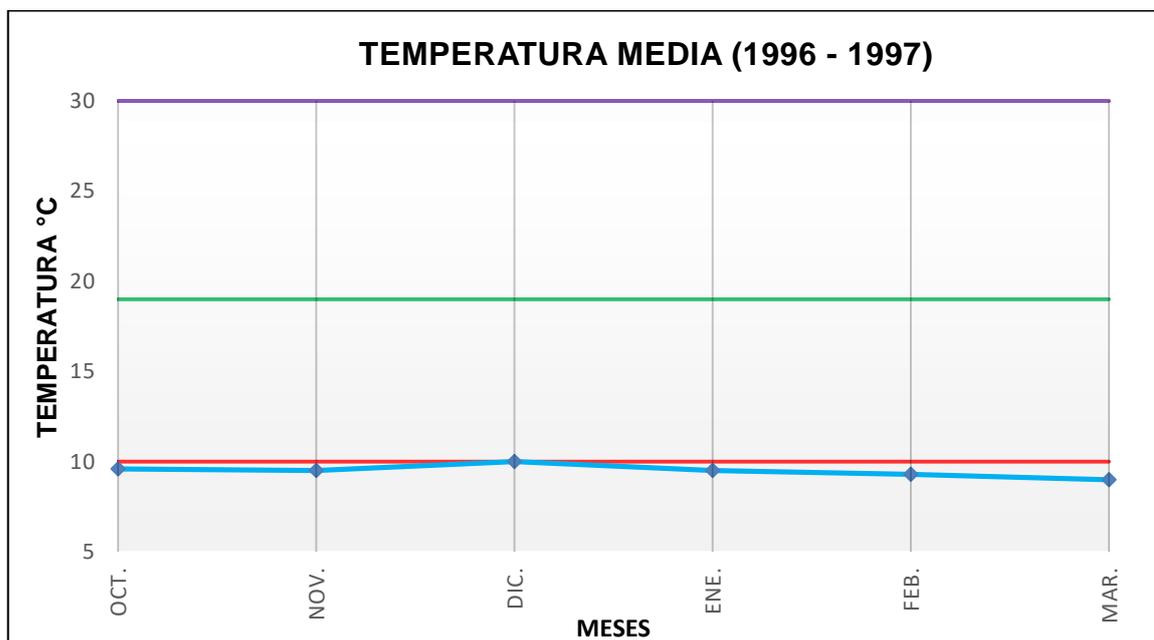


Grafico 05: comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los límites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 05: Se observa el comportamiento de la temperatura media, en los meses de noviembre a enero se acerca a los 10°C con respecto al mínima temperatura establecida por la FAO. Sin embargo el rendimiento fue 12,234.40 kg/ha. Con respecto a la campaña anterior esta campaña ha aumentado considerablemente. La siembra se realizo en dos meses y la duracion de la campaña fue 6 meses.

Cuadro 12: Campaña agrícola en el años 1997-1998.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
Papa	1997-1998	Cosechas (Ha.)	187.20
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.50
		Producción (T.)	24,625.00
		Rendimiento (Kg./Ha.)	13,154.38
		Siembras (Ha.)	187.20
		Sup. Perdida (Ha.)	
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

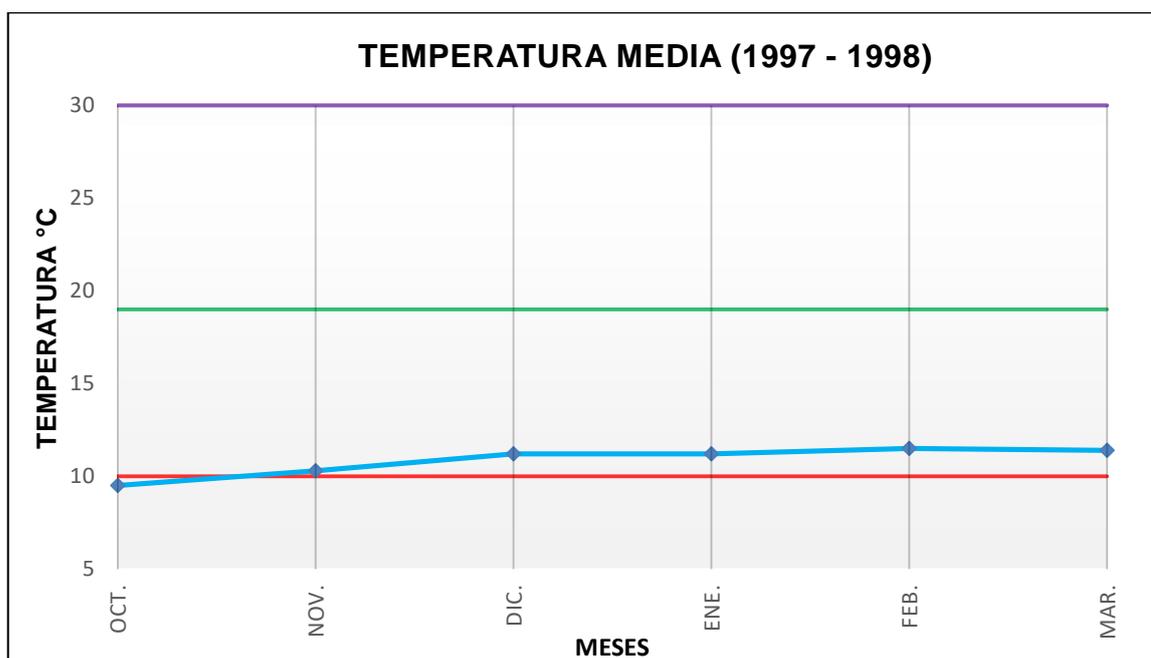


Grafico 06: comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los limites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 06: Se observa que la temperatura media, a mediados del mes de octubre se incrementa, estando dentro del rango de temperatura minima establecidas por la FAO. A partir del mes de diciembre la temperatura se mantiene constante con 10.85 °C. en la cual el rendimiento es 13,154.38 kg/ha. Que tiene un incremento con referente a la campaña anterior. Este incremento se debe a que las hectareas sembradas son mayores que el año anterior.

Cuadro 13: Campaña agrícola en el año 1998-1999.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	1998-1999	Cosechas (Ha.)	186.80
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.54
		Producción (T.)	22,599.90
		Rendimiento (Kg./Ha.)	12,098.45
		Siembras (Ha.)	187.80
		Sup. Perdida (Ha.)	1.00
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

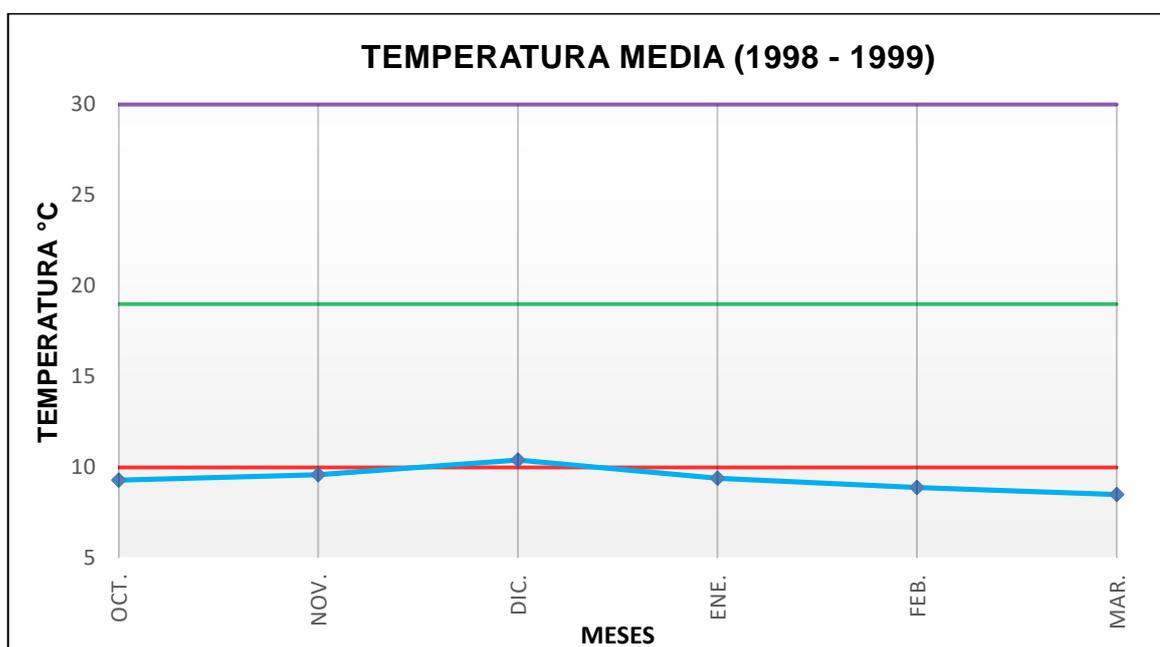


Grafico 07: comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los limites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 07: Se observa que la temperatura media en el mes de diciembre se incrementa, pasando el limite establecido por la FAO. Tambien se deduce que la temperatura esta fuera del limite. En la cual se obtuvo un rendimiento de 12,098.45 kg/ha. A compracion con la campaña anterior esta disminuyo, debido a que hubo superficie perdida por 01 ha. Supuestamente debido a las bajas temperaturas.

Cuadro 14: Campaña agrícola en el año 1999-2000.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	1999-2000	Cosechas (Ha.)	187.90
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.48
		Producción (T.)	19,794.40
		Rendimiento (Kg./Ha.)	10,534.54
		Siembras (Ha.)	188.40
		Sup. Perdida (Ha.)	0.50
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE:Elaboracion Propia

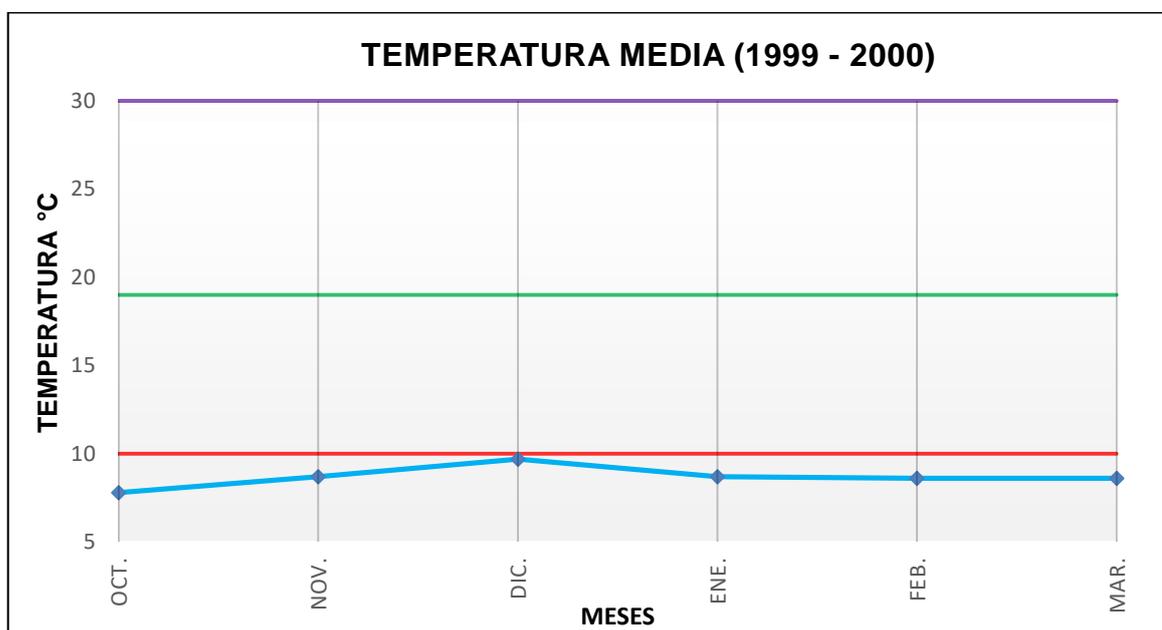


Grafico 08: Comportamiento De La Temperatura Durante La Campaña Agrícola Del Cultivo De Papa Versus Los Limites De Temperatura Establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 08: Se observa el comportamiento de la temperatura, en la cual nos muestra de que durante el mes de octubre a diciembre esta debajo 10°C. solamente en el mes de diciembre se tiene 10°C. despues de este mes va bajando gradualmente la temperatura llegando a 8.5 °c. sin embrago se obtuvo un rendimiento de 10,534.54 kg/ha. Menor que la campaña anterior, debido a que hubo perdidas de superfivicies por el efecto de la temperatura.

Cuadro 15: Campaña agrícola en el año 2000-2001.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	2000-2001	Cosechas (Ha.)	182.12
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.54
		Producción (T.)	20,095.74
		Rendimiento (Kg./Ha.)	11,034.34
		Siembras (Ha.)	182.12
		Sup. Perdida (Ha.)	
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

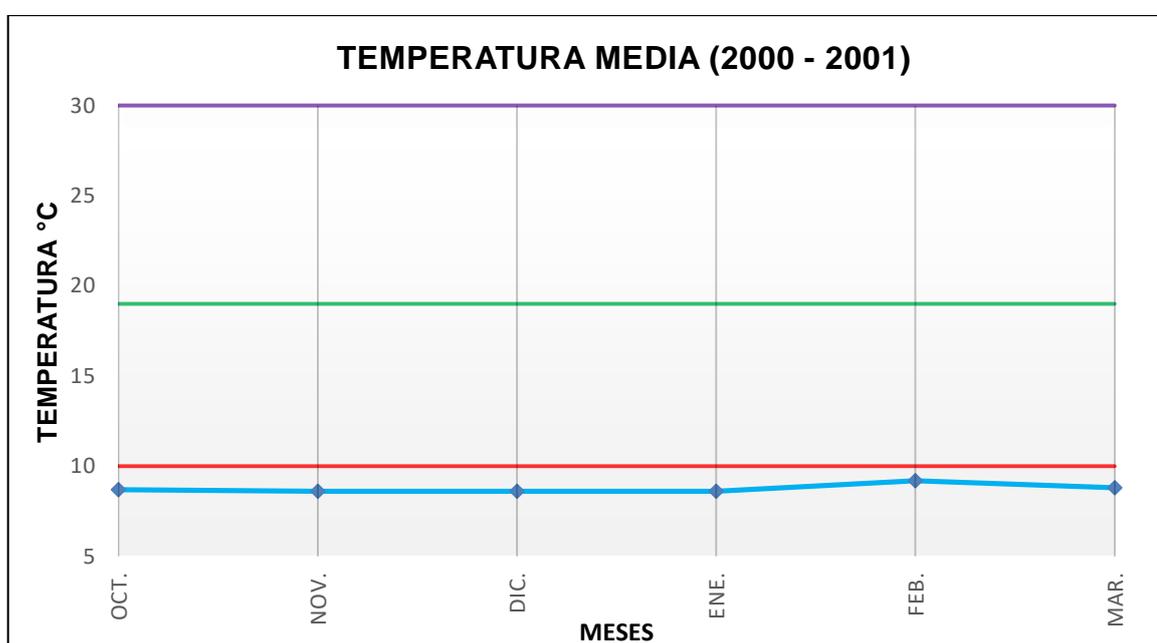


Grafico 09: comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los límites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 09: Se observa que la temperatura media esta debajo del limite establecido por la FAO. Durante todos los meses. Pero sin embargo se obtuvo un rendimiento de 11,034.34 kg/ha. Este rendimiento se incremento con respecto a la campaña anterior, esto se debe a que el area de siembra y cosecha son mayores con respecto a la campaña anterior. Las siembras se realizaron en dos meses y las cosechas en un solo mes.

Cuadro 16: Campaña agrícola en el año 2001-2002.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	2001-2002	Cosechas (Ha.)	182.70
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.43
		Producción (T.)	24,135.53
		Rendimiento (Kg./Ha.)	13,210.47
		Siembras (Ha.)	182.70
		Sup. Perdida (Ha.)	
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

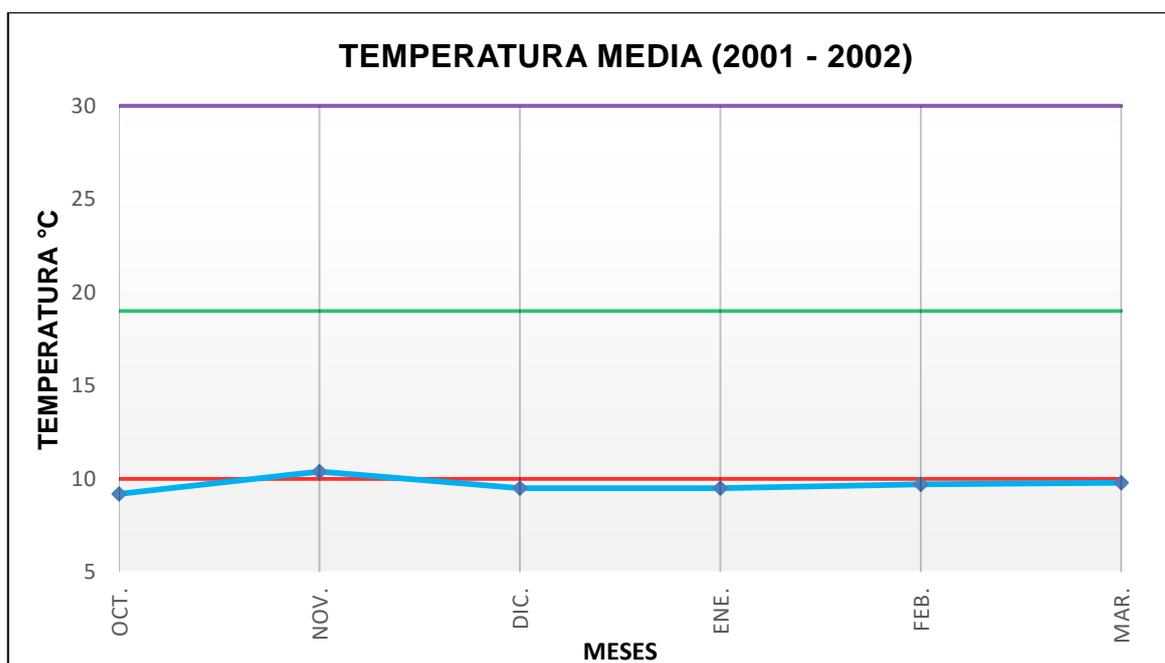


Grafico 10: comportamiento de la temperatura durante la campaña agricola del cultivo de papa versus los limites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 10: Se observa que en el mes de octubre la temperatura esta debajo de la temperatura minima establecida por la FAO. Y en el mes de noviembre tiende a subir la temperatura a los 10.80 °c. y gradualmente baja de los 10°C. manteniendose constante hasta el mes de marzo. Aun asi se tiene un rendimiento de 13,210.47 kg/ha. Que tiene un incremento con respecto al año anterior, esto se debe a que la temperatura en promedio esta en la linea de minima temperatura, y por otros factores. La siembra y la cosecha fue regular.

Cuadro 17: Campaña agrícola en el año 2002-2003.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	2002-2003	Cosechas (Ha.)	183.86
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.41
		Producción (T.)	22,694.02
		Rendimiento (Kg./Ha.)	12,343.10
		Siembras (Ha.)	183.86
		Sup. Perdida (Ha.)	
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

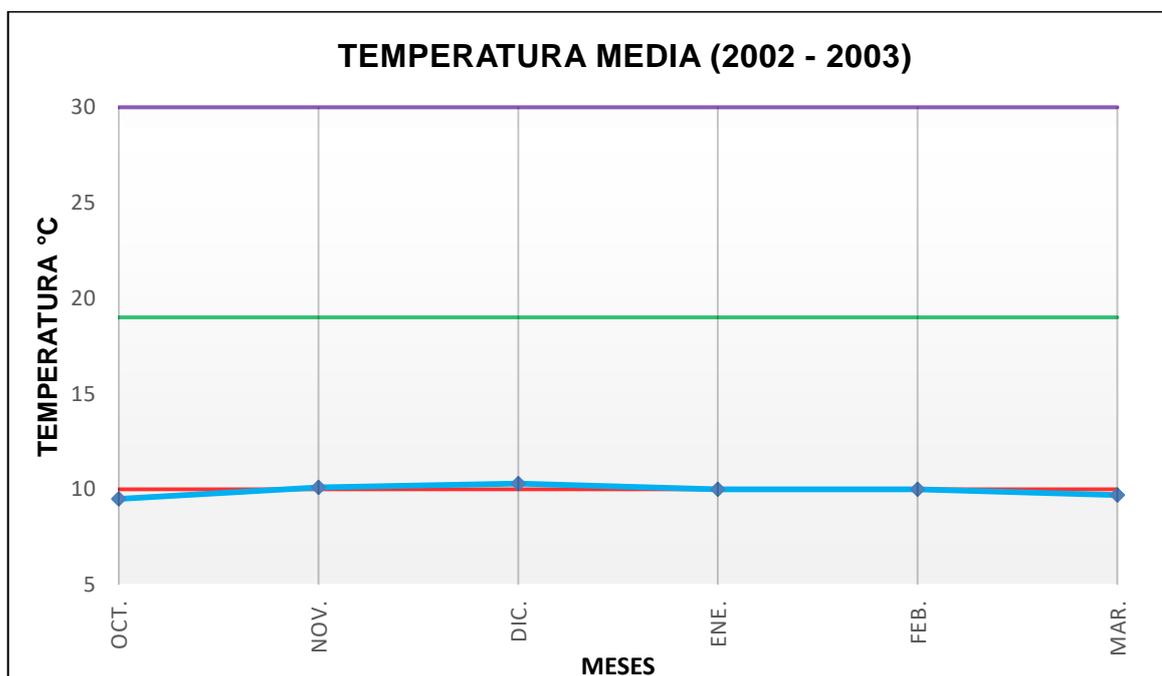


Grafico 11: comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los límites de temperatura establecidas por la FAO

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 11: Se observa el comportamiento constante de la temperatura media con la temperatura mínima, durante la campaña agrícola. Sin embargo se obtuvo un rendimiento de 12,343.10 kg/ha. Teniendo como temperatura baja en el mes de octubre con 9.5°C. y máxima en el mes de diciembre llegando a los 10.5 °C. con respecto al año anterior se tiene un incremento.

Cuadro 18: Campaña agrícola en el año 2003-2004.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	2003-2004	Cosechas (Ha.)	189.70
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.42
		Producción (T.)	20,911.43
		Rendimiento (Kg./Ha.)	11,023.42
		Siembras (Ha.)	190.20
		Sup. Perdida (Ha.)	0.50
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

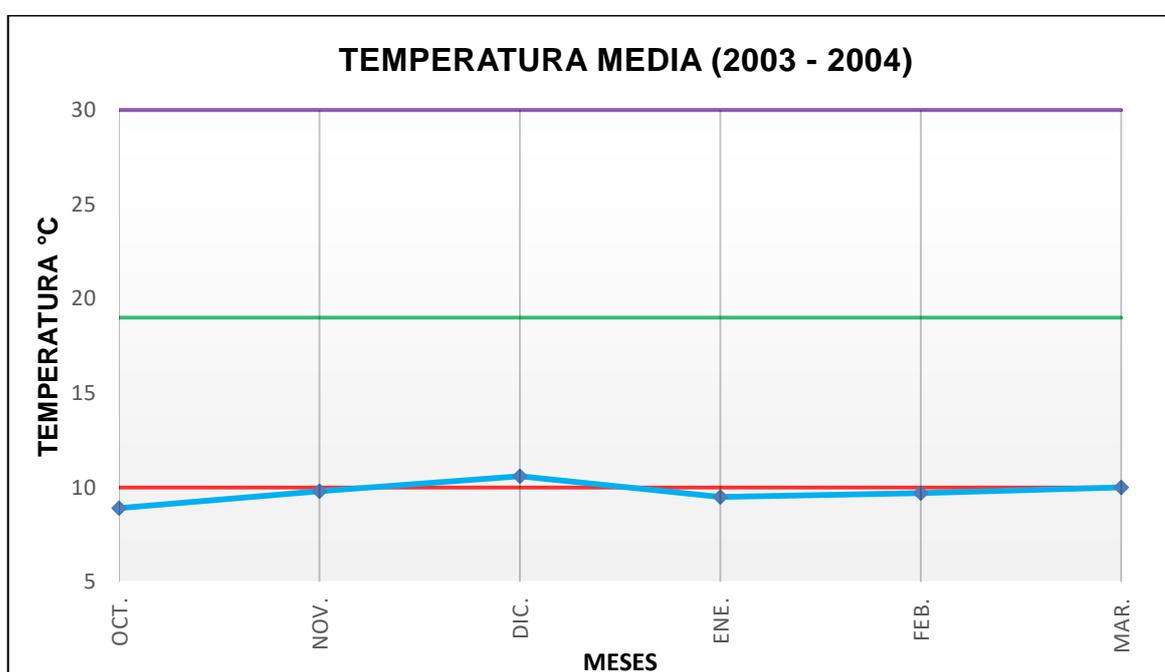


Grafico 12: comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los limites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 12: Se observa que la temperatura minima se presenta en el mes de octubre y enero con 9.5 °c. y la maxima en el mes de diciembre con 10.85°c. se obtuvo un rendimiento de 11,023.42 kg/ha. se tiene un descenso con respecto a la campaña anterior, debido a que esta campaña se registro una perdida de superficie de 0.50 ha de cultivo. En lo cual la superficie de cosecha fue menor a la superficie de siembra.

Cuadro 19: Campaña agrícola en el año 2004-2005.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	2004-2005	Cosechas (Ha.)	190.20
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.43
		Producción (T.)	29,243.73
		Rendimiento (Kg./Ha.)	15,375.25
		Siembras (Ha.)	190.20
		Sup. Perdida (Ha.)	
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

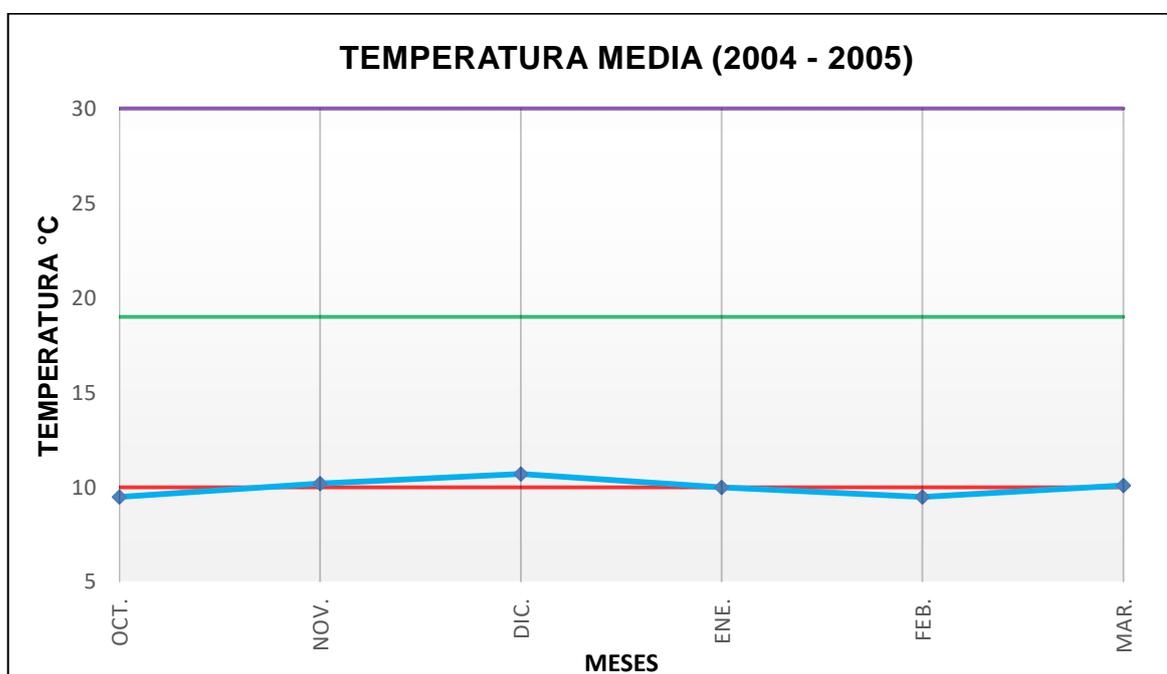


Grafico 13: comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los limites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En la figura 13: Se observa que el comportamiento de la temperatura es variable a largo de la campaña agrícola. Teniendo como máxima temperatura en el mes de diciembre con 10.5°C. con respecto a la temperatura mínima establecida por la FAO. Sin embargo se obtuvo un rendimiento de 15,375.25 kg/ha. se tiene un incremento con respecto al año anterior, debido a que la superficie de siembra y cosecha son mayores que la anterior. La siembra y la cosecha se dio regularmente.

Cuadro 20: Campaña agrícola en el año 2005-2006.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	2005-2006	Cosechas (Ha.)	189.70
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.45
		Producción (T.)	28,178.74
		Rendimiento (Kg./Ha.)	14,854.37
		Siembras (Ha.)	190.20
		Sup. Perdida (Ha.)	0.50
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

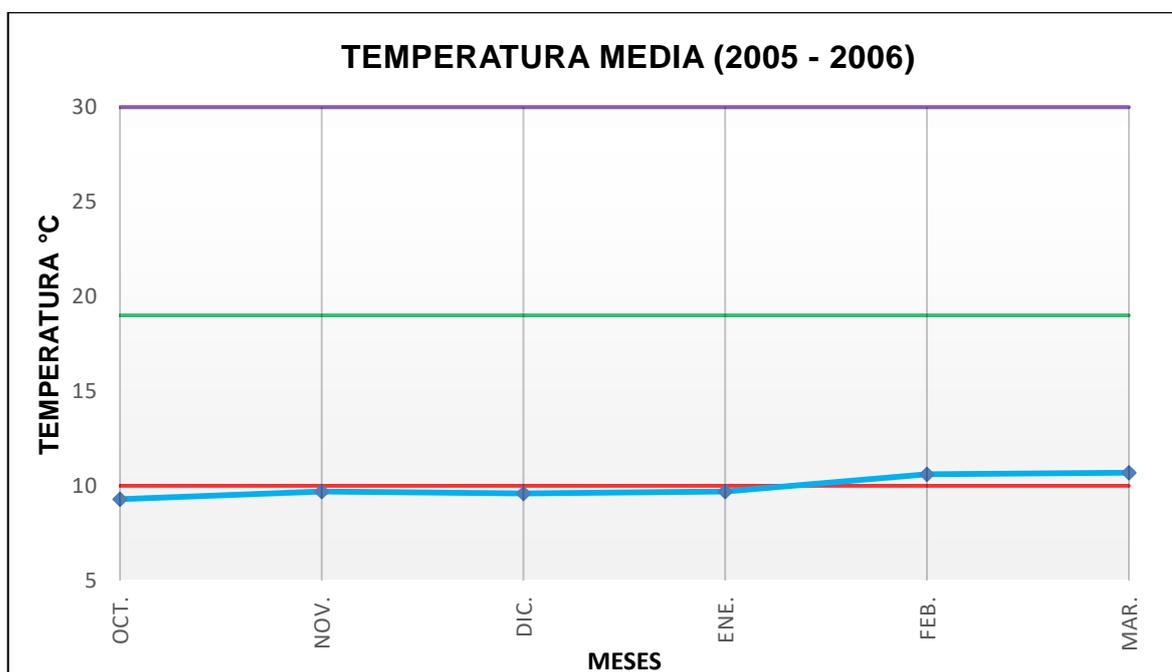


Grafico 14: Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los límites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 14: Se observa que la temperatura ha variado a mediados del mes de enero pasando la minima temperatura establecida. En el mes de octubre a enero la temperatura esta debajo de la temperatura minima establecida. Y a mediados del mes de enero hasta marzo esta por encima de la temperatura minima establecida. El rendimiento obtenido es de 14,854.37 kg/ha. presenta un descenso insignificante con respecto a la campaña anterior.

Cuadro 21: Campaña agrícola en el año 2006-2007.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	2006-2007	Cosechas (Ha.)	184.44
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.45
		Producción (T.)	22,996.38
		Rendimiento (Kg./Ha.)	12,468.22
		Siembras (Ha.)	184.44
		Sup. Perdida (Ha.)	
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

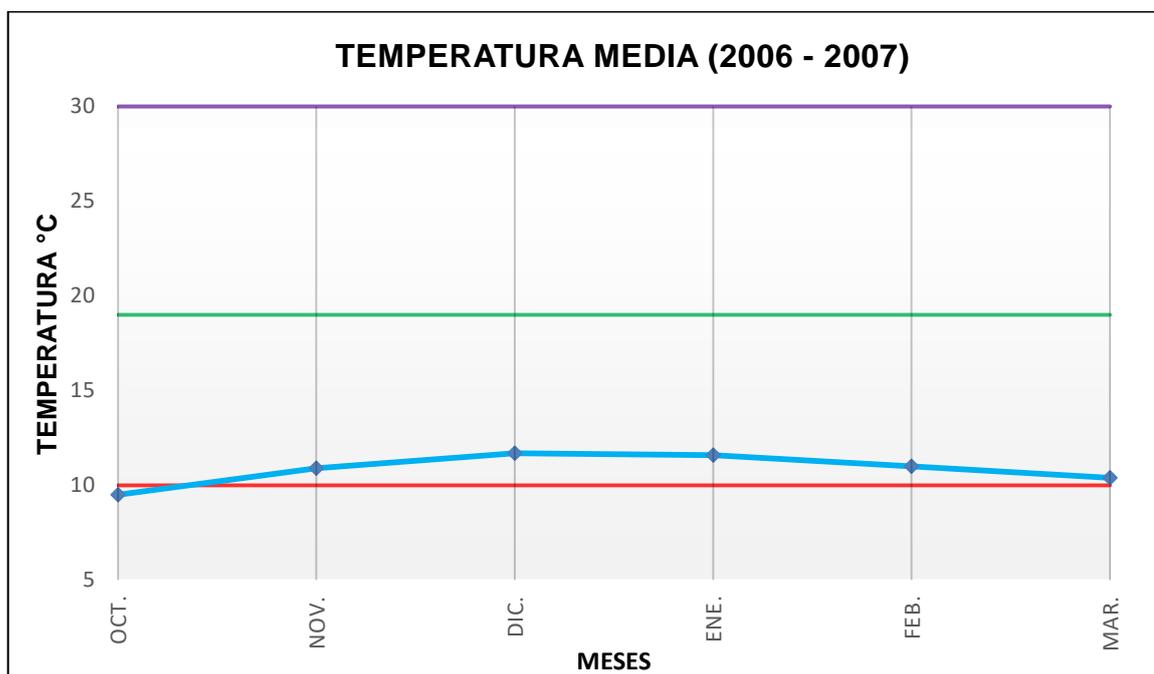


Grafico 15: comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los límites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 15: Se observa que la temperatura minima se presenta en el mes de octubre y gradualmente tiende a subir llegando con maxima temperatura de 11°C. en los meses de diciembre a enero, luego desciende hasta el mes de marzo manteniendose dentro limite de minima temperatura establecida. Obteniendose un rendimiento de 12,468.22 kg/ha. presenta un descenso con respecto a la campaña anterior, debido a que la superficie de siembra y cosecha es menos que la anterior. No se sufrio perdidas de superficies.

Cuadro 22: Campaña agrícola en el año 2007-2008.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	2007-2008	Cosechas (Ha.)	183.44
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.63
		Producción (T.)	20,461.36
		Rendimiento (Kg./Ha.)	11,154.25
		Siembras (Ha.)	184.44
		Sup. Perdida (Ha.)	1.00
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

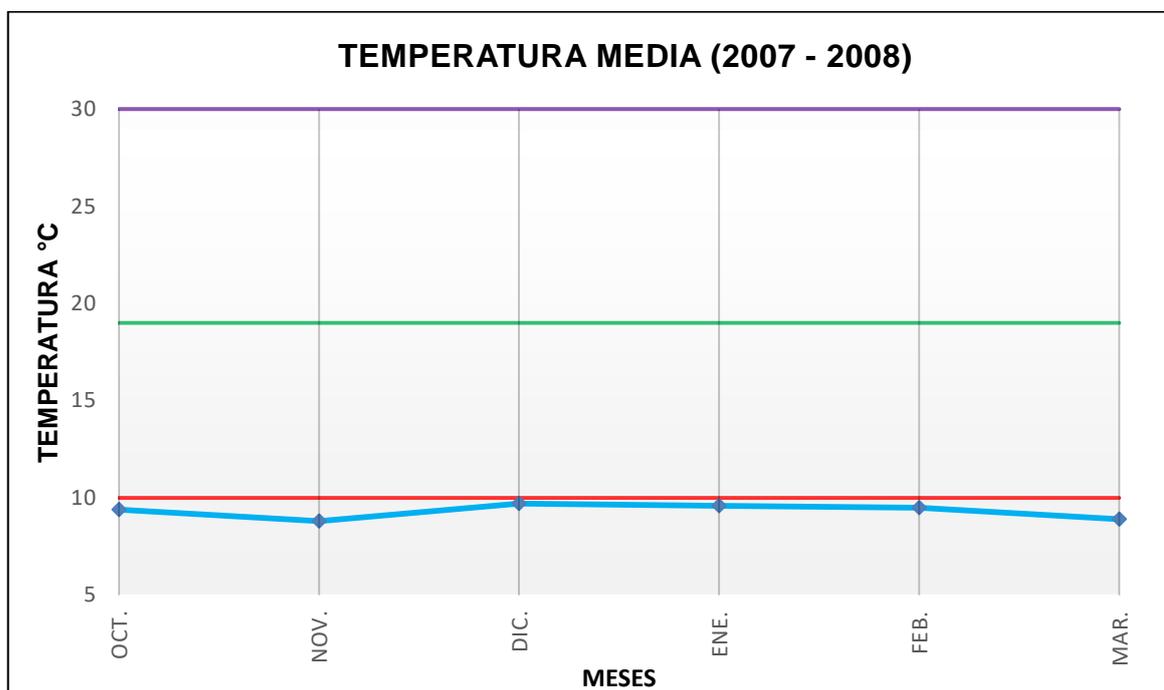


Grafico 16: comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los límites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 16: Se observa que la temperatura minima se presenta en el mes de noviembre con 8.5°C. durante la campaña la temperatura esta debajo de la minima temperatura establecida por la FAO. Con lo cual el rendimiento es 11,154.25 kg/ha. que presenta un descenso con respecto a la campaña anterior, debido a que se ha sufrido una perdida de superficie de 1 ha. con lo cual la superficie de cosecha es menor a la superficie de siembra.

Cuadro 23: Campaña agrícola en el año 2008-2009.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	2008-2009	Cosechas (Ha.)	184.44
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.65
		Producción (T.)	24,523.73
		Rendimiento (Kg./Ha.)	13,296.32
		Siembras (Ha.)	184.44
		Sup. Perdida (Ha.)	
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

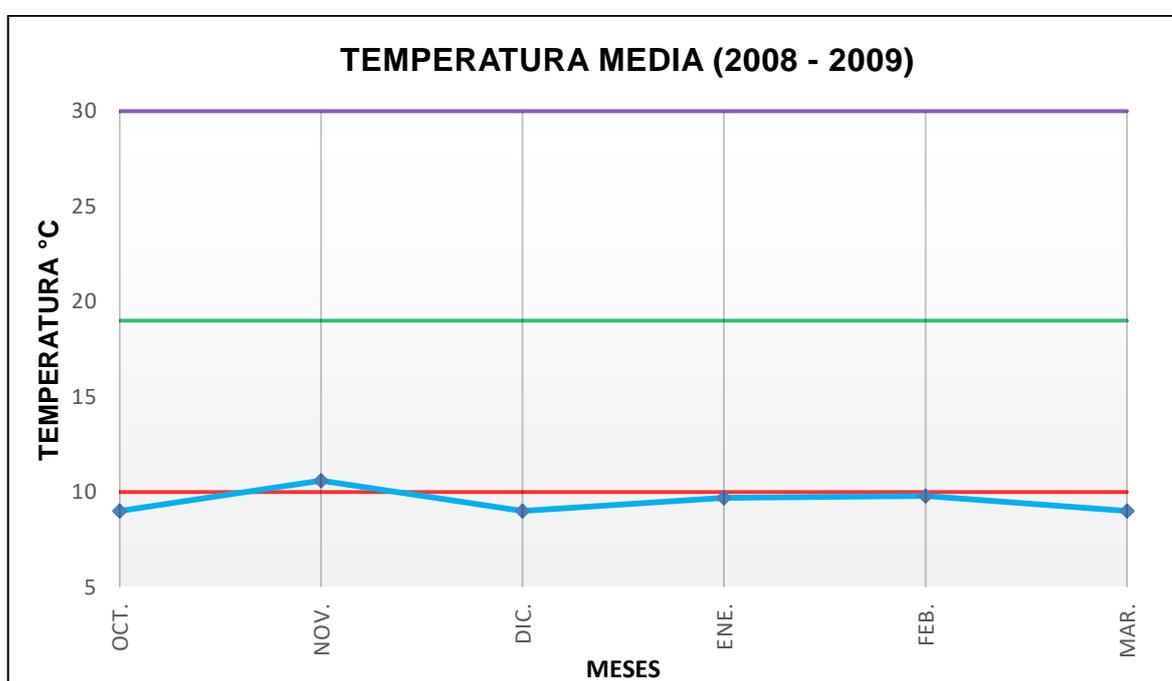


Grafico 17: comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los límites de temperatura establecidas por la FAO

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 17: Se observa el comportamiento variable de la temperatura durante la campaña agrícola. Presentando un rendimiento de 13,296.32 kg/ha, se tiene un incremento con respecto a la campaña anterior, debido a que esta campaña no sufrió pérdidas de superficies. Teniéndose como 184.44 kg/ha de superficies de siembra y cosecha.

Cuadro 24: Campaña agrícola en el año 2009-2010.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	2009-2010	Cosechas (Ha.)	190.80
		Precio Chacra(S/kg.)	0.76
		Producción (T.)	27,728.54
		Rendimiento (Kg./Ha.)	14,532.78
		Siembras (Ha.)	190.80
		Sup. Perdida (Ha.)	
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

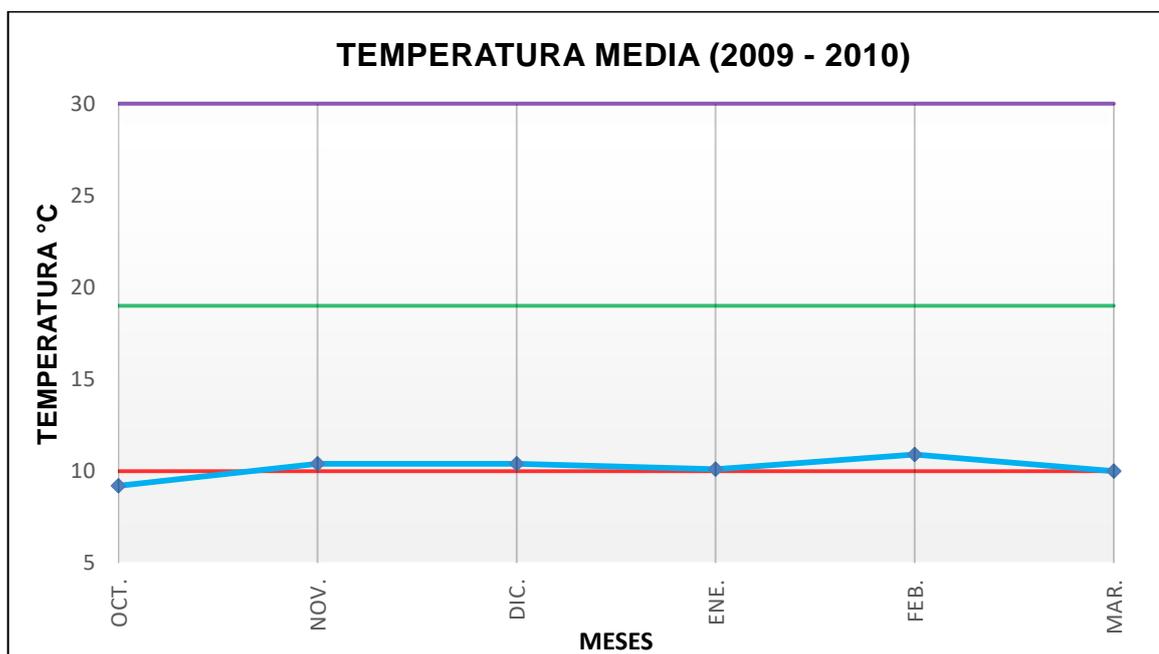


Grafico 18: Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los límites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 18: Se puede observar que el comportamiento de la temperatura esta minimamente dentro de line a de minima temperatura establecida por la FAO. Llegando asu maxima temperatura con 10.20°c en el mes de febrero. Sin embrago se tiene un rendimiento de 14,532.78 kg/ha. presentando un incremento con respecto a la campaña anterior, debido a que en esta campaña se tiene una superficie 190.80 kg/ha de siembra y cosecha. No se sufrio perdidas de superficies.

Cuadro 25: Campaña agrícola en el año 2010-2011.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	2010-2011	Cosechas (Ha.)	190.30
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.96
		Producción (T.)	23,088.32
		Rendimiento (Kg./Ha.)	12,132.59
		Siembras (Ha.)	190.80
		Sup. Perdida (Ha.)	0.50
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

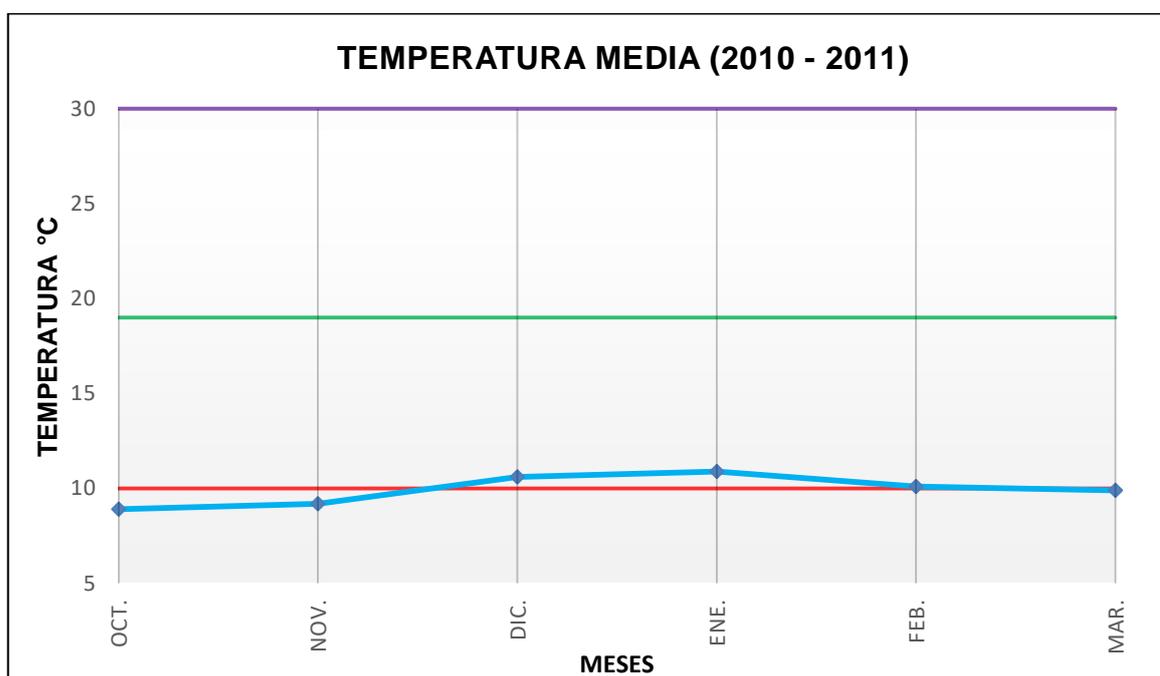


Grafico 19: comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los límites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 19: Se observa que las temperaturas bajas se presento en los meses de octubre hasta mediados de noviembre, y gradualmente tiende a subir la temperatura presentandose dentro del rango establecidos por la FAO. Se obtuvo un rendimiento de 12,132.59 kg/ha, presentando un descenso con respecto a la campaña anterior, debido a las superficies perdidas indicando que la superficie de cosecha es menor a la superficie siembra.

Cuadro 26: Campaña agrícola en el año 2011-2012.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	2011-2012	Cosechas (Ha.)	191.40
		Precio Chacra(S/Kg.)	1.00
		Producción (T.)	28,779.23
		Rendimiento (Kg./Ha.)	15,036.17
		Siembras (Ha.)	191.40
		Sup. Perdida (Ha.)	
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

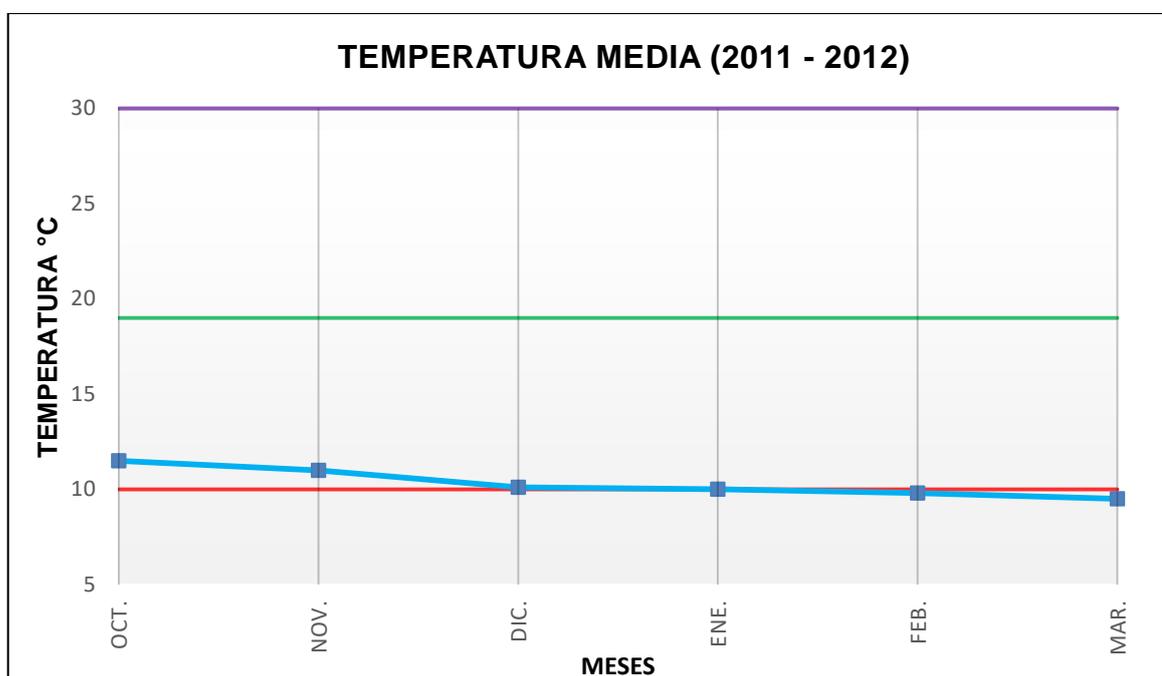


Grafico 20: Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los limites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 20: Se puede observar que la maxima temperatura se presenta en el mes de octubre, que posteriormente tiende a bajar gradualmente llegando a la linea de minima temperatura establecida por la FAO. El rendimiento obtenido es de 15,036.17 kg/ha. presentando un incremento con respecto a la campaña anterior, debido a que no se sufrio perdidas de superficies y temperatura favorable. La siembra y cosechas se realizaron de manera regular.

Cuadro 27: Campaña agrícola en el año 2012-2013.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	2012-2013	Cosechas (Ha.)	185.02
		Precio Chacra(S/Kg.)	0.98
		Producción (T.)	25,029.86
		Rendimiento (Kg./Ha.)	13,528.19
		Siembras (Ha.)	185.02
		Sup. Perdida (Ha.)	
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

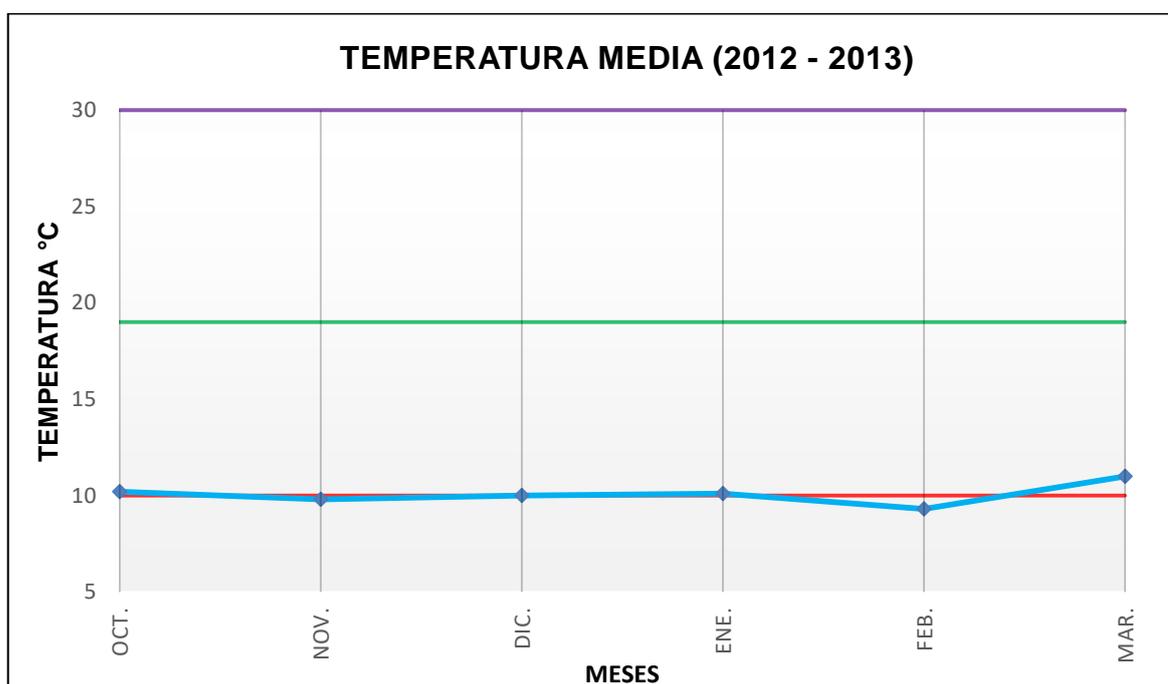


Grafico 21: comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los límites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 21: se observa el comportamiento variable de temperatura desde el mes de octubre hasta mediados del mes de enero, y gradualmente desciende a temperatura baja en el mes de febrero y a partir de ahí tiende a subir llegando pasar el limite de minima temperatura establecida. Sin embargo se tiene un rendimiento de 13,528.19 kg/ha. presentando un descenso con respecto a la campaña anterior debido a que la superficie de siembra 185.02 ha. es menor que la campaña anterior. No se sufrió perdidas de superficies.

Cuadro 28: Campaña agrícola en el año 2013-2014.

CULTIVO	PERIODO DE CAMPAÑA	DESCRIPCION	TOTAL
papa	2013-2014	Cosechas (Ha.)	185.60
		Precio Chacra(S/Kg.)	1.23
		Producción (T.)	23,247.59
		Rendimiento (Kg./Ha.)	12,525.64
		Siembras (Ha.)	185.60
		Sup. Perdida (Ha.)	
		Sup. Verde (Ha.)	

FUENTE: Elaboracion Propia

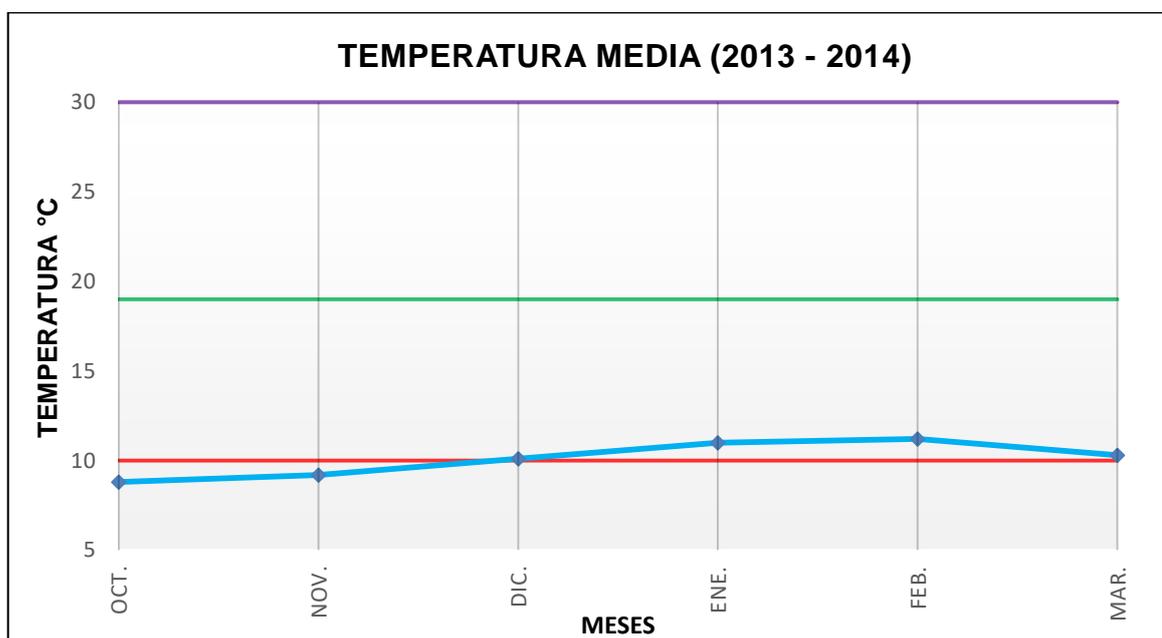


Grafico 22: Comportamiento de la temperatura durante la campaña agrícola del cultivo de papa versus los limites de temperatura establecidas por la FAO.

FUENTE: Elaboracion Propia

En el grafico 22: Se observa que la temperatura baja se presenta en el mes de octubre, a partir de este mes sube gradualmente cruzando la linea de temperatura establecida a fines del mes de noviembre, llegando dentro del rango a partir del mes de diciembre mateniendose constante hasta el mes de marzo. Se obtuvo un rendimiento de 12,525.64 kg/ha.

5.3. RENDIMIENTOS DE CULTIVO POR AÑO

Los datos históricos de la quinua se han obtenido de la encuesta realizada mediante un censo agrario, que comprende la campaña agrícola de 1994–2014. A continuación se muestra en el cuadro:

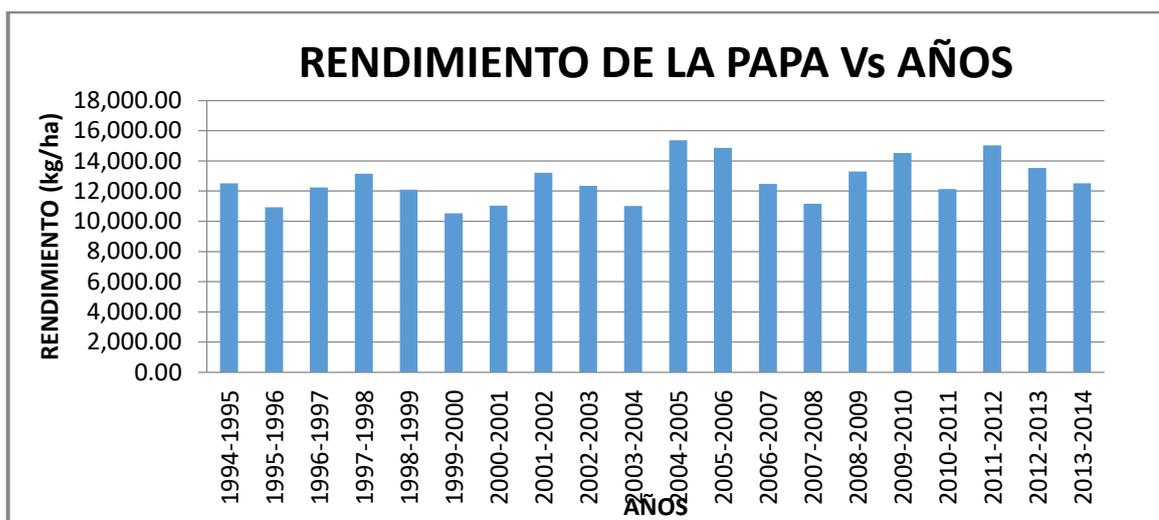
Tabla 02: Rendimiento del obtenidos de los años 1994 -2014.

N°	CAMPAÑA AGRICOLA (años)	RENDIMIENTO DEL CULTIVO (kg/ha)
1	1994-1995	12,525.12
2	1995-1996	10,925.30
3	1996-1997	12,234.40
4	1997-1998	13,154.38
5	1998-1999	12,098.45
6	1999-2000	10,534.54
7	2000-2001	11,034.34
8	2001-2002	13,210.47
9	2002-2003	12,343.10
10	2003-2004	11,023.42
11	2004-2005	15,375.25
12	2005-2006	14,854.37
13	2006-2007	12,468.22
14	2007-2008	11,154.25
15	2008-2009	13,296.32
16	2009-2010	14,532.78
17	2010-2011	12,132.59
18	2011-2012	15,036.17
19	2012-2013	13,528.19
20	2013-2014	12,525.64

FUENTE: *Elaboracion Propia*

A continuación se desarrolla el gráfico del comportamiento del rendimiento del cultivo de papa, que se muestra en el siguiente gráfico.

Grafico 23: Comportamiento del rendimiento del cultivo de Papa



FUENTE: Elaboracion Propia

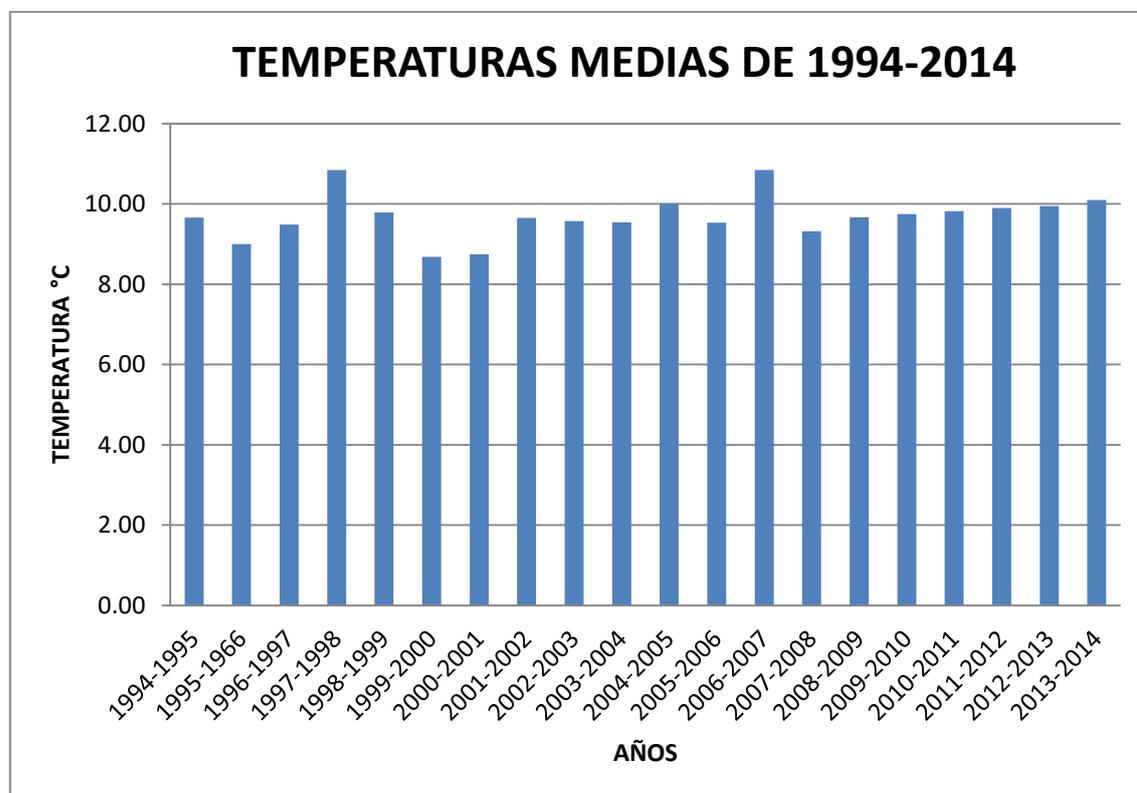
5.4. TEMPERATURAS MEDIAS DE LAS CAMPAÑAS AGRICOLAS 1994 – 2014.

Tabla 03: Temperaturas medias

N°	AÑOS	T° MEDIA EN °C
1	1994-1995	9.66
2	1995-1996	9.00
3	1996-1997	9.48
4	1997-1998	10.85
5	1998-1999	9.79
6	1999-2000	8.68
7	2000-2001	8.75
8	2001-2002	9.65
9	2002-2003	9.58
10	2003-2004	9.54
11	2004-2005	10.00
12	2005-2006	9.53
13	2006-2007	10.85
14	2007-2008	9.32
15	2008-2009	9.67
16	2009-2010	9.75
17	2010-2011	9.82
18	2011-2012	9.90
19	2012-2013	9.95
20	2013-2014	10.10

A continuacion se desarrolla el grafico del comportamiento de la temperatura de los ultimos 20 años.

Grafico 24: Comportamiento de la temperatura media



FUENTE: Elaboracion Propia

5.5. ELABORACION DE LA ECUACION DE CORRELACION PARA LA VARIABLE TEMPERATURA

en el grafico N° se muestra una nube de puntos que nos permite determinar la ecuacion de regresion, por el comportamiento de estos puntos se deduce que la ecuacion de regresion, por el comportamiento de estos puntos sse deduce que la ecuacion es polinomica de 4to grado, como se detalla acontinuacion el modelo matematico:

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + E$$

Donde:

Y= temperatura en °C.

X= años

E= error

a,b,c,d,e = parámetros de la ecuación de regresión.

Este modelo nos permite pronosticar en diferentes años la temperatura, el cual lo resolvemos de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} an & b \sum_{i=1}^n x & c \sum_{i=1}^n x^2 & d \sum_{i=1}^n x^3 & e \sum_{i=1}^n x^4 \\ a \sum_{i=1}^n x & b \sum_{i=1}^n x^2 & c \sum_{i=1}^n x^3 & d \sum_{i=1}^n x^4 & e \sum_{i=1}^n x^5 \\ a \sum_{i=1}^n x^2 & b \sum_{i=1}^n x^3 & c \sum_{i=1}^n x^4 & d \sum_{i=1}^n x^5 & e \sum_{i=1}^n x^6 \\ a \sum_{i=1}^n x^3 & b \sum_{i=1}^n x^4 & c \sum_{i=1}^n x^5 & d \sum_{i=1}^n x^6 & e \sum_{i=1}^n x^7 \\ a \sum_{i=1}^n x^4 & b \sum_{i=1}^n x^5 & c \sum_{i=1}^n x^6 & d \sum_{i=1}^n x^7 & e \sum_{i=1}^n x^8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y \\ \sum_{i=1}^n xy \\ \sum_{i=1}^n x^2y \\ \sum_{i=1}^n x^3y \\ \sum_{i=1}^n x^4y \end{bmatrix}$$

Tabla 04: Cálculo de sumatorias de temperaturas y años

AÑOS	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	X ⁵	X ⁶	X ⁷	X ⁸	XY	X ² Y	X ³ Y	X ⁴ Y	Y ²
1995	1	9.66	1	1	1	1	1	1	1	9.663333333	9.663333333	9.663333333	9.663333333	93.38001111
1999	5	9.79	25	125	625	3125	15625	78125	390625	48.9416667	244.708333	1223.54167	6117.70833	95.81146944
2003	9	9.58	81	729	6561	59049	531441	4782969	43046721	86.175	775.575	6980.175	62821.575	91.680625
2004	10	9.54	100	1000	10000	100000	1000000	10000000	100000000	95.4166667	954.166667	9541.66667	95416.6667	91.04340278
2006	12	9.53	144	1728	20736	248832	2985984	35831808	429981696	114.4	1372.8	16473.6	197683.2	90.88444444
2009	15	9.67	225	3375	50625	759375	11390625	170859375	2562890625	145	2175	32625	489375	93.44444444
2011	17	9.82	289	4913	83521	1419857	24137569	410338673	6975757441	166.883333	2837.01667	48229.2833	819897.817	96.36694444
2013	19	9.95	361	6859	130321	2476099	47045881	893871739	1.6984E+10	188.955	3590.145	68212.755	1296042.35	98.903025
SUMATORIA	88	77.53	1226	18730	302390	5066338	87107126	1525762690	2.7096E+10	855.435	11959.075	183295.685	2967363.98	751.5143667

FUENTE: Elaboración propia

N=	8
K=	4

Donde:

N= número de pares

K= grado del polinomio

Reemplazando en la matriz:

$$A = \begin{bmatrix} 8 & 88 & 1226 & 18730 & 302390 \\ 88 & 1226 & 18730 & 302390 & 5066338 \\ 1226 & 18730 & 302390 & 5066338 & 87107126 \\ 18730 & 302390 & 5066338 & 87107126 & 1525762690 \\ 302390 & 5066338 & 87107126 & 1525762690 & 27095630150 \end{bmatrix}$$

Matriz inversa A^{-1} :

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 3.594230751 & -2.46253837 & 0.44582381 & -0.03015791 & 0.0006853 \\ -2.46253837 & 2.24111694 & -0.44273134 & 0.03130118 & -0.00073085 \\ 0.445823809 & -0.44273134 & 0.09128438 & -0.00664323 & 0.00015843 \\ -0.03015791 & 0.03130118 & -0.00664323 & 0.00049422 & -1.1989E - 05 \\ 0.000685298 & -0.00073085 & 0.00015843 & -1.1989E - 05 & 2.9486E - 07 \end{bmatrix}$$

Matriz B:

$$B = \begin{bmatrix} 77.53 \\ 855.435 \\ 11959.075 \\ 183295.685 \\ 2967363.975 \end{bmatrix}$$

Matriz incógnita:

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9.47273558 \\ 0.237694763 \\ -0.05050174 \\ 0.003491201 \\ -7.4884E - 05 \end{bmatrix}$$

Entonces los valores de los parámetros de la ecuación serán:

- ✓ $a = -1211706412.5420$
- ✓ $b = 2416621.7052$
- ✓ $c = -1807.3767$
- ✓ $d = 0.6008$
- ✓ $e = -0.0001$

Reemplazando en la ecuación de regresión polinómica de 4to grado tenemos:

$$y = -0.0001x^4 + 0.6008x^3 - 1,807.3767x^2 + 2,416,621.7052x - 1,211,706,412.5420$$

Para calcular \hat{y} se reemplaza los datos de x en la ecuación obtenida, los resultados se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla 05: Cálculo de la sumatoria de \hat{y} ajustada y error cuadrado.

AÑOS	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	X ⁵	X ⁶	X ⁷	X ⁸	XY	X ² Y	X ³ Y	X ⁴ Y	Y ²	\hat{y}	E	E ²
1995	1	9.66	1	1	1	1	1	1	1	9.663333333	9.663333333	9.663333333	9.663333333	93.38001111	9.66334492	0.00	1.3432E-10
1999	5	9.79	25	125	625	3125	15625	78125	390625	48.9416667	244.708333	1223.54167	6117.70833	95.81146944	9.78826374	0.00	4.8435E-09
2003	9	9.58	81	729	6561	59049	531441	4782969	43046721	86.175	775.575	6980.175	62821.575	91.680625	9.57512107	0.00	1.4657E-08
2004	10	9.54	100	1000	10000	100000	1000000	10000000	100000000	95.4166667	954.166667	9541.66667	95416.6667	91.04340278	9.54187316	0.00	4.2638E-08
2006	12	9.53	144	1728	20736	248832	2985984	35831808	429981696	114.4	1372.8	16473.6	197683.2	90.88444444	9.53282891	0.00	2.5444E-07
2009	15	9.67	225	3375	50625	759375	11390625	170859375	2562890625	145	2175	32625	489375	93.44444444	9.66708103	0.00	1.717E-07
2011	17	9.82	289	4913	83521	1419857	24137569	410338673	6975757441	166.883333	2837.01667	48229.2833	819897.817	96.36694444	9.81645174	0.00	4.6192E-08
2013	19	9.95	361	6859	130321	2476099	47045881	893871739	16983563041	188.955	3590.145	68212.755	1296042.35	98.903025	9.94503543	0.00	1.2553E-09
SUMATORIA	88	77.53	1226	18730	302390	5066338	87107126	1525762690	27095630150	855.435	11959.075	183295.685	2967363.98	751.5143667	77.53	0.00	5.3586E-07

FUENTE: Elaboración propia

Entonces:

$$SCR = 0.000000535856$$

Calculo de SCT:

$$SCT = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$$

Remplazando datos:

$$SCT = 751.5143667 - \frac{77.53^2}{8}$$

$$SCT = 0.151754167$$

Calculo del coeficiente de correlación R^2 :

$$R^2 = 1 - \frac{SCR}{SCT}$$

Reemplazando:

$$R^2 = 1 - \frac{0.000000535856}{0.151754167}$$

$$R^2 = 0.9996$$

Tabla 06: Cálculo del análisis de varianza (ANOVA) para la temperatura.

F. variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F. calculada
<i>Regresión</i>	0.151753631	8	0.018969204	106199.5
<i>Error</i>	5.35856E-07	3	1.78619E-07	-
<i>Total</i>	0.151754167	7	-	-

FUENTE: Elaboración Propia

Usando la distribución de Fisher para $\alpha = 0.005$ (8,3)

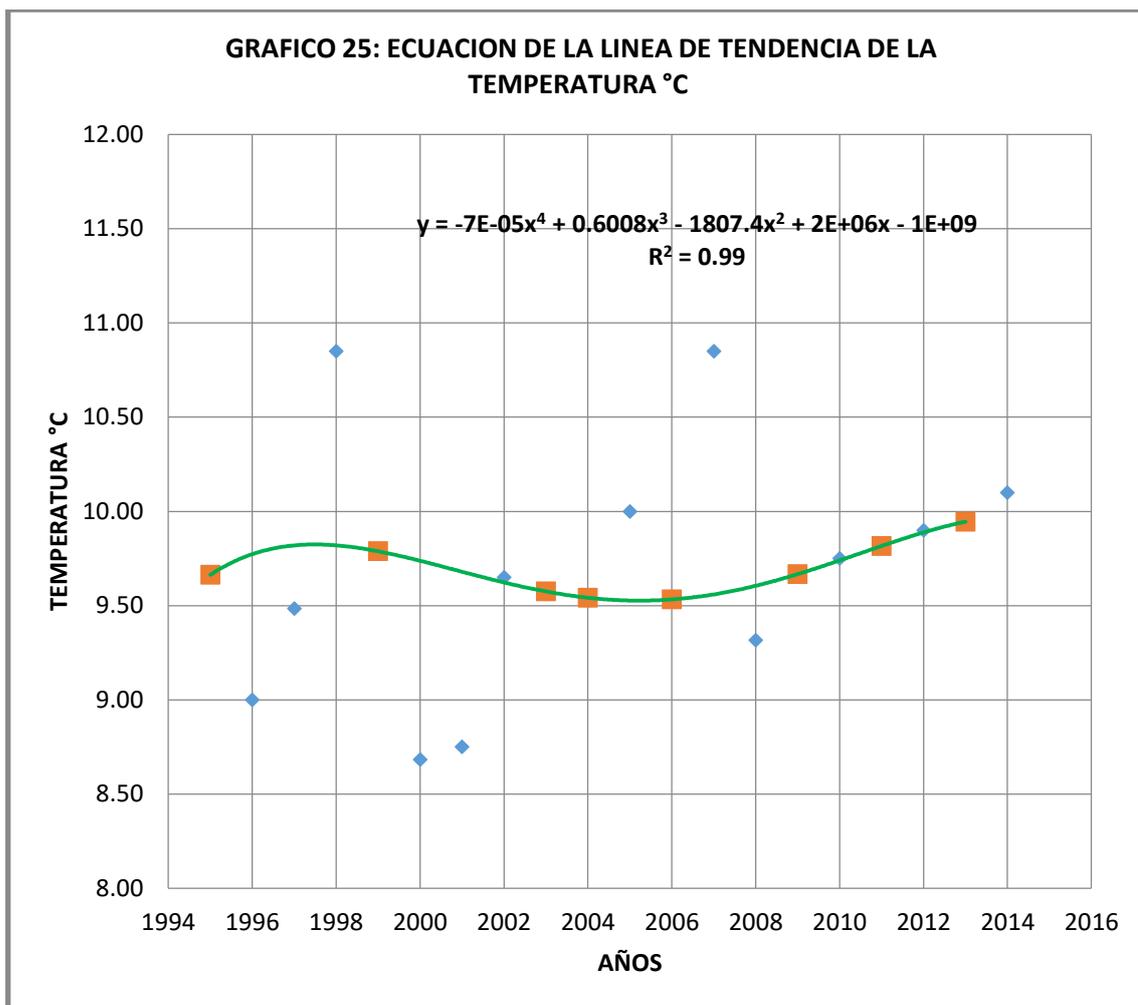
F calculada = 106199.5

F tabla = 8.845

5.6. CRITERIO DE DECISION

Debido a que la F calculada del análisis ANOVA es mayor que la F tablas, cae en la región de rechazo, entonces rechazamos H_0 , Lo cual el modelo de regresión polinómica es significativa.

En el siguiente grafico se muestra la línea de tendencia.



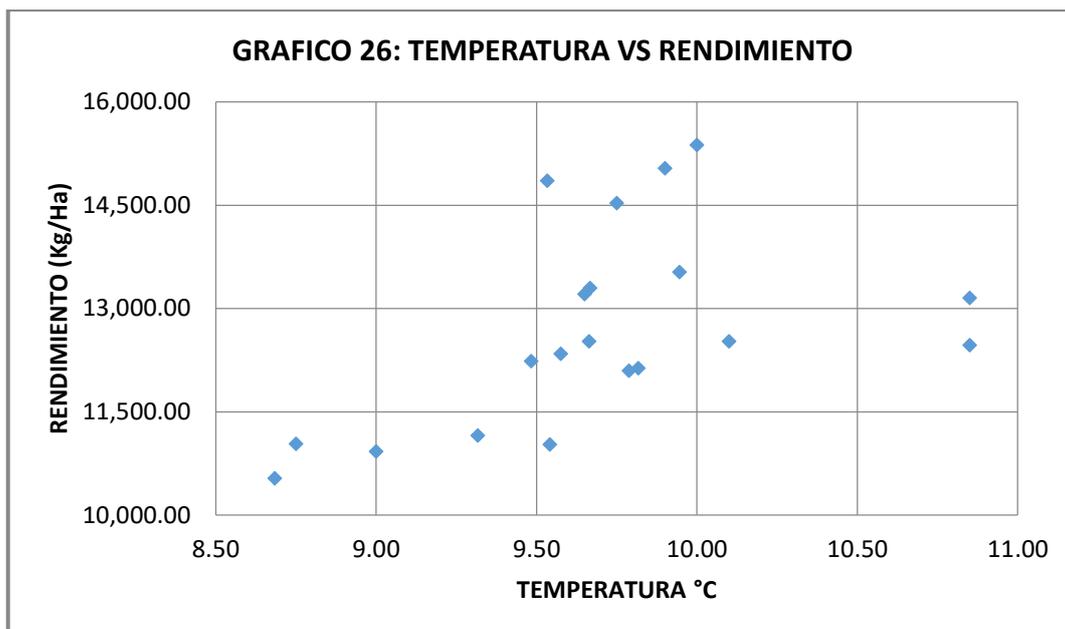
FUENTE: Elaboracion Propia

En la tabla 07: Se presenta la temperatura con el rendimiento durante los ultimos 15 años.

Tabla 07: Relacion de la temperatura con el rendimiento

N°	TEMPERATURA	RENDIMIENTO DEL CULTIVO (kg/ha)
1	9.66	12,525.12
2	9.00	10,925.30
3	9.48	12,234.40
4	10.85	13,154.38
5	9.79	12,098.45
6	8.68	10,534.54
7	8.75	11,034.34
8	9.65	13,210.47
9	9.58	12,343.10
10	9.54	11,023.42
11	10.00	15,375.25
12	9.53	14,854.37
13	10.85	12,468.22
14	9.32	11,154.25
15	9.67	13,296.32
16	9.75	14,532.78
17	9.82	12,132.59
18	9.90	15,036.17
19	9.95	13,528.19
20	10.10	12,525.64

FUENTE: *Elaboracion Propia*



FUENTE: *Elaboracion Propia*

5.7. DETERMINACION DE LA ECUACION DE CORRELACION PARA LA PRODUCCION:

Por el comportamiento de los puntos se deduce que la ecuación que se genera es polinómica de 4to grado.

Modelo matemático

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + E$$

Donde:

- ✓ Y = rendimiento en kg/ ha
- ✓ X = temperatura
- ✓ E = error
- ✓ a,b,c,d,e, = parámetros de la ecuación de regresión.

Para resolver esta ecuación polinómica de 4to grado se usara la siguiente matriz.

$$\begin{bmatrix}
 an & b \sum_{i=1}^n x & c \sum_{i=1}^n x^2 & d \sum_{i=1}^n x^3 & e \sum_{i=1}^n x^4 \\
 a \sum_{i=1}^n x & b \sum_{i=1}^n x^2 & c \sum_{i=1}^n x^3 & d \sum_{i=1}^n x^4 & e \sum_{i=1}^n x^5 \\
 a \sum_{i=1}^n x^2 & b \sum_{i=1}^n x^3 & c \sum_{i=1}^n x^4 & d \sum_{i=1}^n x^5 & e \sum_{i=1}^n x^6 \\
 a \sum_{i=1}^n x^3 & b \sum_{i=1}^n x^4 & c \sum_{i=1}^n x^5 & d \sum_{i=1}^n x^6 & e \sum_{i=1}^n x^7 \\
 a \sum_{i=1}^n x^4 & b \sum_{i=1}^n x^5 & c \sum_{i=1}^n x^6 & d \sum_{i=1}^n x^7 & e \sum_{i=1}^n x^8
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 \sum_{i=1}^n y \\
 \sum_{i=1}^n xy \\
 \sum_{i=1}^n x^2y \\
 \sum_{i=1}^n x^3y \\
 \sum_{i=1}^n x^4y
 \end{bmatrix}$$

Tabla 08: Cálculo de sumatorias de la temperatura y rendimiento

Años	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	X ⁵	X ⁶	X ⁷	X ⁸	XY	X ² Y	X ³ Y	X ⁴ Y	Y ²
2	9.00	10925.30	81.00	729.00	6561.00	59049.00	531441.00	4782969.00	43046721.00	98327.70	884949.30	7964543.70	71680893.30	119362180.09
4	10.85	13154.38	117.72	1277.29	13858.59	150365.67	1631467.51	17701422.47	192060433.81	142725.02	1548566.50	16801946.52	182301119.74	173037713.18
6	8.68	10534.54	75.40	654.73	5685.20	49366.50	428665.80	3722248.04	32321520.52	91474.92	794307.24	6897234.55	59890986.71	110976533.01
7	8.75	11034.34	76.56	669.92	5861.82	51290.89	448795.32	3926959.04	34360891.58	96550.48	844816.66	7392145.74	64681275.24	121756659.24
9	9.58	12343.10	91.68	877.84	8405.34	80481.10	770606.55	7378557.71	70649690.09	118185.18	1131623.12	10835291.40	103747915.13	152352117.61
10	9.54	11023.42	91.04	868.71	8288.90	79089.93	754649.77	7200616.55	68705882.93	105181.80	1003609.67	9576108.91	91372039.15	121515788.50
13	10.85	12468.22	117.72	1277.29	13858.59	150365.67	1631467.51	17701422.47	192060433.81	135280.19	1467790.03	15925521.81	172791911.68	155456509.97
14	9.32	11154.25	86.80	808.69	7534.29	70194.45	653978.31	6092897.93	56765499.02	103920.43	968192.00	9020322.12	84039334.40	124417293.06
17	9.82	12132.59	96.37	946.00	9286.59	91163.34	894920.11	8785132.39	86240716.34	119101.59	1169180.63	11477456.48	112670364.48	147199740.11
20	10.10	14525.64	102.01	1030.30	10406.04	105101.01	1061520.15	10721353.52	108285670.56	146708.96	1481760.54	14965781.42	151154392.32	210994217.41
SUMA	96.48	119295.78	936.31	9139.77	89746.35	886467.56	8807512.03	88013579.13	884497459.65	1157456.27	11294795.68	110856352.65	1094330232.16	1437068752.18

N =	10
K =	4

Donde:

N = Número de pares

K = Grado de polinomio

Reemplazando en la matriz:

$$A = \begin{bmatrix} 10 & 96.48 & 936.31 & 9139.77 & 89746.35 \\ 96.48 & 936.31 & 9139.77 & 89746.35 & 886467.56 \\ 936.31 & 9139.77 & 89746.35 & 886467.56 & 8807512.03 \\ 9139.77 & 89746.35 & 886467.56 & 8807512.03 & 88013579.13 \\ 89746.35 & 886467.56 & 8807512.03 & 88013579.13 & 884497459.65 \end{bmatrix}$$

Matriz inversa A^{-1} :

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 1125882788.42 & -466347968.42 & 72285825.96 & -4969331.61 & 12784.01 \\ -466347967.64 & 193186449.11 & -29948086.93 & 2059030.49 & -52973.59 \\ 72285825.72 & -29948086.88 & 4643127.53 & -319266.20 & 8214.81 \\ -4969331.58 & 2059030.49 & -319266.20 & 21955.51 & -564.98 \\ 127834.01 & -52973.59 & 8214.81 & -564.98 & 14.54 \end{bmatrix}$$

Matriz B:

$$B = \begin{bmatrix} 119295.78 \\ 1157456.27 \\ 11294795.68 \\ 110856352.65 \\ 1094330232.16 \end{bmatrix}$$

Matriz incógnita:

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3E + 07 \\ 1E + 07 \\ -2E + 06 \\ 157979 \\ -4132.9 \end{bmatrix}$$

Entonces los valores de los parámetros de la ecuación serán:

- ✓ $A = -33992948.78$
- ✓ $B = 14327797.2$
- ✓ $C = -2259318.918$
- ✓ $D = 157993.2677$
- ✓ $E = -4133.267506$

Reemplazando en la ecuación de regresión polinómica de 4to grado tenemos:

$$y = -4132.9x^4 + 157979x^3 - 2E+06x^2 + 1E+07x - 3E+07$$

Para el cálculo de \hat{y} se reemplaza los datos de "x" en la ecuación obtenida.

Tabla 09: Cálculo de sumatorias de \hat{y} ajustada y error cuadrático

Años	X	Y	X ²	X ³	X ⁴	X ⁵	X ⁶	X ⁷	X ⁶	XY	X ² Y	X ³ Y	X ⁴ Y	Y ²	\hat{y}	E	E ²
2	9.00	10925.30	81.00	729.00	6561.00	59049.00	531441.00	4782969.00	43046721.00	98327.70	884949.30	7964543.70	71680893.30	119362180.09	11117.67	-192.37	37006.21
4	10.85	13154.38	117.72	1277.29	13858.59	150365.67	1631467.51	17701422.47	192060433.81	142725.02	1548566.50	16801946.52	182301119.74	173037713.18	12814.78	339.60	115330.27
6	8.68	10534.54	75.40	654.73	5685.20	49366.50	428665.80	3722248.04	32321520.52	91474.92	794307.24	6897234.55	59890986.71	110976533.01	10615.92	-81.38	6623.10
7	8.75	11034.34	76.56	669.92	5861.82	51290.89	448795.32	3926959.04	34360891.58	96550.48	844816.66	7392145.74	64681275.24	121756659.24	10862.88	171.46	29398.59
9	9.58	12343.10	91.68	877.84	8405.34	80481.10	770606.55	7378557.71	70649690.09	118185.18	1131623.12	10835291.40	103747915.13	152352117.61	11556.23	786.87	619167.10
10	9.54	11023.42	91.04	868.71	8288.90	79089.93	754649.77	7200616.55	68705882.93	105181.80	1003609.67	9576108.91	91372039.15	121515788.50	11456.18	-432.76	187279.75
13	10.85	12468.22	117.72	1277.29	13858.59	150365.67	1631467.51	17701422.47	192060433.81	135280.19	1467790.03	15925521.81	172791911.68	155456509.97	12814.78	-346.56	120101.68
14	9.32	11154.25	86.80	808.69	7534.29	70194.45	653978.31	6092897.93	56765499.02	103920.43	968192.00	9020322.12	84039334.40	124417293.06	11081.29	72.96	5322.82
17	9.82	12132.59	96.37	946.00	9286.59	91163.34	894920.11	8785132.39	86240716.34	119101.59	1169180.63	11477456.48	112670364.48	147199740.11	12621.65	-489.06	239184.22
20	10.10	14525.64	102.01	1030.30	10406.04	105101.01	1061520.15	10721353.52	108285670.56	146708.96	1481760.54	14965781.42	151154392.32	210994217.41	14354.37	171.27	29334.64
SUMA	96.48	119295.78	936.31	9139.77	89746.35	886467.56	8807512.03	88013579.13	884497459.65	1157456.27	11294795.68	110856352.65	1094330232.16	1437068752.18	119295.75	0.0	1388748.38

FUENTE: Elaboración Propia

ENTONCES:

$$SCR = 1388748.38$$

Cálculo de SCT:

$$SCT = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$$

Reemplazando datos:

$$SCT = 1437068752.18 - \frac{119295.78^2}{10}$$

$$SCT = 1437068752.18 - 14231483126$$

$$SCT = 13920439.60$$

Calculo del coeficiente de correlación R^2

$$R^2 = 1 - \frac{SCR}{SCT}$$

Reemplazando:

$$R^2 = 1 - \frac{1388748.38}{13920439.60}$$

$$R^2 = 0.903$$

Tabla 10: Cálculo del análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento

F. variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F. calculada
<i>Regresión</i>	12531691.22	10	1253169.122	5.823
<i>Error</i>	1388748.381	5	277749.6761	-
<i>Total</i>	13920439.6	9	-	-

FUENTE: Elaboración Propia

Usando la distribución de Fisher para $\alpha = 0.05$ (10,5)

Se tiene:

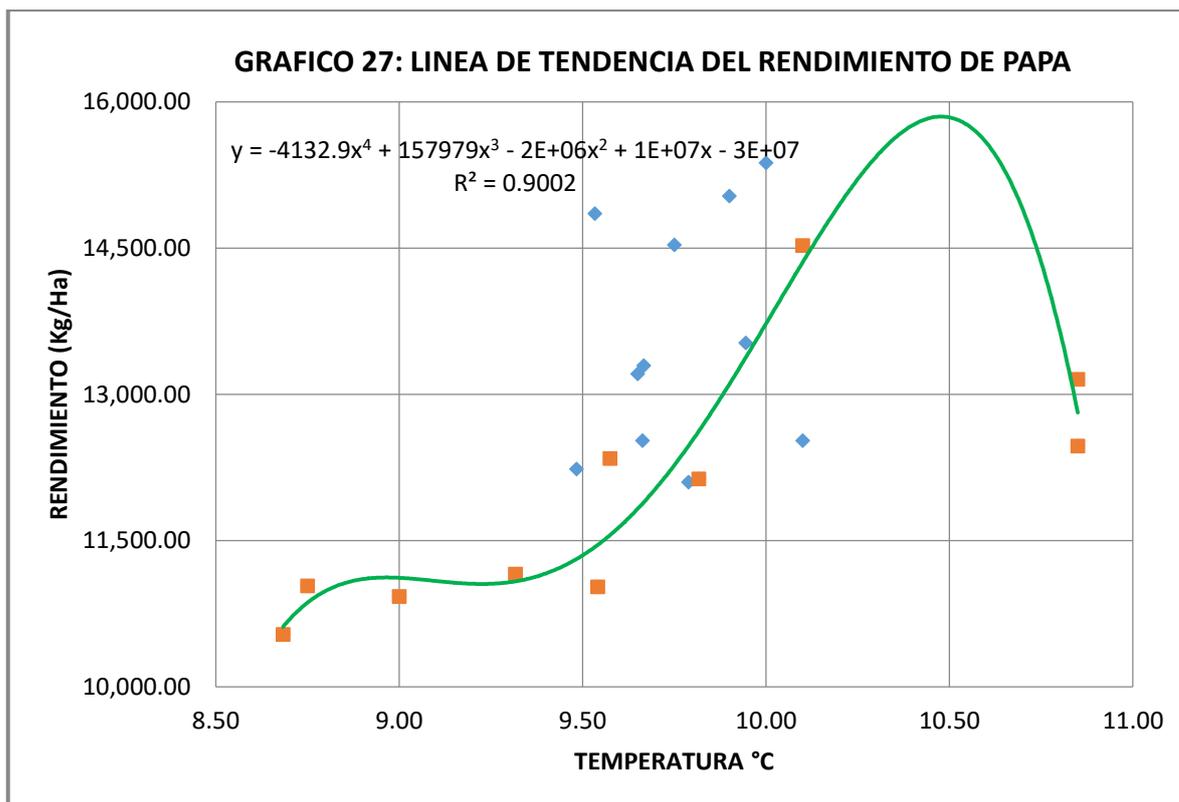
F calculada = 5.823

F tabla = 4.735

5.8. CRITERIO DE DECISIÓN

Debido a que la f calculada del análisis ANOVA es mayor que la F tablas, cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H_0 , lo cual el modelo de regresión polinómica es significativa.

En el siguiente grafico se muestra la línea de tendencia



FUENTE: Elaboración Propia (datos históricos de temperatura llave vs rendimiento del cultivo de Papa)

5.9. CALCULO DE RENDIMIENTO DE PAPA CON DIFERENTES TEMPERATURAS

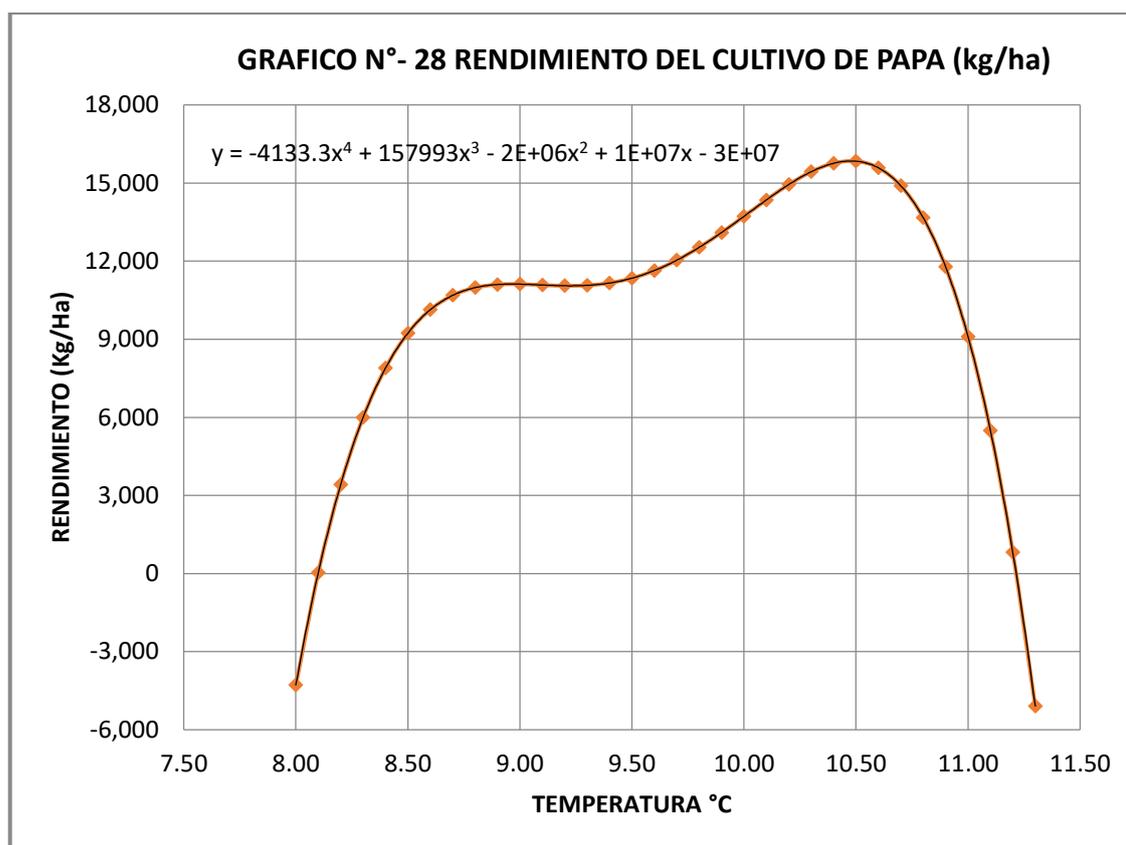
Con la ecuación que se ha generado, es posible hallar nuevos rendimientos con relación a la variación de la temperatura, para tal efecto la variable x se reemplaza en la ecuación y el resultado será el nuevo rendimiento tal como se muestra en tabla 11.

Tabla 11: Rendimientos de Papa originados a diferentes niveles de temperatura

TEMPERATURA	RENDIMIENTO DEL CULTIVO (kg/ha)
8.00	-4,292.61
8.10	33.16
8.20	3,414.41
8.30	5,990.63
8.40	7,891.40
8.50	9,236.37
8.60	10,135.28
8.70	10,687.92
8.80	10,984.21
8.90	11,104.11
9.00	11,117.67
9.10	11,085.03
9.20	11,056.41
9.30	11,072.09
9.40	11,162.46
9.50	11,347.96
9.60	11,639.13

FUENTE: *Elaboración Propia*

9.60	11,639.13
9.70	12,036.59
9.80	12,531.02
9.90	13,103.22
10.00	13,724.02
10.10	14,354.37
10.20	14,945.28
10.30	15,437.84
10.40	15,763.24
10.50	15,842.72
10.60	15,587.64
10.70	14,899.39
10.80	13,669.48
10.90	11,779.48
11.00	9,101.05
11.10	5,495.93
11.20	815.94
11.30	-5097.0351



FUENTE: Elaboración Propia (datos históricos de temperatura llave vs datos de rendimiento del cultivo de papa)

Como podemos observar en el gráfico N° el rendimiento tiene una variación conforme a la temperatura opta diferentes valores de medición, el mínimo rendimiento calculado es de 33.16 kg/ha. A una temperatura de 8.0°C. Así también el máximo rendimiento calculado es de 15,842.72 kg/ha. A una temperatura de 10.50°C. por otro lado el gráfico nos indica que la máxima temperatura que la papa puede soportar es de 11.20 °c. Ya que después que pase este valor, el rendimiento es cero.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- ✓ La relación entre la temperatura y el rendimiento del cultivo de papa, se determinó mediante la ecuación correlacional polinómica de cuarto grado, obteniéndose la siguiente ecuación; $y = -4132.9x^4 + 157979x^3 - 2E+06x^2 + 1E+07x - 3E+07$. Esta ecuación nos permitió calcular rendimientos a diferentes niveles de temperatura que puede soportar el cultivo de papa, obteniéndose una mínima de 8.10°C. y una máxima de 11.20°C; acorde a los resultados obtenidos se puede considerar que el cultivo de papa es tolerante aun al cambio climático.
- ✓ Con el gráfico de la línea de tendencia se observa que durante todo el tiempo de estudio, el efecto que ha producido la temperatura en la producción de papa, representa una función polinómica de cuarto grado, lo cual nos indica que la temperatura tiene un impacto notable cuando aumenta 8°C a 9.5°C. la curva es en forma ascendente y pasando los 9.5°C. la curva tiende a ascender gradualmente llegando como máximo a 10.50°C. y a partir de ahí empieza a descender.
- ✓ Durante todo el estudio de las campañas agrícolas se observa que la campaña agrícola que ha presentado con mayor temperatura fue en 1997-1998, con una temperatura de 10.85°C, tendiendo un rendimiento de 13,154.38 kg/Ha. En cambio la campaña agrícola que presentado la mínima temperatura fue en el años 1999-2000 con una temperatura de 8.68°C. teniendo un rendimiento de 10,534.54 kg/Ha..
- ✓ Dado los resultados de diferentes cálculos, se concluye de que el cultivo de papa es un cultivo tolerable ante esta variación de la temperatura.

6.2. RECOMENDACIONES

- El cambio climático y por ende la variación de la temperatura se debe a lo largo de los años, debido a diferentes actividades que realiza el hombre sin entender las consecuencias fatales que a futuro se presentaran, es por el cual se recomienda a las diferentes instituciones capacitar y sensibilizar con respecto al tema, como también formular y elaborar estrategias, con el fin de evitar las bajas temperaturas y por ende la bajo rendimiento del cultivo de papa.
- Se recomienda a la municipalidad distrital de Llave, a que pueda reactivar la planta procesadora de tunta en el centro poblado de chijichaya, debido a que el cultivo de papa aun presenta rendimientos considerables para la producción de tunta blanca.
- Se recomienda a los compañeros de la facultad de ingeniería agrícola a seguir, investigando sobre los efectos de cambios climatológicos en la producción de diferentes cultivos, para tener un grado de confiabilidad e información.
- Se recomienda a las diferentes instituciones a realizar estudios sobre los efectos de cambio climatológicos, tomando variedad de factores en la producción de diferentes cultivos.

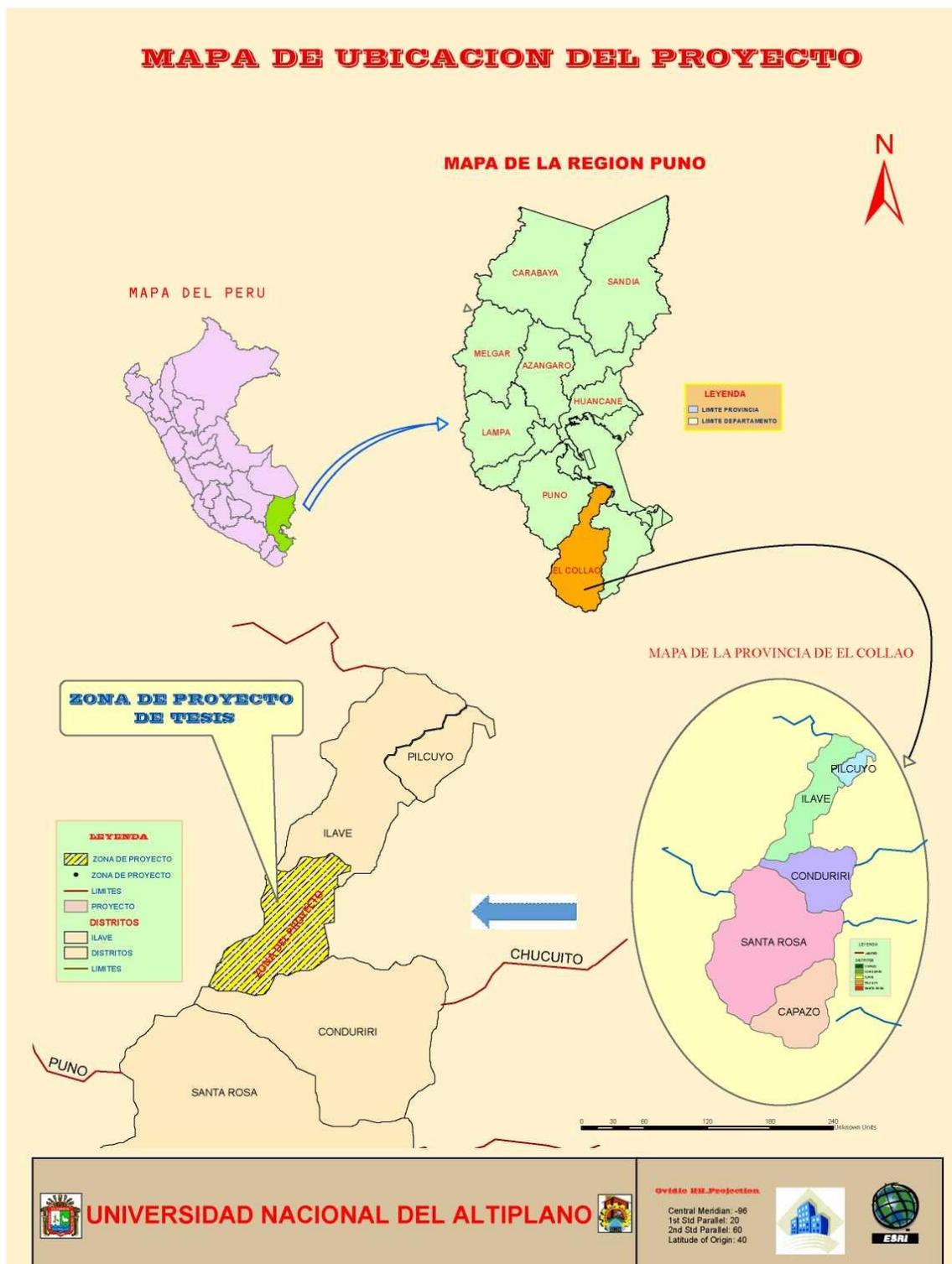
CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

1. Dirección Agraria Regional Puno, (2012). Estudio de mercado de papa nativa región puno.
2. Leins, It. (2011). Efecto Invernadero. (en línea). Consultado 29 de agosto del 2014.
3. Torres, (2010). Análisis económico del cambio climático en la agricultura de la región Piura - Perú, caso: principales productos agroexportables. 1ra ed. Perú: CIES-universidad nacional de Piura.
4. Saravia, R. y R. Quispe. (2005). Fascículo 4 – Manejo integrado de las plagas insectiles del cultivo de la quinua. In: PROINPA y FAUTAPO (eds). serie de módulos publicados en sistemas de producción sostenible en el cultivo de la papa: Módulo 2. Manejo agronómico de la papa orgánica. fundación PROINPA,
5. SENAMHI. (2009). Escenarios climáticos en la cuenca del rio santa para el año 2030 Autores Díaz A., Rosas G., Avalos G., Oria C., Acuña D., Llacza, A., Miguel R. Proyecto SCNCC, Segunda comunicación nacional del cambio climático. editor ministerio del ambiente.
6. Tapia, M. (1990). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. instituto nacional de investigación agraria y agroindustrial INIAA – FAO, Oficina para américa latina y el caribe, Santiago de chile.
7. Quereda, J. (2008), curso de climatología general, editorial universitas, España., 264 Pág.
8. Vargas P. (2009). banco central del Perú. cambio climático y sus efectos en el Perú. 1ra ed. Peru.
9. FAO (food and agriculture organization). Consultado el 12 de Oct. del 2009. Disponible en: <http://faostat.fao.org>.

ANEXOS

- Mapa de ubicación de zona en estudio
- Cedula censal
- Tabla de temperaturas de la estación llave
- Tablas de distribución f de Fhiser
- Serie histórica del cultivo de papa – campaña agrícola c.p. Chijichaya.



CEDULA CENSAL						
I. Ubicación Geografica y Censal						
Ubicación Geografica				Coordenadas		
Departamento				Latitud		
Provincia				Longitud		
Distrito				Altitud		
Centro Poblado						
II. Características del Productor						
Nombre y Apellido del Productor						
Edad		Sexo		m	f	Estado Civil
Direccion (calle, jr. /n°, km)						
Nivel de Educacion					Profesion u Oficio	
III. Características de la Unidad Agropecuaria						
N°	Años de la Campaña Agricola	Dimensiones de parcelas (m.)		Area (m)	Rendimientos (sacos/parcela)	Superficies Perdidos(m)
		ancho	largo			
1	1994-1995					
2	1995-1996					
3	1996-1997					
4	1997-1998					
5	1998-1999					
6	1999-2000					
7	2000-2001					
8	2001-2002					
9	2002-2003					
10	2003-2004					
11	2004-2005					
12	2005-2006					
13	2006-2007					
14	2007-2008					
15	2008-2009					
16	2009-2010					
17	2010-2011					
18	2011-2012					
19	2012-2013					
20	2013-2014					
IV. Apreciaciones del Productor Agrario						
¿La actividad agropecuaria te produce suficientes ingresos para tender los gastos?		¿Por que razones ud. Decide sembrar el cultivo de papa?			Observaciones	
si no						
¿Sabe ud. Algo sobre los efectos de cambios climaticos en la produccion						
si no						

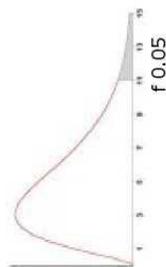
DATOS HISTORICOS DE TEMPERATURA - ILAVE

N°	AÑOS	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	MEDIA
1	1994-1995	8.90	9.90	9.68	9.90	10.00	9.60	9.66
2	1995-1996	9.60	8.40	7.90	9.30	9.40	9.40	9.00
3	1996-1997	9.60	9.50	10.00	9.50	9.30	9.00	9.48
4	1997-1998	9.50	10.30	11.20	11.20	11.50	11.40	10.85
5	1998-1999	9.70	9.60	9.90	10.00	10.10	9.43	9.79
6	1999-2000	7.80	8.70	9.70	8.70	8.60	8.60	8.68
7	2000-2001	8.70	8.60	8.60	8.60	9.20	8.80	8.75
8	2001-2002	9.40	10.40	9.50	9.10	9.60	9.90	9.65
9	2002-2003	8.90	9.50	10.10	10.00	9.80	9.15	9.58
10	2003-2004	8.50	9.10	10.40	9.45	9.70	10.10	9.54
11	2004-2005	9.50	10.20	10.70	10.00	9.50	10.10	10.00
12	2005-2006	8.90	9.20	8.90	9.70	10.50	10.00	9.53
13	2006-2007	9.50	10.90	11.70	11.60	11.00	10.40	10.85
14	2007-2008	9.40	8.80	9.70	9.60	9.50	8.90	9.32
15	2008-2009	9.00	10.40	10.10	9.70	9.80	9.00	9.67
16	2009-2010	9.20	10.20	9.00	10.10	10.30	9.70	9.75
17	2010-2011	8.90	9.20	10.30	10.50	10.10	9.90	9.82
18	2011-2012	10.40	10.00	10.10	9.90	10.00	9.00	9.90
19	2012-2013	10.20	9.80	10.00	10.07	9.30	10.30	9.95
20	2013-2014	8.80	9.20	10.10	11.00	11.20	10.30	10.10

FUENTE: SENAMHI - ILAVE

Tabla D.9: VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN F (0,05)

Cátedra: Probabilidad y Estadística
Facultad Regional Mendoza
UTN



área a la derecha del valor crítico = 0,05

g.d.l	Grados de libertad del Numerador															g.d.l
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5	241,9	243,0	243,9	244,7	245,4	245,9	1
2	18,513	19,000	19,164	19,247	19,296	19,330	19,353	19,371	19,385	19,396	19,405	19,413	19,419	19,424	19,429	2
3	10,128	9,552	9,277	9,117	9,013	8,941	8,887	8,845	8,812	8,786	8,763	8,745	8,729	8,715	8,703	3
4	7,709	6,944	6,591	6,388	6,256	6,163	6,094	6,041	5,999	5,964	5,936	5,912	5,891	5,873	5,858	4
5	6,608	5,786	5,409	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818	4,772	4,735	4,704	4,678	4,655	4,636	4,619	5
6	5,987	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284	4,207	4,147	4,099	4,060	4,027	4,000	3,976	3,956	3,938	6
7	5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726	3,677	3,637	3,603	3,575	3,550	3,529	3,511	7
8	5,318	4,459	4,066	3,838	3,687	3,581	3,500	3,438	3,388	3,347	3,313	3,284	3,259	3,237	3,218	8
9	5,117	4,256	3,863	3,633	3,482	3,374	3,293	3,230	3,179	3,137	3,102	3,073	3,048	3,025	3,006	9
10	4,965	4,103	3,708	3,478	3,326	3,217	3,135	3,072	3,020	2,978	2,943	2,913	2,887	2,865	2,845	10
11	4,844	3,982	3,587	3,357	3,204	3,095	3,012	2,948	2,896	2,854	2,818	2,788	2,761	2,739	2,719	11
12	4,747	3,885	3,490	3,259	3,106	2,996	2,913	2,849	2,796	2,753	2,717	2,687	2,660	2,637	2,617	12
13	4,667	3,806	3,411	3,179	3,025	2,915	2,832	2,767	2,714	2,671	2,635	2,604	2,577	2,554	2,533	13
14	4,600	3,739	3,344	3,112	2,958	2,848	2,764	2,699	2,646	2,602	2,565	2,534	2,507	2,484	2,463	14
15	4,543	3,682	3,287	3,056	2,901	2,790	2,707	2,641	2,588	2,544	2,507	2,475	2,448	2,424	2,403	15
16	4,494	3,634	3,239	3,007	2,852	2,741	2,657	2,591	2,538	2,494	2,456	2,425	2,397	2,373	2,352	16
17	4,451	3,592	3,197	2,965	2,810	2,699	2,614	2,548	2,494	2,450	2,413	2,381	2,353	2,329	2,308	17
18	4,414	3,555	3,160	2,928	2,773	2,661	2,575	2,509	2,455	2,411	2,374	2,342	2,314	2,290	2,269	18
19	4,381	3,522	3,127	2,895	2,740	2,628	2,542	2,476	2,422	2,378	2,340	2,308	2,280	2,256	2,234	19
20	4,351	3,493	3,098	2,866	2,711	2,599	2,514	2,447	2,393	2,348	2,310	2,278	2,250	2,225	2,203	20
21	4,325	3,467	3,072	2,840	2,685	2,573	2,488	2,420	2,366	2,321	2,283	2,250	2,222	2,197	2,176	21
22	4,301	3,443	3,049	2,817	2,661	2,549	2,464	2,397	2,342	2,297	2,259	2,226	2,198	2,173	2,151	22
23	4,279	3,422	3,028	2,796	2,640	2,528	2,442	2,375	2,320	2,275	2,236	2,204	2,175	2,150	2,128	23
24	4,260	3,403	3,009	2,776	2,620	2,508	2,422	2,355	2,300	2,255	2,216	2,183	2,155	2,130	2,108	24
25	4,242	3,385	2,991	2,759	2,603	2,490	2,405	2,337	2,282	2,236	2,198	2,165	2,136	2,111	2,089	25
26	4,225	3,369	2,975	2,743	2,587	2,474	2,388	2,321	2,265	2,220	2,181	2,148	2,119	2,094	2,072	26
27	4,210	3,354	2,960	2,728	2,572	2,459	2,373	2,305	2,250	2,204	2,166	2,132	2,103	2,078	2,056	27
28	4,196	3,340	2,947	2,714	2,558	2,445	2,359	2,291	2,236	2,190	2,151	2,118	2,089	2,064	2,041	28
29	4,183	3,328	2,934	2,701	2,545	2,432	2,346	2,278	2,223	2,177	2,138	2,104	2,075	2,050	2,027	29
30	4,171	3,316	2,922	2,690	2,534	2,421	2,334	2,266	2,211	2,165	2,126	2,092	2,063	2,037	2,015	30
31	4,160	3,305	2,911	2,679	2,523	2,409	2,321	2,253	2,199	2,153	2,114	2,080	2,051	2,026	2,003	31
32	4,149	3,295	2,901	2,668	2,512	2,399	2,311	2,242	2,189	2,142	2,103	2,070	2,040	2,015	1,992	32
33	4,139	3,285	2,892	2,659	2,503	2,389	2,301	2,232	2,179	2,132	2,093	2,060	2,030	2,004	1,982	33
34	4,130	3,276	2,883	2,650	2,494	2,380	2,292	2,223	2,170	2,123	2,084	2,050	2,021	1,995	1,972	34
35	4,121	3,267	2,874	2,641	2,485	2,372	2,284	2,215	2,161	2,114	2,075	2,041	2,012	1,986	1,963	35
40	4,085	3,232	2,839	2,606	2,449	2,336	2,248	2,179	2,124	2,077	2,038	2,003	1,974	1,948	1,924	40
60	4,001	3,150	2,758	2,525	2,368	2,254	2,166	2,097	2,040	1,993	1,952	1,917	1,887	1,860	1,836	60
80	3,960	3,111	2,719	2,486	2,329	2,214	2,126	2,056	1,999	1,951	1,910	1,875	1,845	1,817	1,793	80
90	3,947	3,098	2,706	2,473	2,316	2,201	2,113	2,043	1,986	1,938	1,897	1,861	1,831	1,803	1,779	90
100	3,936	3,087	2,696	2,463	2,305	2,191	2,103	2,032	1,975	1,927	1,886	1,850	1,819	1,792	1,768	100
120	3,920	3,072	2,680	2,447	2,290	2,175	2,087	2,016	1,959	1,910	1,869	1,834	1,803	1,775	1,750	120
inf.	3,841	2,996	2,605	2,372	2,214	2,099	2,010	1,938	1,880	1,831	1,789	1,752	1,720	1,692	1,666	inf.

Grados de libertad del Denominador

SERIE HISTORICA DEL CULTIVO DE PAPA – CAMPAÑA AGRICOLA C.P. CHIJI CHAYA

AÑOS	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Cosechas (Ha.)	79.80	78.80	80.96	87.20	86.80	87.90	82.2	82.70	83.86	89.70	90.20	89.70	84.44	83.44	84.44	90.80	90.30	91.40	85.02	85.00
Precio Chacra(S/kg)	0.45	0.47	0.51	0.50	0.54	0.48	0.54	0.43	0.41	0.42	0.43	0.45	0.45	0.63	0.65	0.76	0.96	1.00	0.98	1.23
Produccion (T.)	22,520.17	37,534.44	22,693.37	24,625.00	22,599.90	42,794.40	20,095.74	24,635.53	22,694.02	20,914.43	29,243.73	28,778.74	22,996.38	20,461.36	24,523.73	27,728.54	23,086.32	28,779.23	25,029.96	23,247.39
Rendimiento (kg/Ha.)																				
Siembras (Ha.)	79.80	79.80	80.96	87.20	87.80	88.40	82.2	82.70	83.86	90.20	90.20	90.20	84.44	84.44	84.44	90.80	90.80	91.40	85.02	85.00
Sup. Perdida (Ha.)		100			100	0.50				0.50		0.50		100			0.50			