

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“EFECTOS DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN LA  
PRODUCCIÓN DE LA QUINUA EN EL DISTRITO DE LAMPA - PUNO - 2012”**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. CARLOS ROBERTO PARI NUÑEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**PUNO - PERU**

**2012**

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

**"EFECTOS DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN LA  
PRODUCCIÓN DE LA QUINUA EN EL DISTRITO DE LAMPA-PUNO"**

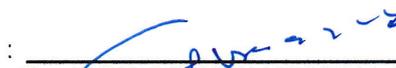
TESIS PRESENTADA A LA COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÍCOLA

**PRESENTADO POR:**

**Bach. CARLOS ROBERTO PARI NUÑEZ**

APROBADO POR:

PRESIDENTE DE JURADO

  
: \_\_\_\_\_  
Dr. JOSE JUSTINIANO VERA SANTA MARIA

PRIMER MIEMBRO

  
: \_\_\_\_\_  
Ing. EDILBERTO VELARDE COAQUIRA

SEGUNDO MIEMBRO

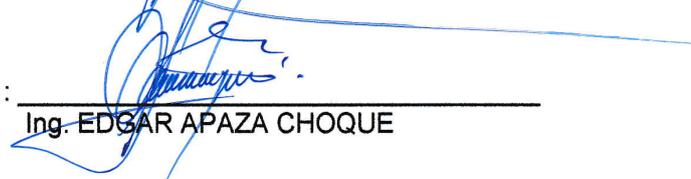
: \_\_\_\_\_  
Ing. PERCY DUEÑAS GUTIERREZ

DIRECTOR DE TESIS

  
: \_\_\_\_\_  
Ing. ESTEBAN MOISES VILCA PEREZ

ASESORES DE TESIS

  
: \_\_\_\_\_  
Ing. DEMETRIO VICENTE ALATA AGUIRRE

  
: \_\_\_\_\_  
Ing. EDGAR APAZA CHOQUE

ÁREA : Ingeniería y Tecnología  
TEMA: Climatología  
LÍNEA: Recursos Hídricos

**DEDICATORIA:**

El presente trabajo de Investigación representa uno de mis grandes anhelos hecho realidad. Lo dedico con mucho cariño, amor y respeto a:

- A mi padre, don ROBERTO y a mi adorada madre doña PRIMITIVA, por el permanente apoyo que me brindaron, con todo cariño e inmensa gratitud, quienes con su aliento, paciencia, consejos y por su gran esfuerzo, hicieron posible el logro de mi noble profesión.
  
- A mi hermano ROLANDO y mi hermana MILAGROS, con mucho cariño y afecto, por su apoyo y contribución a mi formación profesional.

Carlos R. P. N.

### **AGRADECIMIENTOS:**

- ✓ A la Universidad Nacional del Altiplano y a la facultad de Ingeniería Agrícola, por haber contribuido en mi formación profesional durante mis años de estudio.
- ✓ A los docentes de la facultad de Ingeniería Agrícola, por sus valiosas enseñanzas, en nuestra formación profesional.
- ✓ A la Agencia Agraria de Lampa, por facilitar la obtención de datos para realizar mi estudio.
- ✓ A mis compañeros de la facultad de Ingeniería Agrícola, por su apoyo moral en la culminación de presente trabajo.
- ✓ A todas las personas, amigos y familiares, que de una u otra manera, directa e indirectamente, motivaron y contribuyeron en la ejecución y culminación de la presente tesis.

## INDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>pág.</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.- JUSTIFICACIÓN .....	3
1.3.- OBJETIVOS.....	4
1.3.1.- Objetivo General .....	4
1.3.2.- Objetivo Especifico.....	4
1.4.- HIPÓTESIS.....	4
1.4.1.- Hipótesis General.....	4
1.4.2.- Hipótesis Especifico.....	4
<b>II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL .....</b>	<b>5</b>
2.1.- MARCO TEÓRICO .....	5
2.1.1.- El Calentamiento Global .....	5
2.1.1.1.- Cambio Climatico .....	6
2.1.1.1.1.- El Clima.....	6
2.1.1.1.2.-Elementos Del Clima .....	7
2.1.1.1.3.- Factores Del Clima. ....	7
2.1.1.1.4.-Factores que Modifican el Clima .....	8
2.1.1.2.-Clasificaciones Climáticas .....	10
2.1.1.2.1.-Clasificación Climática según Thornthwaite .....	10
2.1.1.3.- El Efecto Invernadero .....	13
2.1.1.3.1.- Gases del Efecto Invernadero .....	17
2.1.1.4.- Panorama del Cambio Climático .....	18
2.1.2.-El Cultivo de la Quinua .....	21
2.1.2.1.-Descripción Botánica de la Quinua.....	21
2.1.2.2.- Fases Fenológicas.....	23
2.1.3.-Relación de la Temperatura con los Cultivos Agrícolas .....	29
2.1.3.1.- Calorías.....	29
2.1.3.2.-Grados de Calor.....	29
2.2.- MARCO CONCEPTUAL .....	31
2.2.1.-Temperatura.....	31
2.2.2.- La Quinua.....	31
2.2.3.- Producción Agrícola .....	32
<b>III.- MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>33</b>
3.1.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	33
3.1.1.- Ubicación del Ambito de Estudio .....	33
3.1.2.- Clima .....	34
3.1.3.- Actividad Agrícola.....	34

3.2.- MATERIALES E INSTRUMENTOS.....	35
3.3.-TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	35
3.4.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	36
3.5.- POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO.....	36
3.6.- METODOLOGIA .....	36
3.7.- PROCEDIMIENTO .....	36
3.7.1.- Coeficiente de Determinación.....	38
3.7.2.- Análisis de Regresión .....	38
<b>IV.- RESULTADOS Y DISCUCION .....</b>	<b>41</b>
4.1.-TEMPERATURA.....	41
4.2.-PRODUCCIÓN.....	42
4.3.-DETERMINACIÓN DE LA ECUACION DE CORRELACION PARA LA TEMPERATURA.....	60
4.3.1.- Calculo de SCT.....	64
4.3.2.- Calculo del coeficiente de correlacion $R^2$ : .....	65
4.3.3.- Criterio de Desicion.....	66
4.4.- DETERMINACION DE LA ECUACION DE CORRELACION PARA LA PRODUCCION.....	68
4.4.1.-Calculo de SCT .....	73
4.4.2.-Calculo del coeficiente de correlacion $R^2$ .....	73
4.4.3.-Criterio de Desicion:.....	74
4.5.-RELACION DE LA TEMPERATURA CON EL RENDIMIENTO .....	75
<b>V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>77</b>
5.1.- CONCLUSIONES.....	77
5.2.- RECOMENDACIONES.....	79
<b>VI.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>79</b>
<b><u>VII.- ANEXOS</u> .....</b>	<b>81</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Grafico N° 01 Temperaturas Medias 1997-1998.....	43
Grafico N° 02 Temperaturas Medias 1998-1999.....	44
Grafico N° 03 Temperaturas Medias 1999-2000.....	45
Grafico N° 04 Temperaturas Medias 2000-2001.....	46
Grafico N° 05 Temperaturas Medias 2001-2002.....	47
Grafico N° 06 Temperaturas Medias 2002-2003.....	48
Grafico N° 07 Temperaturas Medias 2003-2004.....	49
Grafico N° 08 Temperaturas Medias 2004-2005.....	50
Grafico N° 09 Temperaturas Medias 2005-2006.....	51
Grafico N° 10 Temperaturas Medias 2006-2007.....	52
Grafico N° 11 Temperaturas Medias 2007-2008.....	53
Grafico N° 12 Temperaturas Medias 2008-2009.....	54
Grafico N° 13 Temperaturas Medias 2009-2010.....	55
Grafico N° 14 Temperaturas Medias 2010-2011.....	56
Grafico N° 15 Temperaturas Medias 2011-2012.....	57
Grafico N° 16 Rendimiento de la Quinoa 1998 – 2012.....	58
Grafico N° 17 Temperaturas Medias 1998 - 2012.....	59
Grafico N° 18 Ecuación de la Línea de Tendencia de la Temperatura... 66	66
Grafico N° 19 Temperatura vs Rendimiento..... 67	67
Grafico N° 20 Ecuación de la Línea de Tendencia del rendimiento..... 74	74
Grafico N° 21 Representación Grafica del Rendimiento con Diferentes Temperaturas.....	76

**ÍNDICE DE CUADROS**

	Pág.
Cuadro N° 01 campaña agrícola 1997 – 1998.....	43
Cuadro N° 02 campaña agrícola 1998 – 1999.....	44
Cuadro N° 03 campaña agrícola 1999 – 2000.....	45
Cuadro N° 04 campaña agrícola 2000 – 2001.....	46
Cuadro N° 05 campaña agrícola 2001 – 2002.....	47
Cuadro N° 06 campaña agrícola 2002 – 2003.....	48
Cuadro N° 07 campaña agrícola 2003 – 2004.....	49
Cuadro N° 08 campaña agrícola 2004 – 2005.....	50
Cuadro N° 09 campaña agrícola 2005 – 2006.....	51
Cuadro N° 10 campaña agrícola 2006 – 2007.....	52
Cuadro N° 11 campaña agrícola 2007 – 2008.....	53
Cuadro N° 12 campaña agrícola 2008 – 2009.....	54
Cuadro N° 13 campaña agrícola 2009 – 2010.....	55
Cuadro N° 14 campaña agrícola 2010 – 2011.....	56
Cuadro N° 15 campaña agrícola 2011 – 2012.....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N°01 Temperatura media de cada campaña agricola. ....	41
Tabla N°02 Rendimientos obtenidos de los años 1998 al 2012. ....	44
Tabla N°03 Temperatura media de las campañas agricolas 1998-2012. ....	59
Tabla N°04 Calculo de sumatorias de la temperatura. ....	60
Tabla N°05 Calculo de la sumatoria de $\hat{y}$ y error cuadratico. ....	64
Tabla N°06 Calculo del analisis de varianza (ANOVA) para la temperatura. ....	65
Tabla N°07 Relacion de la temperatura con el rendimiento. ....	67
Tabla N°08 Sumatorias de la temperatura y rendimiento. ....	59
Tabla N°09 Calculo de la sumatoria de $\hat{y}$ y error cuadratico de la temperatura ....	72
Tabla N°10 Calculo del analisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento. ....	73
Tabla N°11 redimientos originados a diferentes niveles de temperatura. ....	75

## RESUMEN

El incremento en la concentración de gases del efecto invernadero, ocasiona el calentamiento global. Este hecho, a su vez, genera un aumento en las temperaturas a diferentes niveles, lo que está relacionado estrechamente con los cambios que experimentan los ecosistemas, de los cuales el más afectado es la agricultura.

Con el objetivo de determinar y conocer de cuál es el efecto que produce la variación de la temperatura en la producción de la Quinua, se ha tomado como referencia los datos de temperatura y rendimiento de los últimos 15 años, para tener un grado de confiabilidad en los resultados.

El proyecto ha consistido en graficar y generar una ecuación polinómica de 4to grado con las variables de la temperatura y el rendimiento, con la finalidad de determinar el impacto de la variación de la temperatura que afectan al cultivo de la Quinua y se han evaluado el resultado de los volúmenes de producción (basado en estándares de indicadores de rendimientos existentes), situación que ha permitido establecer el grado del efecto ocasionado en la zona de estudio.

Los efectos principales del genotipo y del ambiente (temperatura) afectan al rendimiento del cultivo tal como se observa en los resultados, llegando a la conclusión que el cultivo de la quinua soporta una temperatura mínima de 6.4°C y una máxima de 11°C, lo cual indica que la Quinua es uno de los cultivos que soporta esta variación de temperatura y es una buena opción para fomentar su producción.

Palabra clave: Variación de la Temperatura, Producción de la Quinua.

## EFFECTS OF VARIATION OF TEMPERATURE ON THE PRODUCTION OF QUINOA

### ABSTRACT

The increase in the gas concentration of the effect conservatory, causes the global heating. This fact, as well, generates an increase in the temperatures in different levels, which is related closely to the changes that experience the ecosystems, of which the most affected is agriculture.

With the objective to determine and to know which is the effect that produces the variation of the temperature in the production of quinua, has taken like reference the data from temperature and yield from last the 15 years, to have a degree of trustworthiness in the results.

The project has consisted of graficar and generating a polinómica equation of 4to degree with the variables of the temperature and the yield, with the purpose of determining the impact of the variation of the temperature that affect to the culture of quinua and they have evaluated the result of the volumes of production (based on standards of indicators of existing yields), situation that has allowed to establish the degree of the effect caused in the zone of study.

The main effects of the genotype and the atmosphere (temperature) affect to the yield of the culture as it is observed in the results, arriving the conclusion that the culture of quinua supports to a minimum temperature of 6°C and a Maxima of 11°C, which indicates that quinua is one of the cultures that supports this variation of temperature and is a good option to foment its production.

Key word: Variation of the Temperature, Production of the Quinua.

## I.- INTRODUCCIÓN

Para poder comprender el cambio global climático y el aumento de la temperatura, se debe primero comprender el clima global y cómo opera. El clima es consecuencia del vínculo que existe entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielos (criosfera), los organismos vivos (biosfera) y los suelos, sedimentos y rocas (geosfera). Sólo si se considera al sistema climático bajo esta visión holística, es posible entender los flujos de materia y energía en la atmósfera y finalmente comprender las causas del cambio global.

El estudio se ha desarrollado en el ámbito del distrito de Lampa, departamento de Puno, que está a una altura de 3892 msnm. El cual presenta un clima frígido.

Los efectos principales del genotipo y del ambiente (temperatura), tienen una influencia en los rendimientos del cultivo y por ende afecta también a la producción agrícola de la Quinoa en su variedad kancolla.

Se ha estudiado el rendimiento como parte de la producción de la Quinoa, ya que este cultivo es el que más se practica y es usado como fuente de alimentación y comercialización en las familias rurales, así también la Quinoa tiene otras utilidades como la alimentación animal, medicinal, control de plagas, como combustible, mal de altura, Industrial, etc

Si bien es cierto, que el rendimiento de la Quinoa se debe a diferentes factores, como calidad del aire, del suelo, del agua, de la semilla el entorno ambiental y el manejo agronómico, en el presente estudio se ha tratado lo más elemental de la incidencia de estos factores, pero en el entorno principal de las pérdidas de las cosechas que se expresan en los bajos volumen de producción

por efecto de las incidencias agrometeorológicas con la finalidad de adoptar medidas de contingencia científicas o tecnológicas pertinentes a fin de poder continuar conviviendo con la naturaleza.

### **1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El incremento en la concentración de gases del efecto invernadero, ocasiona el calentamiento global. Este hecho, a su vez, genera un aumento en las temperaturas a diferentes niveles, lo que está relacionado estrechamente con los cambios que experimentan los ecosistemas. Estos cambios en los ecosistemas pueden ser una de las causas que ocasionan la mayor recurrencia de eventos climáticos adversos como sequías, heladas, granizadas, fenómeno del Niño (FEN), inundaciones, etc.

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

En el distrito de Lampa, los últimos años ha reportado una baja alimentación de sus niños y por este motivo los niños son vulnerables ante la presencia de enfermedades relacionadas con la mala alimentación, todo este problema de la insuficiente producción agrícola ocasiona que las familias emigren a otros lugares, buscando mejores alternativas de solución para su propia subsistencia, dejando atrás la actividad agrícola.

## 1.2.- JUSTIFICACIÓN

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

El conocimiento del efecto que produce la variación de la temperatura, juega un rol fundamental como elemento que pueda ayudar en el manejo del cultivo, el conocimiento del clima en el entorno altoandino y en las estrategias enfocadas en la conservación de la biodiversidad. Si bien la actual dependencia de pocos cultivos exclusivos para el autoconsumo determinan bajos niveles en las relaciones de intercambio, lo que hace incrementar los índices de pobreza, también es conocer que la conservación de la biodiversidad en este contexto está directamente relacionado con el conocimiento de los productores y el aseguramiento de la auto subsistencia de las familias del distrito de Lampa.

Este trabajo es de importancia para que los productores tengan un documento base, que les indique la magnitud que está produciendo la variación de la temperatura en el distrito de Lampa y por consiguiente formular y/o plantear estrategias para que contrarresten las pérdidas de cosechas.

### **1.3.- OBJETIVOS**

#### **1.3.1.- Objetivo General**

DETERMINAR EL EFECTO DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN LA PRODUCCIÓN DE LA QUINUA DE LA VARIEDAD KANCOLLA EN EL DISTRITO DE LAMPA.

#### **1.3.2.- Objetivo Especifico**

- Conocer y graficar mediante cuadros estadísticos, la variación de la temperatura de los últimos 15 años, mediante los datos obtenidos de la estación meteorológica ubicada en la zona de estudio.
- Representar gráficamente la relación de la temperatura con el rendimiento de la Quinua de la variedad kancolla y generar una ecuación matemática.

### **1.4.- HIPÓTESIS**

#### **1.4.1.- Hipótesis General**

LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA INFLUYE EN LA PRODUCCIÓN DE LA QUINUA DE LA VARIEDAD KANCOLLA EN CADA CAMPAÑA AGRICOLA.

#### **1.4.2.- Hipótesis Específico.**

- La temperatura tiene un comportamiento variado a medida que pasa los años.
- Con la ecuación obtenida del grafico, se podrá generar un modelo numérico, que podrá ser usado para determinar producciones de la quinua a diferentes niveles de temperatura.

## **II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

### **2.1.- MARCO TEÓRICO**

Para realizar el presente estudio es necesario conocer los términos que se relaciona ya sea las causas que produce la variación de la temperatura, y conceptos de la quinua y su producción, empezaremos definiendo de la causa más principal que origina la variación de la temperatura.

#### **2.1.1.- EL CALENTAMIENTO GLOBAL**

Es definido como un fenómeno observado que registra un aumento de la temperatura promedio de la atmósfera terrestre y de los océanos, provocando un deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar ocasionado fundamentalmente por acción del hombre (informe sobre el desarrollo humano).

En su informe de síntesis el (panel de intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC), señala que “la mayor parte del aumento observado del promedio mundial de temperatura desde mediados del siglo XX se debe muy probablemente al aumento observado de las concentraciones de gases del efecto invernadero (GEI) antropogénicos. Es probable que se haya experimentado un calentamiento antropogénico apreciable en los últimos 50 años, en promedio para cada continente (exceptuada la región antártica)”. El IPCC señala mediante diversos estudios que las emisiones de GEI refuerzan este calentamiento y sus impactos, pero a pesar de ello, no ha sido capaz de aseverar que la elevación de la temperatura puede ser atribuida sólo a la actividad humana.

### **2.1.1.1.- CAMBIO CLIMATICO**

#### **2.1.1.1.1.- EL CLIMA.**

Según Trewartha G. (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.

#### **2.1.1.1.2.-ELEMENTOS DEL CLIMA**

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

#### **2.1.1.1.3.- FACTORES DEL CLIMA.**

Según Cazabone C., 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 elevara la temperatura del suelo aproximadamente el doble que la del agua. El suelo se calienta dos veces más pronto que el agua.

#### **2.1.1.1.4.-FACTORES QUE MODIFICAN EL CLIMA.**

Según Trewartha G. (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.

Los factores de más importancia que modifican el clima principalmente son las siguientes.

- **LATITUD GEOGRÁFICA**

- **Efectos sobre la temperatura atmosférica:**

La altitud determina la inclinación con la que caen los rayos del sol y la diferencia de la duración del día y la noche, cuando más directamente incide la radiación solar, mas calor aporta a la tierra. Las variaciones de la insolación que recibe la superficie terrestre se deben a los movimientos de rotación (variaciones diarias) y la traslación (variaciones estacionales).

Las variaciones en latitud son causadas, de hecho, por la inclinación de eje de rotación de la tierra. El Angulo de incidencia de los rayos del sol no es el mismo en verano que en invierno siendo la causa principal de las diferencias estacionales. Cuando los rayos solares inciden con mayor inclinación calientan mucho menos por que el calor atmosférico tiene que repartirse en un espesor mucho mayor de atmosfera, con lo que se filtra y dispersa parte de ese calor. Fácilmente se puede comprobar este hecho cuando comparamos la insolación producida en horas de la mañana y de la tarde (radiación con mayor inclinación), con la que recibimos en horas próximas al medio día (insolación más efectiva por tener menor inclinación) Es decir, una mayor inclinación en los rayos solares provoca que estos tengan un atravesar mayor cantidad de atmosfera, atenuándose más que si incidieran más perpendicularmente.

- **ALTITUD**

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

#### **2.1.1.2.-CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS**

##### **2.1.1.2.1.-CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA SEGÚN THORNTHWAITE.**

Según Thornthwaite, C. (1993), se basa en dos conceptos, la evaporación potencial y en balance de vapor de agua.

Para elaborar sus criterios de clasificación utiliza cuatro criterios básicos:

- Índice global de humedad.
- Variación estacional de la humedad efectiva.
- Índice de eficiencia térmica.
- Concentración estival de la eficacia térmica.

La evaporación potencial (ETP) se determina a partir de la temperatura media mensual, corregida según la duración del día.

El exceso o déficit se calcula a partir del balance de agua, que se obtiene a partir de la humedad (ml), y la ETP. Por ellos nos permite definir los tipos de clima, los cuales presentan diferentes subtipos en función las variaciones de la ETP que se produce en cada estación del año.

- **Análisis bioclimático.**

El análisis bioclimático es básico para poder entender, las características climáticas de una determinada zona o región de estudio, en este caso se hace un análisis climatológico de la región puno, en la cual del total existente de estaciones meteorológicas.

- **Microclimas.**

Un microclima es un clima local de características distintas a las que están en las mismas zonas en que se encuentra. El microclima es un conjunto de valores meteorológicos que caracterizan un contorno o ámbito reducido y que se diferencian de los que existen en el entorno por los factores.

Los factores que lo componen son la topografía, temperatura, humedad, altitud, latitud, insolación y la cobertura vegetal.

Para la definición del CAMBIO CLIMÁTICO, La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) definió que: *“Por ‘Cambio climático’ se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”*.

En la XII Conferencia Mundial de Cambio Climático realizada en Nairobi, Kenya el 7 de noviembre del 2006 se manifestó que el efecto invernadero actualmente es uno de los principales factores que provocan el calentamiento global de la tierra y por ende influye decisivamente en el cambio climático actual. Convirtiéndose en una de las más graves amenazas para la humanidad.

Para poder comprender el cambio global climático y el aumento de la temperatura global se debe primero comprender el clima global y cómo opera.

El clima es consecuencia del vínculo que existe entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielos (criosfera), los organismos vivos (biosfera) y los suelos, sedimentos y rocas (geosfera). Sólo si se considera al sistema climático bajo esta visión holística, es posible entender los flujos de materia y energía en la atmósfera y finalmente comprender las causas del cambio global.

Para ello es necesario analizar cada uno de los compartimentos interrelacionados, se comenzará con el más importante la atmósfera.

Miller, 1991 .La troposfera o baja atmósfera, es la que está en íntimo contacto con la superficie terrestre y se extiende hasta los 11 km. s.n.m. en promedio. Tiene un grosor que varía desde 8 km. en los polos hasta 16 km. en el ecuador, principalmente debido a la diferencia de presupuesto energético en esos lugares. Abarca el 75% de la masa de gases totales que componen la atmósfera, el 99% de la masa de la atmósfera se encuentra bajo los 30 km. s.n.m. Consta en particular, en 99% de dos gases, el Nitrógeno ( $N_2$ , 78%) y Oxígeno ( $O_2$ , 21%). El 1% que resta consta principalmente de Argón ( $Ar$ , 1%) y Dióxido de Carbono ( $CO_2$ , 0,035%). El aire de la troposfera incluye vapor de agua en cantidades variables de acuerdo a condiciones locales, por ejemplo, desde 0,01% en los polos hasta 5% en los trópicos. La temperatura disminuye con la altura, en promedio,  $6,5^\circ C$  por kilómetro. La mayoría de los fenómenos que involucran el clima ocurren en esta capa de la atmósfera, en parte sustentados por procesos convectivos que son establecidos por calentamiento

de gases superficiales, que se expanden y ascienden a niveles más altos de la troposfera donde nuevamente se enfrían

Esta capa incluye además los fenómenos biológicos. La tropopausa marca el límite superior de la troposfera, sobre la cual la temperatura se mantiene constante antes de comenzar nuevamente a aumentar por sobre los 20 km. s.n.m. Esta condición térmica evita la convección del aire y confina de esta manera el clima a la troposfera.

### **2.1.1.3.- EL EFECTO INVERNADERO**

La atmósfera de la Tierra está compuesta de muchos gases. Los más abundantes son el nitrógeno y el oxígeno. El resto, menos de una centésima parte, son gases llamados "de invernadero". No los podemos ver ni oler, pero están allí. Algunos de ellos son el dióxido de carbono, el metano y el dióxido de nitrógeno (Planeta sedna. 2005)

En pequeñas concentraciones, los gases de invernadero son vitales para nuestra supervivencia. Cuando la luz solar llega a la Tierra, un poco de esta energía se refleja en las nubes; el resto atraviesa la atmósfera y llega al suelo. Gracias a esta energía, por ejemplo, las plantas pueden crecer y desarrollarse.

Pero no toda la energía del Sol es aprovechada en la Tierra; una parte es "devuelta" al espacio. Como la Tierra es mucho más fría que el Sol, no puede devolver la energía en forma de luz y calor. Por eso la envía de una manera diferente, llamada "infrarroja". Un ejemplo de energía infrarroja es el calor que emana de una estufa eléctrica antes de que las barras comiencen a ponerse rojas.

Los gases de invernadero absorben esta energía infrarroja como una esponja, calentando tanto la superficie de la Tierra como el aire que la rodea. Si no existieran los gases de invernadero, el planeta sería ¡cerca de 30 grados más frío de lo que es ahora! En esas condiciones, probablemente la vida nunca hubiera podido desarrollarse. Esto es lo que sucede, por ejemplo, en Marte. En el pasado, la Tierra paso diversos periodos glaciales. Hoy día quedan pocas zonas cubiertas de hielo. Pero la temperatura mediana actual es solo 4 °C superior a la del último periodo glacial, hace 18000 años.

El efecto de calentamiento que producen los gases se llama efecto invernadero: la energía del Sol queda atrapada por los gases, del mismo modo en que el calor queda atrapado detrás de los vidrios de un invernadero. En el Sol se producen una serie de reacciones nucleares que tienen como consecuencia la emisión de cantidades enormes de energía. Una parte muy pequeña de esta energía llega a la Tierra, y participa en una serie de procesos físicos y químicos esenciales para la vida.

Prácticamente toda la energía que nos llega del Sol está constituida por radiación infrarroja, ultravioleta y luz visible. Mientras que la atmósfera absorbe la radiación infrarroja y ultravioleta, la luz visible llega a la superficie de la Tierra. Una parte muy pequeña de esta energía que nos llega en forma de luz visible es utilizada por las plantas verdes para producir hidratos de carbono, en un proceso químico conocido con el nombre de fotosíntesis. En este proceso, las plantas utilizan anhídrido carbónico y luz para producir hidratos de carbono (nuevos alimentos) y oxígeno. En consecuencia, las plantas verdes juegan un papel fundamental para la vida, ya que no sólo son la base de cualquier cadena

alimenticia, al ser generadoras de alimentos sino que, además, constituyen el único aporte de oxígeno a la atmósfera.

En la fotosíntesis participa únicamente una cantidad muy pequeña de la energía que nos llega en forma de luz visible. El resto de esta energía es absorbida por la superficie de la Tierra que, a su vez, emite gran parte de ella como radiación infrarroja. Esta radiación infrarroja es absorbida por algunos de los componentes de la atmósfera (los mismos que absorben la radiación infrarroja que proviene del Sol) que, a su vez, la remiten de nuevo hacia la Tierra. El resultado de todo esto es que hay una gran cantidad de energía circulando entre la superficie de la Tierra y la atmósfera, y esto provoca un calentamiento de la misma. Así, se ha estimado que, si no existiera este fenómeno, conocido con el nombre de efecto invernadero, la temperatura de la superficie de la Tierra sería de unos veinte grados bajo cero. Entre los componentes de la atmósfera implicados en este fenómeno, los más importantes son el anhídrido carbónico y el vapor de agua (la humedad), que actúan como un filtro en una dirección, es decir, dejan pasar energía, en forma de luz visible, hacia la Tierra, mientras que no permiten que la Tierra emita energía al espacio exterior en forma de radiación infrarroja.

En lo que respecta al efecto invernadero, se está produciendo un incremento espectacular del contenido en anhídrido carbónico en la atmósfera a causa de la quema indiscriminada de combustibles fósiles, como el carbón y la gasolina, y de la destrucción de los bosques tropicales. Así, desde el comienzo de la Revolución Industrial, el contenido en anhídrido carbónico de la atmósfera se ha incrementado aproximadamente en un 20 %. La consecuencia previsible de

esto es el aumento de la temperatura media de la superficie de la Tierra, con un cambio global del clima que afectará tanto a las plantas verdes como a los animales. Las previsiones más catastrofistas aseguran que incluso se producirá una fusión parcial del hielo que cubre permanentemente los Polos, con lo que muchas zonas costeras podrían quedar sumergidas bajo las aguas. Sin embargo, el efecto invernadero es un fenómeno muy complejo, en el que intervienen un gran número de factores, y resulta difícil evaluar tanto el previsible aumento en la temperatura media de la Tierra, como los efectos de éste sobre el clima.

Aún cuando no es posible cuantificar las consecuencias de éste fenómeno, la actitud más sensata es la prevención. El obtener un mayor rendimiento de la energía, así como el utilizar energías renovables, produciría una disminución del consumo de combustibles fósiles y, por lo tanto, de nuestro aporte de anhídrido carbónico a la atmósfera. Esta prevención también incluiría la reforestación, con el fin de aumentar los medios naturales de eliminación de anhídrido carbónico. En cualquier caso, lo importante es ser conscientes de cómo, en muchas ocasiones, nuestras acciones individuales tienen influencia tanto sobre la atmósfera como sobre la habitabilidad del planeta.

**2.1.1.3.1.- GASES DE EFECTO INVERNADERO**

En el siguiente cuadro tenemos un resumen de los gases que producen el efecto invernadero y sus fuentes que los originan.

Gases de efecto	Fuente
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	Gas de invernadero producido por uso de combustible fósil (petróleo, gas, carbón, etc) y por el cambio de uso de la tierra (deforestación). Este gas ha contribuido a mantener una temperatura constante dentro de la tierra, sin embargo en la actualidad, es responsable de casi el 76 % del calentamiento global previsto para los próximos años
Metano (CH <sub>4</sub> )	Al igual que el CO <sub>2</sub> , es producido por la combustión de combustible fósil, asimismo, se produce en los pozos de petróleo, minas de carbón al aire libre, cultivos de arroz y por la por la digestión alimenticia de los animales.
Oxido Nitroso N <sub>2</sub> O	Liberado por la combustión de vehículos motorizados Diesel, así como el empleo de fertilizantes nitrogenados.
Vapor de Agua (H <sub>2</sub> O)	Por evaporación, ebullición del agua líquida o por sublimación del hielo
Ozono (O <sub>3</sub> )	Presente en la estratosfera y la troposfera.
Hidrofluorocarbonos o HFC	Es usado por el hombre como disolvente para los aerosoles, refrigerantes y dispersores de espuma de uso industrial y doméstico
Perfluorocarbonos o PFC	Es provocado por la acción del hombre por la producción de aluminio por electrólisis.
Hexafluoruro de azufre o SF <sub>6</sub>	Provocado por la acción del hombre en la producción de magnesio

Fuente: Asociación Civil Labor / Amigos de la Tierra - Perú

A partir de 1979 diversos científicos comenzaron a afirmar que el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera supondría un calentamiento medio de la superficie de la tierra de entre 1.5 y 4.5° C. debido principalmente a los altos niveles de de emisión de GEI producidos por los países desarrollados; niveles que se relacionan principalmente al uso ineficiente de la energía y los recursos naturales. Otro factor que debe considerarse es que la intensidad de este problema se irá incrementando rápidamente ya que el mundo pierde aproximadamente 13 millones de hectáreas de bosque anuales generando 20% más de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera

#### **2.1.1.4.- PANORAMA DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

La mayoría de modelos del clima, recientemente elaborados por científicos predice que el aumento de la temperatura en los próximos 50 años sería de 2° a 4° C, en los casos más conservadores, esto se debe principalmente al incremento de la concentración del CO<sub>2</sub> que ha ido de 280 (PPM) porciones por millón de CO<sub>2</sub> aproximadamente , antes de revolución industrial a 430 (PPM) en la actualidad y se prevé un aumento a 550ppm de CO<sub>2</sub> antes del 2050, esto generaría impactos profundos en los ecosistemas, tales cambios tan abruptos no se habrían visto desde la última edad de hielo.

Se prevé que el consumo de energía aumente en un 50 % en los próximos 25 años, y que los países continúen dependiendo de combustibles fósiles para satisfacer sus necesidades.

Se anticipa que las emisiones de dióxido de carbono (el gas que más contribuye al efecto invernadero) se dupliquen para el 2030.

Según el panel intergubernamental del cambio climático, un comité de 3.000 expertos de 113 países, los cambios más drásticos se verán a través del agua factor principal de regulación de la vida en el planeta, con aumentos en la temperatura de solo 2° C de lo actual , los niveles de los océanos aumentaran de 18 cm. a 59 cm. generando inundaciones en las ciudades costeras siendo muy susceptible a esto las islas pequeñas del Caribe y el Pacífico, uno de los expertos líderes del comité afirmó que si el incremento es mayor a 3°C puede ocurrir un aumento del nivel de los océanos en aproximadamente 7 metros, lo que originaría desplazamientos de centenares de millones de personas, desapareciendo sistemas costeros enteros, acelerando la erosión marina, y en conclusión modificando enormemente la geografía además del enorme impacto social que ocurriría.

Actualmente hay un 1% de las tierras del planeta que sufre de sequías, se calcula que a finales de este siglo aproximadamente un tercio de las tierras del planeta se encontrara en sequía drástica.

Un calentamiento en las zonas de suelos helados "permafrost", liberaría grandes cantidades de CH<sub>4</sub> que aumentarían el calentamiento global los ecosistemas serán particularmente vulnerables con un aumento de 2° C del 15% al 40% de las especies se verán potencialmente frente a la extinción.

Geográficamente los países en desarrollo se encuentran en una desventaja porque su temperatura en promedio es mayor en comparación a regiones mas desarrolladas en consecuencia este calentamiento traerá en estos lugares pobres altos costos y pocas ventajas.

El Perú, después de Honduras y Bangladesh, es el tercer país de Latinoamérica más vulnerable del mundo al cambio climático, el efecto del calentamiento global se puede ver claramente en el retroceso de varios glaciares principal fuente hídrica para los ríos andinos, según el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), la disminución de los glaciares ha sido de un 22% de su superficie en relación a 1970, que equivale aproximadamente al agua que consume el Perú en una década.

Además se sostiene que nadie puede detener este incremento de la temperatura del planeta en un grado *in crescendo*, por lo que definitivamente sufriremos eventos climáticos extremos como huaicos, heladas, lluvias y otros por demás conocidos, pero en su peor dimensión. Es muy probable que entre el 2009 y el 2015 padezcamos un Fenómeno El Niño con las características del evento de 1982-83, y aún sobredimensionado.

Un estudio elaborado entre el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) indica que en Paita el incremento del nivel del mar observado es de 0.24 cm. / año. Las playas de Miraflores cada vez son más breves.

Se estima que para el año 2100 el glaciar del Santa, en Huaraz, ya no exista.

Dentro de 15 ó 20 años aquellos hermosos picos nevados que se encuentren por debajo de los 5500 metros también desaparecerán. Se estima que un retroceso del nevado Huaytapallana afectaría al 40% de la energía del país.

En el año 2001, los glaciares de la Cordillera Blanca (la más espléndida de los Andes peruanos) ya habían retrocedido en un 22%. Es decir que ahora ese porcentaje debe ser mucho mayor. Lo lamentable es que ese 22% significó,

aproximadamente, el agua que consumimos (y necesitamos) todos los peruanos en una década.

El principal problema de esta deglaciación es que luego de ella habrá un lugar menos disponible de agua y el planeta en su conjunto comenzará a padecer de escasez de ella. El problema, aún no evidente, es que la seguridad alimentaria de todo país depende del agua.

En nuestro país, el 98% del agua se encuentra en la cuenca del Amazonas, precisamente donde casi no se realiza ninguna actividad productiva. El 1.7% está en la cuenca del Pacífico, donde se ubica el 60% de la población y el 70% de las actividades productivas.

Por otro lado para seguir realizando el estudio es muy necesario saber el tipo de cultivo de el que se esta tratando, en este caso detallaremos las principales características de la Quinoa.

## **2.1.2.-EL CULTIVO DE LA QUINUA**

### **2.1.2.1.-DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA QUINUA.**

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

altitud, así como en los climas más cálidos de los valles andinos llegando hasta condiciones subtropicales.

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

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

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

Mujica, A.(1995),La quinua, es una planta herbácea anual, de amplia dispersión geográfica, presenta características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas donde se la cultiva, fue utilizada como alimento desde tiempos inmemoriales, se calcula que su domesticación ocurrió hace más de 7000 años antes de Cristo, presenta

enorme variación y plasticidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales, se cultiva desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm, desde zonas áridas, hasta zonas húmedas y tropicales, desde zonas frías hasta templadas y cálidas; muy tolerante a los factores abióticos adversos como son sequía, helada, salinidad de suelos y otros que afectan a las plantas cultivadas. Su período vegetativo varía desde los 90 hasta los 240 días, crece con precipitaciones desde 200 a 2600 mm anuales, se adapta a suelos ácidos de pH 4.5 hasta alcalinos con pH de 9.0, sus semillas germinan hasta con 56 mmhos/cm de concentración salina, se adapta a diferentes tipos de suelos desde los arenosos hasta los arcillosos, la coloración de la planta es también variable con los genotipos y etapas fenológicas, desde el verde hasta el rojo, pasando por el púrpura oscuro, amarillento, anaranjado, granate y demás gamas que se pueden diferenciar

#### **2.1.2.2.- FASES FENOLÓGICAS.**

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

Cuando hay presencia de veranillos sin heladas, la duración de las fases fenológicas se acorta y el periodo vegetativo también es corto y el rendimiento es óptimo. También influye la duración de la humedad del suelo, por ejemplo en un suelo franco arcilloso, las fases fenológicas se alargan debido al alto

contenido de humedad en el suelo o alta capacidad de retener agua; en cambio en un suelo franco arenoso sucede todo lo contrario.

Fases fenológicas:

#### **a) EMERGENCIA**

Es cuando la plántula emerge del suelo y extiende las hojas cotiledonales, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hileras nítidas, esto depende de la humedad del suelo; si el suelo esta húmedo, la semilla emerge al cuarto día o sexto día de la siembra. En esta fase la planta puede resistir a la falta de agua, siempre dependiendo del tipo de suelo; si el suelo es franco-arcilloso. Si el suelo es franco-arenoso, puede resistir aproximadamente, hasta 7 días. También la resistencia depende mucho, del tipo de siembra; si es al voleo sin hacer surco, no resistirá a la sequía; si se siembra también al voleo pero dentro del surco, podrá resistir a la sequía.

#### **b) DOS HOJAS VERDADERAS**

Es cuando dos hojas verdaderas, extendidas que ya poseen forma lanceolada y se encuentra en la yema apical el siguiente par de hojas, ocurre a los 10 a 15 días después de la siembra y muestra un crecimiento rápido en las raíces. En esta fase la planta también es resistente a la falta de agua, pueden soportar de 10 a 14 días sin agua, siempre dependiendo de los factores ya mencionados en la emergencia.

#### **c) CUATRO HOJAS VERDADERAS**

Se observan dos pares de hojas extendidas y aun están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en la yema apical las

siguientes hojas del ápice; en inicio de formación de yemas axilares del primer par de hojas; ocurre aproximadamente a los 25 a 30 días después de la siembra.

#### **d) SEIS HOJAS VERDADERAS**

Se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento. Esta fase ocurre aproximadamente a los 35 a 45 días después de la siembra, en la cual se nota claramente una protección del ápice vegetativo por las hojas más adultas.

#### **e) RAMIFICACIÓN**

Se observa ocho hojas verdaderas extendidas con presencia de hojas axilares hasta el tercer nudo, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices en el tallo, también se nota presencia de inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre aproximadamente a los 45 a 50 días de la siembra. Durante esta fase se efectúa el aporque y fertilización complementaria.

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

#### **f) INICIO DE PANOJAMIENTO**

La inflorescencia se nota que va emergiendo del ápice de la planta, observado alrededor aglomeración de hojas pequeñas, las cuales van cubriendo la panoja en sus tres cuartas partes; ello puede ocurrir aproximadamente a los 55 a 60 días de la siembra, así mismo se puede apreciar amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que ya

no son fotosintéticamente activas) y se produce una fuerte elongación del tallo, así como engrosamiento.

#### **g) PANOJAMIENTO**

La inflorescencia sobresale con claridad por encima de las hojas, notándose los glomérulos que la conforman; así mismo, se puede observar en los glomérulos de la base los botones florales individualizados, puede ocurrir aproximadamente a los 65 a los 75 días después de la siembra, a partir de esta etapa hasta inicio de grano lechoso se puede consumir las inflorescencias en reemplazo de las hortalizas de inflorescencia tradicionales, como por ejemplo a la coliflor.

#### **h) INICIO DE FLORACIÓN**

Es cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, aproximadamente puede ocurrir a los 75 a 80 días después de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía con helada; se puede notar en los glomérulos las anteras protegidas por es perigonio de un color verde limón.

#### **i) FLORACIÓN**

Se considera a esta fase cuando el 50% de las flores de la inflorescencia de las panojas se encuentran abiertas, puede ocurrir aproximadamente a los 90 a 80 días después de la siembra, esta fase es muy sensible a las heladas y granizadas, debe observarse la floración a medio día cuando hay intensa luminosidad solar, ya que en horas de la mañana y al atardecer se encuentra cerradas, así mismo la planta comienza a eliminar las hojas inferiores que son menos activas fotosintéticamente,

se ha observado que en esta etapa cuando se presentan altas temperaturas que superan los 38°C se produce aborto de las flores, sobre todo en invernaderos o zonas desérticas calurosas. Cuando hay presencia de veranillos o sequías de 10 a 15 días de duración en esta fase es beneficioso para una buena polinización; cruzada o autopolinizada, siempre en cuanto no haya presencia de heladas.

#### **j) GRANO LECHOSO**

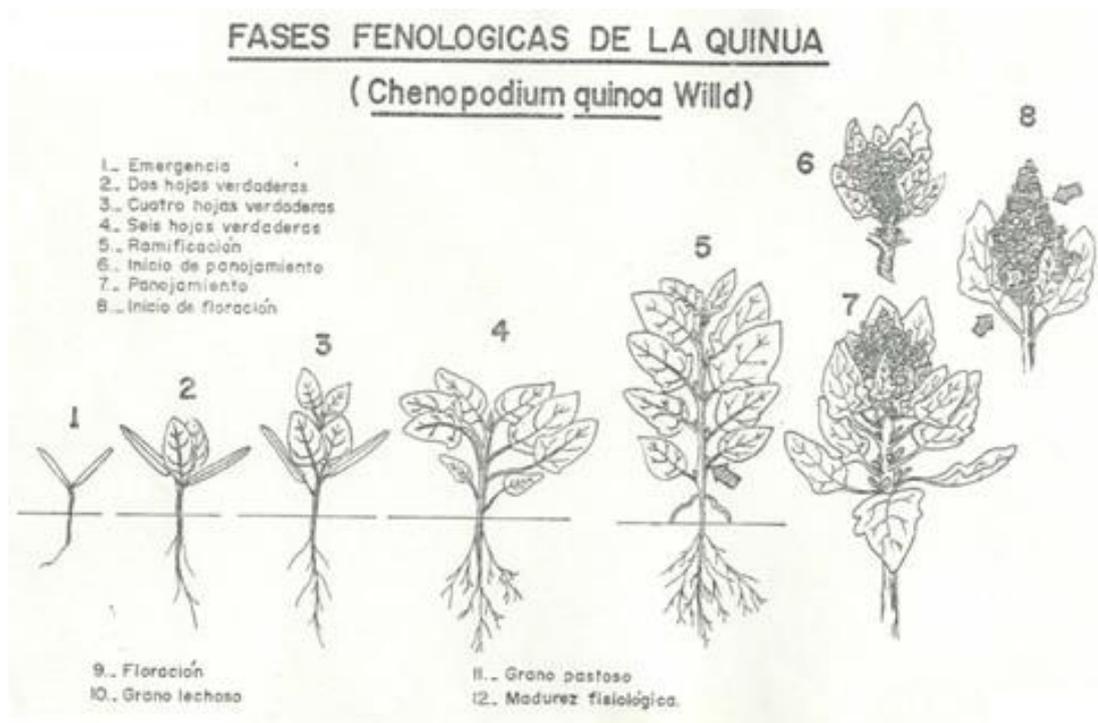
El estado de grano lechoso es cuando los frutos que se encuentran en los glomérulos de la panoja, al ser presionados explotan y dejan salir un líquido lechoso, aproximadamente ocurre a los 100 a 130 días de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento disminuyéndolo drásticamente el llenado de grano (en suelos franco-arenoso), pero en suelos francoarcilloso es normal.

#### **k) GRANO PASTOSO**

El estado de grano pastoso es cuando los granos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, puede ocurrir aproximadamente a los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque, de Kcona-kcona (*Eurysacca quinoae*) y aves (gorriones, palomas) causa daños considerables al cultivo, formando nidos y consumiendo el grano. En esta fase ya no es necesario las precipitaciones pluviales (lluvia).

## I) MADUREZ FISIOLÓGICA

Es cuando el grano formado es presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, aproximadamente ocurre a los 160 a 180 días a más después de la siembra, el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%, el lapso comprendido de la floración a la madurez fisiológica viene a constituir el periodo de llenado del grano, asimismo en esta etapa ocurre un amarillamiento y defoliación completa de la planta. En esta fase la presencia de lluvia es perjudicial porque hace perder la calidad y sabor del grano.



### **2.1.3.- RELACIÓN DE LA TEMPERATURA CON LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS**

#### **2.1.3.1.- CALORÍAS**

Torres E. (2006), Es una unidad que mide la cantidad de calor: una caloría es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 1g de agua pura en 1C<sup>0</sup>, las escalas termométricas más usadas son la absoluta (kelvin), la centrigada (Celsius) y la Fahrenheit.

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

#### **2.1.3.2.-GRADOS DE CALOR**

Torres Ruiz, E. (2006), Una planta para completar su ciclo vegetativo, debe acumular cierto número de grados de temperatura; por lo tanto, se han ideado varios métodos para controlar la acumulación progresiva de grados a partir de la fase inicial, el método más sencillo es el de suma de temperaturas medias diarias, propuesto por Reamur, que consiste en sumar las temperaturas medias diarias, ya sean entre dos fases o durante todo el ciclo; sin embargo, este método no ha dado resultados esperados debido posiblemente a que los demás factores que intervienen el desarrollo vegetal, son una variable no considerara en el método ni tampoco las temperaturas bajo 0<sup>0</sup>C.

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

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

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

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

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

o por otra parte, la concentración de sales en el protoplasma puede llegar a ser alta que tena efectos tóxicos.

La planta se daña también cuando pasa por un periodo más o menos largo, con una temperatura de unos 4 °C, ya que disminuye notoriamente su absorción de agua del suelo y continúa su transpiración, por lo que puede llegar a morir por deshidratación si el periodo bajo esta temperatura es largo.

## **2.2.- MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1.-TEMPERATURA**

La 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).

La temperatura está relacionada con la energía interior de los sistemas termodinámicos, de acuerdo al movimiento de sus partículas, y cuantifica la actividad de las moléculas de la materia: a mayor energía sensible, más temperatura.

### **2.2.2.- LA QUINUA**

La quinua es un cereal originario de los Andes Peruanos y de otros países de Sudamérica. Sus orígenes son muy antiguos. Constituía una de las comidas básicas para los antiguos habitantes de los Andes y que actualmente se sigue produciendo para el autoconsumo, la comercialización y la exportación.

### 2.2.3.- PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

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

### III.- MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

##### 3.1.1.- UBICACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

- **LOCALIZACIÓN POLÍTICA:**

- Departamento : Puno
- Provincia : Lampa
- Distrito : Lampa

- **VIAS DE ACCESO:**

La vía de acceso que parte desde Juliaca hasta Lampa, mediante una carretera asfaltada, en las épocas de avenidas (temporadas lluviosos) muchas veces se encuentra en un estado calamitoso dichas vías de acceso locales, como consecuencia más tiempo de viaje, pero en las épocas de estiaje (temporada de sequías) se encuentra conservada, ahorrando tiempo y un viaje seguro.

Desde – Hasta	Distancia (Km)	Tiempo (Min)	Tipo de Vía
Puno – Juliaca	45	50	Asfaltado
Juliaca – Lampa	22	25	Asfaltado

- **UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

La provincia de Lampa ésta ubicada en la parte centro occidental del departamento de Puno, aproximadamente entre las coordenadas geográficas 15° 21' 42" de latitud sur y 70° 21' 54" de longitud oeste, tiene como límites:

- ✓ Por el Norte, con las provincias de Melgar y Azángaro.
- ✓ Por el Este, con la provincia de San Román
- ✓ Por el Sur, con la provincia de Cailloma del Departamento de Arequipa y Ubinas del Departamento de Moquegua.
- ✓ Por el Oeste, con las provincias de Espinar y Canas del Departamento del Cusco.

### **3.1.2.- CLIMA**

El clima es muy variado es frígido con heladas intensas en invierno durante los meses de mayo, junio, julio y agosto, este último con fuertes vientos; es suave y templado durante los meses primaverales de setiembre, octubre y noviembre; es lluvioso matizado con nevadas y granizados durante los meses de diciembre, enero, febrero, marzo a veces hasta abril.

El clima en Lampa es semi-seco, frígido, ventoso y heladizo en época seca, y durante el día hay fuerte sensación de calor, sobre todo en los meses de septiembre hasta marzo.

La precipitación pluvial normal es de 649.8 mm/año (promedio de 20 años), con temperatura media promedio de 8.8 °C, con una mínima de -0,6 °C, con oscilación de temperatura que llega a los 17 °C.

### **3.1.3.- ACTIVIDAD AGRÍCOLA**

Es una de las actividades fundamentales que, conjuntamente con la ganadería se convierten en la base económica de este distrito. Esta actividad se desarrolla con diversidad y énfasis en las partes planas y laderas de los distritos de Lampa, Pucará, Nicasio, Calapuja y Cabanilla.

Los principales cultivos que se desarrollan según su importancia son la quinua, papa, avena, cebada, conducido bajo una tecnología mayormente tradicional (semilla no garantizada uso limitado de fertilizantes y pesticidas, maquinaria agrícola cuyo uso es limitado), con expresión de medianos productores que cuentan relativamente con orientación técnica y alquilan maquinaria agrícola e insumos para diversas labores culturales, fundamentalmente en el cultivo de papa y avena forrajera; a nivel de las Comunidades Campesinas la asistencia técnica directa y servicio con maquinaria agrícola se viene efectivizando desde hace cerca de una década.

### **3.2.- MATERIALES E INSTRUMENTOS**

- Carta nacional de escala 1/100,000.
- Registro de datos históricos de la temperatura de la estación meteorológica de Lampa
- Registro datos de producción y rendimiento de la Quinua variedad kancolla, comprendido entre los últimos 15 años.
- Software estadístico ssps IBM y Excel.
- Software de Gis y Cad.

### **3.3.-TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

El tipo de estudio que se utilizó fue correlacional, que consiste en describir y explicar la relación que existe entre la temperatura y la producción de la Quinua variedad kancolla.

### **3.4.- DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

En el presente estudio se ha planteado el diseño no experimental, porque lo que se hace en la investigación, es observar las variables tal y como se presentan para después ser analizados.

### **3.5.- POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO.**

La población del presente estudio está constituida por datos obtenidos de dos instituciones del estado.

- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).
- Dirección Regional Agraria (DRA).

Para la obtención de los datos de temperatura, se cuenta con una estación ubicada en la zona de estudio y para la obtención de la producción, la DRA cuenta con una Agencia Agraria en Lampa.

### **3.6.- METODOLOGIA.**

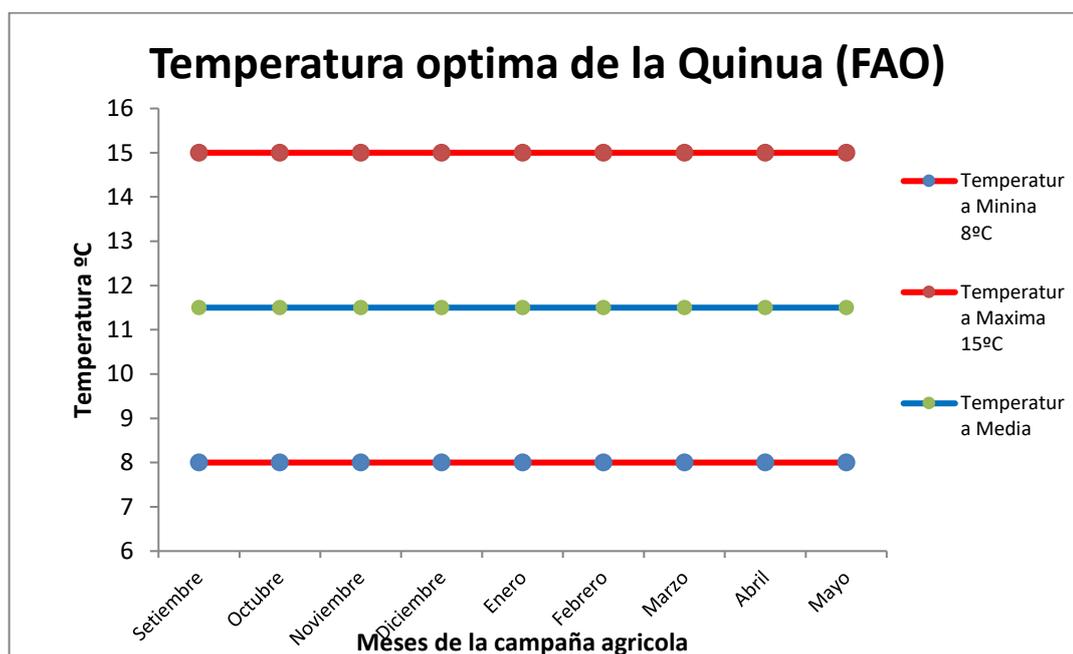
La metodología empleada en el presente trabajo de investigación es el método correlacional descriptivo no experimental, que consistió en la recopilación, identificación y selección de datos, para después ser procesado con ayuda de un software estadístico.

En este caso se ha utilizado como herramienta base, el programa EXCEL y como también SSPS IBM para la obtención de cuadros y gráficos que nos ha permitido la interpretación de estos datos.

### **3.7.- PROCEDIMIENTO**

Para poder procesar los datos ha analizado el comportamiento de la temperatura en cada campaña agrícola de la Quinoa (*chenopodium quinoa*), que tiene una duración de 9 meses, para luego obtener un grafico (X=Meses ,

Y= Temperatura), teniendo en cuenta las condiciones óptimas del cultivo que nos proporciona la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), que nos indica que la temperatura óptima de la Quinua, es de una temperatura mínima de 8°C y una máxima de 15°C, con este rango se puede analizar el comportamiento de la temperatura en estos 9 meses que dura la campaña agrícola de la quinua.



Con ayuda del gráfico anterior se ha analizado el comportamiento de la temperatura en cada campaña agrícola durante los últimos 15 años, realizando un gráfico para cada año determinándolos años en que se esta temperatura se comporta de la manera adecuada frente a este cultivo.

Para el análisis del rendimiento de la Quinua, se ha analizado todos los meses que dura la campaña agrícola, en especial los meses en que se ha sembrado y también los meses en que se ha cosechado, tomando en cuenta la cantidad trabajada, en este caso será para la producción en Tn/ha, y el rendimiento en Kg/ha.

Una vez con estos datos ya definidos, se genera un cuadro teniendo como datos la temperatura promedio en °C y el rendimiento en Kg/ha de cada campaña agrícola durante los últimos 15 años, para luego obtener un gráfico que nos permita analizar el comportamiento del rendimiento ante la variación de la temperatura.

### **3.7.1.- 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.

### **3.7.2.- ANÁLISIS DE REGRESIÓN**

Se usó esta técnica ya que nos ha permitido determinar la naturaleza de la relación funcional entre las dos variables, además nos ha permitido predecir los valores de  $Y=f(x)$  con un cierto grado de aproximación.

Para tal efecto se realizó los siguientes pasos.

1.- 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 hallar las sumatorias se elaboro una tabla y se reemplazo en la matriz, para después hallar la matriz inversa y una vez calculado los parámetros a, b, c, d y e, se reemplaza en la ecuación polinómica de 4to grado.

2.- Una vez obtenido la función se reemplazo 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).

3.- Para hallar 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= numero de pares

4.- Una vez hallados estos valores se tiene el coeficiente de correlación de la siguiente manera.

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

5.- Por último se calculó el análisis de varianza (ANOVA), para la polinomial según el siguiente cuadro.

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

Una vez que se tiene el valor de Fc, 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  $H_0$ .

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1.-TEMPERATURA

Para la obtención de estos datos se ha recurrido a la información que emite la estación meteorológica de Lampa cuya ubicación es:

Estación Lampa:

- Tipo : convencional – meteorológica.
- Latitud : 15° 40'24"
- Longitud : 70° 22'20"
- Altitud : 3892 msnm

Los datos requeridos para el presente estudio, son la temperatura media mensual de todos los meses que influyen en cada campaña agrícola, en este caso se usa la temperatura media de los meses de setiembre a mayo, tal como se muestra en la tabla N° 01

**Tabla N° 01 Temperatura Media de Cada Campaña Agrícola**

	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
1997-1998	8.2	9.4	10.1	11.7	12.5	12.6	11.7	10.0	6.5
1998-1999	7.6	9.4	9.8	10.7	10.5	10.3	10.2	9.2	7.2
1999-2000	7.7	9.1	8.9	10.3	10.3	9.9	9.9	8.6	7.1
2000-2001	7.9	8.8	9.6	9.6	9.9	10.0	9.7	8.8	6.8
2001-2002	8.6	9.6	10.7	10.2	10.5	10.6	10.2	9.3	7.6
2002-2003	8.3	10.0	10.6	10.7	10.5	10.8	9.9	8.7	6.8
2003-2004	6.8	7.9	9.1	10.8	9.8	9.6	9.7	9.0	5.5
2004-2005	7.2	8.8	10.0	11.3	10.8	10.2	10.8	9.8	6.4
2005-2006	7.9	9.6	9.8	10.1	9.7	10.6	10.7	9.2	5.7
2006-2007	7.1	9.5	10.9	10.7	10.5	10.3	10.1	9.1	7.1
2007-2008	10.5	9.5	9.2	9.8	9.9	9.7	9.3	7.8	6.3
2008-2009	7.0	9.1	8.8	9.6	9.6	9.4	9.0	8.2	6.9
2009-2010	7.8	9.5	10.6	10.5	10.9	10.9	10.7	9.8	7.9
2010-2011	8.0	9.4	9.5	10.6	10.9	10.1	9.9	9.1	7.1
2011-2012	9.6	11.5	11.0	10.1	10.0	9.8	9.5	9.5	6.1

Fuente: SENAMHI - INRENA

#### 4.2.-PRODUCCIÓN

La producción es una información básica para realizar el cálculo, para la obtención de estos datos se cuenta con la agencia agraria de Lampa, que tiene una mesa de trabajo, que son los encargados en realizar cada campaña agrícola de la Quinoa, llevando un control entre las hectáreas sembradas y las hectáreas cosechadas.

Los datos disponibles de la producción que cuenta esta agencia son desde el año de 1997 hasta el año 2012, que nos daría un tiempo de estudio de 15 años.

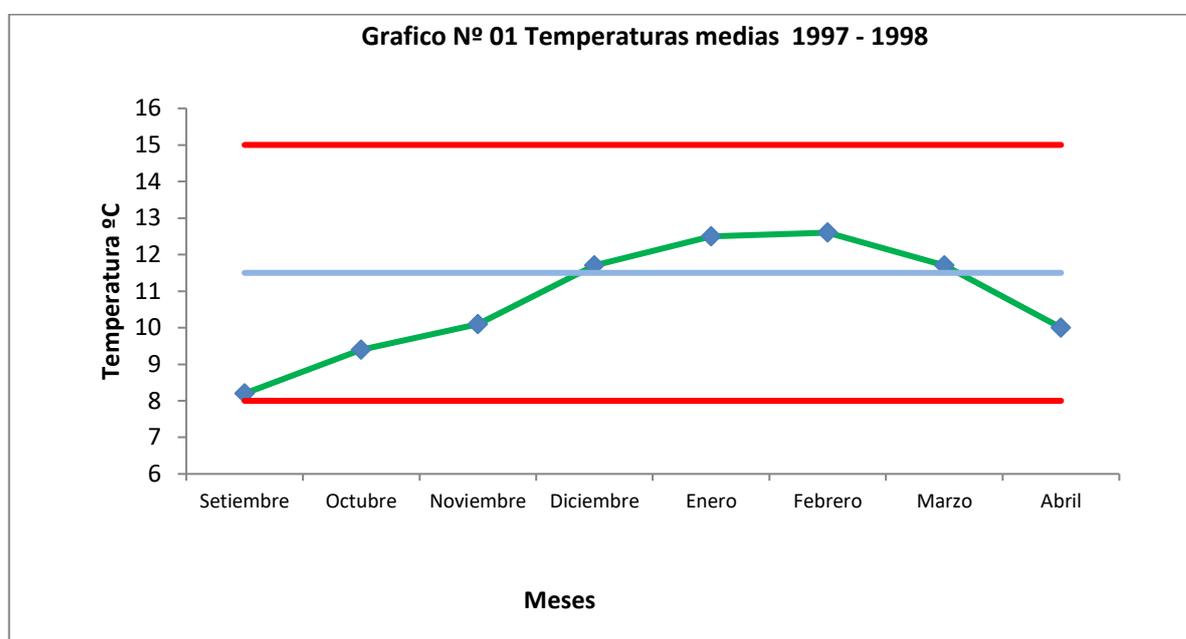
En vista de que las áreas sembradas es variado y que en algunos casos, es afectado por pérdidas de las hectáreas sembradas a causa de otros factores bioclimáticos, afecta a la producción total de cada campaña agrícola, es que por eso se ha tomado la variable del rendimiento como dato para realizar los cálculos ya que este rendimiento nos da la cantidad producida por hectárea.

Para un mejor análisis del comportamiento de la Quinoa se ha relacionado los meses que dura cada campaña agrícola con la temperatura media.

A continuación se detalla las campañas agrícolas desde el año 1997 hasta el año 2012, con sus respectivos gráficos del comportamiento de la temperatura.

Cuadro N° 01 campaña agrícola 1997 – 1998

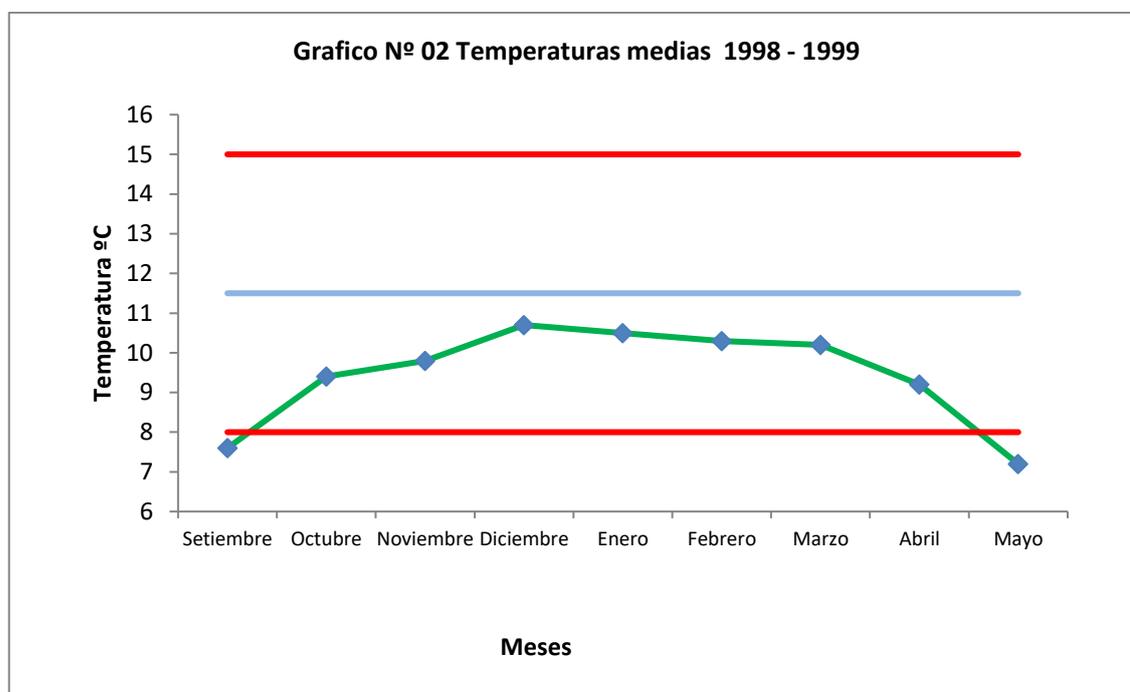
				Meses	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
				Temperatura Media °C									
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.										
1997-1998	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		150.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	250.00		-
		Siembras (ha.)	300.00	150.00	150.00								-
		Cosechas (ha.)	300.00								50.00	250.00	-
		Rendimiento (Kg./ha.)	846.67								0.78	0.86	-
		Produccion (t.)	254.00								39.00	215.00	-
		Precio Chacra (S/Kg.)	1.06								1.00	1.07	-



En el grafico N° 01 se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, aun así el rendimiento que se obtuvo en esta campaña agrícola es baja con una cantidad de 846.67Kg/ha. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses y las cosechas se realizaron un mes antes de lo normal.

Cuadro N° 02 campaña agrícola 1998 – 1999

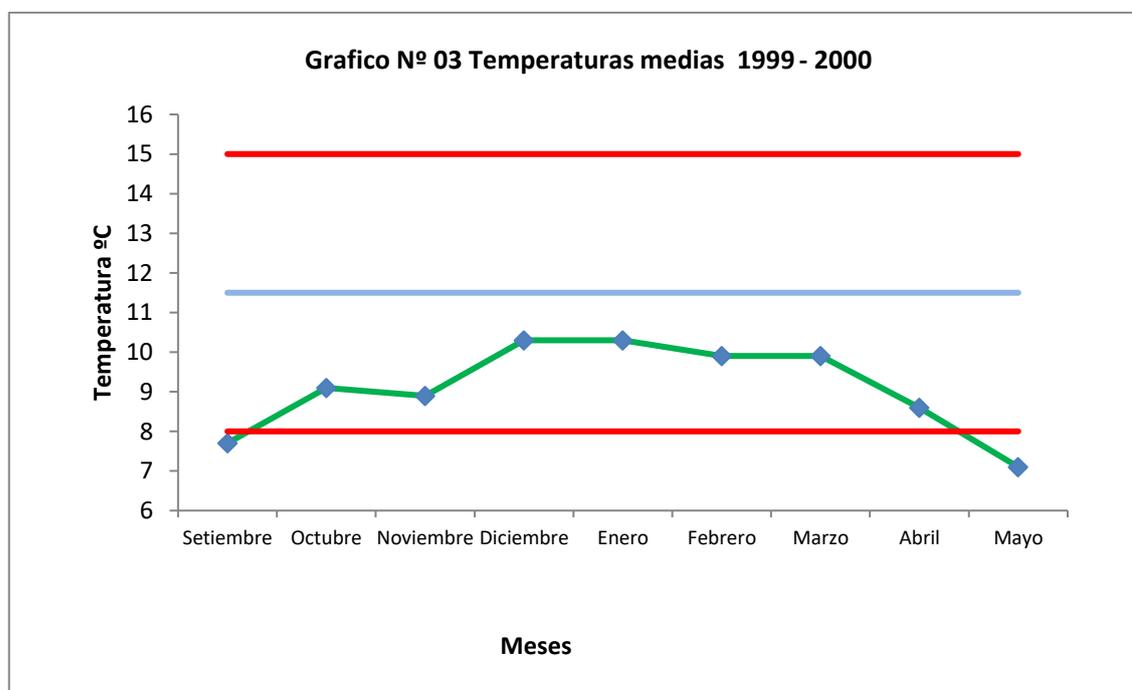
		Temperatura Media °C											
		Meses	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY		
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.										
1998-1999	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		50.00	240.00	330.00	330.00	297.00	297.00	297.00	97.00		
		Siembras (ha.)	330.00	50.00	190.00	90.00							
		Sup Perdida (ha.)	33.00					33.00					
		Cosechas (ha.)	297.00								200.00	97.00	
		Rendimiento (Kg./ha.)	949.49								0.95	0.95	
		Produccion (t.)	282.00								190.00	92.00	
		Precio Chacra (S/Kg.)	1.02								1.02	1.01	



En el grafico N° 02, se observa que en los meses de setiembre y mayo la temperatura mínima llega a menos de 8°, pero aun así el rendimiento obtenido ha aumentado a comparación del la campaña agrícola anterior, en 102.82 kg/ha. La siembra se realizo en tres meses y la duración de la campaña fue normal de 9 meses

Cuadro N° 03 Campaña Agrícola 1999 – 2000

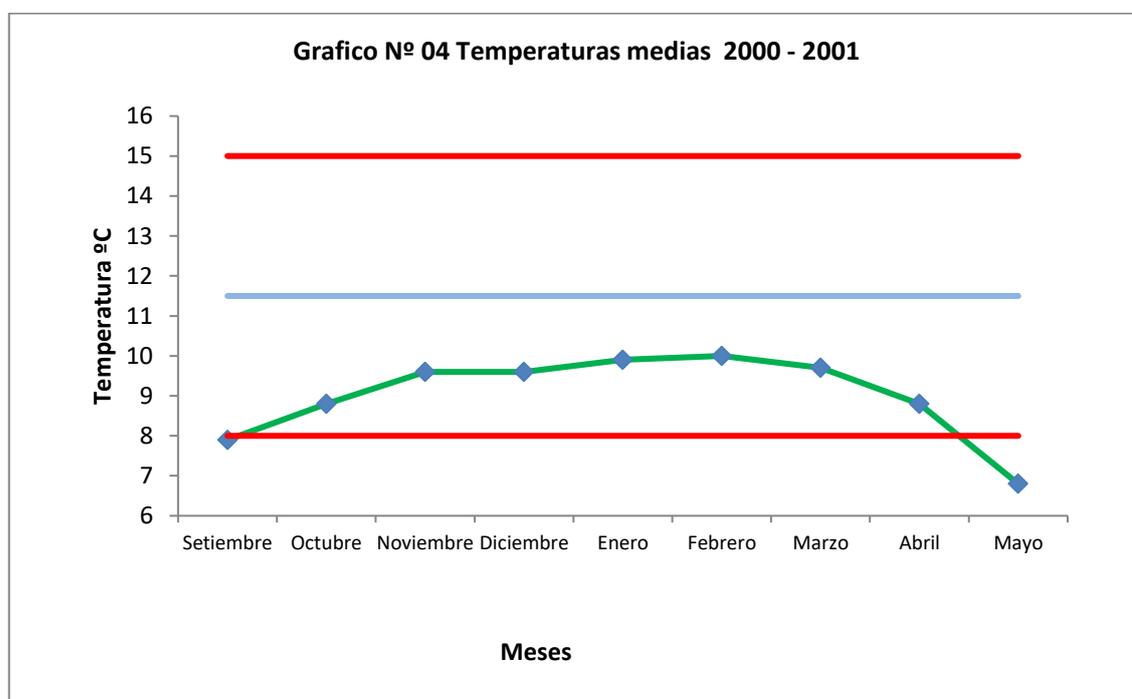
		Temperatura Media °C											
		Meses	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY		
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.										
1999-2000	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		110.00	340.00	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00	200.00		
		Siembras (ha.)	390.00	110.00	230.00	50.00							
		Cosechas (ha.)	390.00								190.00	200.00	
		Rendimiento (Kg./ha.)	1,046.15								1.05	1.05	
		Produccion (t.)	408.00								199.00	209.00	
		Precio Chacra (S/Kg.)	1.04								1.03	1.04	



En el grafico N° 03, al igual que el anterior grafico, la temperatura mínima es menor que 8°C, en el mes de setiembre y mayo, pero su rendimiento es aceptable con una cantidad de 1,046.15 kg/ha. Esto se debe a que las hectáreas sembradas son mayores que las campañas anteriores.

Cuadro Nº 04 campaña agrícola 2000 – 2001

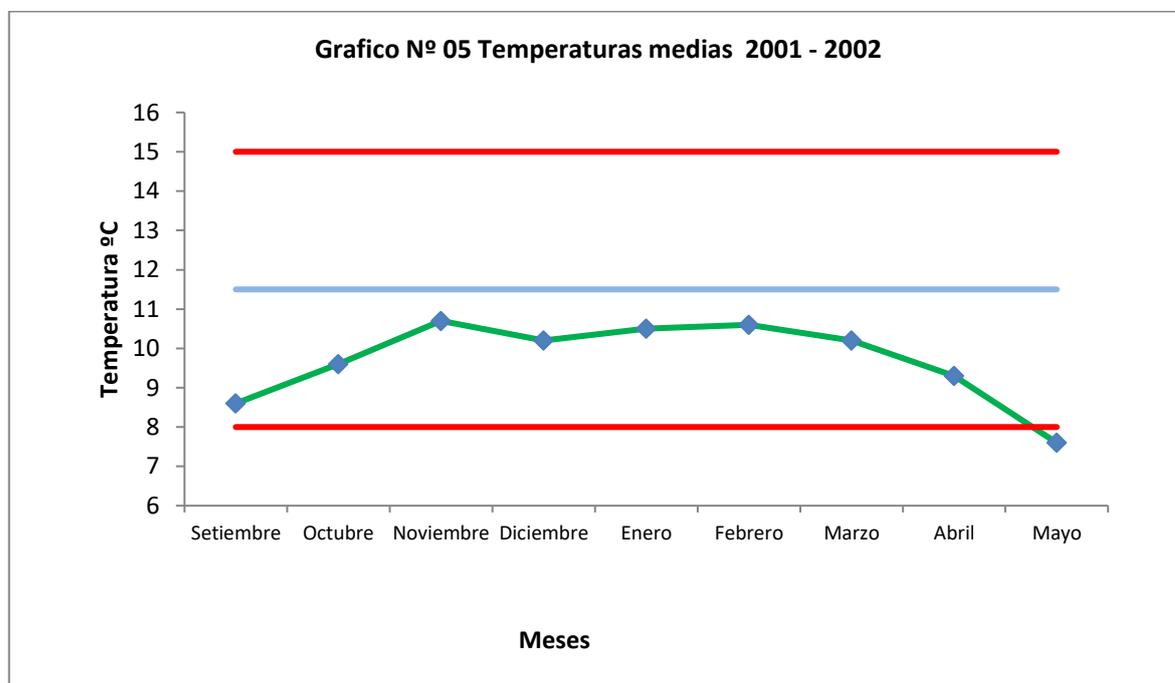
		Temperatura Media °C										
		Meses	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
			7.9	8.8	9.6	9.6	9.9	10.0	9.7	8.8	6.8	
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.									
2000-2001	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		15.00	410.00	410.00	410.00	410.00	410.00	328.00	148.00	
		Siembras (ha.)	410.00	15.00	395.00							
		Sup Perdida (ha.)	82.00						82.00			
		Cosechas (ha.)	328.00								180.00	148.00
		Rendimiento (Kg./ha.)	804.88								0.76	0.87
		Produccion (t.)	264.00								136.00	128.00
		Precio Chacra (S/Kg.)	1.04								1.04	1.04



En el grafico Nº 04, el comportamiento de la temperatura esta dentro de los limites óptimos. La temperatura mínima se ha registrado en el mes de mayo y esta campaña fue de menor rendimiento con 804.88 kg/ha. Esto se ha debido a que la superficie sembrada fue menor a diferencia del año anterior y que en el mes de marzo se sufrió una pérdida de 82 Has.

Cuadro N° 05 campaña agrícola 2001 – 2002

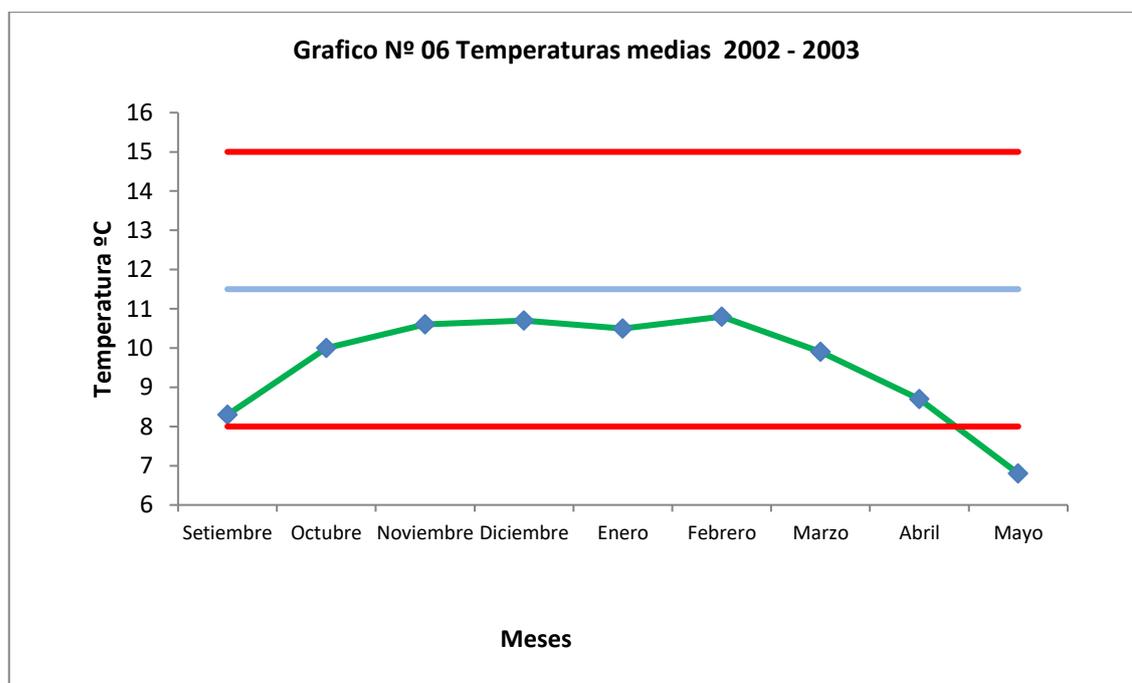
		Temperatura Media °C										
		Meses	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.									
2001-2002	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		125.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	440.00	120.00	
		Siembras (ha.)	450.00	125.00	325.00							
		Cosechas (ha.)	450.00							10.00	320.00	120.00
		Rendimiento (Kg./ha.)	1,024.44							1.00	0.99	1.13
		Produccion (t.)	461.00							10.00	316.00	135.00
		Precio Chacra (S/Kg.)	1.04							1.03	1.04	1.04



En el grafico N° 05, se ha notado que también la temperatura mínima se ha presentado en el mes de mayo con 7.6°C, pero en esta campaña se obtuvo un buen rendimiento de 1,024.44 kg/ha, esto se ha logrado porque el área sembrada fue mucho mayor a diferencia del año anterior, con una cantidad de 450Has. Y o se presentaron pérdidas de hectáreas.

Cuadro N° 06 campaña agrícola 2002 – 2003

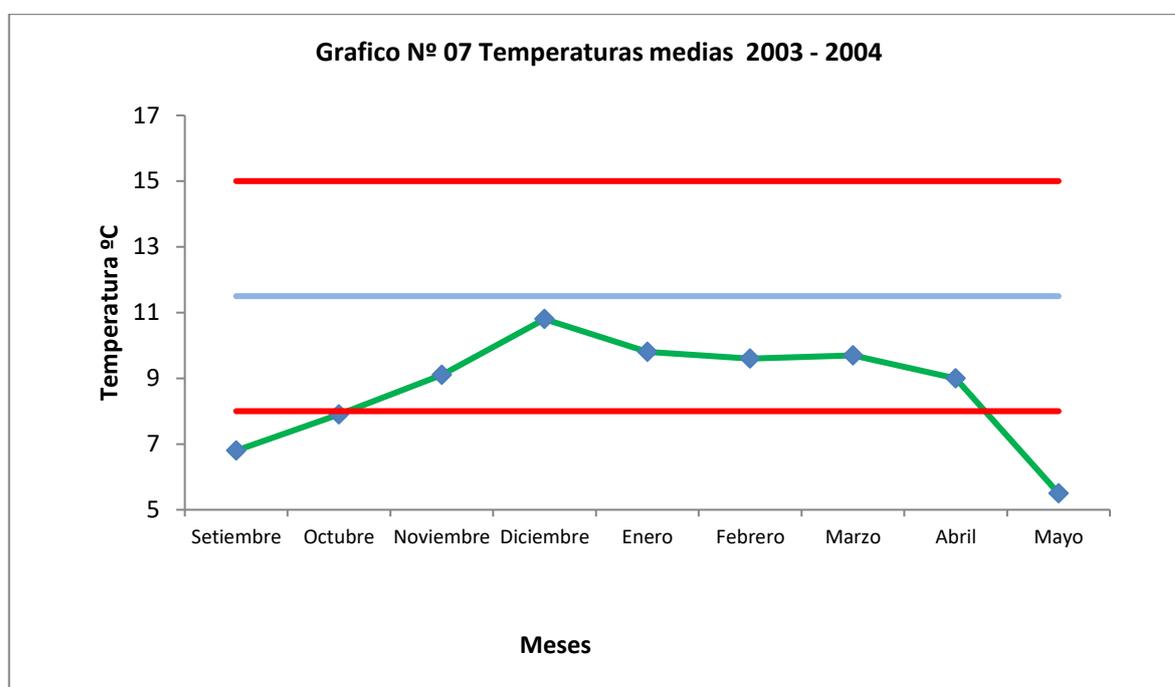
		Temperatura Media °C										
		Meses	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
			8.3	10.0	10.6	10.7	10.5	10.8	9.9	8.7	6.8	
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.									
2002-2003	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		130.00	420.00	470.00	470.00	470.00	470.00	470.00	180.00	
		Siembras (ha.)	470.00	130.00	290.00	50.00						
		Cosechas (ha.)	470.00								290.00	180.00
		Rendimiento (Kg./ha.)	1,017.02								1.00	1.04
		Produccion (t.)	478.00								290.00	188.00
		Precio Chacra (S/Kg.)	1.04								1.04	1.04



En el grafico N° 06, de igual manera la temperatura mínima se presentó en mayo con 6.8°C, las demás temperaturas están en los límites óptimos, en esta campaña también se ha obtenido un buen rendimiento con una cantidad de 1,070.02 kg/ha. Esto también ha sucedido porque el área sembrada fue mayor que de la campaña anterior y no se ha sufrido ninguna pérdida.

**Cuadro N° 07 campaña agrícola 2003 – 2004**

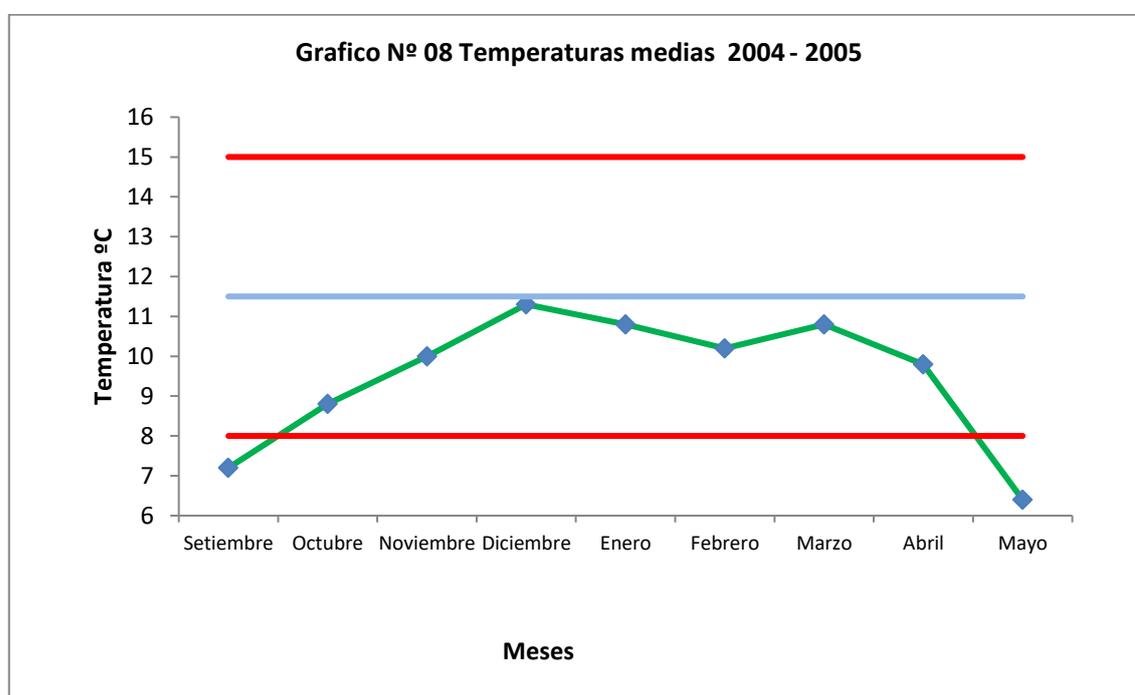
		Temperatura Media °C										
		Meses	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.									
2003-2004	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		160.00	410.00	430.00	430.00	430.00	395.00	395.00	258.00	
		Siembras (ha.)	450.00	160.00	250.00	40.00						
		Sup Perdida (ha.)	55.00			20.00			35.00			
		Cosechas (ha.)	395.00								137.00	258.00
		Rendimiento (Kg./ha.)	939.24								0.88	0.97
		Produccion (t.)	371.00								121.00	250.00
		Precio Chacra (S/Kg.)	1.04								1.03	1.04



En el grafico N° 07, se observa que en los meses de setiembre, octubre y mayo la temperatura ha descendido a grados menores de 8°C, y se ha sufrido una pérdida total de 55Has, a pesar que el área sembrada fue regular y su rendimiento ha bajado un poco con respecto al año anterior con un 939.24 Kg/ha.

**Cuadro N° 08 campaña agrícola 2004 – 2005**

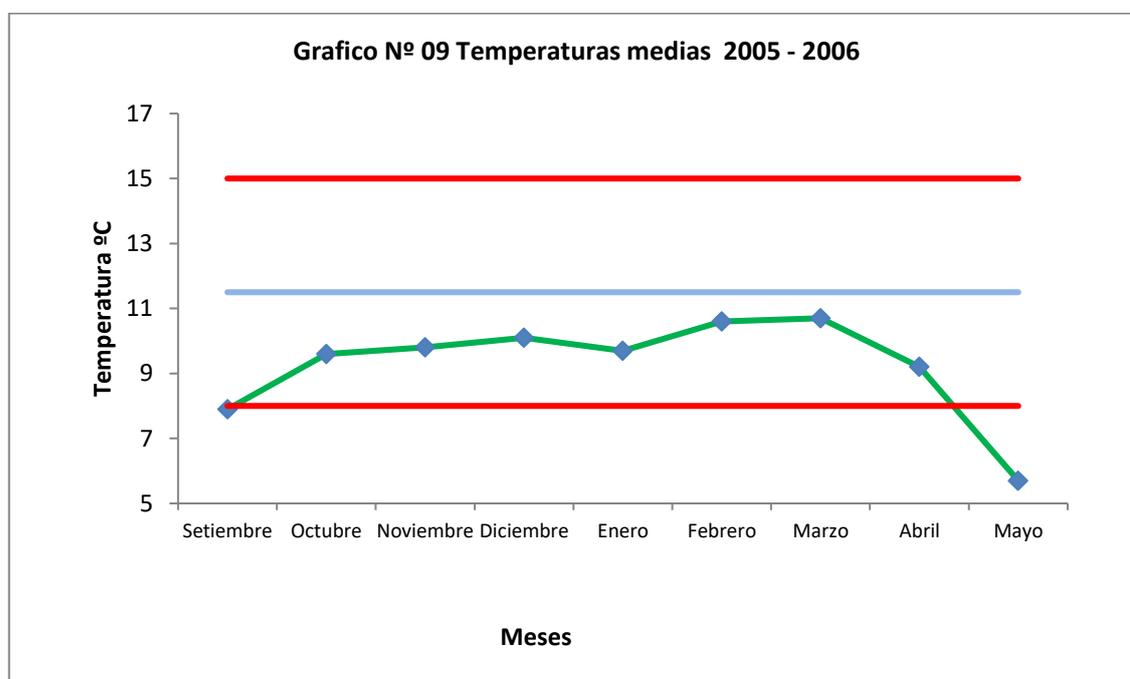
		Meses												
		Temperatura Media °C												
		SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY				
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.											
2004-2005	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		150.00	410.00	476.00	476.00	476.00	476.00	476.00	376.00			
		Siembras (ha.)	476.00	150.00	260.00	66.00								
		Cosechas (ha.)	476.00								100.00	376.00		
		Rendimiento (Kg./ha.)	1,023.11								1.02	1.02		
		Produccion (t.)	487.00								102.00	385.00		
		Precio Chacra (S/Kg.)	1.18								1.20	1.17		



En el grafico N° 08, al igual que en las primeras campañas agrícolas las temperaturas de los meses de setiembre y mayo han descendido, pero su rendimiento ha sido bueno y esto también se debe a que el área sembrada fue mayor con respecto al año anterior y en esta campaña agrícola no se sufrieron pérdidas de las hectáreas

Cuadro N° 09 campaña agrícola 2005 – 2006

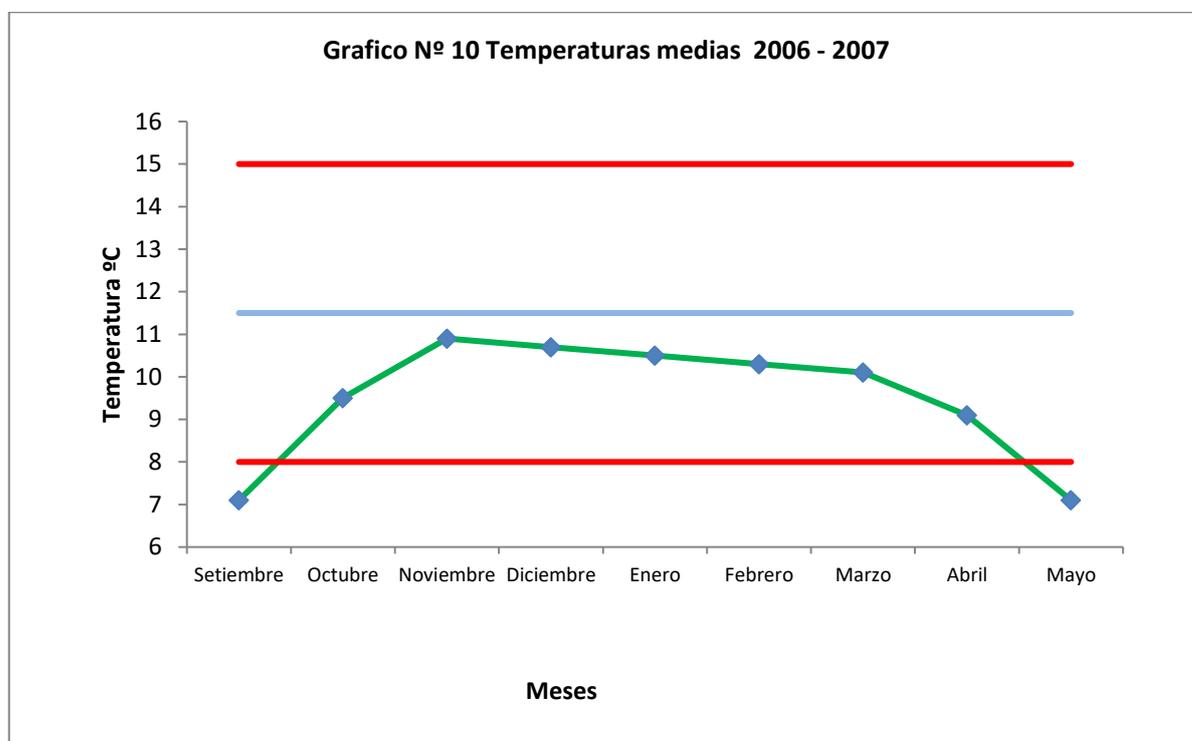
		Meses												
		Temperatura Media °C												
		SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY				
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.											
2005-2006	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		116.00	470.00	510.00	510.00	510.00	510.00	485.00	335.00			
		Siembras (ha.)	510.00	116.00	354.00	40.00								
		Sup Perdida (ha.)	25.00							25.00				
		Cosechas (ha.)	485.00								150.00	335.00		
		Rendimiento (Kg./ha.)	847.42								0.83	0.85		
		Produccion (t.)	411.00								125.00	286.00		
		Precio Chacra (S/Kg.)	1.29								1.30	1.29		



En el grafico N° 09, se puede observar que solo en el mes de mayo se ha presentado un mínima temperatura de 5.7°C. Pero en comparación del año anterior la superficie sembrada fue mayor con 510has, en el mes de marzo de ha sufrido una pérdida de 25has afectando así al rendimiento que solo es 847.42 kg/ha.

**Cuadro N° 10 campaña agrícola 2006 – 2007**

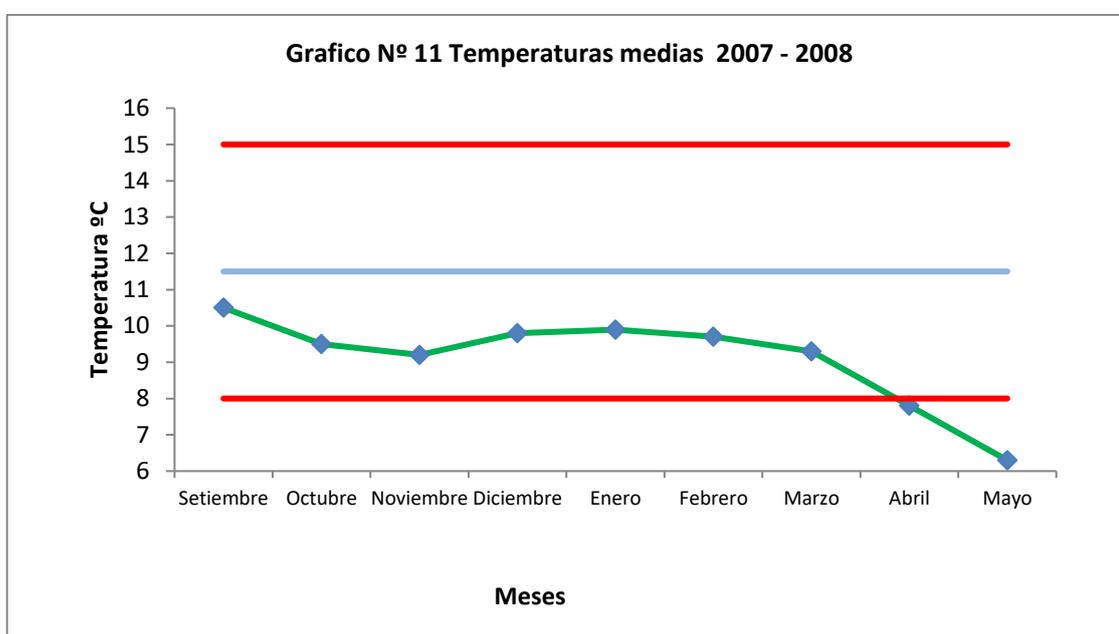
				Meses	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
				Temperatura Media °C	7.1	9.5	10.9	10.7	10.5	10.3	10.1	9.1	7.1
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.										
2006-2007	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		140.00	460.00	485.00	485.00	485.00	485.00	485.00	485.00	95.00	
		Siembras (ha.)	485.00	140.00	320.00	25.00							
		Cosechas (ha.)	485.00									390.00	95.00
		Rendimiento (Kg./ha.)	977.32									1.00	0.90
		Produccion (t.)	474.00									389.00	85.00
		Precio Chacra (S/Kg.)	1.25									1.25	1.26



En el grafico N° 10, la temperatura tiene casi el mismo comportamiento del año anterior con una diferencia en la cantidad de área sembrada, en esta campaña agrícola no se ha sufrido pérdidas de hectáreas aun así se ha obtenido un rendimiento de 977.32kg/has.

**Cuadro N° 11 campaña agrícola 2007 – 2008**

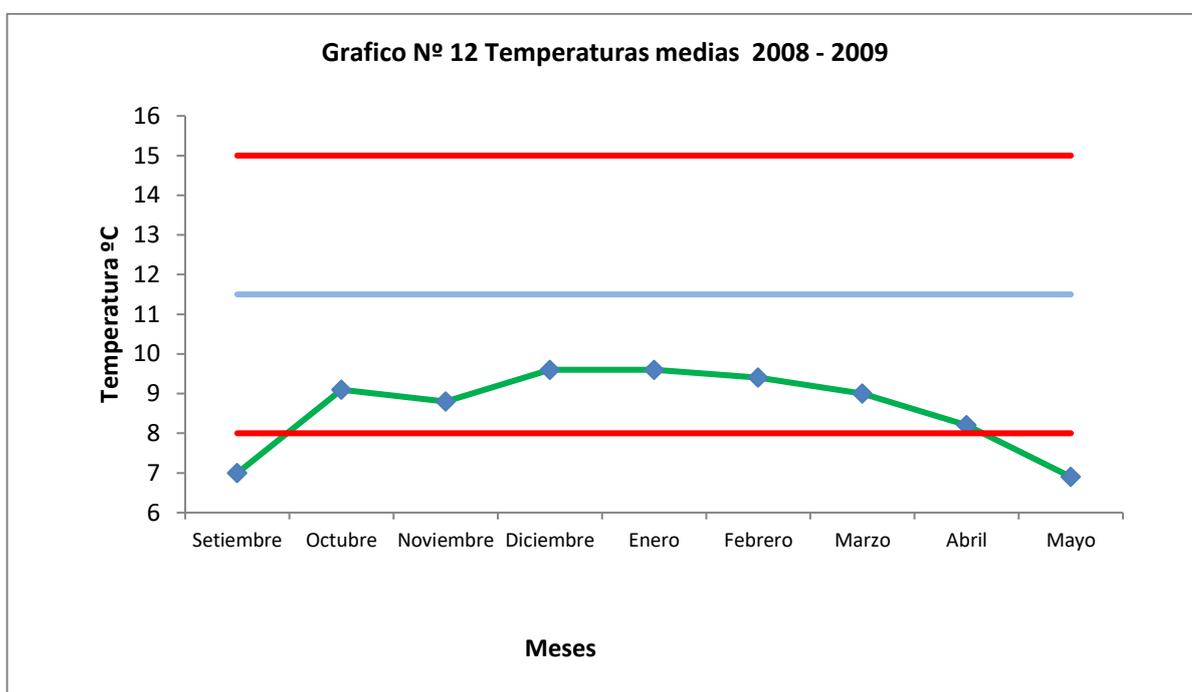
		Temperatura Media °C										
		Meses	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.									
2007-2008	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		282.00	472.00	498.00	498.00	498.00	498.00	498.00	43.00	
		Siembras (ha.)	498.00	282.00	190.00	26.00						
		Sup Perdida (ha.)	15.00								15.00	
		Cosechas (ha.)	483.00								440.00	43.00
		Rendimiento (Kg./ha.)	900.62								0.90	0.91
		Produccion (t.)	435.00								396.00	39.00
		Precio Chacra (S/Kg.)	1.58								1.46	2.74



En el grafico N° 11, el comportamiento de la temperatura ha variado en forma notable ya que normalmente en el mes de setiembre la temperatura bajaba los 8°C en cambio en esta campaña agrícola se observa que la temperatura ha pasado los 10°C y a diferencia de los años anteriores la temperatura mínima se presento en los meses de abril y mayo, por otro lado el rendimiento no fue muy bajo con 900.62kg/ha, a pesar que en el mes de abril se ha sufrido una pérdida de 15Has.

**Cuadro N° 12 campaña agrícola 2008 – 2009**

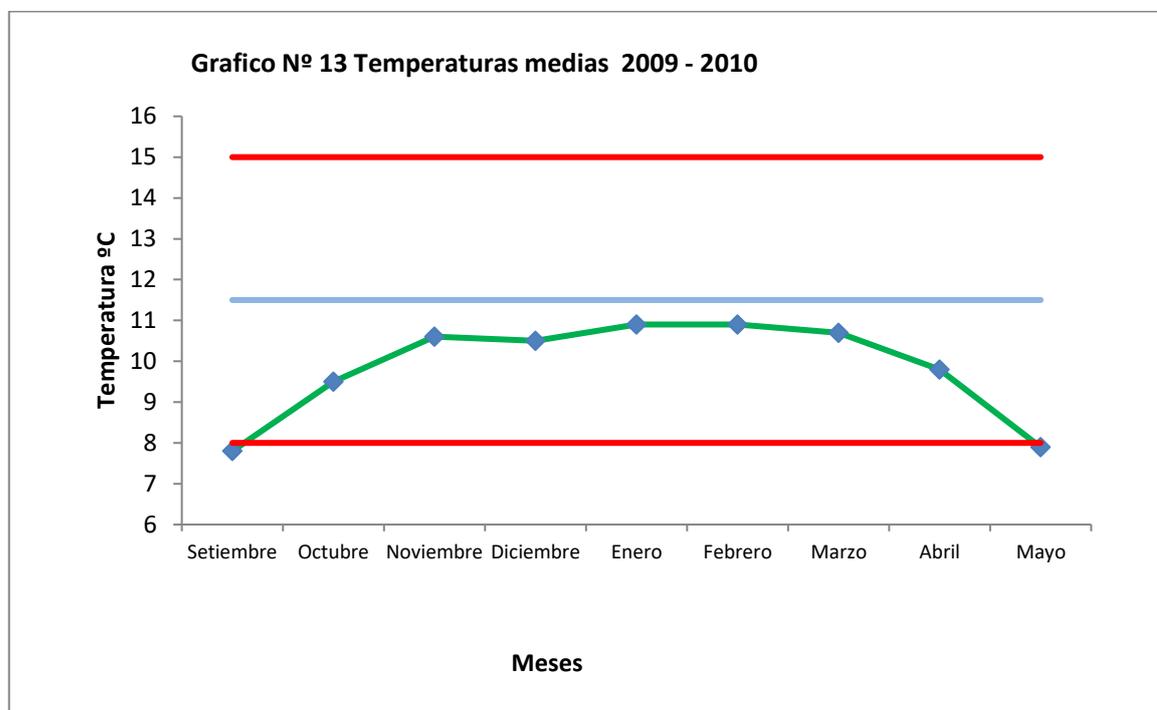
		Temperatura Media °C											
		Meses	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY		
			7.0	9.1	8.8	9.6	9.6	9.4	9.0	8.2	6.9		
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.										
2008-2009	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		170.00	510.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	54.00		
		Siembras (ha.)	540.00	170.00	340.00	30.00							
		Cosechas (ha.)	540.00								486.00	54.00	
		Rendimiento (Kg./ha.)	1,035.19								1.03	1.09	
		Produccion (t.)	559.00								500.00	59.00	
		Precio Chacra (S/Kg.)	3.48								3.48	3.48	



En el grafico N°12, se puede notar que la temperatura ha cambiado de comportamiento casi tomando su forma normal, a comparación de los años anteriores, esta campaña presento una temperatura mínima media de 8.6°C y también teniendo una buena cantidad de área sembrada de 540Has. Y obteniendo un buen rendimiento de 1,035.19kg/ha.

**Cuadro N° 13 campaña agrícola 2009 – 2010**

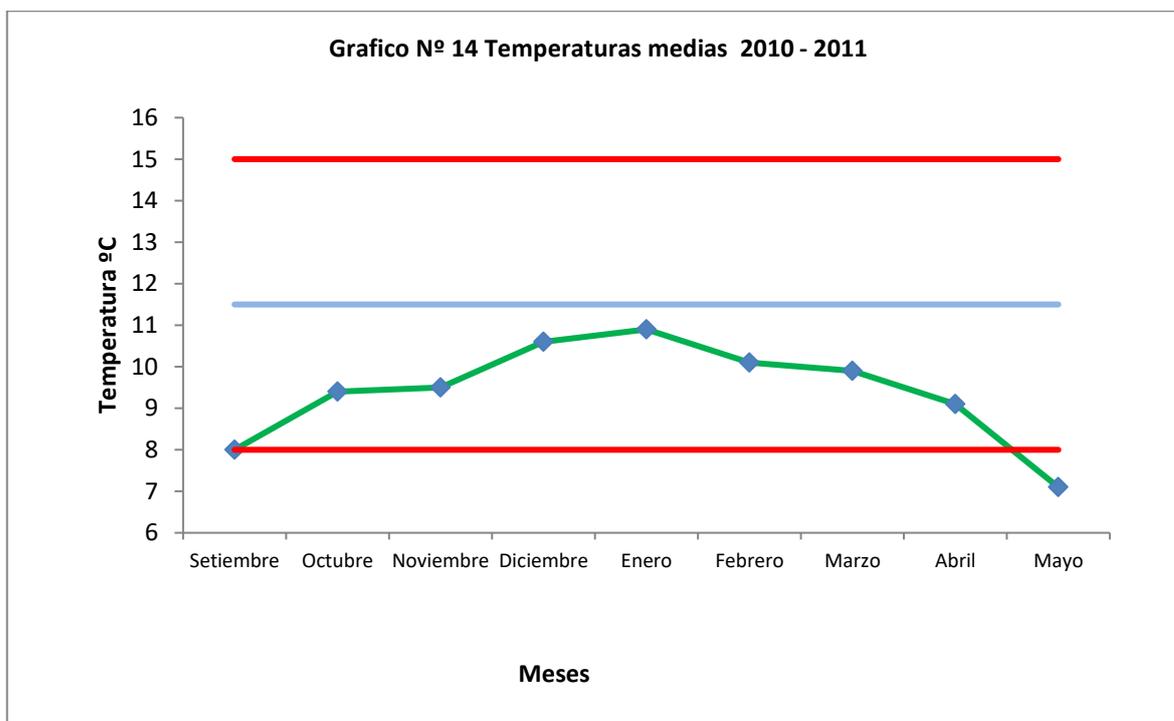
		Temperatura Media °C										
		Meses	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
			7.8	9.5	10.6	10.5	10.9	10.9	10.7	9.8	7.9	
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.									
2009-2010	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		190.00	480.00	554.00	554.00	554.00	554.00	554.00	30.00	
		Siembras (ha.)	554.00	190.00	290.00	74.00						
		Cosechas (ha.)	554.00								524.00	30.00
		Rendimiento (Kg./ha.)	1,131.77								1.13	1.10
		Produccion (t.)	627.00								594.00	33.00
		Precio Chacra (S/Kg.)	3.05								3.04	3.22



En el grafico N° 13, se puede observar que el comportamiento casi esta dentro de los limites óptimos teniendo una buena área sembrada de 554 has. Y por ende un buen rendimiento de 1,131.17kg/ha. En esta campaña agrícola no se ha sufrido pérdidas de hectáreas.

Cuadro N° 14 campaña agrícola 2010 – 2011

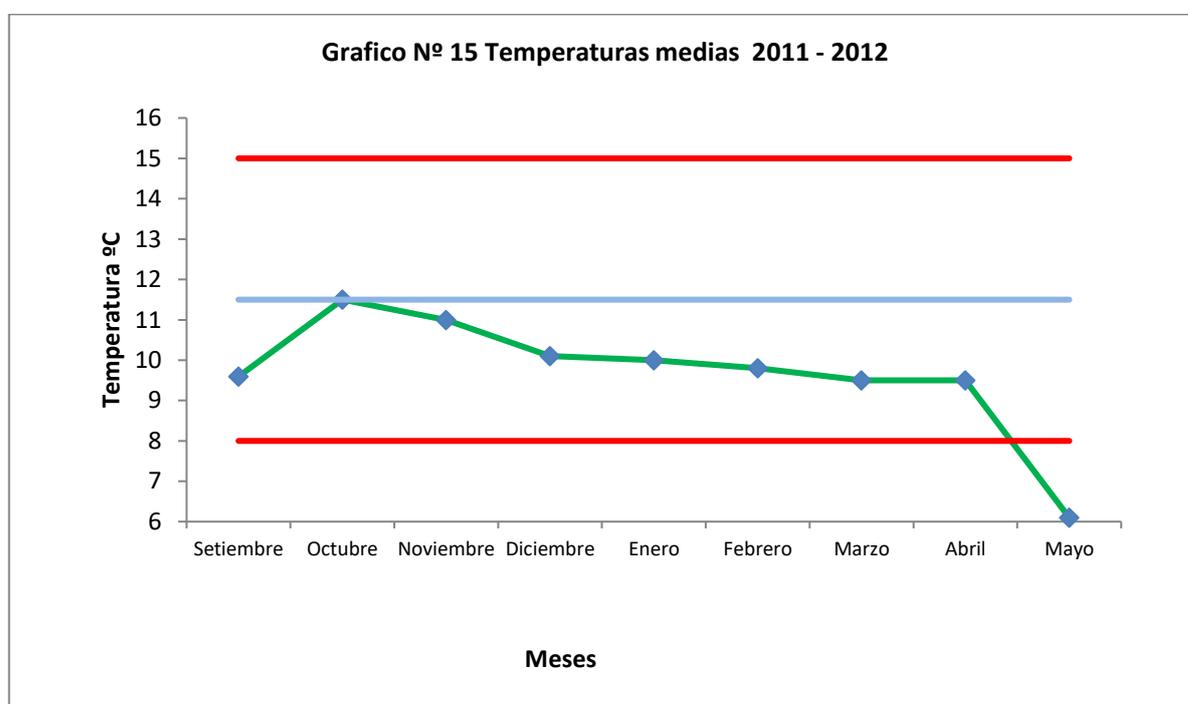
		Meses	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
		Temperatura Media °C	8.0	9.4	9.5	10.6	10.9	10.1	9.9	9.1	7.1
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.								
2010-2011	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		192.00	546.00	422.00	434.00	434.00	434.00	134.00	
		Siembras (ha.)	576.00	192.00	354.00	18.00	12.00				
		Sup Perdida (ha.)	142.00			142.00					
		Cosechas (ha.)	434.00							300.00	134.00
		Rendimiento (Kg./ha.)	1,147.47							1.19	1.06
		Produccion (t.)	498.00							356.00	142.00
		Precio Chacra (S/Kg.)	3.65							3.65	3.65



En el grafico N° 14, se observa que solo en el último mes de la campaña agrícola la temperatura ha pasado el límite inferior, pero a pesar de eso el área que se ha sembrado fue de 576has y en el mes de noviembre se ha sufrido una pérdida de 142has. El rendimiento producido en esta campaña agrícola fue el máximo en todo el análisis realizado con una cantidad de 1,147.47 kg/ha.

Cuadro N° 15 campaña agrícola 2011 – 2012

		Temperatura Media °C											
		Meses	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY		
PERIODO	CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJEC.										
2011-2012	QUINUA	Sup.Verde (ha.)		270.00	554.00	564.00	564.00	564.00	564.00	564.00	440.00		
		Siembras (ha.)	564.00	270.00	284.00	10.00							
		Cosechas (ha.)	564.00								124.00	440.00	
		Rendimiento (Kg./ha.)	973.40								0.96	0.98	
		Produccion (t.)	549.00								119.00	430.00	
		Precio Chacra (S/Kg.)	4.13								4.00	4.17	



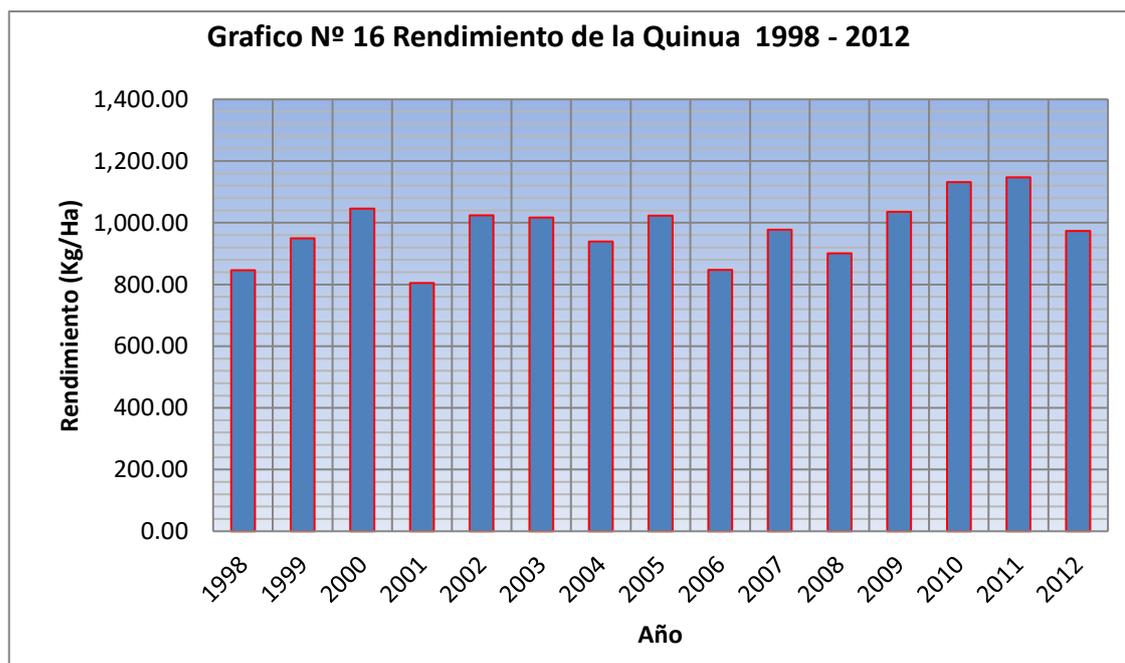
En el grafico N°15, se observa que al igual que la campaña del 2008, la temperatura mínima se presenta en el mes de mayo por debajo del límite inferior con 6.1°C. y en setiembre la temperatura media casi llega a 10°C. En esta campaña agrícola el área sembrada fue de 564has y el rendimiento ha bajado notablemente a comparación del año anterior con una diferencia de 174.07has.

En la tabla N° 02, se muestra el rendimiento de la quinua según los años de cada campaña agrícola.

**Tabla N° 02 Rendimientos obtenidos de los años 1998 al 2012**

Año	Rendimiento (kg/ha)
1998	846.67
1999	949.49
2000	1,046.15
2001	804.88
2002	1,024.44
2003	1,017.02
2004	939.24
2005	1,023.11
2006	847.42
2007	977.32
2008	900.62
2009	1,035.19
2010	1,131.77
2011	1,147.47
2012	973.4

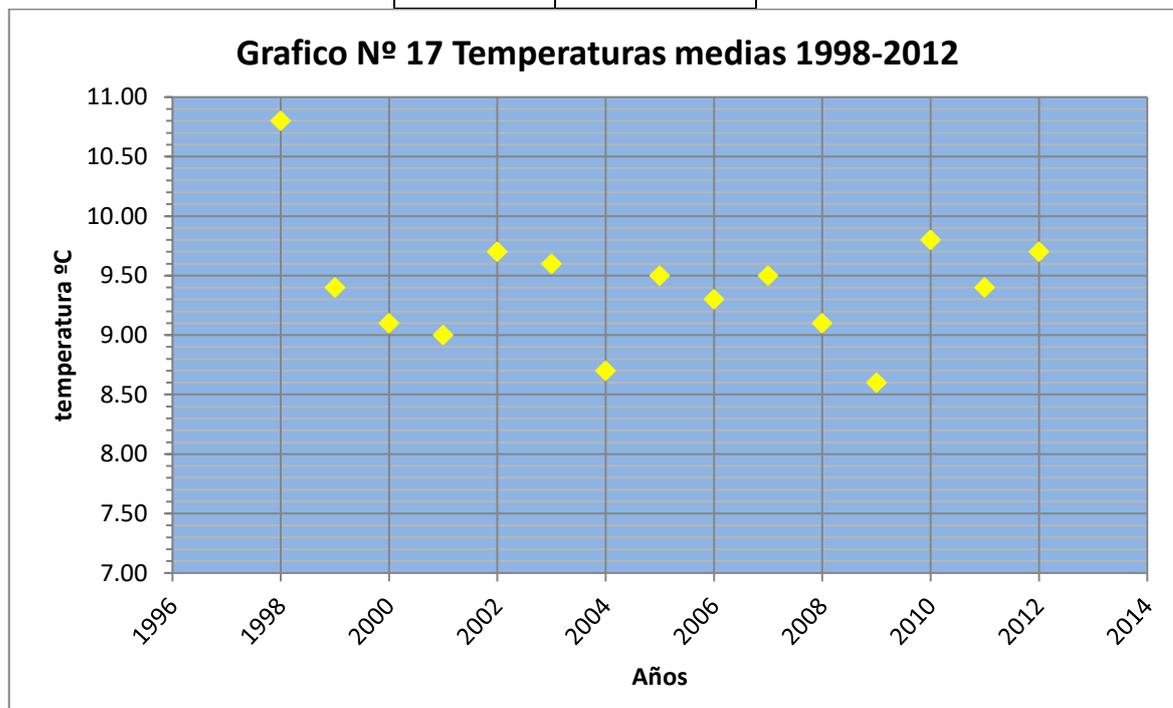
En el grafico N° 16, Se tiene una representación grafica del rendimiento de la Quinua en los últimos 15 años.



En la tabla N° 03, se muestra un resumen de las temperaturas medias de todas las campañas agrícolas de los últimos 15 años, con su respectivo cálculo, para conocer cuál es el comportamiento de la temperatura en todos estos años.

**Tabla N°03 Temperaturas medias de las campañas agrícolas 1998-2012**

Año	Temperatura media en °C
1998	10.80
1999	9.40
2000	9.10
2001	9.00
2002	9.70
2003	9.60
2004	8.70
2005	9.50
2006	9.30
2007	9.50
2008	9.10
2009	8.60
2010	9.80
2011	9.40
2012	9.70



**4.3.- DETERMINACION DE LA ECUACION DE CORRELACION PARA LA TEMPERATURA.**

En el grafico N°16, se muestra una nube de puntos, que nos permite determinar la ecuación de regresión, por el comportamiento de estos puntos se deduce que la ecuación es polinómica de 4to grado, como se muestra en el siguiente modelo matemático:

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

Donde:

y= Temperatura en °C

x= Año

E= Error

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

Para resolver esta ecuación Polinómica de 4to grado, el método es por medio de matrices de la siguiente forma.

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

**Tabla Nº04 Cálculo de sumatorias de temperatura y años**

AÑO	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	X <sup>5</sup>	X <sup>6</sup>	X <sup>7</sup>	X <sup>8</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	X <sup>3</sup> Y	X <sup>4</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1999	2	9.4	4	8	16	32	64	128	256	18.8	37.6	75.2	150.4	88.36
2002	5	9.7	25	125	625	3125	15625	78125	390625	48.5	242.5	1212.5	6062.5	94.09
2003	6	9.6	36	216	1296	7776	46656	279936	1679616	57.6	345.6	2073.6	12441.6	92.16
2005	8	9.5	64	512	4096	32768	262144	2097152	16777216	76	608	4864	38912	90.25
2007	10	9.5	100	1000	10000	100000	1000000	10000000	100000000	95	950	9500	95000	90.25
2010	13	9.8	169	2197	28561	371293	4826809	62748517	815730721	127.4	1656.2	21530.6	279897.8	96.0
2012	15	9.7	225	3375	50625	759375	1.1E+07	170859375	2562890625	145.5	2182.5	32737.5	491062.5	94.09
<b>SUMATORIA</b>	<b>59</b>	<b>67.2</b>	<b>623</b>	<b>7433</b>	<b>95219</b>	<b>1274369</b>	<b>1.8E+07</b>	<b>246063233</b>	<b>3497469059</b>	<b>568.8</b>	<b>6022.4</b>	<b>71993.4</b>	<b>923526.8</b>	<b>645.24</b>

N=	7
K=	4

Donde:

N= Numero de pares

K= Grado del polinomio

Reemplazando las sumatorias en la matriz.

$$A = \begin{bmatrix} 7 & 59 & 623 & 7433 & 95219 \\ 59 & 623 & 7433 & 95219 & 1274369 \\ 623 & 7433 & 95219 & 1274369 & 17541923 \\ 7433 & 95219 & 1274369 & 17541923 & 246063233 \\ 95219 & 1274369 & 17541923 & 246063233 & 3497469059 \end{bmatrix}$$

Matriz inversa  $A^{-1}$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 30.64504085 & -21.8287 & 4.71229954 & -0.39348802 & 0.01116807 \\ -21.82871127 & 16.3495 & -3.62092061 & 0.30710913 & -0.00880841 \\ 4.712299541 & -3.62092 & 0.81657958 & -0.07018587 & 0.00203332 \\ -0.393488019 & 0.307109 & -0.07018587 & 0.00609946 & -0.00017829 \\ 0.011168071 & -0.00881 & 0.00203332 & -0.00017829 & 5.2509E - 06 \end{bmatrix}$$

Matriz B

$$B = \begin{bmatrix} 67.2 \\ 568.8 \\ 6022.4 \\ 71993.4 \\ 923526.8 \end{bmatrix}$$

Matriz incógnita

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8.00064508 \\ 1.10019686 \\ -0.23800073 \\ 0.0199785 \\ -0.0005665 \end{bmatrix}$$

Entonces los valores de los parámetros de la ecuación serán.

$$a = 8.00064508$$

$$b = 1.10019686$$

$$c = -0.23800073$$

$$d = 0.0199785$$

$$e = -0.0005665$$

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

$$y = 8.0006451 + 1.1001969x - 0.2380007x^2 + 0.0199785x^3 - 0.000577x^4$$

Tabla N°05 cálculo de la sumatoria de  $\hat{y}$  ajustada y error cuadrado

AÑO	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	X <sup>5</sup>	X <sup>6</sup>	X <sup>7</sup>	X <sup>8</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	X <sup>3</sup> Y	X <sup>4</sup> Y	Y <sup>2</sup>	$\hat{y}$	E	E <sup>2</sup>
1999	2	9.4	4	8	16	32	64	128	256	18.8	37.6	75.2	150.4	88.36	9.399799804	0.0	4.00783E-08
2002	5	9.7	25	125	625	3125	15625	78125	390625	48.5	242.5	1212.5	6062.5	94.09	9.694858883	0.0	2.64316E-05
2003	6	9.6	36	216	1296	7776	46656	279936	1679616	57.6	345.6	2073.6	12441.6	92.16	9.614967359	0.0	0.000224022
2005	8	9.5	64	512	4096	32768	262144	2097152	16777216	76	608	4864	38912	90.25	9.478767397	0.0	0.000450823
2007	10	9.5	100	1000	10000	100000	1000000	10000000	100000000	95	950	9500	95000	90.25	9.516007943	0.0	0.000256254
2010	13	9.8	169	2197	28561	371293	4826809	62748517	815730721	127.4	1656.2	21530.6	279897.8	96.0	9.793948265	0.0	3.66235E-05
2012	15	9.7	225	3375	50625	759375	1.1E+07	170859375	2562890625	145.5	2182.5	32737.5	491062.5	94.09	9.701650404	0.0	2.72383E-06
SUMATORIA	59	67.2	623	7433	95219	1274369	1.8E+07	246063233	3497469059	568.8	6022.4	71993.4	923526.8	645.24	67.2	-	0.000996919

Entonces:

$$SCR = 0.0000996919$$

4.3.1.- Calculo de SCT

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

Reemplazando datos

$$SCT = 645.24 - \frac{67.2^2}{7}$$

$$SCT = 645.24 - 645.12$$

$$SCT = 0.12$$

4.3.2.- Calculo del coeficiente de correlación  $R^2$ .

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

Reemplazando:

$$R^2 = 1 - \frac{0.000996919}{0.12}$$

$$R^2 = 0.9992$$

Tabla N°06 Calculo del análisis de varianza (ANOVA) para la temperatura.

F. variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F. calculada
<b>REGRESION</b>	0.11900	4	0.02975	59.74
<b>ERROR</b>	0.000996919	2	0.000498	-
<b>TOTAL</b>	0.12	6	-	-

Usando la distribución de Fisher para  $\alpha = 0.05$  (4,2)

Se tiene:

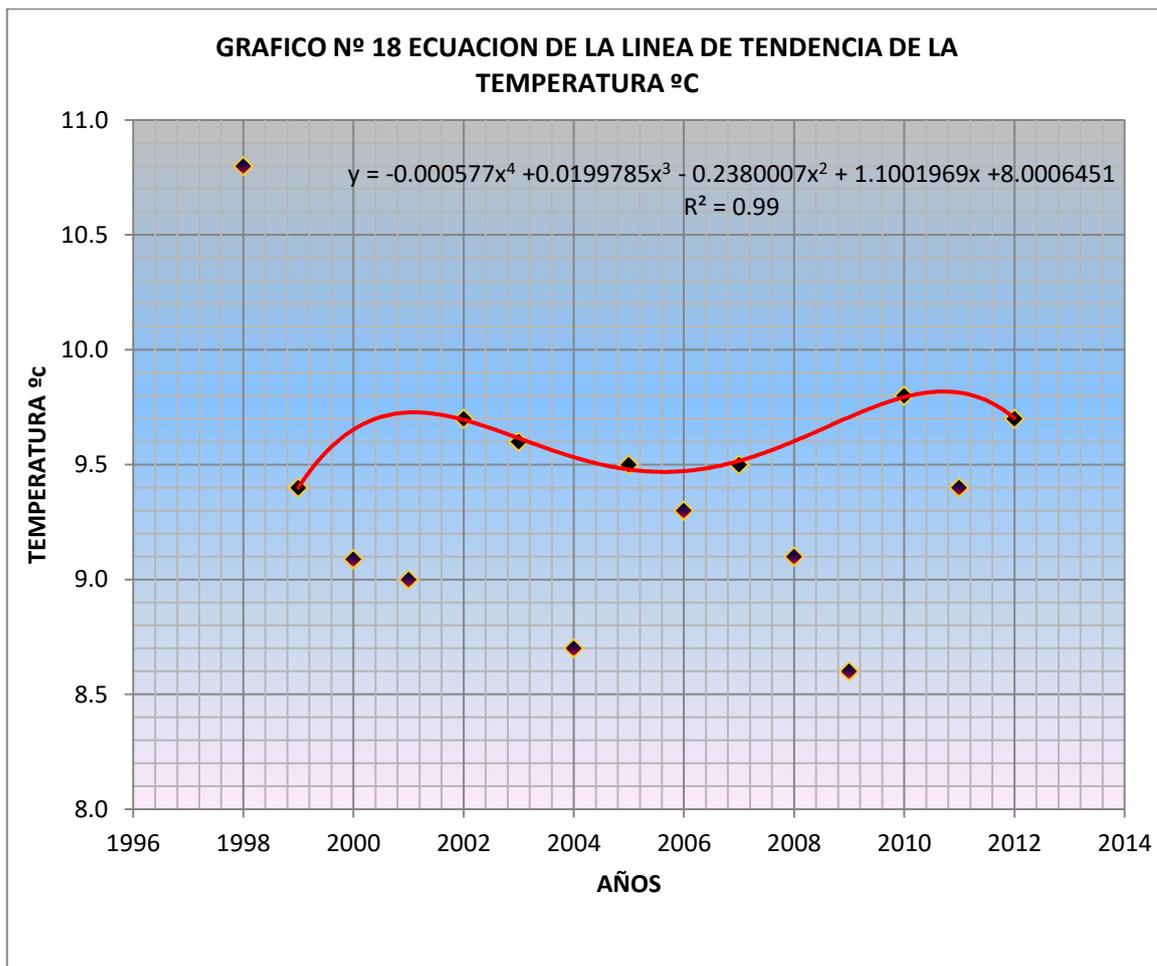
F calculada = 59.74

F tabla = 19.25

4.3.3. 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  $H_0$ , lo cual el Modelo de Regresión Polinómica es significativa.

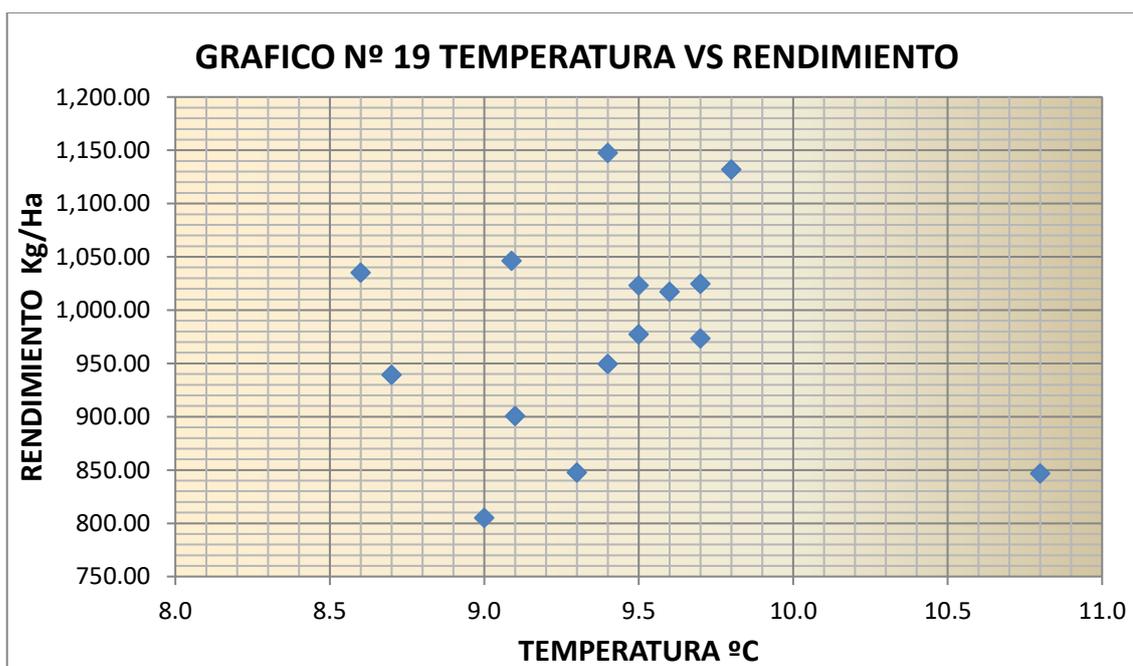
En el siguiente grafico se muestra la línea de tendencia.



En la tabla N° 07, se representa la temperatura con el rendimiento durante los últimos 15 años.

**Tabla N° 07 Relación de la temperatura con el rendimiento.**

Temperatura °C	Rendimiento Kg/Ha
8.6	1,035.19
8.7	939.24
9.0	804.88
9.1	1,046.15
9.1	900.62
9.3	847.42
9.4	949.49
9.4	1,147.47
9.5	1,023.11
9.5	977.32
9.6	1,017.02
9.7	1,024.44
9.7	973.40
9.8	1,131.77
10.8	846.67



#### 4.4.- DETERMINACIÓN 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 en °C

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 N° 08. calculo de sumatorias de la temperatura y rendimiento

N°	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	X <sup>5</sup>	X <sup>6</sup>	X <sup>7</sup>	X <sup>8</sup>	XY	X <sup>2</sup> Y	X <sup>3</sup> Y	X <sup>4</sup> Y	Y <sup>2</sup>
1	8.6	1,035.19	73.96	636.056	5470.08	47042.70176	404567	3479278.2	29921792.71	8902.634	76562.6524	658438.811	5662573.77	1071618.34
2	8.7	939.24	75.69	658.503	5728.98	49842.09207	433626	3772547.9	32821167.15	8171.388	71091.0756	618492.358	5380883.51	882171.778
3	9.1	900.62	82.81	753.571	6857.5	62403.21451	567869	5167610.2	47025252.76	8195.642	74580.3422	678681.114	6175998.14	811116.384
4	9.3	847.42	86.49	804.357	7480.52	69568.83693	646990	6017008.7	55958180.97	7881.006	73293.3558	681628.209	6339142.34	718120.656
5	9.4	949.49	88.36	830.584	7807.49	73390.40224	689870	6484775.9	60956893.85	8925.206	83896.9364	788631.202	7413133.3	901531.26
6	9.5	977.32	90.25	857.375	8145.06	77378.09375	735092	6983373	66342043.13	9284.54	88203.13	837929.735	7960332.48	955154.382
7	9.6	1,017.02	92.16	884.736	8493.47	81537.26976	782758	7514474.8	72138957.9	9763.392	93728.5632	899794.207	8638024.38	1034329.68
8	9.7	1,024.44	94.09	912.673	8852.93	85873.40257	832972	8079828.4	78374335.94	9937.068	96389.5596	934978.728	9069293.66	1049477.31
9	9.8	1,131.77	96.04	941.192	9223.68	90392.07968	885842	8681255.3	85076302.26	11091.35	108695.191	1065212.87	10439086.1	1280903.3
10	10.8	846.67	116.64	1259.712	13604.9	146932.8077	1586874	17138243	185093021	9144.036	98755.5888	1066560.36	11518851.9	716850.089
<b>SUMATORIA</b>	<b>94.5</b>	<b>9,669.18</b>	<b>896.49</b>	<b>8538.759</b>	<b>81664.6</b>	<b>784360.901</b>	<b>7566461</b>	<b>73318395</b>	<b>713707947.7</b>	<b>91296.26</b>	<b>865196.395</b>	<b>8230347.59</b>	<b>78597319.6</b>	<b>9421273.21</b>

N=	10
K=	4

Donde:

N= numero de pares

K= grado del polinomio

Reemplazando en la matriz.

$$A = \begin{bmatrix} 10 & 94.5 & 896.49 & 8538.759 & 81664.5909 \\ 94.5 & 896.49 & 8538.759 & 81664.5909 & 784360.901 \\ 896.49 & 8538.759 & 81664.5909 & 784360.901 & 7566461.04 \\ 8538.759 & 81664.5909 & 784360.901 & 7566461.04 & 73318395.2 \\ 81664.5909 & 784360.901 & 7566461.04 & 73318395.2 & 713707948 \end{bmatrix}$$

Matriz inversa  $A^{-1}$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 2805544840 & -1.2E + 9 & 184864605 & -12873407.3 & 335418.795 \\ -1177287126 & 4.9E + 08 & -77583780.6 & 5403014.22 & -140784.514 \\ 184864602.9 & -7.8E + 07 & 12184107.2 & -848562.913 & 22111.9716 \\ -12873407.12 & 5403014 & -848562.908 & 59101.5893 & -1540.16363 \\ 335418.7878 & -140785 & 22111.9713 & -1540.16362 & 40.1382442 \end{bmatrix}$$

Matriz B

$$B = \begin{bmatrix} 9669.18 \\ 91296.395 \\ 865196.395 \\ 8230347.59 \\ 78597319.6 \end{bmatrix}$$

Matriz incógnita

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -838563.176 \\ 391630.455 \\ -67667.0105 \\ 5139.53131 \\ -144.93672 \end{bmatrix}$$

Entonces los valores de los parámetros de la ecuación serán.

$$a = -838563.176$$

$$b = 391630.455$$

$$c = -67667.0105$$

$$d = 5139.53131$$

$$e = -144.93672$$

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

$$y = -838563.176 + 391630.455x - 67667.001x^2 + 5139.531x^3 - 144.937x^4$$

Para calcular  $\hat{y}$  se reemplaza los datos de  $x$  en la ecuación obtenida.

**Tabla N° 09** Calculo de sumatoria de  $\hat{y}$  y error cuadrático.

Nº	X	Y	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	X <sup>5</sup>	X <sup>6</sup>	X <sup>7</sup>	X <sup>8</sup>	X <sup>9</sup>	X <sup>10</sup>	X <sup>11</sup>	X <sup>12</sup>	X <sup>13</sup>	X <sup>14</sup>	X <sup>15</sup>	X <sup>16</sup>	X <sup>17</sup>	X <sup>18</sup>	X <sup>19</sup>	X <sup>20</sup>	X <sup>21</sup>	X <sup>22</sup>	X <sup>23</sup>	X <sup>24</sup>	X <sup>25</sup>	X <sup>26</sup>	X <sup>27</sup>	X <sup>28</sup>	X <sup>29</sup>	X <sup>30</sup>	X <sup>31</sup>	X <sup>32</sup>	X <sup>33</sup>	X <sup>34</sup>	X <sup>35</sup>	X <sup>36</sup>	X <sup>37</sup>	X <sup>38</sup>	X <sup>39</sup>	X <sup>40</sup>	X <sup>41</sup>	X <sup>42</sup>	X <sup>43</sup>	X <sup>44</sup>	X <sup>45</sup>	X <sup>46</sup>	X <sup>47</sup>	X <sup>48</sup>	X <sup>49</sup>	X <sup>50</sup>	X <sup>51</sup>	X <sup>52</sup>	X <sup>53</sup>	X <sup>54</sup>	X <sup>55</sup>	X <sup>56</sup>	X <sup>57</sup>	X <sup>58</sup>	X <sup>59</sup>	X <sup>60</sup>	X <sup>61</sup>	X <sup>62</sup>	X <sup>63</sup>	X <sup>64</sup>	X <sup>65</sup>	X <sup>66</sup>	X <sup>67</sup>	X <sup>68</sup>	X <sup>69</sup>	X <sup>70</sup>	X <sup>71</sup>	X <sup>72</sup>	X <sup>73</sup>	X <sup>74</sup>	X <sup>75</sup>	X <sup>76</sup>	X <sup>77</sup>	X <sup>78</sup>	X <sup>79</sup>	X <sup>80</sup>	X <sup>81</sup>	X <sup>82</sup>	X <sup>83</sup>	X <sup>84</sup>	X <sup>85</sup>	X <sup>86</sup>	X <sup>87</sup>	X <sup>88</sup>	X <sup>89</sup>	X <sup>90</sup>	X <sup>91</sup>	X <sup>92</sup>	X <sup>93</sup>	X <sup>94</sup>	X <sup>95</sup>	X <sup>96</sup>	X <sup>97</sup>	X <sup>98</sup>	X <sup>99</sup>	X <sup>100</sup>
1	8.6	1,035.19	73.96	636.056	5470.08	47042.70176	404567	3479278.2	29921792.71	8902.694	76562.6524	658438.811	5662573.77	1071618.34	1020.684368	14.5	210.413357																																																																																				
2	8.7	939.24	75.69	658.503	5728.98	49842.09207	433626	3772547.9	32821167.15	8171.388	71091.0756	618492.358	5380883.51	882171.778	963.5414244	-24.3	590.5592273																																																																																				
3	9.1	900.62	82.81	753.571	6857.5	62403.21451	567869	5167610.2	47025252.76	8195.642	74580.3422	678681.114	6175998.14	811116.384	867.5842518	33.0	1091.360659																																																																																				
4	9.3	847.42	86.49	804.357	7480.52	69568.83693	646990	6017008.7	55958180.97	7881.006	73293.3558	681628.209	6339142.34	718120.656	896.2588213	-48.8	2385.23047																																																																																				
5	9.4	949.49	88.36	830.584	7807.49	73390.40224	689870	6484775.9	60956893.85	8925.206	83896.9364	788631.202	7413133.3	901531.26	926.5955568	22.9	524.1555288																																																																																				
6	9.5	977.32	90.25	857.375	8145.06	77378.09375	735092	6983373	66342043.13	9284.54	88203.13	837929.735	7960332.48	955154.382	965.465726	11.9	140.5238116																																																																																				
7	9.6	1,017.02	92.16	884.736	8493.47	81537.26976	782758	7514474.8	72138957.9	9763.392	93728.5632	899794.207	8638024.38	1034329.68	1010.834869	6.2	38.25584858																																																																																				
8	9.7	1,024.44	94.09	912.673	8852.93	85873.40257	832972	8079828.4	78374335.94	9937.068	96389.5596	934978.728	9069293.66	1049477.31	1060.320677	-35.9	1287.422959																																																																																				
9	9.8	1,131.77	96.04	941.192	9223.68	90392.07968	885842	8681255.3	85076302.26	11091.35	108695.191	1065212.87	10439086.1	1280903.3	1111.192993	20.6	423.4132032																																																																																				
10	10.8	846.67	116.64	1259.712	13604.9	146932.8077	1586874	17138243	185093021	9144.036	98755.5888	1066560.36	11518851.9	716850.089	846.8283075	-0.2	0.025061255																																																																																				
SUM:	94.5	9,669.18	896.49	8538.759	81664.6	784360.901	7566461	73318395	713707947.7	91296.26	865196.395	8230347.59	78597319.6	9421273.21	9669.306995	-	6691.360126																																																																																				

Entonces:

$$SCR = 6691.360126$$

4.4.1.-Calculo de SCT

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

Reemplazando datos

$$SCT = 9421273.21 - \frac{9669.18^2}{10}$$

$$SCT = 9421273.21 - 9349304.187$$

$$SCT = 71969.02276$$

4.4.2.- Calculo del coeficiente de correlación  $R^2$ .

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

Reemplazando:

$$R^2 = 1 - \frac{6691.360126}{71969.02276}$$

$R^2 = 0.907$

**Tabla N° 10 Calculo del análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento.**

F. variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F. calculada
<b>REGRESION</b>	65277.66543	4	16319.41636	12.19439
<b>ERROR</b>	6691.360126	5	1338.27203	-
<b>TOTAL</b>	71969.02556	9	-	-

Usando la distribución de Fisher para  $\alpha = 0.05$  (4,5)

Se tiene:

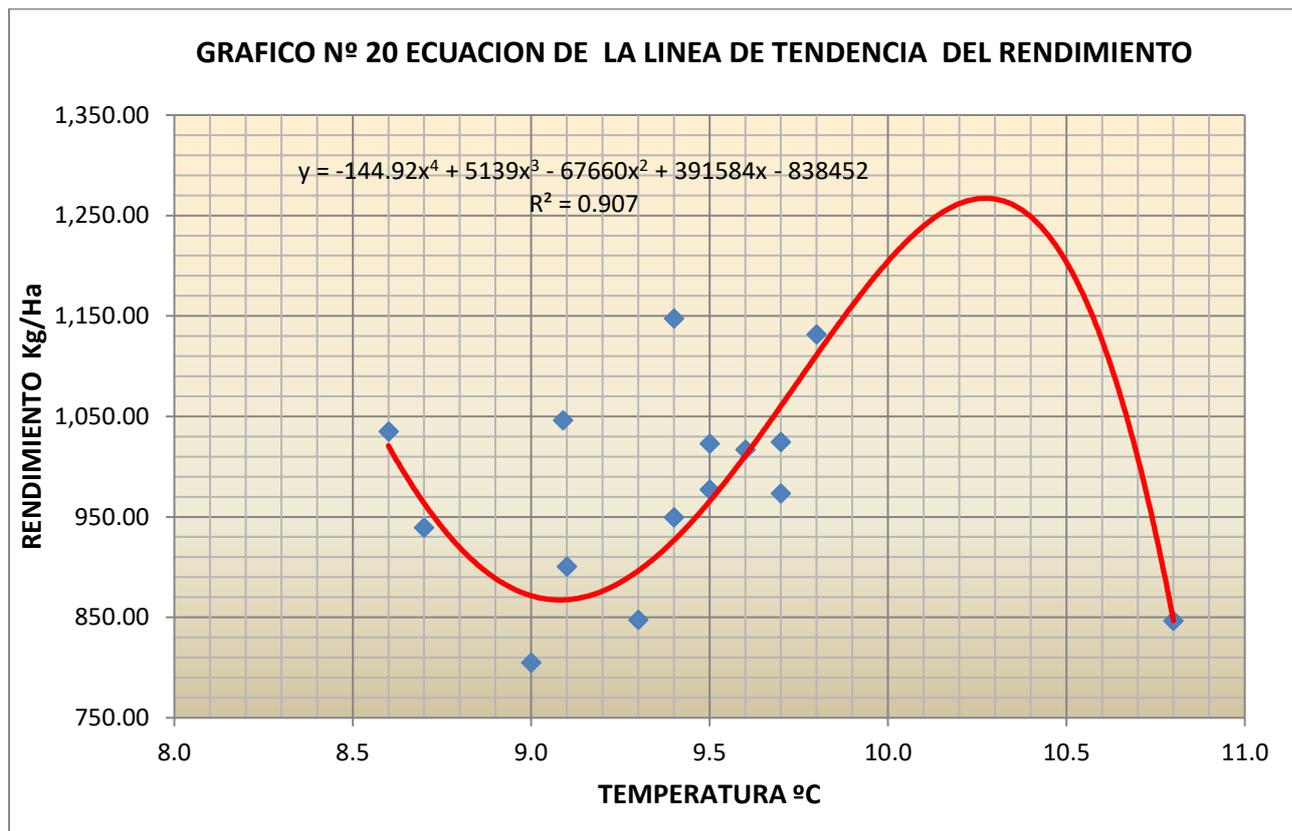
F calculada = 12.19

F tabla = 5.19

4.4.3.-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 H0, lo cual el Modelo de Regresión Polinómica es significativa.

En el siguiente grafico se muestra la línea de tendencia.



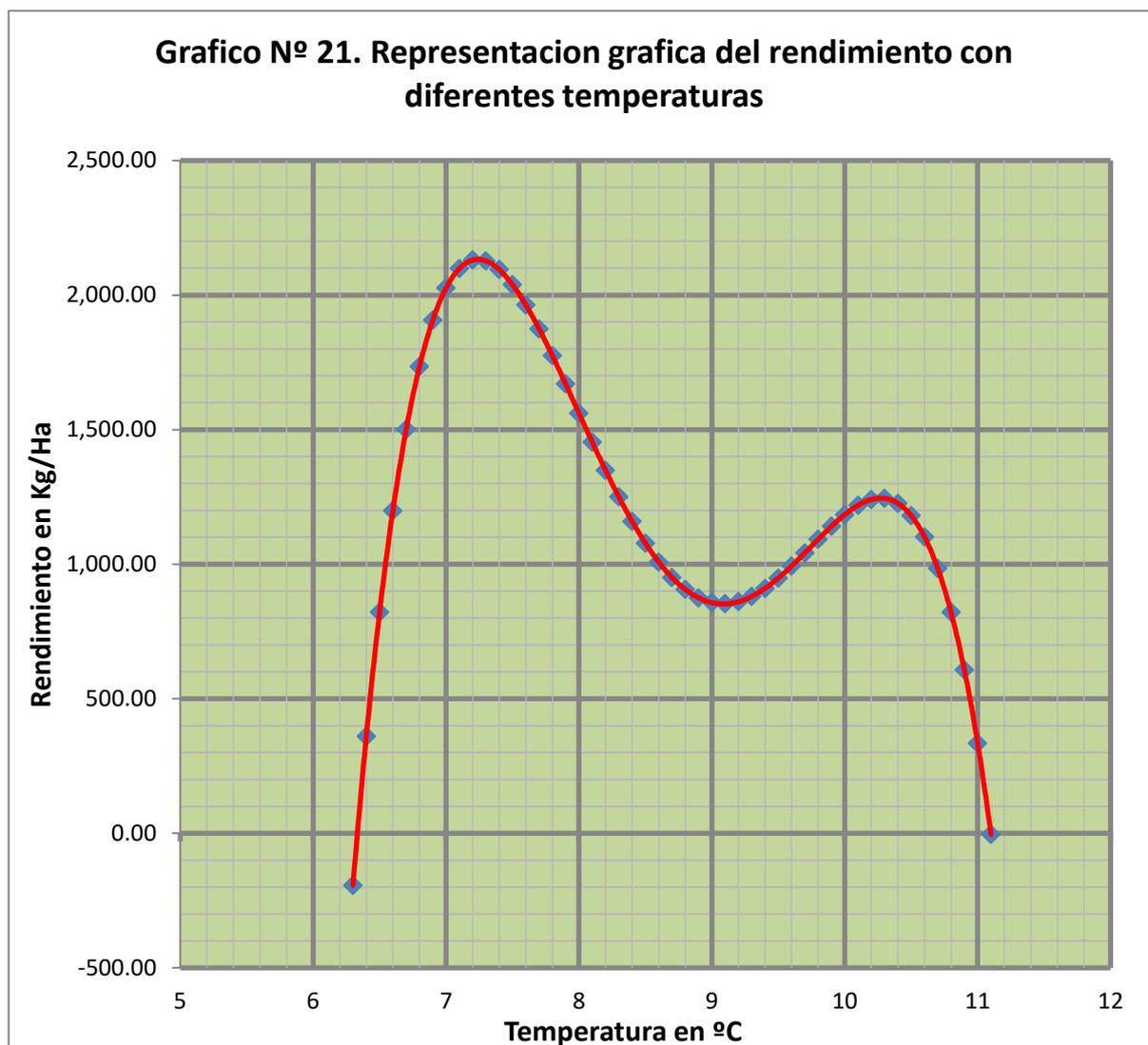
#### 4.5.- CALCULO DE RENDIMIENTOS CON DIFERENTES TEMPERATURAS

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 la tabla N°11

Tabla N° 11 rendimientos originados a diferentes niveles de temperatura

Rendimiento Kg/Ha	Temperatura °C
-193.46	6.3
359.94	6.4
821.14	6.5
1,198.56	6.6
1,500.24	6.7
1,733.89	6.8
1,906.87	6.9
2,026.18	7
2,098.49	7.1
2,130.11	7.2
2,127.01	7.3
2,094.80	7.4
2,038.75	7.5
1,963.79	7.6
1,874.50	7.7
1,775.09	7.8
1,669.45	7.9
1,561.10	8
1,453.24	8.1
1,348.70	8.2
1,249.95	8.3
1,159.16	8.4
1,078.09	8.5
1,008.21	8.6

Rendimiento Kg/Ha	Temperatura °C
950.60	8.7
906.01	8.8
874.85	8.9
857.16	9
852.65	9.1
860.68	9.2
880.26	9.3
910.04	9.4
948.34	9.5
993.13	9.6
1,042.02	9.7
1,092.29	9.8
1,140.85	9.9
1,184.27	10
1,218.80	10.1
1,240.29	10.2
1,244.29	10.3
1,225.98	10.4
1,180.18	10.5
1,101.40	10.6
983.76	10.7
821.06	10.8
606.74	10.9
333.89	11
-4.73	11.1



Como podemos observar en el grafico N° 20 el rendimiento tiene una variación conforme la temperatura opta diferentes valores de medición, el mínimo rendimiento calculado es de 359.94Kg/Ha. a una temperatura mínima de 6.4°C, así también el máximo rendimiento calculado es de 2130.11 Kg/Ha, que se da a una temperatura de 7.2°C, por otro lado el grafico nos indica que la máxima temperatura que la quinua puede soportar es de 11°C, ya que después que pase este valor, el rendimiento tiene a ser negativo.

## V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1.- CONCLUSIONES.

- ✓ Con el gráfico de la línea de tendencia se observó que durante todo el tiempo de estudio, el efecto que ha producido la temperatura en la producción de la Quinoa en su variedad kancolla, representa una función polinómica de cuarto grado, lo cual nos indica que la temperatura tiene un impacto notable cuando aumenta de 9°C a 10°C, la curva que representa es en forma ascendente y pasando los 10.3°C la curva tiene un comportamiento descendente.
- ✓ La campaña agrícola que ha presentado una mayor temperatura fue en los años de 1997-1998 con una temperatura media de 10.8°C, tendiendo un rendimiento de 846.67kg/ha. En cambio la campaña agrícola que ha presentado la mínima temperatura fue en los años de 2008 - 2009 con una temperatura media de 8.6°C con un rendimiento de 1,035.19kg/ha.
- ✓ En cuanto a la producción que se ha dado en los últimos 15 años, el mayor rendimiento se produjo en la campaña agrícola del 2010-2011 teniendo un rendimiento de 1,147.47kg/ha., en cambio el menor rendimiento se produjo en la campaña agrícola de 2000-2001, teniendo un rendimiento de 804,88kg/ha.
- ✓ El modelo de regresión ha permitido entender las variables existentes, en caracteres cuantitativos como el rendimiento y la temperatura, teniendo como resultado la siguiente ecuación polinómica.

$$y = -838563.176 + 391630.455x - 67667.001x^2 + 5139.531x^3 - 144.937x^4$$

- ✓ Con la ecuación de regresión se ha llegado a determinar que el cultivo de la quinua en la variedad de kancolla, soporta una temperatura mínima de 6.4°C y una temperatura máxima de 11°C
- ✓ Después de todos los cálculos y resultados obtenidos, se afirma que el la Quinua en la variedad de kancolla, es un cultivo tolerable ante esta variación de la temperatura.

## 5.2.- RECOMENDACIONES

- ✓ Si bien es cierto no podemos detener esta variación de temperatura, pero si podemos adecuarnos a esta variación, es por el cual se recomienda formular y elaborar estrategias, con el fin de evitar bajos rendimientos y por ende bajas producciones
- ✓ Se recomienda continuar realizando estudios similares con diferentes cultivos y con mayor base de datos históricos, para tener un mejor grado de confiabilidad.
- ✓ A las autoridades de la facultad de Ingeniería Agrícola, realizar convenios con las instituciones involucradas en el tema del cambio climático, para obtener datos con mayor facilidad y así realizar estudios con más de una variable.

**VI.- BIBLIOGRAFÍA**

1. CAZABONE, C; SIVOLI, A. 1997. Ciencias de la tierra. 2da ed. Caracas, Venezuela, Editorial Eneva.
2. LARREA, GC. 2007. Determinación De Las Reservas De Carbono En La Biomasa Aérea De Combinaciones Agroforestales De Theobroma Cacao. Tesis Ing. Ambiental, Universidad Nacional Agraria La Molina. 93p.
3. LEÓN, J. 2003. Cultivo de la Quinua en Puno-Perú descripción, manejo y producción. tesis Ing. Agronómica, Universidad Nacional del Altiplano.102p.
4. MILLER, G. 1991. Environmental Science, Sustaining the Earth. Wadsworth Publishing Company. 3ra ed. USA. 465p.
5. Mujica, A. 1995. Cultivo de Quinua, INIA, Proyecto TTA. Serie Manual 11-95.
6. THORMTHWAITE, C. 1993. The Climates of North America: According to a New Classification. EE. UU.
7. TORRES, E. 2006. Agrometeorología, 2da ed. Mexico, Editorial Trillas.
8. TREWARTHA, G. 1995. An Introduction to climate, McGraw-Hill

## Páginas web

9. COLQUE, M; SÁNCHEZ, V. 2012. Asociación Civil Labor / Amigos de la Tierra. (en línea). Revista Anual. 12-15. Consultado 12 de agosto del 2012. Disponible en <http://www.foei.org/esp/climate/index.html>
10. LEINS, IT. 2011. Efecto Invernadero. (en línea). Consultado 12 de agosto del 2012. Disponible en [http://www.portalplanetasedna.com.ar/efecto\\_invernadero1.htm](http://www.portalplanetasedna.com.ar/efecto_invernadero1.htm)

11. MUÑOZ OLIVERO, MT. Monografía de la quinua y comparación con amaranto. (en línea). Consultado 12 de julio 2012. Disponible en [http://www.plantasmedicinales.org/archivos/quinua\\_y\\_amaranto\\_\\_\\_estudios\\_comparativos.pdf](http://www.plantasmedicinales.org/archivos/quinua_y_amaranto___estudios_comparativos.pdf)

# ANEXOS

- Datos de información estadística de la dirección agraria de Lampa.
- Cuadro de sectores estadísticos por comunidad.
- Tabla de distribución F de Fisher.
- Plano de ubicación del lugar de estudio.
- Clasificación climática de la región de Puno.











SECTORES ESTADISTICOS DE LA AGENCIA AGRARIA LAMPA

17/07/2012

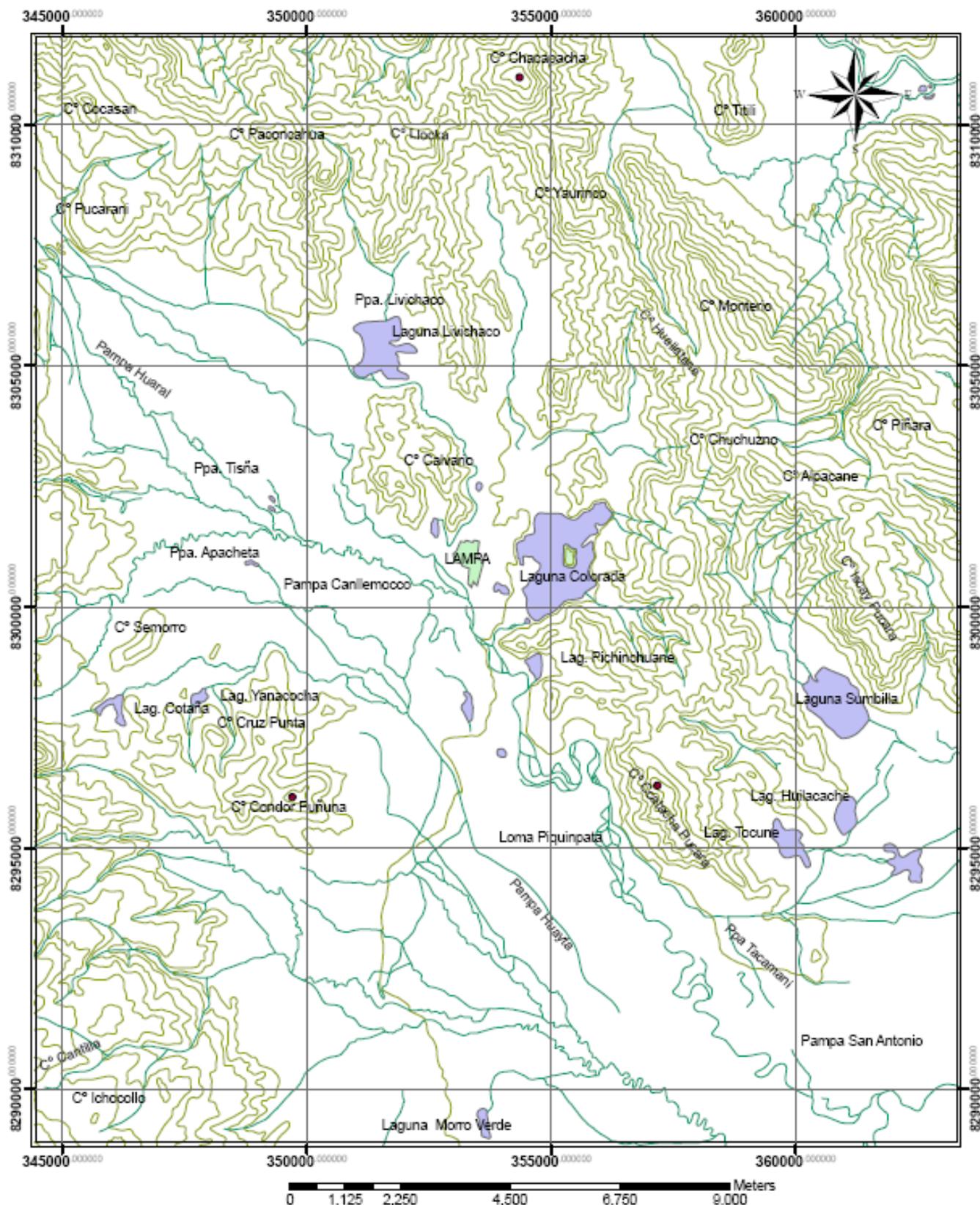
DISTRITOS	SECTORES ESTADISTICOS	COMUNIDADES CAMPESINAS	No. AGRICULTORES
DISTRITO LAMPA	No. 1	Marno	52
		Canchiuro	31
		Rivera de Coyalata	66
		Calistia	26
	No. 2	Quello Quello	35
		Choconchaca	22
		Cara Cara	62
	No. 3	Sutuca Urinzaya	73
		Laguna Colorada	29
		Muruhanca	92
		Pucacuesta	37
	No. 4	Catacha	58
		Alto Catacha	37
		Pichinchuani	18
	No. 5	Chañocahua Joven	22
		Chañocahua Central	14
		Sutuca Anansaya	86
		Canguro Suatia	43
		Kokan Chañocahua	72
	No. 6	Central Huayta	103
		Orccohuayta	73
		PIAS. Huayta	139
		Huaytapata	107
		Coachico	135
	No. 7	Lenzora	64
		Enrique Torres Belon	37
		Canteria	55
		Tusini Grande	28
		Pucarini	33
	No. 8	Huayllani	79
		Seja Miraflores	48
		Tumaruma	42
	No. 9	Moquegache Japo	37
		Alfredo Valdez o Poto Poto	32
		Tusini Chico	27
	No. 10	Ancorin Huaral Orcco	24
		Huaral Central	20
		Moquegache Central	25
		Condorini	65
		Yanaja	20
		<b>TOTAL</b>	<b>2068</b>

DIRECCIÓN REGIONAL VON PUNO  
 Agencia Agraria - Lampa  
  
 E. Días Tumi Quispe  
 TÉCNICO ESTADÍSTICO

TABLA DE DISTRIBUCIÓN F DE FISHER CON PROBABILIDAD DE 0.05

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	50	60	70	80	100	120
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	243.90	245.95	248.02	249.05	250.10	251.14	251.77	252.20	252.50	252.72	253.04	253.25
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.329	19.353	19.371	19.385	19.396	19.412	19.429	19.446	19.454	19.463	19.471	19.476	19.48	19.48	19.48	19.49	19.49
3	10.128	9.552	9.277	9.117	9.013	8.941	8.887	8.845	8.812	8.785	8.745	8.703	8.660	8.638	8.617	8.594	8.581	8.572	8.566	8.561	8.554	8.549
4	7.709	6.944	6.591	6.388	6.236	6.163	6.094	6.041	5.999	5.964	5.912	5.858	5.803	5.774	5.746	5.717	5.699	5.688	5.679	5.673	5.664	5.658
5	6.608	5.786	5.409	5.192	5.050	4.950	4.876	4.818	4.772	4.735	4.678	4.619	4.558	4.527	4.496	4.464	4.444	4.431	4.422	4.415	4.405	4.398
6	5.987	5.143	4.757	4.534	4.387	4.284	4.207	4.147	4.099	4.060	4.000	3.938	3.874	3.841	3.808	3.774	3.754	3.74	3.73	3.722	3.712	3.705
7	5.591	4.737	4.347	4.120	3.972	3.866	3.787	3.726	3.677	3.637	3.575	3.511	3.445	3.410	3.376	3.340	3.319	3.304	3.294	3.286	3.275	3.267
8	5.318	4.459	4.066	3.838	3.688	3.581	3.500	3.438	3.388	3.347	3.284	3.218	3.150	3.115	3.079	3.043	3.020	3.005	2.994	2.986	2.975	2.967
9	5.117	4.256	3.863	3.633	3.482	3.374	3.293	3.230	3.179	3.137	3.073	3.006	2.936	2.900	2.864	2.826	2.803	2.787	2.776	2.768	2.756	2.748
10	4.965	4.103	3.708	3.478	3.326	3.217	3.135	3.072	3.020	2.978	2.913	2.845	2.774	2.737	2.700	2.661	2.637	2.621	2.609	2.601	2.588	2.580
11	4.844	3.982	3.587	3.357	3.204	3.095	3.012	2.948	2.896	2.854	2.788	2.719	2.646	2.609	2.570	2.531	2.507	2.490	2.478	2.469	2.457	2.448
12	4.747	3.885	3.490	3.259	3.106	2.996	2.913	2.849	2.796	2.753	2.687	2.617	2.544	2.505	2.466	2.426	2.401	2.384	2.372	2.363	2.350	2.341
13	4.667	3.806	3.411	3.179	3.025	2.915	2.832	2.767	2.714	2.671	2.604	2.533	2.459	2.420	2.380	2.339	2.314	2.297	2.284	2.275	2.261	2.252
14	4.600	3.739	3.344	3.112	2.958	2.848	2.764	2.699	2.646	2.602	2.534	2.463	2.388	2.349	2.308	2.266	2.241	2.223	2.210	2.201	2.187	2.178
15	4.543	3.682	3.287	3.056	2.901	2.790	2.707	2.641	2.588	2.544	2.475	2.403	2.328	2.288	2.247	2.204	2.178	2.160	2.147	2.137	2.123	2.114
16	4.494	3.634	3.239	3.007	2.852	2.741	2.657	2.591	2.538	2.494	2.425	2.352	2.276	2.235	2.194	2.151	2.124	2.106	2.093	2.083	2.068	2.059
17	4.451	3.592	3.197	2.965	2.810	2.699	2.614	2.548	2.494	2.450	2.381	2.308	2.230	2.190	2.148	2.104	2.077	2.058	2.045	2.035	2.020	2.011
18	4.414	3.555	3.160	2.928	2.773	2.661	2.577	2.510	2.456	2.412	2.342	2.269	2.191	2.150	2.107	2.063	2.035	2.017	2.003	1.993	1.978	1.968
19	4.381	3.522	3.127	2.895	2.740	2.628	2.544	2.477	2.423	2.378	2.308	2.234	2.155	2.114	2.071	2.026	1.999	1.980	1.966	1.955	1.940	1.930
20	4.351	3.493	3.098	2.866	2.711	2.599	2.514	2.447	2.393	2.348	2.278	2.203	2.124	2.082	2.039	1.994	1.966	1.946	1.932	1.922	1.907	1.896
21	4.325	3.467	3.072	2.840	2.685	2.573	2.488	2.420	2.366	2.321	2.250	2.176	2.096	2.054	2.010	1.965	1.936	1.916	1.902	1.891	1.876	1.866
22	4.301	3.443	3.049	2.817	2.661	2.549	2.464	2.397	2.342	2.297	2.226	2.151	2.071	2.028	1.984	1.938	1.909	1.889	1.875	1.864	1.849	1.838
23	4.279	3.422	3.028	2.796	2.640	2.528	2.442	2.375	2.320	2.275	2.204	2.128	2.048	2.005	1.961	1.914	1.885	1.865	1.850	1.839	1.823	1.813
24	4.260	3.403	3.009	2.776	2.621	2.508	2.423	2.355	2.300	2.255	2.183	2.108	2.027	1.984	1.939	1.892	1.863	1.842	1.828	1.816	1.800	1.790
25	4.242	3.385	2.991	2.759	2.603	2.490	2.405	2.337	2.282	2.236	2.165	2.089	2.007	1.964	1.919	1.872	1.842	1.822	1.807	1.796	1.779	1.768
26	4.225	3.369	2.975	2.743	2.587	2.474	2.388	2.321	2.265	2.220	2.148	2.072	1.990	1.946	1.901	1.853	1.823	1.803	1.788	1.776	1.76	1.749
27	4.210	3.354	2.960	2.728	2.572	2.459	2.373	2.305	2.250	2.204	2.132	2.056	1.974	1.930	1.884	1.836	1.806	1.785	1.770	1.758	1.742	1.731
28	4.196	3.340	2.947	2.714	2.558	2.445	2.359	2.291	2.236	2.190	2.118	2.041	1.959	1.915	1.869	1.820	1.790	1.769	1.754	1.742	1.725	1.714
29	4.183	3.328	2.934	2.701	2.545	2.432	2.346	2.278	2.223	2.177	2.104	2.027	1.945	1.901	1.854	1.806	1.775	1.754	1.738	1.726	1.71	1.698
30	4.171	3.316	2.922	2.690	2.534	2.421	2.334	2.266	2.211	2.165	2.092	2.015	1.932	1.887	1.841	1.792	1.761	1.740	1.724	1.712	1.695	1.683
35	4.121	3.267	2.874	2.641	2.485	2.372	2.285	2.217	2.161	2.114	2.041	1.963	1.878	1.833	1.786	1.735	1.703	1.681	1.665	1.652	1.635	1.623
40	4.085	3.232	2.839	2.606	2.449	2.336	2.249	2.180	2.124	2.077	2.003	1.924	1.839	1.793	1.744	1.693	1.660	1.637	1.621	1.608	1.589	1.577
45	4.057	3.204	2.812	2.579	2.422	2.308	2.221	2.152	2.096	2.049	1.974	1.895	1.808	1.762	1.713	1.660	1.626	1.603	1.586	1.573	1.554	1.541
50	4.034	3.183	2.790	2.557	2.400	2.286	2.199	2.130	2.073	2.026	1.952	1.871	1.784	1.737	1.687	1.634	1.599	1.576	1.558	1.544	1.525	1.511
60	4.001	3.150	2.758	2.525	2.368	2.254	2.167	2.097	2.040	1.993	1.917	1.836	1.748	1.700	1.649	1.594	1.559	1.534	1.516	1.502	1.481	1.467
70	3.978	3.128	2.736	2.503	2.346	2.231	2.143	2.074	2.017	1.969	1.893	1.812	1.722	1.674	1.622	1.566	1.530	1.505	1.486	1.471	1.45	1.435
80	3.960	3.111	2.719	2.486	2.329	2.214	2.126	2.056	1.999	1.951	1.875	1.793	1.703	1.654	1.602	1.545	1.508	1.482	1.463	1.448	1.426	1.411
90	3.947	3.098	2.706	2.473	2.316	2.201	2.113	2.043	1.986	1.938	1.861	1.779	1.688	1.639	1.586	1.528	1.491	1.465	1.445	1.429	1.407	1.391
100	3.936	3.087	2.696	2.463	2.305	2.191	2.103	2.032	1.975	1.927	1.850	1.768	1.676	1.627	1.573	1.515	1.477	1.450	1.430	1.415	1.392	1.376

# LAMPA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA ESCUELA PROVISIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA CURVAS DE NIVEL DE LA ZONA 34U		
Elaborado por:	Departamento:	
Bach. Carlos R. Pari Nufiez	Puno	
	Provincia:	Distrito:
	Lampa	Lampa
Escala:	Fecha:	
1:100.000	06 de Octubre del 2012	

