



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**EFFECTOS DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN LA
PRODUCCIÓN DE LA QUINUA EN LA COMUNIDAD CHOCCO
ANTAMARCA DEL DISTRITO DE ILAVE – EL COLLAO – 2018**

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. HUGO DAVID FURA VIZCARRA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

A mis queridos padres Santiago (†) y Clara, por su amor, dedicación, esfuerzo, sacrificio, invalorable y preocupación constante por haberme apoyado en profesional.

A mis hermanos Roxana, Aldo y Yoni, por el apoyo como asesores en hacer realidad la obtención de la anhelada profesión, quienes me brindó apoyo moral y espiritual para la ejecución del presente trabajo de investigación.

Hugo David



AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a Dios todo poderoso por darme sus bendiciones para seguir adelante con esfuerzo y perseverancia y así culminar este trabajo. A la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, a mi asesor Mgr. Roberto Alfaro Alejo, Dr. Germán Belizario Quispe, que me apoyo a que mi investigación sea realidad, efectiva e importante.

Este trabajo con mucho cariño se lo dedico a mis queridos padres Santiago (†) y Clara, quienes con mucho esfuerzo y sacrificio supieron encaminarme para lograr mis objetivos.

Hugo David



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURA

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN... 19

ABSTRACT 20

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 22

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 23

1.2.1. Problema general 23

1.2.2. Problemas específicos 23

1.3. HIPÓTESIS DEL TRABAJO 24

1.3.1. Hipótesis general 24

1.3.2. Hipótesis específicas 24

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO 24

1.5. ANTECEDENTES 26

1.6. OBJETIVOS 29

1.6.1. Objetivo general 29

1.6.2. Objetivos específicos 29

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO 30



2.1.1. Climatología.....	30
2.1.2. Variables climáticas.....	30
2.1.2.1. Precipitación.....	30
2.1.2.2. Temperatura.....	31
2.1.3. Medición de la temperatura.....	31
2.1.4. Escalas de temperatura.....	32
2.1.5. Variaciones de temperatura.....	32
2.1.6. Metodología de estimación y datos.....	32
2.1.6.1. Datos utilizados.....	33
2.1.7. Influencia de la temperatura en las plantas.....	35
2.1.8. Diferencias entre la temperatura ambiental y de la planta.....	36
2.1.9. Temperatura ideal para el día y la noche.....	36
2.1.10. Cultivo de la quínoa orgánica (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>).....	37
2.1.11. El cultivo de la quinua en el país.....	39
2.1.12. Taxonomía.....	41
2.1.13. Origen.....	41
2.1.14. Variabilidad genética.....	43
2.1.15. Variedades comerciales de quinua.....	43
2.1.15.1. Grano blanco.....	43
2.1.15.2. Grano de color.....	45
2.1.16. Descripción botánica.....	46
2.1.16.1. Raíz.....	46
2.1.16.2. Tallo.....	46
2.1.16.3. Hojas.....	47
2.1.16.4. Inflorescencia.....	48
2.1.16.5. Flores.....	48
2.1.16.6. Fruto.....	50
2.1.16.7. Semilla.....	50
2.1.17. Composición nutricional de la quinua.....	51
2.1.17.1. Proteínas.....	52



2.1.17.2. Lípidos.....	53
2.1.17.3. Los hidratos de carbono.	53
2.1.17.4. Fibra dietética.	55
2.1.17.5. Los minerales.....	55
2.1.17.6. Las vitaminas.....	56
2.1.18. Fases fenológicas del ciclo de cultivo.....	56
2.1.18.1. Pre-emergencia	56
2.1.18.2. Emergencia.....	56
2.1.18.3. Dos hojas verdaderas.	57
2.1.18.4. Cuatro a seis hojas verdaderas.....	57
2.1.18.5. Ramificación.....	57
2.1.18.6. Inicio y desarrollo del panojamiento	58
2.1.18.7. Inicio de floración y floración	58
2.1.18.8. Grano lechoso a pastoso	59
2.1.18.9. Madurez fisiológica	60
2.1.19. Rotación de cultivos.....	61
2.1.20. Fisiología de las plantas bajo estrés	62
2.1.21. Factores ambientales que influyen en la producción de quinua	63
2.1.21.1. Radiación solar.....	63
2.1.21.2. Precipitación.	63
2.1.21.3. Altitud.....	63
2.1.21.4. Temperatura.....	63
2.1.21.5. Suelo.....	64
2.1.22. Requerimientos agroclimáticos del cultivo.....	64
2.1.22.1. Suelo.....	64
2.1.22.2. pH	65
2.1.22.3. Clima	65
2.1.22.4. Agua	65
2.1.22.5. Temperatura.....	65
2.1.22.6. Heladas	66
2.1.22.7. Radiación	66
2.1.22.8. Fotoperiodo	66
2.1.22.9. Altitud.....	67



2.1.23. Temperatura óptima para la producción y rendimiento de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd.</i>).....	67
2.1.24. Las proyecciones climáticas y del suelo limitación sequía.....	67
2.1.25. Efecto de la temperatura sobre la germinación de diferentes variedades de "quinua" (<i>Chenopodium quinoa Willd.</i>).....	67
2.1.25.1. Datos utilizados.....	69
2.1.26. Regresión lineal múltiple.....	69
2.1.26.1. Regresión polinomial.....	69
2.1.27. Función de producción.....	70
2.1.28. Rendimiento de la quinua.....	71
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	72
2.2.1. Planta.....	72
2.2.2. Temperatura.....	72
2.2.3. Heladas.....	72
2.2.4. Sequía.....	72
2.2.5. Cosecha.....	73
2.2.6. Producción.....	73
2.2.7. Rendimiento.....	73
CAPITULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	74
3.1.1. Ubicación de la investigación.....	74
3.1.2. Características de la zona de estudio.....	76
3.1.3. Características climáticas.....	76
3.1.4. Actividad agrícola.....	77
3.2. MATERIALES E INSTRUMENTOS.....	78
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	78
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	78



3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO.....	78
3.6. METODOLOGÍA.....	79
3.6.1. Descripción de métodos por objetivos específicos 1	79
3.6.1.1. Procedimientos	79
3.6.1.2. Coeficiente de determinación.....	80
3.6.1.3. Análisis de regresión	81
3.6.2. Descripción de métodos por objetivos específicos 2	82
3.6.2.1. Procedimientos.	82
3.6.2.2. Coeficiente de determinación.....	83
3.6.2.3. Análisis de regresión	83
3.6.3. Descripción de métodos por objetivos específicos 3	85
3.6.3.1. Procedimientos	85

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. UBICACIÓN DE DATOS DE TEMPERATURA.....	87
4.1.1. Análisis de consistencia de la información hidrometeorológica	87
4.1.2. Análisis de Doble Masa	87
4.1.3. Análisis estadístico de saltos y tendencias.....	87
4.2. PRODUCCIÓN QUINUA (Chenopodium quinoa Willd)	90
4.3. RENDIMIENTO DE CULTIVO QUINUA (Chenopodium quinoa Willd)	92
4.4. COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE QUINUA.....	95
4.5. LAS TEMPERATURAS ADECUADAS PARA DESARROLLO DE LA QUINUA EN DISTRITO ILAVE Y COMUNIDAD CHOCCO ANTAMARCA	96
4.6. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA PARA CADA CAMPAÑA AGRÍCOLA	99
4.7. DETERMINACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CORRELACIÓN PARA LA TEMPERATURA.....	130
4.7.1. Análisis de indicadores estadísticos para temperatura.....	135



4.8. COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA VS RENDIMIENTO DE QUINUA 1988 -2018.	137
4.9. DETERMINACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CORRELACIÓN PARA LA RENDIMIENTO Y TEMPERATURA.	138
4.9.1. Análisis de indicadores estadísticos para temperatura y rendimiento de quinua.	142
4.10. DIFERENCIA DE TEMPERATURA MÁXIMA Y TEMPERATURA MÍNIMA EN DISTRITO DE ILAVE	144
4.11. PRODUCCIÓN DE QUINUA EN CHOCCO ANTAMARCA-ILAVE.....	146
4.12. ANÁLISIS DE SUELO DE CALICATAS EN ÁREA DE COMUNIDAD CHOCCO ANTAMARCA EN CULTIVO DE QUINUA	146
4.13. INCREMENTO DE ÁREA EN PRODUCCIÓN DE QUINUA EN CHOCCO ANTAMARCA.	151
4.14. LA SIEMBRA Y PRODUCCIÓN DE QUINUA EN CHOCCO ANTAMARCA.	151
4.15. INTERPRETACIÓN DE TEMPERATURA MEDIA VS RENDIMIENTO DE QUINUA (1987-1988 A 2017-2018).....	151
4.16. CÁLCULO DE TEMPERATURA CON DIFERENTES AÑOS DE CAMPAÑA.	151
4.17. CALCULO DE RENDIMIENTOS CON DIFERENTES TEMPERATURAS.	153
4.18. COMPARACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DEL COMUNIDAD CHOCCO ANTAMARCA CON DISTRITO DE ILAVE.....	157
V. CONCLUSIONES	160
VI. RECOMENDACIONES.....	161
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	162
ANEXOS.....	168
ANEXO A. Tabla de temperaturas de la estación Ilave, Puno, Juli y Mazocruz. .	167
ANEXO B. Producción de quinua de la provincia El Collao.	180



ANEXO C. Serie histórica del cultivo de la quinua – campaña agrícola del distrito Ilave	182
ANEXO D. Tabla 1, Cálculo de sumatoria de temperaturas y años.	183
ANEXO E. 1. Reemplazando las sumatoria en la matriz.....	184
ANEXO F. Tabla 2, Cálculos de sumatorias de la temperatura y rendimiento de quinua.	189
ANEXO G. 2. Reemplazando las sumatoria en la matriz.....	190
ANEXO H. Tabla: Valores críticos de la distribución F (0.05), Fisher.	1966
ANEXO I. Fotografía del lugar	197
ANEXO J. Figura histograma y doble masa	20201
ANEXO K. Plano de ubicación del lugar de estudio.....	203

Área : Ingeniería y Tecnología

Línea : Recurso Hídrico

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 17 de enero 2020.



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variedades comerciales y características de la quinua en el Perú.	40
Tabla 2. Variedades nativas de quinua que se cultivan en el Altiplano de Puno.....	40
Tabla 3. Contenido de macro-nutrientes de los alimentos más resaltantes por 100 gramos de peso seco.	52
Tabla 4. Composición proximal de variedades de quinua.....	52
Tabla 5. Contenido de aminoácidos esenciales y el cómputo químico de tres tipos de quinua.....	53
Tabla 6. Resultados de análisis de azúcares en variedades de quinua.	54
Tabla 7. Resultados de análisis de amilosa y amilopectina y tamaño de gránulos de almidón en variedades de quinua.	55
Tabla 8. Contenido de minerales en las variedades de quinua (mg/kg).	56
Tabla 9. Temperatura promedio registrados en la estación meteorológica de Ilave, Puno, Juli y Mazocruz.	77
Tabla 10. Análisis de varianza para probar la linealidad de la regresión.	82
Tabla 11. Análisis estadístico (1986-2018)	87
Tabla 12. Temperatura media de campaña agrícola del distrito Ilave (1987-2018).....	88
Tabla 13. Producción en campaña agrícola (1987-2018).....	90
Tabla 14. Producción en campaña agrícola en la comunidad Chocco Antamarca (1996-2018).....	91
Tabla 15. Rendimiento del cultivo de quinua en distrito Ilave (1988-1989 a 2017-2018).	92
Tabla 16. Temperatura mínima de campaña agrícola del distrito Ilave (1987-2018)....	96
Tabla 17. Temperatura máxima de campaña agrícola del distrito Ilave (1987-2018)...	97
Tabla 18. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1987- 1988.	99
Tabla 19. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1988-1989.	100



Tabla 20. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1989-1990.	101
Tabla 21. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1990-1991.	102
Tabla 22. Campaña Agrícola del distrito Ilave de la campaña 1991-1992.	103
Tabla 23. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1992-1993.	104
Tabla 24. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1993-1994.	105
Tabla 25. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1994-1995.	106
Tabla 26. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1995-1996.	107
Tabla 27. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1996-1997.	108
Tabla 28. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1997-1998.	109
Tabla 29. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1998-1999.	110
Tabla 30. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1999-2000.	111
Tabla 31. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2000-2001.	112
Tabla 32. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2001-2002.	113
Tabla 33. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2002-2003.	114
Tabla 34. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2003-2004.	115
Tabla 35. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2004-2005.	116
Tabla 36. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2005-2006.	117
Tabla 37. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2006-2007.	118
Tabla 38. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2007-2008.	119
Tabla 39. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2008-2009.	120
Tabla 40. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2009-2010.	121
Tabla 41. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2010-2011.	122
Tabla 42. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2011-2012.	123
Tabla 43. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2012-2013.	124



Tabla 44. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2013-2014.	125
Tabla 45. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2014-2015.	126
Tabla 46. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2015-2016.	127
Tabla 47. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2016-2017.	128
Tabla 48. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2017-2018.	129
Tabla 49. Cálculo de la sumatoria de \hat{y} ajustada y error cuadrado.	134
Tabla 50. Cálculo del análisis de varianza (ANOVA) para la temperatura.	135
Tabla 51. Temperatura media de campaña y rendimiento de quinua.	137
Tabla 52. Cálculo de la sumatoria de \hat{y} ajustada y error cuadrado.	141
Tabla 53. Cálculo del análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de quinua.	142
Tabla 54. Diferencia de temperatura máxima y temperatura mínima en °C.	144
Tabla 55. Producción de quinua en Chocco Antamarca.	146
Tabla 56. Temperatura media originados a diferentes secuencias de años.	152
Tabla 57. Rendimientos de quinua originados a diferentes niveles de temperatura.	154
Tabla 58. Comparación en producción de la comunidad Chocco Antamarca con distrito de Ilave.	157



ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Asignación de temperatura a nivel de municipalidad.....	34
Figura 2. Planta de quinua en maduración.....	38
Figura 3. Semilla de quinua de la variedad Kankolla.	38
Figura 4. Las hojas.....	47
Figura 5. Tipos de inflorescencia de la quinua.....	48
Figura 6. Estructura de la semilla de quinua.....	50
Figura 7. Cuatro a seis hojas verdaderas de quinua	57
Figura 8. Ramificación de quinua.	58
Figura 9. Floración de quinua.....	59
Figura 10. Quinua en fase de maduración fisiológica.	60
Figura 11. Recolección de cosecha de quinua por campesinos nativos.	60
Figura 12. Fases fenológicas de la quinua. tomado de Organic Life Perú Group S.A.C. 2015.	61
Figura 13. Papa-Quinua-Cebada-Haba (Tarwi).	62
Figura 14. Cultivo de quinua ubicado en pampa suelos francos.	64
Figura 15. Ubicación del ámbito de Estudio.....	75
Figura 16. Temperatura optima de la quinua (FAO).....	80
Figura 17. Datos históricos de temperatura media del distrito Ilave (1987- 2018).....	89
Figura 18. Comportamiento de la temperatura media de la campaña agrícola (1988 - 2018).....	89
Figura 19. Comportamiento de rendimiento del cultivo de quinua.	93
Figura 20. Comportamiento de rendimiento del cultivo de quinua durante 1988-1989 a 2017-2018.....	93



Figura 21. Comportamiento de temperatura media mensual y rendimiento del cultivo de quinua.....	95
Figura 22. Figura de temperatura máxima y mínima durante desarrollo de fase fenológico de quinua 1987-1988 a 2017-2018.	98
Figura 23. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1987- 1988.	100
Figura 24. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1988- 1989.	101
Figura 25. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1989-1990.	102
Figura 26. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1990-1991.	103
Figura 27. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1991-1992.	104
Figura 28, Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1992-1993.	105
Figura 29. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1993-1994.	106
Figura 30. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1994-1995.	107
Figura 31. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1995-1996.	108
Figura 32. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1996-1997.	109
Figura 33. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1997-1998.	110
Figura 34. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1998-1999.	111
Figura 35. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1999-2000.	112
Figura 36. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2000-2001.	113
Figura 37. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2001-2002.	114
Figura 38. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2002-2003.	115
Figura 39. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2003-2004.	116
Figura 40. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2004-2005.	117
Figura 41. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2005-2006.	118
Figura 42. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2006-2007.	119
Figura 43. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2007-2008.	120



Figura 44. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2008-2009.	121
Figura 45. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2009-2010.	122
Figura 46. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2010-2011.	123
Figura 47. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2011-2012.	124
Figura 48. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2012-2013.	125
Figura 49. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2013-2014.	126
Figura 50. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2014-2015.	127
Figura 51. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2015-2016.	128
Figura 52. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2016-2017.	129
Figura 53. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2017-2018.	130
Figura 54. Ecuación de la línea de tendencia de la temperatura °C.	132
Figura 55. Comportamiento de temperatura media anual y rendimiento de quinua durante 1987-1988 a 2017-2018.	138
Figura 56. Ecuación de la línea de tendencia de la temperatura y rendimiento de quinua.	140
Figura 57. Diferencia de temperatura máxima y temperatura mínima en °C en campaña agrícola 1987-1988 a 2017-2018.....	145
Figura 58. Calicata en sector Curva abajo.	147
Figura 59. Calicata en sector curva medio.	147
Figura 60. Calicata en sector Curva a lado carretera.	148
Figura 61. Calicata en sector Chuñawi(Eugenio Mamani).	148
Figura 62. Calicata en sector Chuñawi(Héctor Contreras).....	149
Figura 63. Calicata en sector Puente (Pedro Cáceres).....	149
Figura 64. Calicata en sector Jacha Pasto (Mariano Navarro).....	150
Figura 65, Ecuación de la línea en proyección del temperatura °C.....	153



Figura 66. Relación: Rendimientos de quinua originados a diferentes niveles de temperatura.	155
Figura 67. Comparación en producción de la comunidad Chocco Antamarca con distrito de Ilave.....	158



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ALC	:	América Latina y el Caribe
ANOVA	:	Análisis de Varianza
CCSM	:	Community Climate System Model
D.R.A.	:	Dirección regional de agraria
ENAHO	:	Encuesta Nacional de Hogares.
FAO	:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
FAN	:	Factores antinutricionales
INEI	:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
IPCC	:	Intergubernamental de Cambio Climático (Assessment Report)
SENAMHI	:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
PER	:	Protein Efficiency Ratio
°C	:	Grados Celsius
Gr.	:	Gramos
Ha.	:	Hectárea
Temp.	:	Temperatura.
Tn.	:	Tonelada
T _c	:	Test calculada
T _t	:	Test tabulada



RESUMEN

La presente investigación se realizó en la comunidad de Chocco Antamarca del distrito Ilave, provincia de El Collao, región Puno, cuyo objetivo principal es determinar el efecto de la variación de la temperatura en la producción de quinua de la variedad Amarilla Marangani y Kancolla en los últimos 30 años. Se han obtenido los datos históricos del cultivo quinua en la Dirección Regional Agraria (DRA) Puno. y los datos temperatura mensual de SENAMHI-Puno de las estaciones Puno, Ilave, Juli y Mazocruz; a estos datos se realizó su análisis de consistencia y mediante el método correlacional se determinó la relación que existe entre el comportamiento de la temperatura media con el rendimiento del cultivo de quinua, generando una ecuación polinomial de 6to grado con las variables (temperatura y rendimiento de quinua) de los últimos 30 años para tener un grado de confiabilidad en los resultados, en un enfoque de determinar el impacto de la variación de la temperatura sobre el cultivo de la quinua. Los efectos principales del genotipo y del ambiente (temperatura) afectan al rendimiento del cultivo que soporta hasta una temperatura mínima de 7.5°C con rendimiento de 1039.70 kg/ha y una temperatura máxima de 9.6°C con un rendimiento 1519.64 kg/ha, y a una temperatura promedio de 8.5°C tiene un rendimiento de 1069.81 kg/ha. La quinua es uno de los cultivos que soporta la variación de temperatura y es una buena opción para fomentar su producción considerando medidas integrales de gestión ambiental como el sistema de alerta temprana, preparación y planificación de contingencia, los programas de adaptación al cambio climático.

Palabras clave: Efectos, producción, quinua, rendimiento, variación de temperatura.



ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Chocco Antamarca community of the Ilave district, El Collao province, Puno region, whose main objective is to determine the effect of temperature variation on the production of quinoa of the Amarilla Marangani and Kancolla variety in the last 30 years. The historical data of the quinoa crop have been obtained in the Regional Agrarian Directorate (DRA) Puno. and the monthly temperature data from SENAMHI-Puno from the Puno, Ilave, Juli and Mazocruz stations; These data were analyzed for consistency and the correlation method that determined the relationship between the behavior of the average temperature with the yield of the quinoa crop was determined, generating a 6th degree polynomial equation with the variables (temperature and yield of quinoa) of the last 30 years to have a degree of reliability in the results, in an approach to determine the impact of temperature variation on the quinoa crop. The main effects of the genotype and the environment (temperature) affect the yield of the culture that supports up to a minimum temperature of 7.5°C with a yield of 1039.70 kg/ha and a maximum temperature of 9.6°C with a yield of 1519.64 kg/ha, and at a temperature Average of 8.5 °C has a yield of 1069.81 kg/ha. Quinoa is one of the crops that supports temperature variation and is a good option to promote its production considering comprehensive environmental management measures such as the early warning system, contingency planning and preparation, and programs for adaptation to climate change.

Key Words: Effect, quinoa, production, performance, variation of temperature.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en analizar las variables de temperatura mensual con rendimiento de quinua de cada campaña agrícola en un periodo de 30 años entre 1987 - 2018.

Para comprender “el efecto de la variabilidad de la temperatura, como consecuencia del cambio climático, en la productividad agrícola y los precios de los principales productos agrícolas en el Perú” (Saldarriaga, 2016). Es necesario medir dichos efectos los alcances del cambio climático tanto en la productividad agrícola como también en la integración de la región (Belizario, 2014, 2015). Asimismo, al tener conocimiento de dichos efectos, es posible diseñar y formular planes para proteger la actividad agrícola (la seguridad alimentaria) a corto y mediano plazo, principalmente relacionado a la producción de la quinua, para la adaptación del cultivo, la población y la economía regional ante el cambio climático en el futuro (Belizario, Huaquisto, & Chirinos, 2013a).

La hipótesis planteada es que la variación de temperatura influye en la producción de la quinua de la variedad Amarilla Marangani y Kancolla positiva directamente en cada campaña agrícola.

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

Se utiliza la variación interanual de la temperatura durante el periodo de siembra de cada cultivo dentro de cada municipalidad para estimar el efecto de la variabilidad de la temperatura en la productividad agrícola y en los precios de los principales productos agrícolas (Belizario, 2014; Belizario, Huaquisto, & Chirinos, 2013b). La consistencia de los efectos estimados se sustenta en el supuesto de que la variabilidad de la temperatura



es impredecible dentro de una misma zona geográfica en particular a lo largo de los años (Saldarriaga, 2016).

Los resultados aceptan la hipótesis alterna, así la temperatura mínima mensual es 7.5°C con el rendimiento 1039.70 kg/ha y con temperatura máximo mensual es 9.6°C con el rendimiento 1519.64 kg/ha.

El objetivo del presente es determinar el efecto de la variación de la temperatura en la producción de quinua de la variedad Amarilla Marangani y Kancolla, en la comunidad de Chocco Antamarca del distrito Ilave, provincia El Collao, región Puno.

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El estudio se ha desarrollado en el ámbito de la comunidad Chocco Antamarca del distrito Ilave, departamento Puno, que está a una altura de 3897 - 3950 msnm. El cual presenta un clima frígido, en la actualidad el distrito Ilave se encuentra en proceso comercialización globalizado, que significa mayor fluidez del comercio exterior, libre movilidad de capitales con vía al desarrollo; en ese sentido la comunidad Chocco Antamarca se encuentra marginada a estos cambios. Ya que el poblador no planifica cuándo debe sembrar, durante la campaña agrícola hay áreas que fueron afectadas por la variación brusca de la temperatura y precipitación; una en campaña agrícola hay áreas que fueron afectadas con menor temperatura en cosechas. “Medir los efectos de la temperatura en la productividad agrícola introduce un potencial problema de identificación” (Saldarriaga, 2016).

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 quinua en su variedad Kancolla y Amarilla Marangani. Se ha estudiado el rendimiento como parte de la producción de la quinua, ya que este cultivo es el que más se práctica y es usado como fuente de alimentación y comercialización de las familias rurales, así también la quinua tiene otras utilidades como la alimentación animal, medicinal, control de plagas, como combustible, industrial, etc. en la comunidad Chocco Antamarca.



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

En la actualidad el efecto de temperaturas impacta directamente sobre las poblaciones rurales con las alteraciones del clima, que es hostil por su posición geográfica situada por encima de los 3,850 msnm, con rendimientos y producción cada vez bajos e altos; pero especialmente afrontar el riesgo de una cosecha incierta determinado por los efectos de los factores climáticos como la temperatura máxima y mínima. También, sequias, heladas y otros que tienen relación directa con el rendimiento del cultivo de quinua.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El estudio se ha desarrollado en la comunidad de Chocco Antamarca de distritos Ilave, provincias El Collao – Puno.

1.2.1. Problema general

¿Cómo es el efecto de la temperatura de la producción de quinua en la comunidad Chocco Antamarca del distrito Ilave, provincia El Collao - Puno?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cómo es el impacto de la temperatura máxima y mínima en la producción de quinua de la variedad Amarilla Marangani y Kancolla en la comunidad Chocco Antamarca - Ilave?

¿Cómo es la relación entre la temperatura máxima y mínima con el rendimiento



de quinua de la variedad Amarilla Marangani y Kancolla en la comunidad Chocco Antamarca – Ilave, durante 30 años?

¿Cómo son los datos de producción medidos en la comunidad Chocco Antamarca con el distrito Ilave, durante 20 años?

1.3. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

1.3.1. Hipótesis general

La variación de la temperatura influye en la producción de la quinua de la variedad Amarilla Marangani y Kancolla en forma directa positiva en cada campaña agrícola.

1.3.2. Hipótesis específicas.

1. La temperatura tiene un comportamiento variado cuando pasa los años que determina la producción de quinua de la variedad Amarilla Marangani y Kancolla en la comunidad de Chocco Antamarca del distrito Ilave.
2. La variable temperatura tiene relación positiva directa con la producción de quinua de la variedad Amarilla Marangani y Kancolla en la comunidad de Chocco Antamarca del distrito de Ilave y con la ecuación obtenida de los datos.
3. Los datos de producción de quinua medidos en la comunidad Chocco Antamarca tiene el mismo comportamiento que el distrito de Ilave.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La ejecución de la tesis se justifica en función de la gran importancia de tema del rendimiento y producción de quinua, ya que es la clave de la generación del empleo, la lucha contra la pobreza y en general.

La necesidad de plantear el presente trabajo para contribuir sobre el conocimiento de producción y el rendimiento del cultivo en condiciones de la “temperatura máxima y mínima” en la comunidad Chocco Antamarca - Ilave.



El cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) en la provincia de El Collao es sembrada en áreas pequeñas y en asociación con áreas pequeñas, cuya producción es empleada en su mayoría para el autoconsumo pero sin para exportar. El cultivo es muy apreciado por sus cualidades alimenticias y nutricionales, atributos muy requeridos en la dieta alimentaria de niños, adultos y ancianos. Esta potencialidad permite que se tenga una demanda insatisfecha por parte de las familias campesinas y por los programas sociales promovidos por los gobiernos locales, que con el afán de contrarrestar la desnutrición crónica infantil que acarrea nuestra región en incluso adquieren fuera del País (Bolivia).

Los agricultores de la provincia de El Collao dan mayor importancia a la producción de muchos cultivos sin considerar el costo de producción, que es muy alto. Los cultivos promovidos requieren mayor inversión en mano de obra e insumos, son de poca demanda y de bajo precio en el mercado local, regional y nacional. Frente a la realidad, el cultivo de quinua se presenta como una alternativa, cuyas bondades que ofrece el cultivo son: tolera bajas temperaturas, sequía, es de bajo costo durante la instalación y ofertando o comercializando a precios cómodos; sus granos poseen alto valor alimenticio y tiene alta demanda en el mercado regional, permitiendo de este modo obtener mejores ingresos comparado con los cultivos tradicionales de la región. Con el presente trabajo de investigación 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 las actuales dependencias de pocos cultivos exclusivos para el autoconsumo determinan bajos niveles en las relaciones de intercambio, lo que hace incremento los índices de pobreza, conocer que la conservación de la biodiversidad en este contexto está directamente relacionada con el conocimiento de los productores y el aseguramiento de la auto subsistencia de las familias del distrito de Ilave.

Esta investigación es de importancia para que los productores tengan un documento base, que les indique la magnitud que está produciendo en la variación de la temperatura con el rendimiento de quinua en la comunidad Chocco Antamarca - distrito de Ilave y por consiguiente formulo y/o planteo estrategias para contrarresten las pérdidas



de cosechas.

Del resultado que el presente trabajo hace conocer el comportamiento de la temperatura y su influencia en la actividad agrícola, ya que el rendimiento de los cultivos en estos últimos años viene variando con el pasar de los años, así plantear alternativas para mejorar la producción agrícola en la pérdida de cosecha (Belizario, 2014).

Para saber la producción de quinua y variación de temperatura, este cultivo que puede crecer en grandes altitudes, soporta las heladas y otros fenómenos climáticos adversos (Belizario, 2015). La quinua es un alimento que reúne características favorables para ser transformada y obtener productos agroindustriales que permitan un uso más elaborado y directo o no, siendo necesario desarrollar y aplicar tecnologías adecuadas de procesamiento.

Esta pregunta es importante ¿Afecta el cambio climático a la actividad agrícola? Este interrogante es crucial para entender los alcances y costos asociados a un fenómeno global que ya se vive en la actualidad y también para el diseño de planes orientadas a la mitigación de sus potenciales efectos. Asimismo, esta pregunta es crucial para la región Puno y provincia El Collao, donde la agricultura es una de las actividades económicas más relevantes y, por consiguiente, puede generar impactos negativos en la seguridad alimentaria, para largo plazo o corto plazo.

1.5. ANTECEDENTES

a) A nivel internacional.

Jacobsen, Hollington y Hussain (2002) La quinua se caracteriza por una excelente calidad de proteínas y un alto contenido de una gama de vitaminas y minerales, y por eso ha sido seleccionado por la FAO como uno de los cultivos destinados a ofrecer seguridad alimentaria en este siglo. La variabilidad genética de la quinua es enorme, y los cultivares se adaptan al crecimiento desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm.

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), tradicionalmente llamada la madre de



los granos, tiene el potencial de crecer bajo altas temperaturas y sequías, los niveles de tolerar considerados como tensiones en otras especies de cultivo (Yang, Akhtar, Amjad, Iqbal, y Jacobsen, 2016).

Hinojosa, Matanguihan & Murphy (2018) Cabe mencionar las altas temperaturas durante la floración y producción de semillas puede reducir significativamente el rendimiento. Las altas temperaturas reducen quinoa rendimiento de semilla, diámetro de semilla de quinoa también se redujo hasta en un 73% cuando las temperaturas máximas del aire se elevaron a 28 °C en días largos.

Rambal, Ratte, Mouillot & Winkel (2015) Presentan un resumen de las limitaciones actuales y proyectadas de sequía y heladas sobre el área de estudio y muestran los efectos posteriores sobre el rendimiento de la quinua en la parcela y los niveles del paisaje en diferentes momentos. A partir de esto, se puede ver una imagen de la futura producción de cultivos de quinua en el sur del Altiplano.

b) A nivel nacional.

Según Clemente (2016), la tasa de crecimiento de la producción de papa se vería seriamente afectada ante un incremento de la temperatura y/o precipitaciones, se debe tener en cuenta que dicha actividad capta un 36% de la PEA para el caso de Junín, lo que implicaría que también se tenga impactos sobre en el mercado de bienes, el mercado de trabajo y mercado financiero.

Castilla (2010) en su estudio hace un análisis económico del cambio climático en la agricultura de la región Piura, donde busca cuantificar el impacto del cambio climático sobre los principales productos agroexportables en Piura, tales como son el mango, limón, plátano y café para ello usa un modelo de función de producción y encuentra que los productos son explicados en un 50% por las variables climáticas, logrando afirmar que las variables de temperatura si afectan el rendimiento del mango y plátano. A medida que aumenta la temperatura mínima el rendimiento de estos productos aumenta, sin embargo, estos aumentos en el rendimiento son cada vez menores e incluso llevarían a una disminución en el rendimiento si los aumentos en la temperatura mínima sobrepasan el



umbral u optimo correspondiente.

c) A nivel regional.

Según León (2003), “las heladas se dan por temperaturas menor de -4°C y causan rupturas del plasma mediante la formación de cristales de hielo en las intercelulares de la planta y las heladas ocurren especialmente: en alturas elevadas, cuando hay cielo despejado, ausencia de viento, en las horas de la madrugada”.

Para Canahua, Mujica & Tapia (2014), “la Kancolla es variedad muy difundida en el altiplano, tiene buena regularidad en rusticidad y rendimiento; aunque fue afectado por las heladas tempranas de la segunda quincena de febrero y primera semana de marzo en las fases fenológicas en grano de leche y grano pastoso en Ayaviri e Illpa. Porque esta variedad es de ciclo vegetativo tardío (175 días). Los agricultores de Ayaviri, Azángaro y de Nuñoa (ZA suni alta y puna húmeda, respectivamente) recuerdan que hace 20 años atrás no tenían problemas con las heladas tempranas y maduración; porque acostumbraban sembrar a fines de agosto, y en los primeros estadios, las plántulas de quinua, son resistentes a las heladas y sequías; para luego acelerar su desarrollo con las lluvias de primavera y verano.

Para Belizario (2015), “las tendencias en temperaturas máximas presentan cambios significativos a nivel anual para los periodos analizados en cada estación de la cuenca Ramis de 45 años con incremento promedio de 0.04°C/año , en las estaciones: Ayaviri, Azángaro, Arapa, Huancané, Macusani y Progreso, muestran tendencias positivas a nivel anual con un nivel de significancia de 0.05 de evidencia y Lampa con 0.1 de evidencia. En la estación Chuquibambilla, presenta comportamiento temporal estable, y mientras que las tendencias de las temperaturas medias muestran un evidente cambio de incremento en $0.025^{\circ}\text{C/año}$ en las estaciones, en estación, Macusani disminuye con 0.005 de evidencia leve. En temperaturas mínimas a nivel de cuenca presenta un incremento de $0.0004^{\circ}\text{C/año}$ ”.



1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la variación de la temperatura en la producción de la quinua de variedad Amarilla Marangani y Kancolla en la comunidad Chocco Antamarca del distrito Ilave.

1.6.2. Objetivos específicos

1. Establecer la variación de la temperatura de los últimos 30 años, representándola a través de tablas y figuras de los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas ubicadas en el ámbito de influencia en zona de estudio.
2. Determinar la relación de variación de la temperatura con el rendimiento de la quinua de variedad Amarilla Marangani y Kancolla, representándola gráficamente y generando una ecuación matemática para la producción de quinua a diferentes niveles de temperatura.
3. Comparar los datos de producción de quinua medidos en la comunidad Chocco Antamarca con el distrito Ilave.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Climatología.

Para Barry (1978), “el estudio del clima y del tiempo es un tema de mucha importancia, teniendo en consideración que de las condiciones atmosféricas dependen de muchas actividades humanas, desde la agricultura hasta de un simple paseo por el campo”. Por eso se ha hecho un esfuerzo ingente por predecir el tiempo tanto a corto como a medio plazo.

El tiempo se define como el estado de la atmósfera en un determinado momento. Se toma en cuenta la humedad (absoluta y relativa), la temperatura y la presión, en un determinado lugar y momento. Como cada uno de los instantes es más o menos prolongado en el tiempo, y en extensión, se le denomina tipo de tiempo. El clima es, pues, la sucesión de tipos de tiempo que tienden a repetirse con regularidad en ciclos anuales. Cuando una comunidad, ladera, etc., tiene un clima diferenciado del clima zonal decimos que es un topo clima. Además, llamamos microclima (Barry, 1978).

El clima tiende a ser regular en períodos de tiempos muy largos, incluso geológicos, lo que permite el desarrollo de una determinada vegetación y un suelo perfectamente equilibrado. Pero, en períodos de tiempo geológicos, el clima también cambia de forma natural, los tipos de tiempo se modifican y se pasa de un clima otro en la misma zona (Barry, 1978).

2.1.2. Variables climáticas.

2.1.2.1. Precipitación.

Para Cuadrat & Pita (1997), son todas las formas de humedad caídas directamente sobre el suelo en estado líquido o sólido, aunque en general, solo la lluvia y las nieves desprendidas de las nubosas contribuyen de modo significativo a los totales pluviométricos. Las nubes son, en consecuencias, la fuente principal de la precipitación,



si, bien, como es conocido, la mayoría de ellas no originan precipitaciones, porque, las diminutas gotitas y cristales de hielo que las forman no alcanzan al suelo hasta que crecen lo suficiente para vencer el empuje de las corrientes del aire ascendentes que la mantiene en suspensión.

Torres (2001), indica que el término precipitación se usa para designar cualquier tipo de forma en que el agua cae desde las nubes a la tierra. Existe una lista hecha por meteorólogos de diez tipos de precipitación, pero sólo se distinguen normalmente tres: lluvia, granizo y nieve.

2.1.2.2. Temperatura.

Murphy y Matanguihan (2015), indican la temperatura media adecuada para el crecimiento de la quinua es de 15–20 °C, pero puede crecer a temperaturas medias que oscilan entre 10 y 25 °C. Las temperaturas extremadamente altas pueden causar flores aborto. Aparte de sequía, las heladas son uno de las principales limitantes del crecimiento factores en el Altiplano.

2.1.3. Medición de la temperatura.

Quereda (2008), considera como los observatorios meteorológicos se usa corrientemente el termómetro de mercurio, líquido que al dilatarse discurre en forma continua por el interior de un capilar, leyéndose directamente en la escala grabada sobre el tubo termométrico la temperatura. En graduación centígrada la escala está dividida en medios grados o en décimas de grado.

Para lugares muy fríos ($T < 25^{\circ}\text{C}$) el mercurio se sustituye por alcohol que tiene un punto de solidificación más bajo. Otra medida corriente es la máxima y mínima temperatura diaria. Un termómetro de máxima tiene un estrechamiento en la base de la columna capilar, que la impide descender. La vuelta al depósito se consigue con sacudidas bruscas. Los termómetros de mínima son de alcohol con un índice empujado por el menisco que forma el líquido al retroceder por el capilar, pero que no se mueve cuando el líquido asciende. Ambos termómetros se disponen horizontalmente para paliar la acción de la gravedad.



2.1.4. Escalas de temperatura.

Según Fices (2010), las escalas de temperatura más comúnmente usadas son dos: Celsius y Fahrenheit, con fines de aplicaciones físicas o en la experimentación, es posible hacer uso de una tercera escala llamada Kelvin o absoluta.

Tradicionalmente, se eligieron como temperaturas de referencia, para ambas escalas los puntos de fusión del hielo puro (como 0 °C ó 32 °F) y de ebullición del agua pura, a nivel del mar (como 100 °C o 212 °F). Como puede verse, la diferencia entre estos dos valores extremos es de 100 °C y 180 °F, respectivamente en las dos escalas (Fices, 2010).

2.1.5. Variaciones de temperatura.

Fices (2010), asevera que, la cantidad de energía solar recibida, en cualquier región del planeta, varía con la hora del día, con la estación del año y con la latitud. Estas diferencias de radiación originan las variaciones de temperatura. Por otro lado, la temperatura puede variar debido a la distribución de distintos tipos de superficies y en función de la altura. Ejercen influencia sobre la temperatura: Variación diurna, distribución latitudinal, variación estacional tipos de superficie terrestre, variación con la altura.

2.1.6. Metodología de estimación y datos

Saldarriaga (2016), afirma que diversas fuentes de información son utilizadas para obtener datos de la producción agrícola como también de los precios de los principales productos agrícolas. Asimismo, se describen las fuentes de información que proveen datos de las temperaturas y precipitaciones históricas y las proyecciones para el periodo 2020-2040. En cuanto a la metodología empírica, las estimaciones del efecto de las temperaturas en la productividad agrícola y los precios de los principales productos agrícolas en el Perú son obtenidas utilizando la variación inter-anual de la temperatura dentro de una misma unidad geográfica.

2.1.6.1. Datos utilizados

En Saldarriaga (2016), expresa los datos utilizados para el análisis empírico provienen de distintas fuentes de información.

En las siguientes líneas se describe cada una de ellas, así como también la construcción de los indicadores utilizados para las regresiones.

2.1.6.1.1. Temperaturas históricas

Esta base de datos provee la temperatura y precipitación promedio mensual a nivel global a un detalle de 0.5 x 0.5 grados (cada grado corresponde a una distancia promedio de 56 kilómetros alrededor del Ecuador) para el periodo 1900-2010 (Saldarriaga, 2016).

2.1.6.1.2. Temperaturas futuras

Con el fin de predecir cuáles serán las consecuencias del cambio climático en la productividad agrícola a futuro, se utilizan datos de proyecciones del estado climatológico futuro a partir del modelo CCSM3 A2 (Community Climate System Model, por sus siglas en inglés), el mismo modelo que fue utilizado para elaborar el Informe de Evaluación N°4 del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (Assessment Report 4 - IPCC). Este pronóstico del estado climatológico futuro es elaborado por el National Center for Atmospheric Research - National Science Foundation de Estados Unidos.

La base de datos del CCSM3 A2 es provista a un detalle de 1.4x1.4 grados (aproximadamente 155 kilómetros cuadrados alrededor del Ecuador) y contiene las proyecciones de temperatura y precipitaciones mensuales para el periodo 2020-2040. Al igual que las temperaturas históricas, la temperatura promedio distrital para el periodo 2020-2040 se asigna en base al nodo de temperatura más cercano al centroide de la municipalidad. La Figura 1, muestra la distribución de las municipalidades y nodos de temperatura (históricos y futuros) en el sistema de coordenadas geográficas (Saldarriaga, 2016).

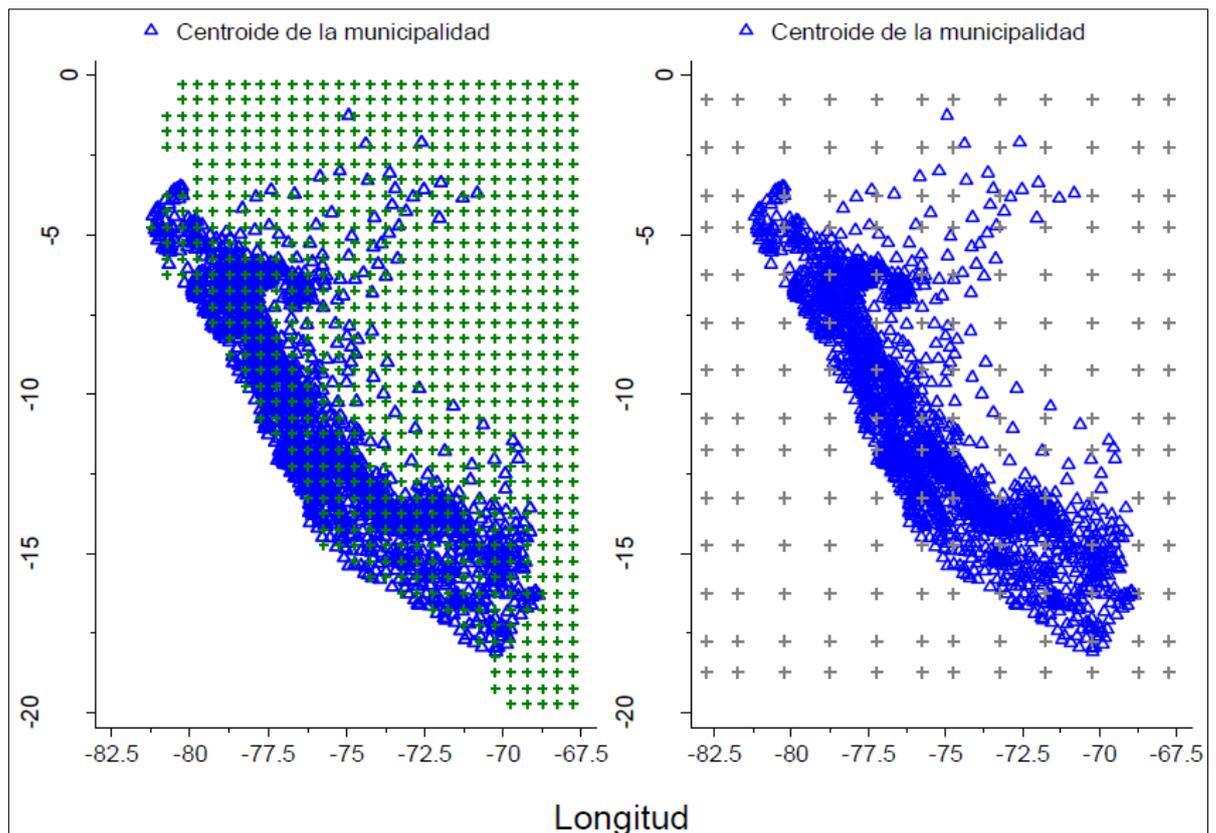


Figura 1. Asignación de temperatura a nivel de municipalidad.

Notas: La figura muestra la ubicación geográfica (longitudes y latitudes) del centroide de cada municipalidad del Perú (triángulos azules) y los nodos para los que se cuenta con información de temperatura mensual del periodo 1900-2010 (cruces verdes; panel izquierdo) y los pronósticos para el periodo 2020-2040 (cruces grises; panel derecho). La temperatura de cada municipalidad se asigna en base al nodo de temperatura más cercano al centroide de la unidad geográfica.

Fuente: Saldarriaga (2016).

2.1.6.1.3. Importancia del cultivo de la quinua.

La quinua tiene una extraordinaria versatilidad para adaptarse a diferentes pisos agroecológicos. Se adapta a climas desde el desértico hasta climas calurosos y secos, puede crecer con humedades relativas desde 40% hasta 88%, y soporta temperaturas desde -8°C hasta 38°C . Es una planta eficiente al uso de agua, es tolerante y resistente a



la falta de humedad del suelo y permite producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm (Apaza, Cáceres, Estrada & Pinedo, 2013).

A partir de los datos de la ENAHO se construyen dos indicadores de productividad agrícola:

2.1.6.1.4. Suelos y altitud.

La quinua prospera bien en zonas cuya altitud se encuentra en una franja que va desde los 2 200 a 3 000 metros sobre el nivel del mar, con suelos franco limosos o franco arcillosos, pH de 6.3 – 7.3, y buen drenaje (Suquilanda, 2011).

2.1.6.1.5. Precio de la quinua en chacras

El precio promedio de la quinua en chacra a nivel nacional en 2014 fue de 7.88 soles/kg, recibiendo cuatro regiones los precios mayores: Tacna (10.5 soles/kg), Lima (9.6 soles/kg), Puno (9.6 soles/kg) e Ica (8.7 soles/kg). El precio al productor tuvo un crecimiento del 14.3% anual entre 2001-2014 pasando de 1.6 a 7.9 soles/kg. El precio al consumidor de quinua en Lima Metropolitana tuvo un crecimiento del 12.9% anual en ese mismo periodo. El precio de exportación FOB aumentó de 1.3 US\$ a 5.4 US\$ por kilogramo, y su tasa de crecimiento fue del 13.0% (Soto, et al., 2015).

Se complementa el análisis del efecto de la variabilidad de la temperatura en los precios de los principales productos agrícolas con información proveniente de la ENAHO (valor unitario de los productos agrícolas).

2.1.7. Influencia de la temperatura en las plantas

De Castillo (2017), en su trabajo de investigación titulado: Efecto de la alta temperatura en la respuesta fisiológica de dos cultivares contrastantes de *Chenopodium quinoa Willd.* “quinua” en plantas aclimatadas y no aclimatadas, en su marco teórico define la temperatura es un elemento esencial en el cultivo y desarrollo de las plantas. Junto con los niveles de luz, dióxido de carbono, humedad del aire, agua y nutrientes, la temperatura influye en el crecimiento de la planta y la productividad de las cosechas.



Todos estos factores deberían estar equilibrados. La temperatura afecta a la planta tanto a corto como a largo plazo.

2.1.8. Diferencias entre la temperatura ambiental y de la planta

En Fundación Canna (2017), afirma la mayoría de los procesos biológicos se aceleran con temperaturas altas, lo cual puede ser tanto positivo como negativo. Un rápido crecimiento o producción de frutos es un beneficio en la mayoría de los casos, sin embargo, la excesiva respiración que se produce es desfavorable porque implica que quedará menos energía disponible para el desarrollo de los frutos, resultando en unos frutos más pequeños. El equilibrio de asimilación de la planta, por ejemplo, se ve influenciado rápidamente por la temperatura, sin embargo, la inducción floral requerirá más tiempo.

La temperatura de la planta y la del ambiente no son iguales porque las plantas son capaces de enfriarse por evaporación y de calentarse por irradiación. Las plantas buscan alcanzar su temperatura óptima, para lo que es muy importante que exista un equilibrio entre la temperatura ambiental, la humedad relativa y la luz. Si los niveles de luz son altos, la planta se calentará demasiado, produciéndose una diferencia entre la temperatura ambiental y la de la planta. Para enfriarse, el índice de transpiración de la planta deberá aumentar. Al igual que ocurre con la temperatura, el índice de transpiración depende de condiciones medioambientales como la luz, el nivel de CO₂ en la atmósfera y la humedad relativa, pero también de la especie de la planta (Fundación Canna, 2017).

2.1.9. Temperatura ideal para el día y la noche

Procesos diferentes tienen lugar en la planta durante el día y noche, y la temperatura perfecta para la planta variará consecuentemente. El transporte de azúcares se produce principalmente durante la noche y, sobre todo, hacia las partes de mayor temperatura de la planta. Las hojas se enfrían más rápidamente que los frutos y las flores, por lo que la mayoría de la energía disponible se dirige a estos últimos para facilitar su crecimiento y desarrollo (Fundación Canna, 2017). Las temperaturas diurnas pueden tener efectos lesivos, relacionados con el calentamiento del tejido, o efectos indirectos asociados a déficits hídricos de la planta, que pueden aumentar la demanda de evaporación (Yepes et al., 2011).



La temperatura perfecta del ambiente depende también de la intensidad de la luz y de la cantidad de dióxido de carbono que haya en el aire. Las plantas funcionan de un modo similar a los animales de sangre fría, ya que su metabolismo y el ritmo de fotosíntesis aumentan a la vez que lo hace la temperatura del aire. Cuando la temperatura es muy baja (cómo de baja dependerá de la variedad de la planta) apenas se produce fotosíntesis, independientemente de la luz que haya, con lo que el índice de fotosíntesis aumentará con el aumento de temperatura ambiental. Cuando existe un equilibrio entre luz y temperatura, el nivel de CO₂ en el ambiente será el factor limitador. Si hay suficiente CO₂ disponible, el índice de fotosíntesis aumentará al ritmo de la temperatura. Aun así, siempre habrá que tener en cuenta que hay otros factores que también juegan un papel importante, como lo es la enzima RuBisCo. La RuBisCo es esencial para la fotosíntesis. En algunos casos tendrá lugar un proceso conocido como fotorespiración esto es cuando la RuBisCo se une al oxígeno en lugar de unirse al dióxido de carbono, como ocurre durante el proceso normal de fotosíntesis. Tanto el nivel de CO₂ como la temperatura perfecta serán menores con niveles de luz bajos que con altos; la actividad enzimática aumentará también a más altas temperaturas (Fundación Canna, 2017).

Las plantas constan de diferentes partes y cada una de ellas reacciona de un modo distinto a la temperatura. La temperatura de los frutos es similar a la del aire; cuando la temperatura del ambiente aumenta, lo hace también la de los frutos y viceversa. Sin embargo, la temperatura de los frutos fluctuará menos que la del ambiente y tardará más en hacerlo (hasta un par de horas más en algunos casos). La temperatura de las flores, por el contrario, es mayor que la temperatura de las hojas o la del aire, además, los pétalos transpiran a mucha menos velocidad que las hojas. La temperatura de las hojas en la parte más alta del follaje experimentará mayores fluctuaciones que la de las hojas situadas en la parte baja. Asimismo, el follaje de la zona superior se calentará más fácilmente por irradiación y, por lo tanto, alcanzará temperaturas más altas que las del ambiente cuando los niveles de luz sean altos (Fundación Canna, 2017).

2.1.10. Cultivo de la quínoa orgánica (*Chenopodium quinoa Willd*)

En Noticias Sephu (2010), afirma: vestigios arqueológicos demuestran que estos "súper cereales" formaban parte de la alimentación diaria de las culturas de Incas, Aztecas y Mayas con anterioridad a la colonización española, junto con el maíz, los frijoles o las

papas, pero mientras estos últimos se extendieron al mundo entero en los quinientos años siguientes, las "semillas sagradas" cayeron en el olvido.



Figura 2. Planta de quinua en maduración.

La planta muy rústica que se adapta a diversos tipos de suelos, climas heladores y pluviometría baja (Noticias Sephu, 2010).

La **quinua** (*Chenopodium quinoa Willd*) es un “pseudo cereal” perteneciente a la subfamilia Chenopodioideae de las amarantáceas. Es un cultivo típico de los Andes de Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y del Perú además de los Estados Unidos, siendo Bolivia el primer productor mundial seguido del Perú y de los Estados Unidos. Se le denomina “pseudo cereal” porque no pertenece a la familia de las gramíneas en que están los cereales "tradicionales", pero debido a su alto contenido de almidón su aprovechamiento y utilización es como la de un cereal (Noticias Sephu, 2010).



Figura 3. Semilla de quinua de la variedad Kankolla.
Fuente: Noticias Sephu (2010)



Las plantas de quinua crecen desde el nivel del mar de las costas de Perú hasta los 4000 msnm en los Andes, aunque su altura más común se ubica en los altiplanos y valles andinos de Perú y Bolivia a partir de los 2500 msnm (Noticias Sephu, 2010).

2.1.11. El cultivo de la quinua en el país

Para comprender los sistemas de producción de la quinua es conveniente tener en consideración su capacidad de adaptación y amplia distribución debido a las diferentes condiciones de clima y suelo en las zonas agroecológicas donde se cultiva. En el Perú se cultiva desde el nivel del mar hasta los 3900 metros de altitud, estando la mayor área ubicada ente los 2500 y los 3900 msnm, en microclimas diversos, pero, en general, en un clima templado a frío con heladas frecuentes y con dependencia de las precipitaciones pluviales (Soto, E., Mercado, W., y Estrada, 2015).

En la actualidad existen 21 variedades comerciales de quinua (Tabla 1), más allá de las variedades nativas en proceso de multiplicación (Tabla 2) por los propios campesinos conservacionistas (Soto, et al., 2015).

Tabla 1. Variedades comerciales y características de la quinua en el Perú.

Nombres de las Variedad	Efusión de Saponina	Color de pericarpio	Color de epispermo	Tamaño de grano	Zonas de producción
INIA 433 Santa Ana/AIQ/FAO	Nada	Crema	Blanco	Grande	Valles Interandinos
INIA 431 Altiplano	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano, Costa
INIA 427 Amarilla Sacaca	Mucha	Amarillo	Blanco	Grande	Valles Interandinos
INIA 420 Negra Collana	Nada	Gris	Negro	Pequeño	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
INIA 415 Pasankalla	Nada	Gris	Rojo	Mediano	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
Ilpa INIA	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano
Salcedo INIA	Nada	Crema	Blanco	Grande	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
Quillaman INIA	Regular	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Ayacuha INIA	Regular	Crema	Blanco	Pequeño	Valles Interandinos
Amarillo Marangani	Mucha	Anaranjado	Blanco	Grande	Valles Interandinos
Blanca de Juli	Poca	Crema	Blanco	Pequeño	Altiplano
Blanca de Junin	Regular	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos, Costa
Cheweca	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Altiplano
Huacariz	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Hualhuas	Nada	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos, Costa
Huancayo	Regular	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Kankolla	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Altiplano
Mantaro	Nada	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Rosada de Junin	Regular	Crema	Blanco	Pequeño	Valles Interandinos
Rosada de Taraco	Mucha	Crema	Blanco	Grande	Altiplano
Rosada de Yanamango	Poca	Crema	Blanco	Mediano	Valles Interandinos

Fuente: Soto, E., Mercado, W., y Estrada (2015).

Tabla 2. Variedades nativas de quinua que se cultivan en el Altiplano de Puno.

Tipos de Quinua	Color de planta/grano	Tolerancia de frío	Uso principal	Uso secundario
Blancas janko yurac	Blanca/blanco	Mediano	Caldo o sopa	Puré o Pesque
Chulpi o halinas	Blanca/transparente	Buena	Caldo o sopa	Puré
Witullas, coloreadas, Wariponcho	Rojo/rojo purpura	Alta	Kispiño	Harinas, torrijas
Q'oitú	Blanca o plomo/plomizo, marrón	Buena	Torrijas	Harinas
Pasankallas	Plomo/rojo, vino	Alta	Mana	Harinas
Cuchiwilla	Rojo/negro	Alta	Chicha	Kispiño

Fuente: Soto, E., Mercado, W., y Estrada, (2015).

En los últimos años se observa un incremento considerable en la demanda nacional e internacional de la producción de quinua; como consecuencia también se está improvisando el acopio de granos, sin respetar las normas de un manejo técnico, contraviniendo la presentación y calidad del producto, provocando una desventaja frente



a la oferta de la competencia, causando un desprestigio en el mercado (Amachi, et al., 1999).

2.1.12. Taxonomía

En Mercado (2012), afirma: Este cultivo fue descrito por primera vez por el científico Alemán Luis Christian Willdnow.

Reino : Vegetal
División : Fanerógamas
Clase : Dicotiledóneas
Sub-clase : Angiospermales
Orden : Centrospermales.
Familia : Chenopodiceas
Género : Chenopodium
Sección : Chenopodia
Subsección : Cellulata
Especie : Chenopodium quinua Willd.

2.1.13. Origen

Sánchez (2013) afirma se atribuye su origen a la zona andina del Altiplano Perú boliviano, caracterizada por la gran cantidad de especies silvestres y la gran variabilidad genética, principalmente en ecotipos, reconociéndose cinco categorías básicas.

1.-Quinua de los valles

Que crecen en los valles interandinos de 2000 a 3600 m.s.n.m., se caracterizan porque tienen gran desarrollo, pueden llegar de 2 a 2.5 m de altura, son ramificadas, su periodo vegetativo es largo, con panojas laxas, con inflorescencia amarantiforme, son tolerantes al mildiu, en este grupo tenemos a la blanca de Junín, amarilla de Marangani y Rosada de Junín (León, 2003).



2.-Quinuas altiplánicas

Se desarrollan en áreas mayores como cultivos puros o únicos y, entre los 3600 a 3800 msnm, corresponde a la zona del altiplano peruano-boliviano. En esta área se encuentra la mayor variabilidad de caracteres y se producen los granos más especializados en su uso. Las plantas crecen con alturas entre 0,5 a 1,5 m, con un tallo que termina en una panoja principal y por lo general compacta (Bojanic, 2011).

3.-Quinuas de los salares

Son nativas de los salares de Bolivia, como su nombre lo indica son resistentes y se adaptan a suelos salinos y alcalinos, los granos son amargos y tienen alto porcentaje de proteínas miden de 1 a 1.5 m. de altura, presentan un solo tallo desarrollado; tenemos: la Real Boliviana, Ratuqui, Rabura, Sayaña (variedades del altiplano boliviano) (Lescano, 1989).

4.-Quinuas al nivel del mar

Se han encontrado en las zonas de Linares y Concepción (Chile) a 36° Latitud Sur. Son plantas más o menos robustas, de 1,0 a 1,4 m de altura, de crecimiento ramificado, y producen granos de color crema transparente (tipo Chullpi). Estas quinuas guardan gran similitud con la *Chenopodium nuttalliae* (Huahzontle) que se cultiva en forma aislada en México a 20° Latitud Norte (Bojanic, 2011).

5.- Quinuas sub-tropicales

Crece en los valles interandinos de Bolivia, se caracterizan por ser plantas de color intenso y al madurar toman una coloración anaranjada y los granos son de tamaño pequeño y de color blanco o anaranjado (León, 2003).

Nota. Por ejemplo, si sembráramos en diferentes lugares, solo una variedad bien descrita de categoría básica, estoy seguro que variaría con el pasar del tiempo, en donde se dará la interacción genotipo-medio ambiente (suelo, temperatura, etc.).



2.1.14. Variabilidad genética

Los cromosomas de la quinua se encuentran en el núcleo celular y son los portadores de los genes y por ende de la información hereditaria. La quinua cultivada tiene 36 cromosomas, repartidos en 4 genomios con el número básico de $x = 9$ cromosomas, quiere decir, la quinua es un tetraploide con $4x = 36$ cromosomas (Jordán, 2015).

En quinua el tipo de inflorescencia puede ser amarantiforme o glomerulada, siendo esta última dominante sobre la primera.

El contenido de saponina en quinua es heredable, siendo recesivo el carácter dulce. La saponina se ubica en la primera membrana. Su contenido y adherencia en los granos es muy variable y ha sido motivo de varios estudios y técnicas para eliminarla, por el sabor amargo que confiere al grano, que el carácter amargo o contenido de saponina estaría determinado por un simple gen dominante. Sin embargo, la presencia de una escala gradual de contenido de saponina indicaría más bien su carácter poligénico (León, 2003).

2.1.15. Variedades comerciales de quinua

En Mújica (1983) afirma: las variedades con mayor difusión y mayor aceptación por el mercado en el departamento se tienen:

2.1.15.1. Grano blanco

Salcedo-INIA, Illpa-INIA, Blanca de Juli, Kancolla, Chewecca, Tahuaco, Camacani I y Camacani II.

2.1.15.1.1. Salcedo-INIA.

Selección Surco-Panoja var. “Real Boliviana x Sajama”, en la estación experimental de Patacamaya, introducido en Puno en 1989, grano grande de 1.8 a 2 mm de diámetro de color blanco, panoja glomerulada, periodo vegetativo de 160 días (precoz), rendimiento 2500 kg/ha, resistente a heladas ($-2C^{\circ}$), tolerante al mildiu. Se recomienda su cultivo en la zona circunlacustre (Gómez y Aguilar, 2016).



2.1.15.1.2. Illpa-INIA.

Esta variedad se genera a partir de la cruce de las variedades Sajama x Blanca de Juli, realizado en los campos experimentales de Salcedo-Puno, en el año de 1985, presenta tamaño de grano grande de 1.8 a 2mm de diámetro, de color blanquecino, panoja glomerulada, periodo vegetativo de 150 días (precoz), rendimiento promedio 3,083 kg/ha resistente heladas (Mujica y Chura, 2012).

2.1.15.1.3. Blanca de Juli.

Selección de ecotipos locales de Juli-Puno grano mediano con 1.4 a 1.8 de diámetro, de color blanco, semidulce, tipo de panoja glomerulada algo laxa, periodo vegetativo 160 a 170 días (semitardía), rendimiento 2500 kg/ha, tolerancia intermedia al mildiu, apta para zona circunlacustre (Gómez y Aguilar, 2016).

2.1.15.1.4. Kancolla.

Obtenido por la selección masal de ecotipos de Cabanillas (Puno), grano mediano de 1.6 a 1.9 mm de diámetro, de color blanco o rosado, alto contenido en saponina, tipo de panoja glomerulada, periodo vegetativo 160 a 180 días (tardía) rendimiento 3500 kg/ha, tolerancia intermedia al mildiu, muy atacado por la kcona kcona (*Eurysacca quinoa Povof.*), recomendable para zonas alejadas del lago Titicaca, como Juliaca, Cabanillas, Azángaro (Apaza, Cáceres, Estrada & Pinedo, 2013).

2.1.15.1.5. Chewecca.

Obtenida por selección de ecotipos de Orurillo (Puno), grano pequeño de 1.2mm. de diámetro, de color blanco, semidulce, tipo de Panoja Amarantiforme, periodo vegetativo 180 a 190 días (tardía), rendimiento 3000 kg/ha resistente al ataque del mildiu, recomendable para zona Melgar, recomendada para las zonas de Lampa, Azángaro, Mañazo y Vilque (Mujica y Chura, 2012).

2.1.15.1.6. Tahuaco.

Obtenida por selección surco panoja de ecotipos tipo Kancolla, presenta grano de tamaño mediano de 1.5 a 1.7mm. de diámetro, de color blanco, es semi-dulce, su panoja es amarantiforme, periodo vegetativo de 180 a 190 días (tardía), rendimiento promedio



de 3000 kg/ha, resistencia al ataque del mildiu, recomendada para las zonas de Lampa y Azángaro (Apaza, et al., 2013).

2.1.15.1.7. Sajama.

Esta variedad se genera, a partir de la cruce de dos líneas, real 547 x dulce 559, es de origen boliviano, es precoz de alto rendimiento, de grano blanco y grande, de 2 a 2.2mm de diámetro, es una variedad dulce libre de saponina, su panoja es glomérulada, de 170 días de periodo vegetativo, llega a una altura de 1.10 m, es susceptible al ataque ornitológico y mildiu por su carácter dulce, tiene un rendimiento de 3000 kg/ha; se adapta bien en Azángaro, Ayaviri y Lampa (Mujica y Chura,2012).

2.1.15.1.8. Witulla.

Es una variedad resultado de una selección masal predominante en la zona de Ilave (Puno), de grano mediano de 1.5 a 1.8 mm de diámetro es de color morado a rosado, panoja tipo amarantiforme, es amarga y se le cultiva por la zona de Ilave, con rendimientos de 1200 a 1800 kg/ha, periodo vegetativo de 180 días, resistente al ataque de mildiu (Mujica y Chura, 2012).

2.1.15.2. Grano de color

2.1.15.2.1. Pasankalla.

Es una variedad de color de grano plumizo a rosado, de sabor amargo, periodo vegetativo tardía, con gran aceptación en el mercado externo por sus cualidades de transformación.

2.1.15.2.2. Amarilla de Maranganí o cica 17 del Cusco.

De selección masal de zona de Sicuani (Cusco), grano de color amarillo, con alto contenido de saponina, panoja tipo amarantiforme, con rendimiento de 3500 kg /ha, tiene un periodo vegetativo de 210 días, es resistente al ataque de mildiu (Mujica y Chura, 2012).

En Canahua, Tapia, Mujica y Catacora (2013) afirman con base al método de la investigación participativa campesina de los sistemas de cultivos tradicionales,



gastronomía con base a esta agro biodiversidad (AGBD), sistematización de ferias de AGBD y conocimientos de expertos campesinos conservacionistas de las culturas aimara y quechua, como primer avance se concluye que hay una lógica en agrupar la AGBD de quinua, en función a características y colores de la semilla (epicarpio y episperma) y de la planta, adaptación al ambiente y formas de consumo, en grupos y/o razas siguientes: Blancas (*Hanqos o yuraqs*), Chullpis o reales (*Pesq'e jiura o pesqé quiuna*), Amarillas (*Jaru jiuras o Q'ellos*), Misa quinua (*Allq'a jiura*), Witulla, Q'oitu, Pasankalla (*jacku jiura o jacku quiuna*), Guinda o morada (*Cuchiwila o ayrampu*), Precoces (*Phjureja o chaucha*), y parientes silvestres (*Aara o ayara*).

La comercialización de estos productos sigue diferentes vías o circuitos. La venta directa realizada por el pequeño productor en mercados pequeños y paraditas, a nivel local; y el circuito productor, acopiador, mayorista y agroindustrial, que alcanza niveles regionales. Dentro de estas dos modalidades ocurren diversas variantes (Mujica, Jacobsen, Canahua, Ayala & Amachi).

2.1.16. Descripción botánica

2.1.16.1. Raíz.

En Apaza, Cáceres, Estrada & Pinedo (2013) afirman es pivotante, vigorosa, profunda, puede alcanzar hasta 1,80 cm de profundidad, bastante ramificada y fibrosa, lo cual le confiere resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta.

2.1.16.2. Tallo.

Es cilíndrico y herbáceo anual a la altura del cuello cerca a la raíz y de una forma angulosa a la altura donde se insertan las ramas y hojas, estando dispuestas en las cuatro caras del tallo, la altura es variable de acuerdo a las variedades y siempre terminan en una inflorescencia; cuando la planta es joven tiene una médula blanca y cuando va madurando se vuelve esponjosa, hueca sin fibra, sin embargo, la corteza se lignifica, el color del tallo es variable, puede ser púrpura como la Pasankalla blanco cremoso (Blanca de Juli) y con las axilas coloreadas como la Blanca de Juli, en toda su longitud; colorada como la Kancolla y otros colores según el ecotipo de cada zona (el color varía de acuerdo a las fases fenológicas, se pueden diferenciar bien los colores en la floración) (León, 2003).

Cuando se tiene plantas monopodicas (de un solo tallo), se puede inducir cortando la yema apical para tener plantas simpodicas (de varios tallos); esta técnica se debe realizar antes del inicio de panojamiento.

2.1.16.3. Hojas.

En Sánchez (2013), afirma que las hojas son muy variadas en la quinua, alternas, simples, de coloración variada desde verde al rojo. También se pueden consumir como hortaliza por su alto valor nutritivo, estos se toman antes de la floración.

La inserción de las hojas en el tallo es alterna, en cada nudo se observan de 5 a 12 hojas de acuerdo a cada variedad y la distancia entre nudos es de 0.8 a 4 cm. Fig. 4, La hoja es por excelencia el órgano clorofiliano esencial de la respiración y la asimilación CO₂ (anhídrido carbónico). El número de dientes por hoja varía de 2 a 14 dependiendo de la variedad (León, 2003).

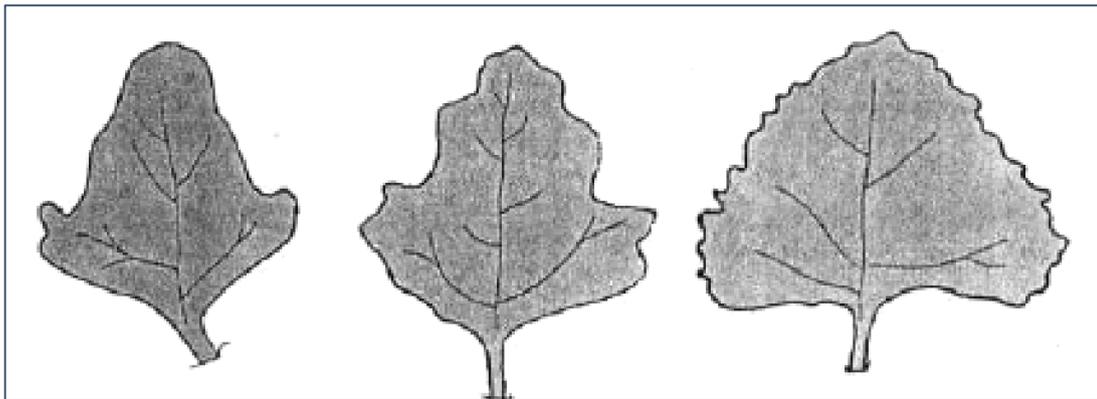


Figura 4. Las hojas.

Nota: En la quinua, podemos notar que la hoja está formada por una lámina y un pecíolo, los pecíolos son largos acanalados y finos, las hojas son polimorfas, las hojas inferiores son de forma romboidal o de forma triangular y las hojas superiores son lanceoladas que se ubican cerca de las panojas. Pueden tomar diferentes coloraciones, va del verde al rojo o púrpura (dependiendo de la variedad) (León, 2003).

2.1.16.4. Inflorescencia

Encinas y Frías (2007) afirman que la inflorescencia de la quinua es racimosa y por la disposición de las flores se la denomina panoja. Existen dos tipos básicos de panoja: la glomerulada que es más densa y la amarantiforme cuando el eje glomerular nace directamente del eje principal.

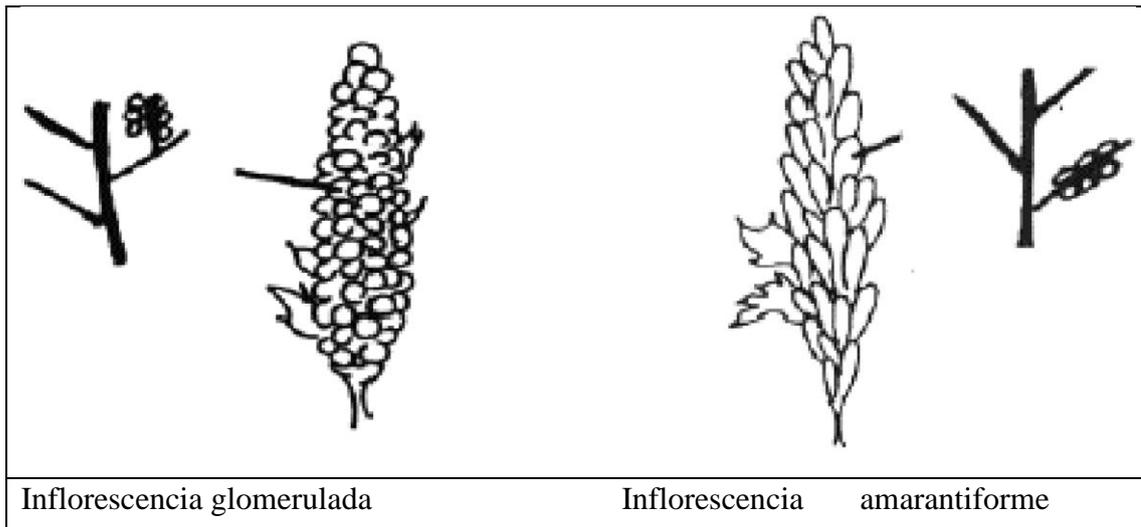


Figura 5. Tipos de inflorescencia de la quinua.

Fuente: León (2003)

2.1.16.5. Flores.

Son pequeñas, con tamaño máximo de 3 mm, incompletas, sésiles y desprovistas de pétalos, pueden ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles, tienen 10% de polinización cruzada (Apaza, Cáceres, Estrada & Pinedo, 2013).

Las flores son pequeñas de 1 a 2 mm de diámetro como en todas las quenopodiáceas, son flores incompletas porque carecen de pétalos. Hay un grupo intermedio como la Blanca de Juli, originaria de Puno, en el cual el grado de cruzamiento depende del porcentaje de flores pistiladas (León, 2003).

2.1.16.5.1. Tipo de reproducción

León (2003), afirma que la quinua es una especie autógena (autofecundación) con un cierto porcentaje de alogamia (cruzamiento con otras plantas de la misma especie).



El porcentaje de cruzamiento depende de la variedad y de la distancia a las plantas con que se pueda cruzar, y oscila entre 2 % al 10 %.

La Androesterilidad:

En León (2003), afirma que en las quinuas nativas se encuentran frecuentemente plantas androestériles, siendo éste carácter recesivo.

Plantas androestériles: En toda la planta hay solamente flores femeninas o androestériles pero ninguna flor hermafrodita.

Como faltan los órganos masculinos, la planta androestéril necesita siempre otra planta con polen viable para ser fecundada y producir semilla. Esta androesterilidad tiene un aspecto económico muy importante: Una forma para subir drásticamente los rendimientos de una especie es mediante la creación de híbridos. La obtención de ellos requiere la eliminación de los órganos masculinos, una operación tediosa y costosa, especialmente en especies con flores pequeñas como la quinua.

Como esta operación no hace falta en las plantas estériles, la esterilidad masculina es un factor importante y de alto interés económico en la producción de híbridos comerciales.

En éste contexto la variedad androestéril más famosa es la variedad nativa boliviana Apelawa, sobre la cual se dio a nivel internacional una discusión básica y fuerte respeto la posibilidad y la honestidad de patentar recursos genéticos encontrados en países ajenos.

Fase de la floración:

En León (2003) afirma: en los glomérulos la floración inicia en la parte apical y sigue hasta la base.

En cada parte del glomérulo se abren primero las flores hermafroditas y después las femeninas.

Cada flor está abierta de 5 a 13 días. a partir de la apertura de la primera flor, las demás flores se abren dentro de 15 días. Así la fase total de floración de una panoja se demora 3 a 4 semanas.

Floración en el transcurso del día, la máxima intensidad de la floración en días de sol se presenta entre las 10.00 a.m. hasta 14.00 p.m., cuando 25 % a 40 % de flores están abiertas y cuando hay una fuerte radiación solar. Una floración de mínima intensidad se da en horas de lluvia; el pistilo es receptivo durante 2 horas.

2.1.16.6. Fruto

En Gómez y Aguilar (2016) afirman que es un aquenio de forma lenticular, elipsoidal, cónico o esferoidal, cubierto por el perigonio sepaloide o las envolturas florales que rodean el fruto y se desprenden con facilidad a la madurez; sin embargo, en algunos casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando la cosecha y el procesamiento industrial de los granos.

2.1.16.7. Semilla

En León (2003) afirma que tiene forma lenticelada, que se encuentra envuelta por el perisperma, el tamaño de la semilla (grano) se considera grande cuando el diámetro es mayor a 2mm. Ej. Var. Sajama, Salcedo-INIA, Illpa- INIA; mediano de diámetro 1.8 a 1.9 mm. Ej. Var. Kancolla, Tahuaco, Chewecca y pequeño menos de 1.7 mm. de diámetro. Ej. Choclo, Blanca de Juli.

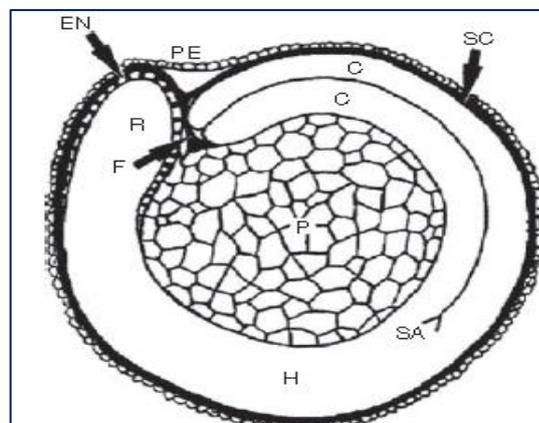


Figura 6. Estructura de la semilla de quinua.



Dónde: PE, pericarpio; SC, capa de semillas; C, cotiledones; SA, dispara el ápice; H, eje hipodilo radicular; R radícula; F, funículo; EN, endospermo; P, perispermo. Fuente: Murphy y Matanguihan (2015).

El pericarpio, está formado por tres capas, pegado a la semilla y contiene saponina en un rango de 0.2% - 5.1%. El pericarpio es suave en los ecotipos chilenos y duro en los demás ecotipos.

Directamente bajo del pericarpio está el episperma, una membrana delgada que cubre al embrión. El embrión está formado por los dos cotiledones y la radícula envuelve al perisperma en forma de anillo. El perisperma presenta la sustancia de reserva y contiene pequeños granos de almidón. Su color es siempre blanco.

Cabe destacar que el embrión presenta la mayor proporción de la semilla (30 % de peso), mientras que en los cereales corresponde solamente al 1 %. De allí resulta el alto valor nutritivo de la quinua.

Las semillas vienen dispuestas en panojas, éstas tienen entre 15 y 70 cm, puede llegar a un rendimiento de 220 g de granos por panoja.

Los colores varían según la variedad y el estado fisiológico de la planta, así van de la púrpura al rosado amarillo, del verde al amarillo pálido, etc.

La capa externa que la cubre es rugosa y seca, se desprende con facilidad al ser puesta en contacto con agua caliente o hervida, en esta capa (pericarpio) se almacena la sustancia amarga denominada saponina que al ser lavada se elimina en forma de espuma.

El grado de amargo varía según los tipos de quinua. El contenido de la saponina en la quinua es de entre 0-6% dependiendo de la variedad.

2.1.17. Composición nutricional de la quinua

Soto, Mercado y Estrada(2015) indican en la tabla 3, permite apreciar las propiedades nutricionales de la quinua en relación a otros alimentos seleccionados.

Tabla 3. Contenido de macro-nutrientes de los alimentos más resaltantes por 100 gramos de peso seco.

	Quinua	Frijol	Maíz	Arroz	Trigo
Energía(Kcal/100g)	399	367	408	372	392
Proteína(g/100g)	16.5	28	10.2	7.6	14.3
Grasa (g/100g)	6.3	1.1	4.7	2.2	2.3
Total Carbohidratos(g/100g)	69	61.2	81.1	80.4	78.4

Fuente: ALADI y FAO (2014).

2.1.17.1. Proteínas.

Según Bojanic(2011), es la calidad nutricional de un producto depende tanto de la cantidad como de la calidad de sus nutrientes. La quinua presenta el valor de 13,81 g/100 g de materia seca que, comparado con trigo Manitoba 16,0 g/100 g y Triticale 15,0 g/100 g, no tiene un alto contenido de proteínas.

La proteína está compuesta por aminoácidos, ocho de los cuales están considerados esenciales tanto para niños como para adultos (Daza, Burin, Pereyra, Heras, Inés, 2015).

Cabe mencionar que, de las 12 variedades analizadas, las dos selecciones nativas presentaron contenidos proteicos bajos a intermedios (11.24 - 12.2%) en comparación con las variedades mejoradas (11.28 - 16.81%).

Tabla 4. Composición proximal de variedades de quinua.

Muestra/Análisis	Humedad	Proteína	Cenizas	Fibra dietética	Carbohidratos	Energía
	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g
Quillaman INIA	10.70	12.96	6.31	3.10	4.19	376.00
Huancayo	10.90	11.89	6.20	2.61	3.82	377.00
Blanca de Junín	10.90	13.50	7.11	2.90	5.28	380.00
Amarillo Marangani	10.80	11.24	6.20	3.14	5.98	375.00
Salcedo INIA	10.60	12.36	5.80	2.93	3.55	375.00
INIA 433 Santa Ana	10.60	11.68	7.20	3.05	4.40	382.00
Hualhuas	10.90	12.20	7.60	2.79	3.00	383.00
INIA 415 Pasankalla	10.40	16.81	6.16	3.10	5.86	377.00
INIA 427 Amarilla Sacaca	11.30	11.28	6.09	2.92	4.78	374.00
INIA 431, Altiplano	11.30	16.07	6.00	3.48	5.11	371.00
INIA 420						
Negra Collana	11.50	13.99	6.00	2.57	10.27	365.00
INIA 4313 Altiplano	10.70	13.98	6.00	2.59	5.03	381.00

FUENTE: Soto, E., Mercado, W., y Estrada, (2015)

Con relación a los aminoácidos esenciales, Repo (1991) realizó una comparación entre tres tipos de quinua en cuanto a sus aminoácidos esenciales. La importancia de las proteínas de la quinua descansa principalmente en el hecho de que el contenido de lisina es alto. La lisina es el primer aminoácido limitante en los cereales comunes, y como puede verse en la Tabla 5, el contenido de lisina es el doble en comparación con su contenido en el trigo:

Tabla 5. Contenido de aminoácidos esenciales y el cómputo químico de tres tipos de quinua.

Amino acido (g/16 g N) (Riego Carrasco 1991)	Nariño	Amarillo de Marangani	Quinua comercial	FAO/WHO/UNU 1985 Patrón de referencia para los niños pre-escolares
Histidina	2.60	2.80	2.70	1.90
Isoleucina	3.70	3.90	3.40	2.80
Leucina	6.40	6.30	6.10	6.60
Metionina + cisteina	6.40	3.70	5.60	5.80
Fenylalanina + tirosina	3.90	7.20	4.80	2.50
Treonina	6.80	3.40	6.20	6.30
Triptófano	3.30	1.10	3.40	3.40
Valinea	1.20	4.60	1.10	1.10
Cómputo químico	4.50	1.00	4.20	3.50
Aminoácido limitante	0.97	16.07	0.92	

Fuente: Soto, E., Mercado, W., y Estrada (2015).

2.1.17.2. Lípidos.

El contenido de aceite en la quinua es mayor que en los cereales comunes, está localizado principalmente en el embrión y es rico en ácidos grasos poliinsaturados (linoleico y linolénico), pero también en ácido oleico. El nivel de ácidos grasos insaturados es excelente en términos nutricionales, el ácido graso esencial, ácido linoleico, entrega 10% de la energía total (Soto, et al., 2015).

2.1.17.3. Los hidratos de carbono.

Los carbohidratos de las semillas de quinua contienen entre un 58 y 68% de almidón y un 5% de azúcares, lo que la convierte en una fuente óptima de energía que se libera en el organismo de forma lenta por su importante cantidad de fibra (Bojanic, 2011).

Los resultados del análisis de azúcares reductores y totales a las variedades de quinua se muestran en la Tabla 6. El contenido de azúcares en los granos fue muy similar entre las muestras y concuerda con los datos reportados por la literatura.

Tabla 6. Resultados de análisis de azucares en variedades de quinua.

Muestra/ Componente	Azúcares reductores	Azúcares totales
	g/100g	g/100g
Quillaman INIA	1.3	1.36
Huancayo	1.1	1.18
Blanca de Junín	0.99	1.03
Amarillo Marangani	1.42	1.43
Salcedo	1.31	1.4
INIA 433 Santa Ana	1.03	1.05
Hualhuas	1.01	1.04
Pasankalla	1.08	1.11
Sacaca	1.18	1.21
Altiplano Lima	0.94	1.04
Negra Collana	0.93	1.02
Altiplano Puno	1.04	1.18

Fuente: Soto, et al. (2015).

En la Tabla 7, se presentan los resultados de análisis de amilosa y amilopectina en las variedades de quinua, encontrándose en el caso de la amilosa entre 19 y 20% en la mayoría de los casos, a excepción de la variedad Pasankalla, que tuvo un contenido más bajo de 14 %. Estos valores concuerdan con la literatura, según varios autores el contenido de amilosa en la quinua está entre el 3.5 y 22 %.

Al poseer la quinua un menor contenido de amilosa, tiene una menor tendencia de retrogradación, lo cual implica que los productos de panadería y pastelería hechos con quinua, se mantienen un mayor tiempo suave sin endurecerse muy rápidamente. El almidón de quinua forma geles muy firmes durante el calentamiento y, por ello, se puede usar en productos como postres (mazamorras, flanes) y pastelería.

Tabla 7. Resultados de análisis de amilosa y amilopectina y tamaño de gránulos de almidón en variedades de quinua.

Muestra/Componente	Amilopectina g/100g	Amilosa g/100g	Diámetro Almidón (um)
Quillaman INIA	79	21	Menor a 10
Huancayo	81	19	Menor a 11
Blanca de Junín	81	19	Menor a 12
Amarillo Marangani	80	20	Menor a 13
Salcedo	80	20	Menor a 14
INIA 433 Santa Ana	81	19	Menor a 15
Hualhuas	81	19	Menor a 16
Pasankalla	86	14	Menor a 17
Sacaca	80	20	Menor a 18
Altiplano Lima	81	19	Menor a 19
Negra Collana	81	19	
Altiplano Puno	81	19	Menor a 21

FUENTE: Soto, et al. (2015).

2.1.17.4. Fibra dietética.

De modo similar al valor proteico total de la quinua, el valor de la fibra dietética es por lo general mayor al de la mayoría de granos e inferior al de las legumbres. La fibra dietética constituye la parte de los alimentos vegetales que no se puede digerir y es importante para facilitar la digestión y prevenir el atasco fecal del intestino (Daza, et al., 2015),

2.1.17.5. Los minerales

En la Tabla 8 se presentan los resultados de análisis de minerales en las muestras de quinuas, se presentan comparaciones del contenido de calcio, hierro, magnesio y zinc en las muestras analizadas.

Tabla 8. Contenido de minerales en las variedades de quinua (mg/kg).

Muestra/Mineral	Litio	Calcio	Cromo	Hierro	Magnesio	Zinc	Sodio
Quillaman INIA	menor 0.1	567	menor 0.1	32.2	1988	23.3	menor 12.5
Huancayo	menor 0.1	490	menor 0.1	34.7	1814	17.9	menor 12.5
Blanca de Junin	menor 0.1	575	menor 0.1	42.2	2082	22.9	19.40
Amarillo Marangani	menor 0.1	517	menor 0.1	34.5	2005	20.1	17.60
Sacado	menor 0.1	445	menor 0.1	36.8	1729	20.3	menor 12.5
INIA 433 Santa Ana	menor 0.1	452	menor 0.1	30.3	1721	23.8	menor 12.5
Hualhuas	menor 0.1	676	menor 0.1	37.8	2423	21.7	menor 12.5
Pasankalla	menor 0.1	313	menor 0.1	32.8	1759	31.9	menor 12.5
Sacaca	menor 0.1	490	menor 0.1	40.5	2070	24.1	94.00
Altiplano Lima	0.19	336	menor 0.1	33.1	1189	38.5	menor 12.5
Negra Collana	menor 0.1	578	menor 0.1	42.6	2059	24.1	menor 12.5
Altiplano Puno	menor 0.1	405	menor 0.1	40.6	1766	24.1	menor 12.5

Fuente: Soto, et al. (2015).

2.1.17.6. Las vitaminas

El contenido de vitaminas en el grano de quinua. La vitamina A, que es importante para la visión, la diferenciación celular, el desarrollo embrionario, la respuesta inmunitaria, el gusto, la audición, el apetito y el desarrollo, está presente en la quinua en rango de 0.12 a 0.53 mg/100g de materia seca. La vitamina E tiene propiedades antioxidantes e impide la peroxidación de los lípidos (Bojanic, 2011).

2.1.18. Fases fenológicas del ciclo de cultivo

Noticias (2010), afirma la duración de las fases fenológicas depende mucho de las condiciones edáficas y factores medio ambientales de la zona de cultivo, y que se presenta en cada campaña agrícola. Cuando hay presencia de veranillos sin heladas, la duración de las fases fenológicas se acorta y el periodo vegetativo es menor, mejorándose la cosecha.

2.1.18.1. Pre-emergencia

Hay desplazamiento de la radícula y la plúmula en días (Calla, 2012).

2.1.18.2. Emergencia

Esta etapa se desarrolla durante la segunda semana después de la siembra y es cuando la plántula emerge del suelo y extiende las hojas cotiledonales. (Noticias, 2010).

2.1.18.3. Dos hojas verdaderas.

Es cuando dos hojas verdaderas extendidas que ya poseen forma lanceolada y se encuentran 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 (Calla,2012).

2.1.18.4. Cuatro a seis hojas verdaderas.

A los 25/30 días de la siembra se observan dos pares de hojas extendidas y aún están presentes las hojas cotiledonales de color verde, encontrándose en la yema apical las siguientes hojas del ápice y el inicio de formación de yemas axilares (Noticias Sephu, 2010).



Figura 7. Cuatro a seis hojas verdaderas de quinua

Fuente: Noticias Sephu (2010)

A los 35/45 días después de la siembra se observan tres pares de hojas verdaderas extendidas y las hojas cotiledonales se tornan de color amarillento, viéndose claramente la protección del ápice vegetativo por las hojas adultas (Noticias Sephu, 2010).

2.1.18.5. 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 el abonado orgánico complementario (Calla, 2012).



Figura 8. Ramificación de quinua.

Fuente: Noticias Sephu (2010)

2.1.18.6. Inicio y desarrollo del 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 (Noticias Sephu, 2010).

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 (Noticias Sephu, 2010).

2.1.18.7. Inicio de floración y floración

Inicia la floración cuando la flor hermafrodita apical se abre mostrando los estambres separados, aproximadamente ocurre 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, y se considera la etapa de floración cuando el 50% de las flores de la inflorescencia de las panojas se encuentran

abiertas, puede ocurrir aproximadamente a los 80 a 90 días después de la siembra (Noticias Sephu, 2010).

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.



Figura 9. Floración de quinua.

Fuente: Noticias Sephu, (2010)

2.1.18.8. Grano lechoso a pastoso

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 del grano, especialmente en suelos franco-arenoso), pero en suelos francoarcilloso el llenado es más normal debido a la mayor retención de humedad (Noticias Sephu, 2010).

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 de lluvia (Noticias, 2010).

2.1.18.9. Madurez fisiológica

Hay una resistencia al ser presionado por la uña, cambio de color de la planta en tres días (Calla, 2012),

Una vez que el cultivo de la quínoa ha llegado a su madurez fisiológica la planta comienza a secarse y el grano a endurecerse, y es el momento de recoger la cosecha y separar el grano para consumo humado de la parte vegetativa que servirá de un perfecto alimento para los animales.



Figura 10. Quinoa en fase de maduración fisiológica.



Figura 11. Recolección de cosecha de quinoa por campesinos nativos.
Fuente: Noticias Sephu (2010).

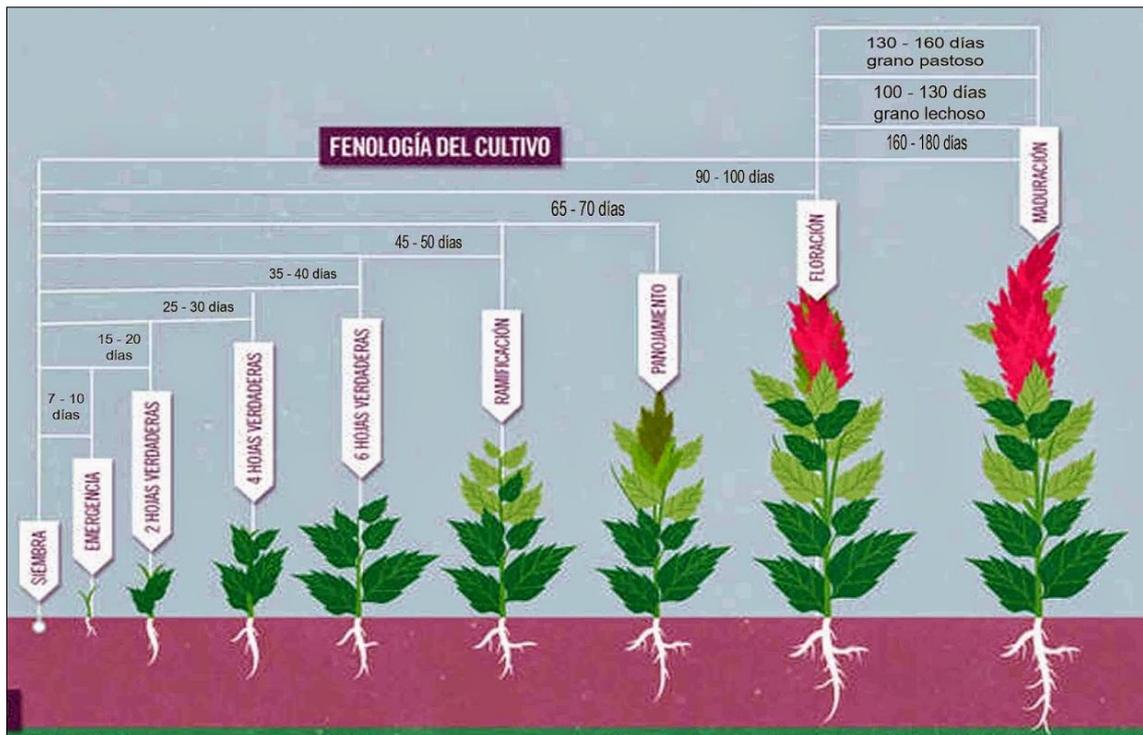


Figura 12. Fases fenológicas de la quinua. tomado de Organic Life Perú Group S.A.C. 2015.

Fuente: Sánchez (2013)

2.1.19. Rotación de cultivos.

Nishikama (2012), afirma que esta es parte de la tecnología andina ancestral, que hizo posible la supervivencia del hombre en el paso del tiempo, pues supo asegurar sus alimentos utilizando esta tecnología, que consiste en hacer buen uso del suelo intercalando cultivos diferentes en cada campaña agrícola, de esta forma lograr la vitalidad del suelo (evitando su desgaste) además realizar el control de plagas y enfermedades, y promoviendo el manejo sostenido de la producción durante el tiempo del suelo.

La rotación recomendada para el altiplano es la siguiente:

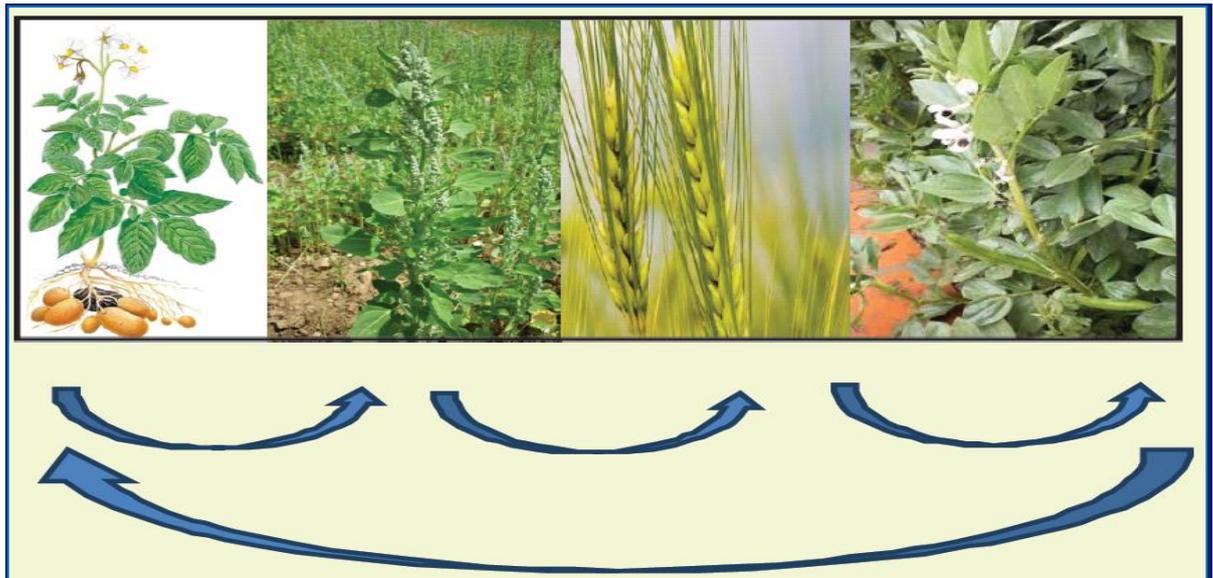


Figura 13. Papa-Quinoa-Cebada-Haba (Tarwi).

Fuente: Sánchez (2013)

2.1.20. Fisiología de las plantas bajo estrés

Cualquier factor, elemento o agente, potencialmente desfavorable a los seres vivos, capaz de generar un cambio o disminución en el desempeño fisiológico, metabólico o molecular que no ocasione su muerte”. Muchas plantas tienen la capacidad de tolerar un factor de estrés y por esto se consideran resistentes o tolerantes. La resistencia requiere que el organismo llegue a un equilibrio termodinámico en presencia del factor de estrés; para mantener la homeostasis, las condiciones internas deben estar en equilibrio con las condiciones externas de la planta (López, 2013). Si la tolerancia aumenta como resultado de una exposición previa al estrés, se dice que la planta está aclimatada. La “aclimatación” se distingue de la “adaptación” porque ésta última se refiere al nivel de resistencia determinado genéticamente, que se ha adquirido por un proceso de selección tras numerosas generaciones (Taiz y Zeiger, 2006). Sin embargo, hay que considerar que la capacidad de aclimatación es un rasgo genético, pero los cambios específicos inducidos como respuesta a las condiciones de estrés, no pasan por sí mismos a la siguiente generación (López, 2013).



2.1.21. Factores ambientales que influyen en la producción de quinua

Según Nishikama (2012), el crecimiento y desarrollo de la quinua está determinado por la genética de la planta, por las condiciones ambientales a las que está expuesta, y por factores bióticos (plagas, enfermedades y plantas extrañas que compiten con el cultivo). Tres de los factores ambientales más importantes son la radiación solar, la temperatura y la humedad del suelo.

2.1.21.1. Radiación solar.

La quinua, muestra una amplia adaptación a diferentes fotoperiodos, desde días cortos para su florecimiento, que se da en zonas cercanas a la línea ecuatorial, hasta la insensibilidad a las condiciones de luz para su desarrollo en Chile (Nishikama, 2012).

2.1.21.2. Precipitación.

La precipitación incluye la lluvia, la nieve y otros procesos mediante los cuales el agua cae a la superficie terrestre, tales como granizo y nevisca. La formación de precipitación requiere la elevación de una masa de agua en la atmósfera de tal manera que se enfríe y parte de su humedad se condense (Chow, Maidment, D. y Mays, 1994).

2.1.21.3. Altitud

La altitud respecto al nivel del mar influye en el mayor o menor calentamiento de las masas de aire. Es más cálido el que está más próximo a la superficie terrestre, disminuyendo su temperatura progresivamente a medida que nos elevamos, unos 6,4° C. cada 1.000 metros de altitud (Gil y Oncina, 1999) además, que crece desde el nivel del mar en Perú hasta los 4000 m de altura en los andes de sur. Pero la mayor predominancia de los campos de cultivo está entre los 2500 y 4000 m de altura (Nishikama, 2012).

2.1.21.4. Temperatura

La temperatura óptima para la quinua está alrededor de 8 – 15 °C, puede soportar hasta -4°C, en determinadas etapas fenológicas, siendo más tolerante en la ramificación y las más susceptibles la floración y llenado (León, 2003).

2.1.21.5. Suelo

La planta requiere de suelos francos, franco-arenosos, franco-arcilloso, con pendientes moderadas, con contenidos altos de materia orgánica. No es muy recomendable sembrar en suelos arcillosos debido a que el agua se anegará, pues la planta es muy susceptible a la humedad excesiva, en suelos con bajos niveles de materia orgánica su desarrollo será también muy débil propensa al ataque de plagas y enfermedades (Sánchez, 2013).

2.1.22. Requerimientos agroclimáticos del cultivo

2.1.22.1. Suelo

La planta requiere de suelos francos, franco-arenosos, franco-arcilloso, con pendientes moderadas, y deben tener contenidos altos de materia orgánica porque es exigente en nitrógeno. En suelos arenosos las plantas emergen más rápido de lo normal, pero el desarrollo de la arquitectura de la planta es débil. En suelos arcillosos el agua se anegará, pues la planta es muy susceptible a la humedad excesiva, en suelos con bajos niveles de materia orgánica su desarrollo será también muy débil propensa al ataque de plagas y enfermedades (Calla, 2012).



Figura 14. Cultivo de quinua ubicado en pampa suelos francos.

Fuente: Calla (2012)



2.1.22.2. pH

El pH que requiere la planta es alrededor del neutro, sin embargo, puede prosperar muy bien en suelos alcalinos de hasta 9, y también en suelos ácidos de hasta 4.5, esto dependerá de la variedad de quinua; pero el pH óptimo varía de 6.5-8.0 (Sánchez, 2013).

2.1.22.3. Clima

La amplia variabilidad genética de la quinua hace que puedan prosperar en diversos climas desde los niveles del mar, las partes altas andinas y hasta en la ceja de la selva (Calla, 2012).

2.1.22.4. Agua

La planta es muy eficiente en el uso del agua, porque prospera en suelos de costa que son secos y también en suelos de selva que son húmedos, pero la disponibilidad de humedad del suelo es un factor determinante especialmente en las primeras etapas del cultivo desde emergencia hasta las primeras cuatro hojas. El requerimiento mínimo de precipitación para la germinación es de 30 a 45 mm por dos a cinco días, soportando después veranillos hasta por dos meses por la presencia de papilas higroscópicas en las hojas y su sistema radicular muy desarrollado para resistir esas condiciones de sequía. La cantidad requerida óptima de agua es de 300-500 mm. de precipitación por campaña agrícola, bajo estas condiciones se puede observar el crecimiento y desarrollo adecuado de la planta (Sánchez, 2013).

2.1.22.5. Temperatura

La presencia de bajas temperaturas afectase especialmente en las etapas de germinación pues se requiere un mínimo de menos 4 °C, también en la etapa de floración causando baja producción de polen en consecuencia esterilidad de la planta; pero en la etapa de ramificación la planta no tendrá mayores problemas a descensos de temperaturas hasta de menos 4 °C (Calla, 2012).

Por otra parte, la presencia de altas temperaturas (veranillos) pueden afectar los procesos fisiológicos de la planta, generando que la planta acelere el proceso de producción de grano para asegurar su sobre vivencia, es decir a temprana edad fenológica



se puede observar el panojamiento y la floración para su posterior llenado precoz; otro desorden también es el aborto de flores. La temperatura óptima media varía en un rango de 5 – 15 °C y una oscilación térmica de 5-7 °C (Calla, 2012).

2.1.22.6. Heladas

Ocurre cuando hay descensos extremos de temperaturas por debajo de menos 4 °C, bajo estas condiciones se producen alteraciones fisiológicas en las células de las plantas, rupturas del plasma por la presencia de cristales de hielo en los espacios intercelulares. Normalmente ocurren heladas en los meses de junio, julio, agosto cuando el cielo está despejado, no hay nubes; pero puede ocurrir durante la campaña agrícola en determinados momentos (Sánchez, 2013).

2.1.22.6.1. Resistencia de quinua a heladas

En Calla (2012) señala depende de dos factores:

- 1. etapa fenológica del cultivo:** la quinua puede tolerar bajas de temperatura de hasta -4 °C por unos veinte días, en cualquier etapa menos los primeros 40 días y la etapa de la floración.
- 2. variedad:** hay algunos ecotipos que tienen la capacidad de tolerar hasta - 8°C y luego del ataque tienen la propiedad de recuperarse generando ramas secundarias.

2.1.22.7. Radiación

La radiación es un factor que compensa las horas de calor necesarias para la planta para poder cumplir el desarrollo normal de la planta, especialmente en zonas altas donde hay mucho frío como es Puno, y es también aquí donde la planta soporta intensas radiaciones (Calla, 2012).

2.1.22.8. Fotoperiodo

Frente a este factor la quinua también prospera muy bien en zonas con fotoperiodos de rangos diferentes (días largos, días cortos), por la gran variabilidad genética de la planta. El óptimo es de 12 horas luz por día (Calla, 2012).



2.1.22.9. Altitud

La quinua prospera en diferentes altitudes desde el nivel del mar hasta altitudes casi de 4,000 msnm. Siendo en el primero el periodo vegetativo corto con rendimientos altos (6000 kg/ha) y en el segundo de periodo vegetativo largo. Con las variedades como la blanca de Junín, la altitud optima es de 2800-3500 m.s.n.m, es decir de valles interandinos (Calla, 2012).

2.1.23. Temperatura óptima para la producción y rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*)

Según Carrasco (2016), la temperatura óptima es la temperatura ideal que soporta el producto “quinua” en sus diferentes etapas de crecimiento como: germinación, floración, ramificación.

La temperatura óptima para la producción y rendimiento de quinua, establece parámetros para este cultivo, e indica que la quinua soporta una temperatura máxima dentro de un rango de 8 °C hasta 17 °C, temperatura mínima hasta -4 °C y precipitaciones pluviales de 300 mm hasta 800 mm (Carrasco, 2016).

2.1.24. Las proyecciones climáticas y del suelo limitación sequía.

En nuestro escenario climático, si comparamos 1981-2000 a 1961-1980 utiliza como línea de base, las tendencias de calentamiento en curso fueron de 0,24 y 0,35 °C por década para temperaturas mínima y máxima de aire, respectivamente. Para un futuro cercano, nos proyecta un incremento de 2.1 y 4.0 °C en el 2046-2065 de intervalo de tiempo y 3,0 y 5,1 °C en el 2081-2100 de intervalo de tiempo (Rambal, et al. (2015).

2.1.25. Efecto de la temperatura sobre la germinación de diferentes variedades de "quinua" (*Chenopodium quinoa Willd.*)

Según Bovero, Gonzales y Prado (2000) la “quinua” (*Chenopodium quinoa Willd.*) junto a otras especies de la familia Chenopodiaceae y algunas de la Amaranthaceae, presenta una extraordinaria resistencia a la salinidad y sequía además de un excelente balance en aminoácidos.



La quinua a diferencia de otros cultivos puede crecer en un amplio rango altitudinal (300 – 4000 msnrn) y con temperaturas ambientales extremas que pueden oscilar entre -1 °C y 35 °C.

El grado de adaptación térmica de esta especie es amplio y varía según los genotipos, existiendo variedades con distintos grados de tolerancia, especialmente a las bajas temperaturas.

Es evidente que en las fases de germinación y emergencia de las plántulas tanto la temperatura del suelo como la del aire circundante, son los factores de mayor influencia en el establecimiento de las mismas. En ese sentido, se conoce desde hace bastante tiempo que los efectos de la temperatura sobre las plantas son substanciales y a menudo, pueden provocar variaciones en la germinación, crecimiento y/o rendimiento del cultivo (Bovero, Gonzales y Prado, 2000).

No obstante, la existencia de diversos trabajos relativos a las prácticas agronómicas de la quinua a (rendimientos, necesidades culturales, variedades, plagas, etc.), son muy escasos los tendientes a dilucidar los mecanismos fisiológicos operantes en el proceso germinativo.

En la actualidad, como práctica agrícola habitual, resulta imprescindible la necesidad de utilizar un elevado número de semillas de quinua para lograr una supervivencia de sólo 10 - 15 %, a diferencia de lo que ocurre con otros cultivos donde la tasa de germinación y supervivencia superan holgadamente estos valores. Encontraron que en *Ch. quinoa Willd.*, variedad Sajama la baja tasa de germinación observada podía explicarse tanto por bajas temperaturas como por los niveles de sodio presentes. Sin embargo, el efecto de la temperatura por sí misma permanece aún sin dilucidarse. Por lo tanto, en este primer trabajo, se estudia el efecto de la temperatura sobre la germinación de diferentes variedades de quinua con el objeto de lograr una explicación sobre la baja germinación que presenta la quinua.

2.1.25.1. Datos utilizados

Los datos utilizados para el análisis empírico provienen de distintas fuentes de información (Bovero, Gonzales y Prado, 2000).

2.1.26. Regresión lineal múltiple

Según los Myers, Walpole, y Myers, (1999) indican en la mayor parte de los problemas de investigación donde se aplica el análisis de regresión se necesita más de unas variables independientes en el modelo de regresión. La complejidad de la mayor parte de los mecanismos científicos es tal que para ser capaces de predecir una respuesta importante se necesita un modelo de regresión múltiple. Cuando este modelo es lineal en los coeficientes se denomina modelo de regresión lineal múltiple. Para el caso de k variables independientes x_1, x_2, \dots, x_k , la media de y , x_1, x_2, \dots, x_k está dada por el método de regresión lineal múltiple.

$$\mu_{y|x_1, x_2, \dots, x_k} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$$

Y la respuesta estimada se obtiene de la ecuación de regresión de la muestra.

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_k x_k$$

Según Alfaro y Gonzales (2008), técnicas de mínimos cuadrados similares también se pueden aplicar al estimar los coeficientes cuando el modelo lineal involucra, digamos, potencias y productos de las variables. Por ejemplo, cuando $k=1$, el experimentador puede pensar que las medias $\mu_{y|x}$, no caen en una línea recta pero que se describen de forma más apropiada con el **modelo de regresión polinomial**.

$$\mu_{y|x} = \beta_0 + \beta_1 x^1 + \beta_2 x^2 + \dots + \beta_r x^r$$

Y la respuesta estimada se obtiene de la **ecuación de regresión polinomial**.

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x^1 + b_2 x^2 + \dots + b_r x^r$$

2.1.26.1. Regresión polinomial

H. Myers, E. Walpole, y L. Myers (1999) afirma ahora que deseamos ajustar la ecuación polinomial

$$\mu_{y|x} = \beta_0 + \beta_1 x^1 + \beta_2 x^2 + \dots + \beta_r x^r$$

A los n pares de observaciones $\{(x_i, y_i); i=1, 2, \dots, n\}$, cada observación, y_i , satisface la ecuación

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \dots + \beta_r x_i^r + \epsilon_i$$

ó

$$Y_i = b_0 + b_1 x_i + b_2 x_i^2 + \dots + b_r x_i^r + e_i$$

Dónde: r es el grado del polinomio, y ϵ_i y e_i son de nuevo el error aleatorio y residual asociados con la respuesta y_i , aquí, el número de pares: n, debe ser al menos tan grande como r+1, el número de parámetros a estimar. Nótese que el modelo polinomial se puede considerar como un caso especial del modelo de regresión lineal múltiple más general, donde hacemos $x_1 = x, x_2 = x^2, \dots, x_r = x^r$. Las ecuaciones normales toman la forma.

$$\begin{aligned} nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^n x_i + b_2 \sum_{i=1}^n x_i^2 + \dots + b_r \sum_{i=1}^n x_i^r &= \sum_{i=1}^n y_i \\ b_0 \sum_{i=1}^n x_i + b_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 + b_2 \sum_{i=1}^n x_i^3 + \dots + b_r \sum_{i=1}^n x_i^{r+1} &= \sum_{i=1}^n b_0 x_i y_i \\ \dots & \dots \dots \\ b_0 \sum_{i=1}^n x_i^r + b_1 \sum_{i=1}^n x_i^{r+1} + b_2 \sum_{i=1}^n x_i^{r+2} + \dots + b_k \sum_{i=1}^n x_i^{2r} &= \sum_{i=1}^n x_i^r y_i \end{aligned}$$

Que se resuelven como antes para b_0, b_1, \dots, b_r

2.1.27. Función de producción

Para Carrasco (2016), indica se parte de una función de producción, que es la relación que existe entre el producto obtenido y la combinación de factores que se utilizan en su obtención.



Dado el estado de tecnología en un momento dado del tiempo, la función de producción indica que la cantidad de producto Q que se puede obtener está en función de las cantidades de capital (K), trabajo (L), tierra (T) e iniciativa empresarial (H), de modo que: $Q = f(L, K, T, H)$.

El modelo que se especifica, parte de la función de producción, que relaciona la cantidad producida con los diferentes factores requeridos, trabajo, tierra, capital, semillas, agua de riego, fertilizantes y factores climáticos. En términos formales expresa: $(Q = f(m_{it}, x_{it}, z_{it}))$.

Dónde: m es la variable “características del agricultor”, incluido capital humano, x son factores como capital, trabajo, insumos, z son variables climáticas, temperatura, precipitación, i son los diferentes cultivos (1, ..., N) y t subíndice es el tiempo o periodo considerado.

Así, el modelo sirve para analizar un cultivo específico a través del tiempo. Es necesario considerar que las funciones de producción agrícola, pueden ser lineales, cuadráticas, cúbicas, hipérbolas. Al considerar sólo las variables climáticas (temperaturas y precipitación).

2.1.28. Rendimiento de la quinua

Para León (2003), afirma los rendimientos varían en función a la variedad, fertilidad, drenaje, tipo de suelo, manejo del cultivo en el proceso productivo, factores climáticos, nivel tecnológico, control de plagas y enfermedades, obteniéndose entre 800 kg/ha a 1400 kg/ha en años buenos. Sin embargo, según el material genético se puede obtener rendimientos hasta de 3000 kg/ha.

A parte del grano de quinua tenemos Kiri 5000 kg.

Jipi 200 – 300 kg con mayor porcentaje de proteínas utilizado en la alimentación animal. El Kiri, está conformado por los tallos y el Jipi, por pequeñas partes de hojas y restos de inflorescencias (tépalos o perigonio, pedúnculos).



2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Planta

La planta de quinua presenta una variabilidad de genotipos las cuales tienen sus propias características propias como el color de las panojas que son muy diversos yendo desde púrpura hasta blanco, y alcanzando alturas hasta de 1.5 m de altura (Calla, 2012).

2.2.2. Temperatura

La presencia de bajas temperaturas afecta especialmente en las etapas de germinación pues se requiere un mínimo de menos 4 °C, también en la etapa de floración causando baja producción de polen en consecuencia esterilidad de la planta; pero en la etapa de ramificación la planta no tendrá mayores problemas a descensos de temperaturas hasta de menos 4 °C (Calla, 2012).

2.2.3. Heladas

Ocurre cuando hay descensos extremos de temperaturas por debajo de menos 4 °C, bajo estas condiciones se producen alteraciones fisiológicas en las células de las plantas, rupturas del plasma por la presencia de cristales de hielo en los espacios intercelulares. Normalmente ocurren heladas en los meses de junio, julio, agosto cuando el cielo está despejado, no hay nubes; pero puede ocurrir durante la campaña agrícola en determinados momentos (Calla, 2012).

2.2.4. Sequía

En la quinua soporta épocas de sequía prolongada hasta 60 días, excepto en los estados fenológicos de:

- Germinación hasta 4 hojas verdaderas
- Floración
- Madurez de estado lechoso.

Durante estas fases necesita casi 5 mm/día para un abastecimiento óptimo.



2.2.5. Cosecha.

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

2.2.6. Producción.

Proceso por medio del cual se crean los bienes y servicios económicos. Es la actividad principal de cualquier sistema económico que está organizado precisamente para producir, distribuir y consumir los bienes y servicios necesarios para la satisfacción de las necesidades humanas

2.2.7. Rendimiento

Refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue.

Los rendimientos están muy relacionados con el nivel de fertilidad del suelo, el uso de abonos químicos, la época de siembra, la variedad empleada, el control de enfermedades y plagas y la presencia de heladas y granizadas. (E. y Frías, 2007).



CAPITULO III

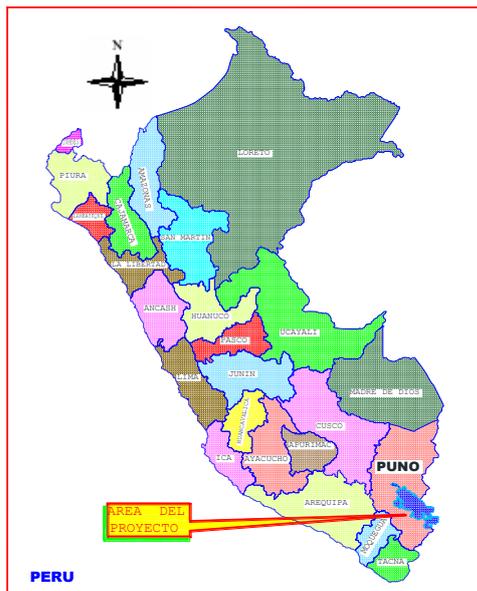
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

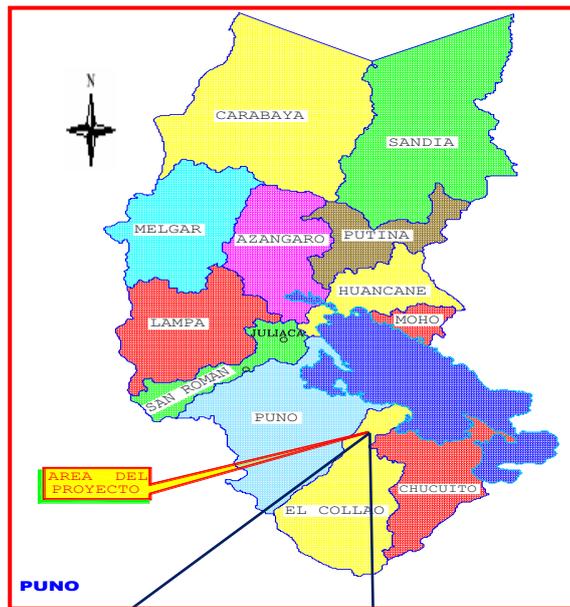
3.1.1. Ubicación de la investigación.

La presente investigación se realizó en la comunidad Chocco Antamarca del distrito Ilave de la provincia El Collao - región Puno, cuya ubicación geográfica: latitud sur = $16^{\circ}16'26.80''$, longitud oeste = $69^{\circ}41'14.88''$ y altitud = 3897 a 3850 m.s.n.m.

Mapa del Perú:



Mapa del región Puno:



Mapa de comunidad Chocco Antamarca:

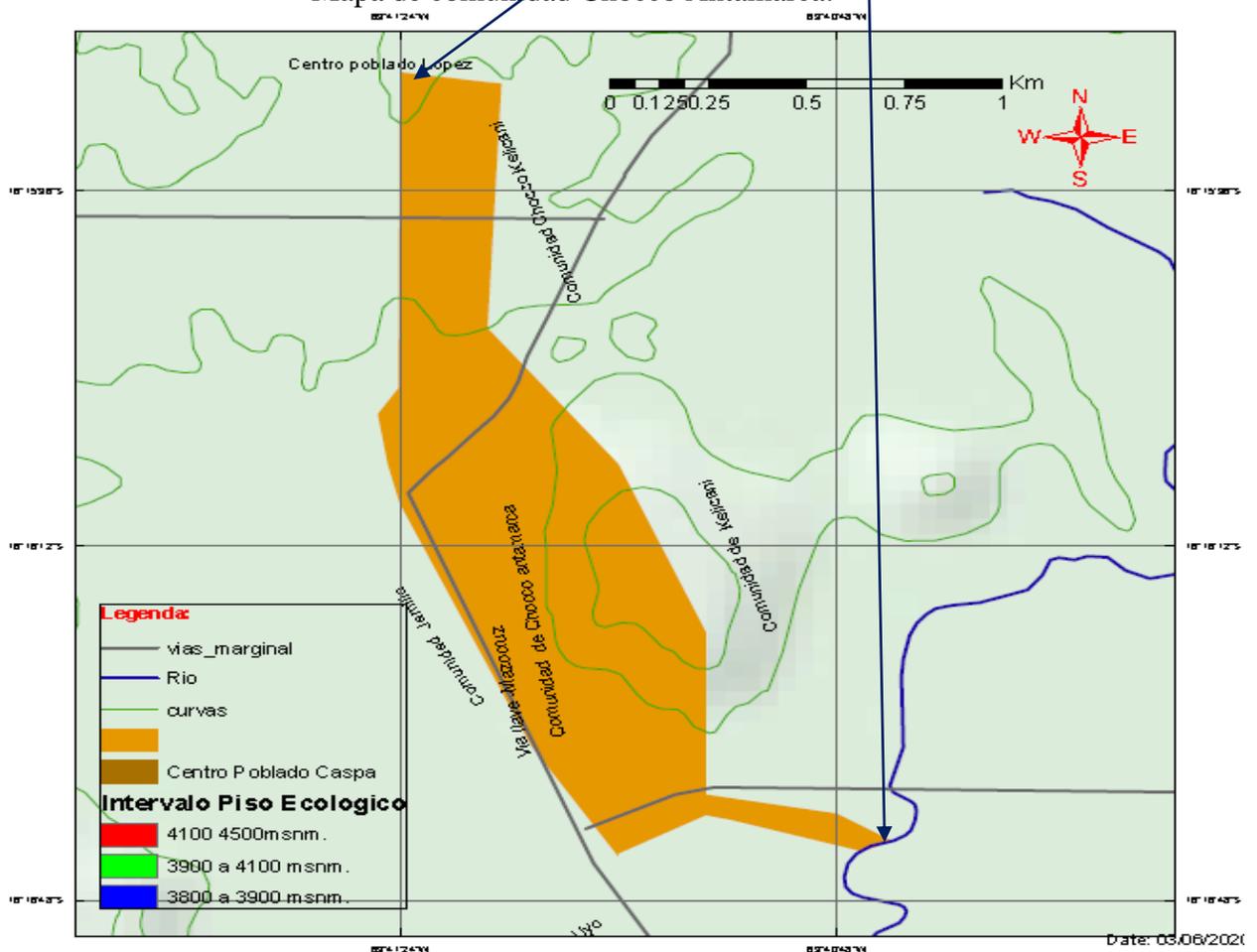


Figura 15. Ubicación del ámbito de Estudio.

Fuente: Elaboración propio.



3.1.2. Características de la zona de estudio

La comunidad Chocco Antamarca se encuentra hacia el oeste de la ciudad de Ilave a una distancia aproximada a los 23 kilómetros, ubicándose a una altura que va entre los 3897 a 3950 metros sobre el nivel del mar, se presentan como una planicie ligeramente ondulada, cantos rodados, cascajo, piedra y arena. Una característica de las pampas, parte del sur cerro a una altura 500m. En sur oeste está formado montículos de arena en forma de media luna o cuarto creciente y lado pasa el río Zapatilla es la parte micro cuencas río Zapatilla alta derecha, presencia de médanos o dunas, montículos de arena en forma de media luna o cuarto creciente, que se mueven, debido a los vientos, hasta 15 metros al año en estación otoño. Lado norte es pampas e relieve está cubierta de pastos naturales y poco de limo, esparcidas. Lado este no tiene médanos ni piedras, pero presenta un tinte rojizo, debido a los cristales de cuarzo ferruginoso, en forma de cubos irregulares, de cerca de dos milímetros de lado.

En la comunidad en zona baja hay mayor presencia materia orgánica, debido lo resto residuos de cosecha anterior. En zona alta de comunidad de Chocco Antamarca en sector Chuñavi mayor presencia arenisca.

3.1.3. Características climáticas

El clima es de tipo desértico (cálido y frígido) y la temperatura anual media es de 8.01 grados centígrados, con fluctuaciones importantes entre los -6.0 °C a 18.3 °C. Predominan los vientos alisios, que en el día se desplazan de este a oeste empezando en horas 12 a 7 pm., y de noche de oeste a este, la velocidad más predominante ocurre de 8 a 12 pm.

De acuerdo a datos proporcionados por SENAMHI los registros históricos de comunidad de Chocco Antamarca refieren que las temperaturas fluctúan entre los -0.6 °C y 17 °C, las precipitaciones pluviales ligera normal es de 649.8 mm/año (promedio de 20 años).

Los registros de evaporación indican que entre julio a diciembre se presentan las mayores evaporaciones comparadas en relación con los otros meses.

Estas características climáticas son favorables para el cultivo de quinua, al respecto se reporta que la temperatura óptima está en el rango de 10 °C - 20 °C con una oscilación térmica de 5°C - 7°C (UNALM, citado por AGROBANCO, 2012).

Tabla 9. Temperatura promedio registrados en la estación meteorológica de Ilave, Puno, Juli y Mazocruz.

	UNID.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN	JUL	AGO	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROM.
Temperatura	°C	9.38	9.36	9.29	9.12	8.73	8.45	8.39	8.64	8.96	9.25	9.42	9.46	9.04
Evaporacion	mm/mes	122	113	120	114	110	97.9	106	118	123	139	139.4	136	119.90

Fuente: SENAMHI.

3.1.4. Actividad agrícola.

Es una de las actividades fundamentales que conjuntamente con la ganadería se convierten en la base económica de este distrito Ilave en la comunidad Chocco Antamarca. Esta actividad se desarrolla con diversidad y énfasis en las partes planas y laderas de los distritos de Ilave, Conduriri, y Santa Rosa de Mazocruz.

Por constituir los cultivos básicos de la región y, siendo cuenca del Titicaca, uno los centros de origen principal y de domesticación de esta especie, conjuntamente con la quinua; por lo tanto, hay conocimiento y cultura campesina que sustentan los procesos de domesticación y mejoramiento de estos andinos (Canahua y Canahua C, 2013).

Los principales cultivos que se desarrollan según su importancia son la quinua, kañihua, papa, avena, cebada, conducido bajo una tecnología mayormente tradicional (semilla no garantizada uso limitado de fertilizantes y pesticidas, maquinaria agrícola cuyo uso es limitado), 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 es directa y servicio con maquinaria agrícola se viene realizando desde hace cerca de tres década.



3.2. MATERIALES E INSTRUMENTOS.

Carta nacional de escala 1/100,000.

Registro de datos históricos de la temperatura de las estaciones meteorológicas de Ilave, Puno, Juli y Mazocruz.

Registro datos de producción y rendimiento de la quinua variedad Amarilla Marangani y Kancolla comprendido entre los últimos 30 años.

Software estadístico IBM SSPS 23 y Excel.

Software de ArcGIS y AutoCad 2016.

Filmadoras y grabaciones. Ambos instrumentos (equipo) ha sido de muchas utilidades para grabar conversaciones importantes sobre la campaña agrícola de quinua y variación de temperatura para enriquecer de datos recogidos para la investigación.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El tipo de estudio que se utilizó fue correlacional, que consiste en describir, explicar la relación que existe entre la temperatura y la producción de la quinua variedad Kancolla y Amarilla Marangani.

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 estaciones lo más cercano en la zona de estudio y para la obtención de la producción, cuenta con una Agencia Agraria en Ilave, la DRA que nos proporcionó los datos de cada campaña agrícola.

3.6. METODOLOGÍA

La investigación está dividida en las siguientes fases:

3.6.1. Descripción de métodos por objetivos específicos 1

Establecer la variación de las temperaturas de los últimos 30 años, representándola a través de tablas y figuras de los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas ubicadas en el ámbito de influencia en zona de estudio.

Selección las series históricas de temperaturas para la zona:

Se obtiene datos de los elementos climáticos de las Oficinas de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI – Puno.

3.6.1.1. Procedimientos

Para poder procesar los datos se ha analizado el comportamiento de la temperatura en cada campaña agrícola de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), que tiene una duración de 9 meses, para luego obtener un gráfico (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 4°C y una máxima de 15 °C”, (Apaza, Cáceres, Estrada & Pinedo, 2013), esto aprobado por (FAO), 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 de la figura 16, se ha analizado el comportamiento de la temperatura en cada campaña agrícola durante los últimos 30 años, realizando tablas y figuras para

cada campaña agrícola en determinando en temperatura cómo se comporta frente a este cultivo.

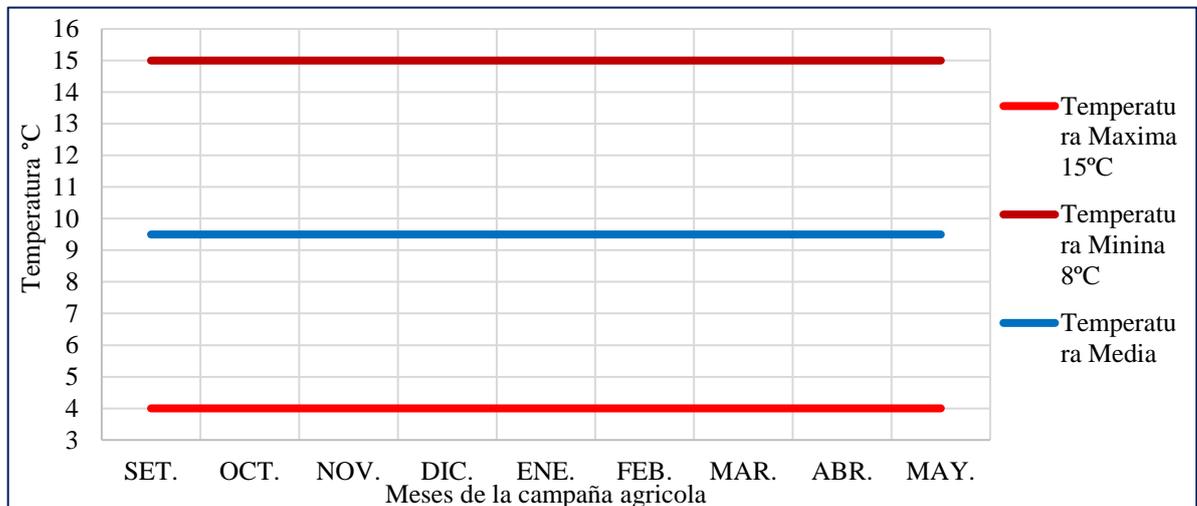


Figura 16. Temperatura óptima de la quinua (FAO)

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 una tabla teniendo como datos los años campaña agrícola y la temperatura promedio en °C durante los últimos 30 años, para luego obtener un gráfico que nos permita analizar el comportamiento del rendimiento ante la variación de la temperatura.

3.6.1.2. Coeficiente de determinación.

Este coeficiente nos indica la proporción o porcentaje de la variación total de la variable dependiente y , y que es función por la variable independiente x , es importancia de explicar del modelo de regresión polinomial de sexto grado.

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.

3.6.1.3. 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 6to grado, determinado por el siguiente modelo matemático:

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5 + gx^6 + E$$

Dónde: $Y=$ Variable dependiente (Temperatura media), $X=$ Variable independiente (Años) y $E =$ Error.

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

Para resolver esta ecuación polinomial de 6to grado, se ha usado la siguiente matriz esta pág. 71.

Para hallar las sumatorias se elabora una tabla y se reemplaza en la matriz, después hallar la matriz regla Cramer, Si $Ax = B$ es un sistema de n ecuaciones en incógnitas tal que $D(A) \neq 0$, y una vez calculado los parámetros a, b, c, d, e, f y g se reemplaza en la ecuación polinomial de 6to grado.

2.- Una vez obtenido la función se reemplaza 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 determinación R^2 se debe encontrar la suma de los cuadrados totales (SCT), que tiene la siguiente fórmula.

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

Dónde: Y= variable dependiente, n = número de pares

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

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

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

Tabla 10. Análisis de varianza para probar la linealidad de la regresión.

F. variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher calculada
REGRESION	SSR=SCT-SCR	K	MSR=SSR/K	Fc =MSR/MSE
ERROR	SCR	N-K-1	MSE=SCR/N-K-1	-
TOTAL	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 y $F_c > F_t$: se rechaza la hipótesis nula H_0 .

3.6.2. Descripción de métodos por objetivos específicos 2

Determinar la relación de variación de la temperatura con el rendimiento de la quinua de variedad Amarilla Marangani e Kancolla, representándola gráficamente y generando una ecuación matemática para la producción de quinua a diferentes niveles de temperatura.

Selecciono las series históricas de temperaturas media y rendimiento cultivo de quinua de los datos para la zona.

3.6.2.1. Procedimientos.

Para poder procesar los datos se ha analizado el comportamiento de la temperatura frente en cada campaña agrícola de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), que tiene un campaña agrícola de 9 meses, para luego obtener un gráfico (X= Temperatura, Y=



Rendimiento de quinua), teniendo en cuenta las condiciones del cultivo que nos proporciona del distrito de Ilave, comunidad Chocco Antamarca generando gráficas y ecuación matemática, con este ecuación se puede analizar el comportamiento de la temperatura en cada campaña agrícola de la quinua.

Para el análisis del rendimiento de la quinua, se ha analizado todos los meses durante una campaña agrícola, en especial los meses que se ha sembrado hasta el mes de cosechado, tomando en cuenta es la producción en tn/ha, y el rendimiento en kg/ha.

Teniendo los datos definidos en la tabla teniendo como datos la temperatura promedio en °C y el rendimiento en kg/ha de cada campaña agrícola durante los últimos 30 años, para luego obtener un gráfico que nos permita analizar el comportamiento del rendimiento ante la variación de la temperatura

3.6.2.2. Coeficiente de determinación

Este coeficiente nos indica la proporción o porcentaje de la variación total de la variable dependiente y , y que es una función de variable independiente x , por lo cual es un criterio para explicar la importancia de la variable independiente dentro del modelo de regresión polinomial de sexto grado.

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.

3.6.2.3. 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 6to grado, determinado por el siguiente modelo matemático:

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5 + gx^6 + E$$

Dónde: Y= Variable dependiente (producción), X= Variable independiente (temperatura) y E = Error.

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

Para resolver esta ecuación polinomial de 6to grado, se ha usado la siguiente matriz.

$$\begin{bmatrix} an & b \sum_{i=1}^n x & c \sum_{i=1}^n x^2 & d \sum_{i=1}^n x^3 & e \sum_{i=1}^n x^4 & f \sum_{i=1}^n x^5 & g \sum_{i=1}^n x^6 \\ a \sum_{i=1}^n x & b \sum_{i=1}^n x^2 & c \sum_{i=1}^n x^3 & d \sum_{i=1}^n x^4 & e \sum_{i=1}^n x^5 & f \sum_{i=1}^n x^6 & g \sum_{i=1}^n x^7 \\ a \sum_{i=1}^n x^2 & b \sum_{i=1}^n x^3 & c \sum_{i=1}^n x^4 & d \sum_{i=1}^n x^5 & e \sum_{i=1}^n x^6 & f \sum_{i=1}^n x^7 & g \sum_{i=1}^n x^8 \\ a \sum_{i=1}^n x^3 & b \sum_{i=1}^n x^4 & c \sum_{i=1}^n x^5 & d \sum_{i=1}^n x^6 & e \sum_{i=1}^n x^7 & f \sum_{i=1}^n x^8 & g \sum_{i=1}^n x^9 \\ a \sum_{i=1}^n x^4 & b \sum_{i=1}^n x^5 & c \sum_{i=1}^n x^6 & d \sum_{i=1}^n x^7 & e \sum_{i=1}^n x^8 & f \sum_{i=1}^n x^9 & g \sum_{i=1}^n x^{10} \\ a \sum_{i=1}^n x^5 & b \sum_{i=1}^n x^6 & c \sum_{i=1}^n x^7 & d \sum_{i=1}^n x^8 & e \sum_{i=1}^n x^9 & f \sum_{i=1}^n x^{10} & g \sum_{i=1}^n x^{11} \\ a \sum_{i=1}^n x^6 & b \sum_{i=1}^n x^7 & c \sum_{i=1}^n x^8 & d \sum_{i=1}^n x^9 & e \sum_{i=1}^n x^{10} & f \sum_{i=1}^n x^{11} & g \sum_{i=1}^n x^{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y \\ \sum_{i=1}^n xy \\ \sum_{i=1}^n x^2y \\ \sum_{i=1}^n x^3y \\ \sum_{i=1}^n x^4y \\ \sum_{i=1}^n x^5y \\ \sum_{i=1}^n x^6y \end{bmatrix}$$

Para hallar las sumatorias se elabora una tabla y se reemplaza en la matriz, después hallar la matriz regla Cramer, Si $Ax = B$ es un sistema de n ecuaciones en incógnitas tal que $D(A) \neq 0$ y una vez calculado los parámetros a, b, c, d, e, f y g se reemplaza en la ecuación polinomial de 6to grado.

2.- Una vez obtenido la función se reemplaza 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 determinación R^2 se debe encontrar también la suma de los cuadrados totales (SCT), que tiene la siguiente formula.



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

Dónde: Y= variable dependiente, n = número de pares

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

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

5.- Por último, se calcula el análisis de varianza (ANOVA), para la polinomial según la tabla 10.

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 y $F_c > F_t$: se rechaza la hipótesis nula H_0 .

3.6.3. Descripción de métodos por objetivos específicos 3

Comparar los datos de producción de quinua medidos en la comunidad Chocco Antamarca con el distrito Ilave.

Selecciono las series históricas de producción de quinua de los datos para la zona y producción de quinua del distrito Ilave.

3.6.3.1. Procedimientos

Para poder procesar los datos se ha obtenido en la comunidad Chocco Antamarca del distrito Ilave en cada familia sin embargo en la comunidad Chocco Antamarca en cada zona se determinó la producción de quinua en kilogramos, las familias siembran en áreas que corresponde, por tanto, determinan en kilogramos en áreas cosechadas.

El rendimiento de quinua para la comunidad Chocco Antamarca se ha obtenido del distrito de Ilave de 1996-1997 a 2017-2018.



Luego comparando la producción de quinua en kilogramos de la comunidad Chocco Antamarca con el distrito de Ilave.

3.6.3.1.1. Análisis en calicatas.

Se ha analizado en área del cultivo de quinua en calicatas durante fase fenológico de quinua en 0.5 m. de largo, 0.5 m. de ancho y 0.4 m. de profundidad. análisis de textura, estructura, pendiente, color, altitud con su respectivo figuras en cada horizonte.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. UBICACIÓN DE DATOS DE TEMPERATURA

Para la obtención de estos datos se ha recurrido a la información que emite la estaciones meteorológicas cuya ubicación es: estación Ilave de tipo convencional – meteorológica, latitud sur: 16° 04' 03", longitud oeste: 69° 39' 43", altitud: 3871 m.s.n.m.; estación Puno de tipo convencional – meteorológica, latitud sur: 15° 49' 34.5", longitud oeste: 70° 00' 43.5", altitud: 3812 m.s.n.m.; estación Mazocruz de tipo convencional – meteorológica, altitud sur: 16° 44' 20.4", longitud oeste: 69° 42' 55.7", altitud: 4003 m.s.n.m.; estación Juli de tipo convencional – meteorológica, latitud sur: 16° 12' 13.6", longitud oeste : 69° 27' 35.7", altitud: 3812 m.s.n.m.

4.1.1. Análisis de consistencia de la información hidrometeorológica

En el anexo J. figura histograma y doble masa se ubica en a) Figura Histograma: Histograma de temperatura media (1987 - 2018) de cuatro estaciones,

4.1.2. Análisis de Doble Masa

En el anexo J. figura histograma y doble masa se ubica en b) Figura doble masa, se presenta la curva doble masa correspondiente a la información histórica de la temperatura mensual de cada una de las estaciones de temperatura.

4.1.3. Análisis estadístico de saltos y tendencias

Tabla 11. Análisis estadístico (1986-2018)

Estación	Periodo	N°	Media	Desviación Estándar	Tc	Tt	Signif.
Juli	1987 2018	396	8.407	1.57	0.17	1.97	NO
Ilave	1987 2018	396	8.451	1.83	0.49	1.97	NO
Puno	1987 2018	396	9.315	1.74	0.94	1.97	NO
Mazocruz	1987 2018	396	5.084	2.98	1.63	1.97	NO

Fuente: Elaboración software Excel.

Tabla 11, para cada estación, estadísticamente no presentan desigualdad son consistentes y homogéneas.



Los datos requeridos para la presente estudio son el temperatura media mensual de todos los meses que influyen en cada campaña agrícola, se usó la temperatura media de los meses de setiembre a mayo, como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12. Temperatura media de campaña agrícola del distrito Ilave (1987-2018).

	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Prom.
1987-1988	6.9	8.3	9.8	9.8	9.7	9.4	9.5	9.0	7.1	8.83
1988-1989	8.9	9.1	8.7	9.2	8.5	8.0	8.2	7.8	6.3	8.29
1989-1990	6.8	7.7	8.6	9.2	9.1	8.5	8.4	7.7	6.1	8.02
1990-1991	5.7	8.5	9.2	9.0	8.6	8.7	8.8	7.7	5.8	7.99
1991-1992	5.7	8.2	7.9	8.5	8.2	8.4	8.4	7.6	6.2	7.67
1992-1993	5.6	7.5	8.0	8.8	8.2	7.9	7.8	7.6	6.0	7.49
1993-1994	6.7	8.1	9.0	9.7	9.3	8.7	8.1	8.0	4.9	8.05
1994-1995	6.7	7.5	9.1	9.1	9.5	9.2	9.0	7.9	5.7	8.20
1995-1996	7.4	7.4	8.6	8.5	8.9	8.9	8.6	8.0	6.1	8.03
1996-1997	6.6	8.3	8.2	9.2	8.8	8.3	8.0	6.3	5.3	7.66
1997-1998	7.8	8.2	9.3	10.6	11.1	11.0	10.5	9.2	6.4	9.35
1998-1999	6.9	8.7	9.1	10.4	9.9	9.0	9.4	8.7	6.6	8.74
1999-2000	7.2	8.6	8.8	10.4	9.7	9.7	9.4	8.6	7.2	8.86
2000-2001	7.5	8.4	9.2	9.7	9.3	9.8	9.5	8.9	7.0	8.81
2001-2002	7.5	8.6	10.0	9.4	9.7	9.6	9.4	8.4	7.1	8.86
2002-2003	7.5	9.1	9.7	10.1	10.4	10.3	9.8	8.4	6.7	9.13
2003-2004	6.1	8.3	9.5	10.4	9.9	9.7	10.0	8.8	5.1	8.65
2004-2005	7.3	8.7	9.4	10.2	9.9	9.5	9.9	8.8	5.9	8.85
2005-2006	6.6	8.2	9.2	10.2	9.2	9.7	9.9	8.4	5.4	8.53
2006-2007	7.4	10.1	10.7	10.8	10.7	10.5	9.9	9.2	7.2	9.63
2007-2008	7.7	8.9	8.7	9.9	9.9	9.7	9.1	7.3	4.8	8.45
2008-2009	6.5	8.8	10.1	9.6	9.9	10.2	9.3	8.0	5.3	8.62
2009-2010	7.4	8.9	10.6	10.7	10.6	11.1	10.3	9.2	6.9	9.53
2010-2011	7.7	8.7	8.9	10.3	9.9	9.4	9.2	8.4	6.6	8.80
2011-2012	6.2	7.4	8.3	8.6	9.6	9.2	9.1	8.8	6.1	8.14
2012-2013	7.3	9.2	10.1	9.7	9.2	10.1	8.7	8.5	6.6	8.81
2013-2014	6.4	8.2	8.9	10.1	10.1	10.0	9.8	9.0	6.8	8.81
2014-2015	8.3	9.0	9.9	10.5	9.5	10.1	9.8	9.1	6.9	9.23
2015-2016	8.0	9.0	10.3	10.3	11.1	11.1	10.8	9.3	6.8	9.63
2016-2017	7.7	9.1	9.2	10.9	10.1	10.6	9.9	8.9	7.7	9.35
2017-2018	8.3	8.7	10.3	10.8	10.2	9.7	9.9	8.6	6.6	9.21
Promedio	7.10	8.50	9.27	9.83	9.63	9.55	9.30	8.39	6.29	8.65

Fuente: SENAMHI.

En la Tabla 12, en la campaña agrícola de 2015-2016 es la temperatura máxima es 9.63°C, campaña agrícola de 1992-1993 en la temperatura mínima es 7.49°C y campaña agrícola de 2013-2014 en temperatura media es 8.81°C. Durante campaña agrícola en promedio de 30 años esta: en mes mayo es 6.29°C en temperatura mínima y mes diciembre es 9.83°C en temperatura máxima del promedio, Esta dentro previsto por la FAO.

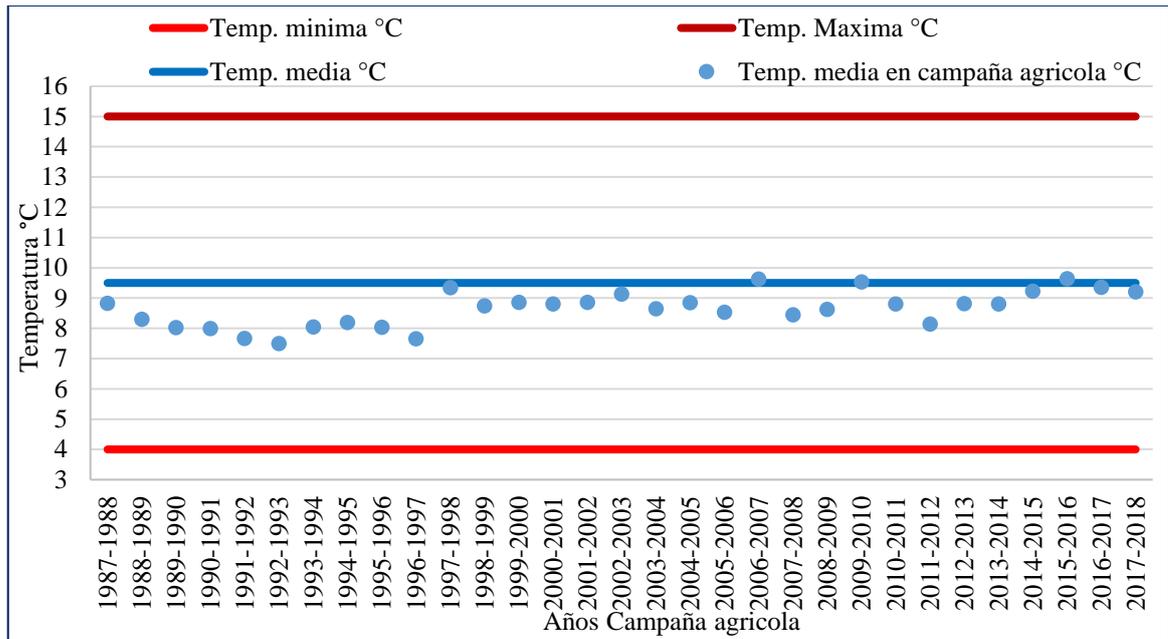


Figura 17. Datos históricos de temperatura media del distrito Ilave (1987- 2018).

Fuente: Elaboración software Excel.

En figura 17, la temperatura media de campaña agrícola (mes setiembre a mayo) está dentro de rango que indica por la FAO, Las temperaturas esta por menor 10°C que esto que indica para la comunidad de Chocco Antamarca del distrito Ilave.

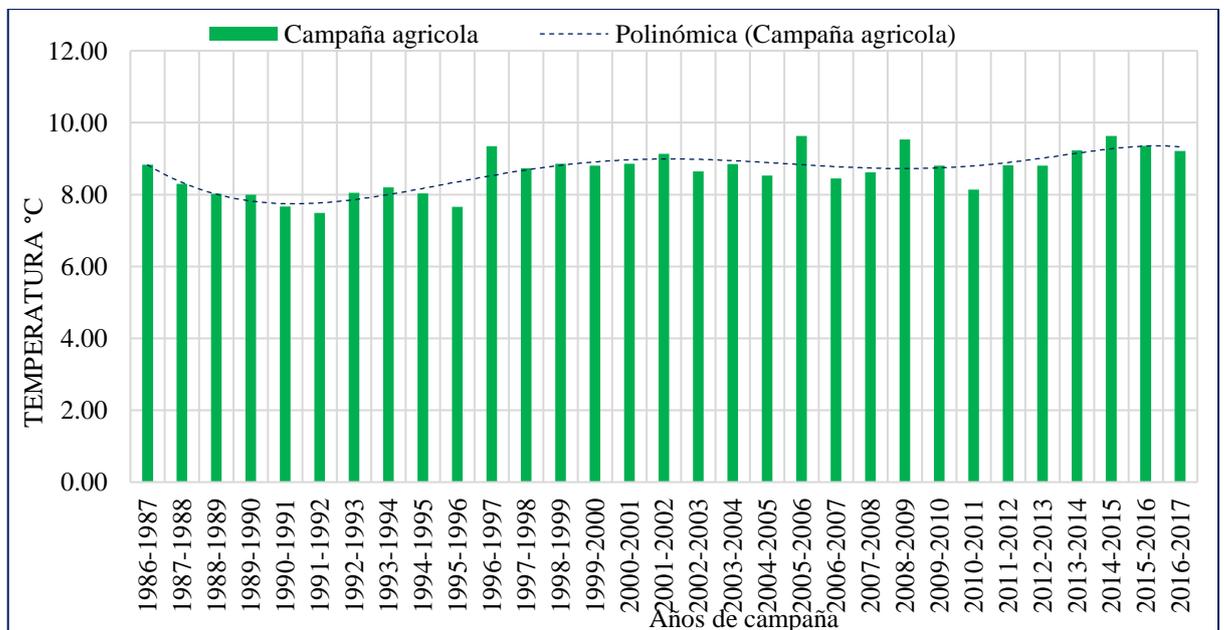


Figura 18. Comportamiento de la temperatura media de la campaña agrícola (1988 - 2018).

Fuente: Elaboración software Excel.



4.2. PRODUCCIÓN QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*)

Los datos disponibles de la producción son desde el año de 1988 hasta el año 2018, que nos daría un tiempo de estudio de 30 años.

Tabla 13. Producción en campaña agrícola (1987-2018).

Campaña agrícola	Producción (Ton.)
1987-1988	930.00
1988-1989	1287.00
1989-1990	72.00
1990-1991	790.00
1991-1992	160.00
1992-1993	831.00
1993-1994	1300.00
1994-1995	747.00
1995-1996	956.00
1996-1997	2,068.00
1997-1998	2,797.70
1998-1999	2,626.00
1999-2000	3,135.00
2000-2001	2,544.00
2001-2002	4,825.00
2002-2003	3,974.00
2003-2004	3,595.00
2004-2005	4,858.00
2005-2006	4,430.00
2006-2007	3,994.00
2007-2008	3,577.00
2008-2009	4,173.00
2009-2010	4,292.00
2010-2011	3,776.00
2011-2012	2,926.00
2012-2013	3,396.00
2013-2014	4,041.19
2014-2015	3,965.00
2015-2016	3,900.00
2016-2017	4,153.00
2017-2018	4,123.00

Fuente: Estadística-D.R.A-Puno (2018)

En la tabla 13, análisis en mayor producción es 4,858.00 toneladas en campaña agrícola 2004-2005, menor producción es 72.00 toneladas en campaña agrícola 1989-1990, promedio producción es 2,797.70 toneladas en campaña agrícola 1997-1998.y a una proyección creciente.



Tabla 14. Producción en campaña agrícola en la comunidad Chocco Antamarca (1996-2018).

Campaña Agrícola	Rendimiento (kg/ha)	Producción Tn
1996-1997	810.98	51.356
1997-1998	914.28	57.907
1998-1999	899.32	56.966
1999-2000	910.81	60.683
2000-2001	730.61	48.685
2001-2002	1151.55	76.752
2002-2003	962.69	64.165
2003-2004	892.06	56.508
2004-2005	1202.48	76.364
2005-2006	1103.36	70.071
2006-2007	1020.44	64.630
2007-2008	990.58	62.730
2008-2009	1153.40	73.040
2009-2010	1184.98	75.041
2010-2011	1050.35	66.516
2011-2012	1022.72	64.767
2012-2013	995.31	63.031
2013-2014	1122.55	71.089
2014-2015	1100.78	69.710
2015-2016	1080.93	68.453
2016-2017	1150.42	72.854
2017-2018	1140.84	72.248

Fuente: Agencia Agraria Ilave y Estadística-D.R.A-Puno (2018)

En tabla 14, análisis en mayor producción es 76.752 toneladas en campaña agrícola 2001-2002, menor producción es 48.685 toneladas en campaña agrícola 2000-2001, promedio producción es 62.730 toneladas en campaña agrícola 2007-2008.y a una proyección creciente.

En las áreas sembradas es variado, en algunos casos, estas áreas sembradas que fueron afectadas por la variación brusca de la temperatura de las causas 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 áreas en hectárea.



4.3. RENDIMIENTO DE CULTIVO QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd)

Los datos históricos del rendimiento de cultivo de quinua se recopilaron de la agencia Agraria Ilave y D.R.A.- Puno, que comprende de la campaña agrícola de 1988 – 2018 a 2017-2018,

Tabla 15. Rendimiento del cultivo de quinua en distrito Ilave (1988-1989 a 2017-2018).

Campaña agrícola	Rendimiento (kg/ha)
1987-1988	885.71
1988-1989	1100.00
1989-1990	248.28
1990-1991	626.98
1991-1992	450.70
1992-1993	814.71
1993-1994	833.33
1994-1995	655.26
1995-1996	985.57
1996-1997	810.98
1997-1998	914.28
1998-1999	899.32
1999-2000	910.81
2000-2001	730.61
2001-2002	1151.55
2002-2003	962.69
2003-2004	892.06
2004-2005	1202.48
2005-2006	1103.36
2006-2007	1020.44
2007-2008	990.58
2008-2009	1153.40
2009-2010	1184.98
2010-2011	1050.35
2011-2012	1022.72
2012-2013	995.31
2013-2014	1122.55
2014-2015	1100.78
2015-2016	1080.93
2016-2017	1150.42
2017-2018	1140.84

FUENTE: Estadística –D.R.A. –Puno, (2018).

Interpretación en la tabla 15, se observa que el mayor rendimiento del cultivo de quinua en 2005-2006 con 1202.48 kg/ha y menor rendimiento del cultivo de quinua en 1986-1987 con 450.70 kg/ha.

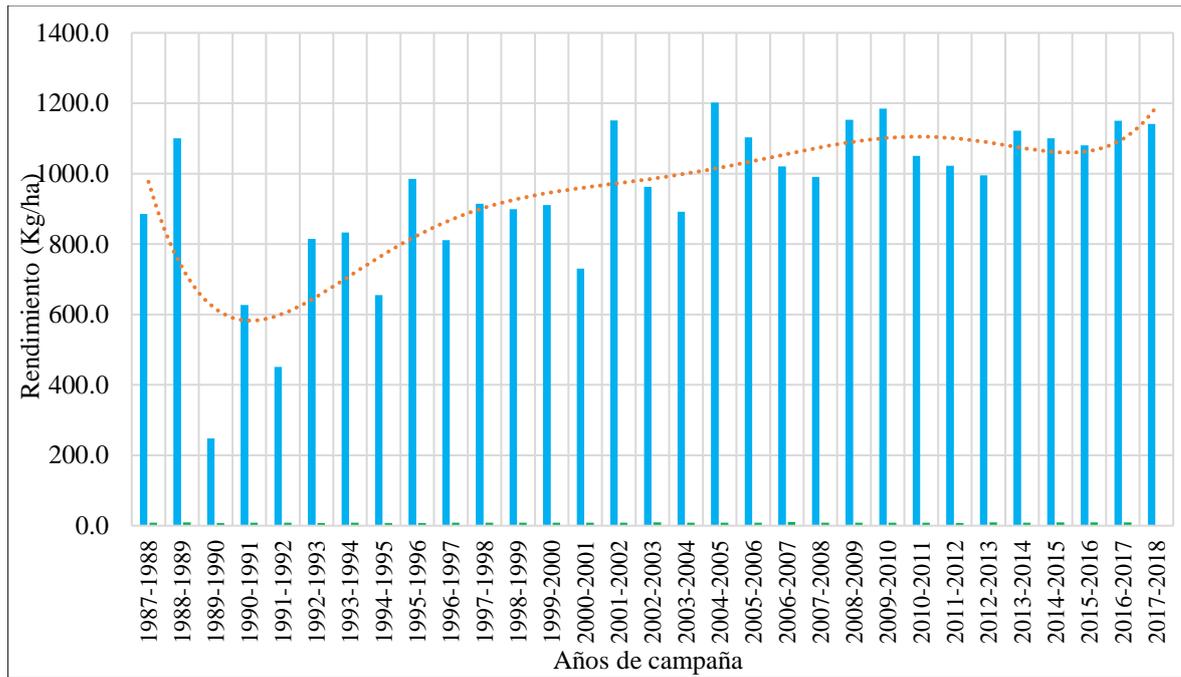


Figura 19. Comportamiento de rendimiento del cultivo de quinua.

Fuente: Elaboración software Excel.

En la figura 19, se observa que el rendimiento de cultivo de quinua está en forma descendiente en dos campañas 1989-1990 a 1991-1992 luego ascendiente los demás durante las campañas de agrícola, 30 años de los 1987 a 2018.

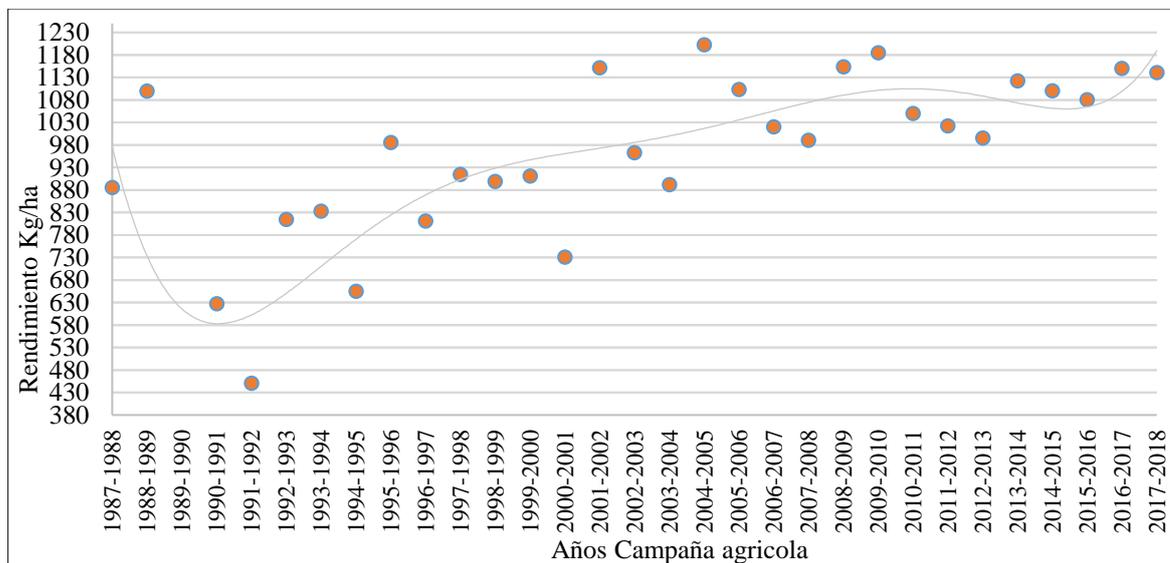


Figura 20. Comportamiento de rendimiento del cultivo de quinua durante 1988-1989 a 2017-2018.

Fuente: Elaboración software Excel.



En la figura 20, se observa de rendimiento del cultivo de quinua durante 30 campañas agrícolas una proyección positiva, esto explica que cuando mayor temperatura es mayor es el rendimiento de cultivo de quinua en comunidad Chocco Antamarca del distrito de Ilave, en 1991-1992 su rendimiento es mucho menos que todos sería factor por precipitación mayor o menor de ese año etc.

4.4. COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE QUINUA

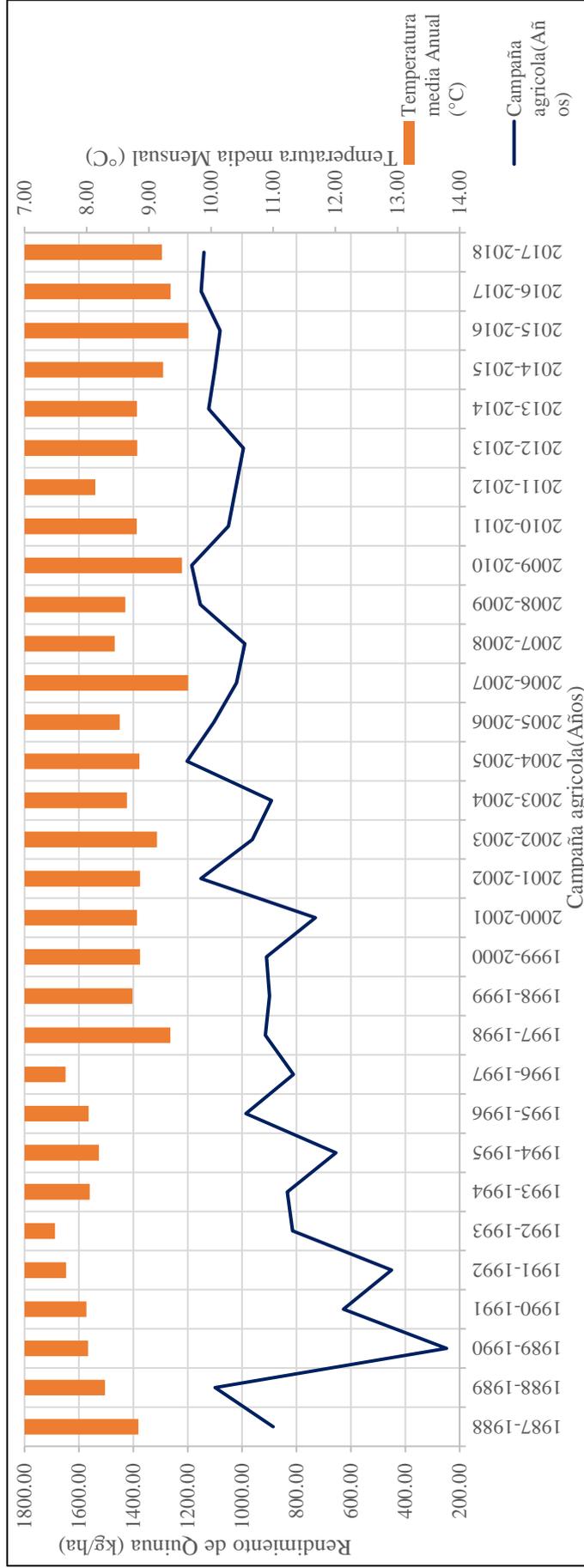


Figura 21. Comportamiento de temperatura media mensual y rendimiento del cultivo de quinua.

FUENTE: Elaboración software Excel.

Interpretación en la figura 21, se observa que temperatura que se desarrolla en un rango de 7.49°C a 9.63 °C, un promedio de 8.65 °C, en todo está en aumento. El cultivo de quinua en rendimiento es de 248.28kg/ha en mínimo, 1202.48 kg/ha en máximo, 730.61 kg/ha en promedio; En las primeras campañas agrícolas era bajo en rendimiento de quinua, en los últimos campañas agrícolas ascendió en rendimiento de quinua. La temperatura en primeros campañas agrícolas era bajo, en las últimas campañas agrícolas ascendió.

4.5. LAS TEMPERATURAS ADECUADAS PARA DESARROLLO DE LA QUINUA EN DISTRITO ILAVE Y COMUNIDAD CHOCCO ANTAMARCA

Durante fase fenológico de quinua tiene su periodo o etapa que se necesita a su debida temperatura del setiembre a mayo.

Tabla 16. Temperatura mínima de campaña agrícola del distrito Ilave (1987-2018).

	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Prom.
1987-1988	-2.6	-0.1	3.0	2.0	4.3	2.8	4.4	2.9	-0.7	1.78
1988-1989	1.0	0.6	-0.1	2.5	3.2	3.0	3.0	1.8	-1.5	1.51
1989-1990	-2.0	-0.5	1.2	1.5	3.6	1.5	1.4	-0.2	-2.6	0.45
1990-1991	-3.7	1.4	3.0	3.4	3.0	2.5	2.2	0.2	-3.0	0.99
1991-1992	-2.5	0.0	-0.1	0.9	2.5	1.9	0.6	-1.2	-3.6	-0.16
1992-1993	-3.8	-0.6	0.5	2.0	3.1	1.4	2.6	0.8	-2.4	0.40
1993-1994	-2.2	0.8	2.2	3.7	3.6	3.2	2.0	1.5	-4.2	1.17
1994-1995	-2.2	-1.6	1.8	2.8	3.6	2.5	3.6	-0.2	-3.8	0.73
1995-1996	-1.3	-2.1	0.5	1.6	2.8	3.6	2.0	1.1	-2.5	0.63
1996-1997	-2.5	-0.6	1.1	3.1	3.8	3.5	2.4	-0.6	-3.5	0.74
1997-1998	0.3	-0.5	1.8	3.1	5.3	4.8	3.6	0.8	-3.8	1.71
1998-1999	-3.1	0.0	1.1	3.2	3.4	4.7	4.5	2.4	-1.8	1.60
1999-2000	-1.7	1.4	-0.1	2.8	4.7	4.7	3.8	1.1	-1.7	1.66
2000-2001	-2.1	0.9	-0.1	3.0	4.6	5.3	4.5	2.4	-1.1	1.93
2001-2002	-0.9	0.5	2.1	2.3	3.3	4.7	4.1	2.5	3.1	2.41
2002-2003	-0.8	2.2	2.1	3.6	4.8	4.7	4.4	1.0	-1.5	2.29
2003-2004	-2.7	-0.3	0.9	3.0	5.2	4.2	3.7	1.5	-5.0	1.17
2004-2005	-0.9	0.0	0.6	2.6	4.0	4.2	3.5	1.4	-3.8	1.28
2005-2006	-2.3	0.0	1.3	3.8	4.3	3.8	4.4	1.5	-3.9	1.44
2006-2007	-2.1	2.0	3.7	3.8	4.3	4.3	4.4	2.2	-1.4	2.35
2007-2008	-0.1	-0.1	0.1	2.6	4.6	3.4	2.7	-1.7	-5.8	0.65
2008-2009	-4.4	0.0	1.0	2.7	3.4	4.5	2.9	0.5	-5.0	0.62
2009-2010	-2.7	-0.8	3.5	3.6	4.5	5.3	3.5	0.8	-2.2	1.74
2010-2011	-2.7	-0.9	-1.5	3.2	3.5	4.5	3.6	1.2	-2.0	1.01
2011-2012	-2.2	-1.0	0.7	2.2	4.1	4.4	3.6	2.7	-2.8	1.30
2012-2013	-1.7	0.6	2.3	4.8	4.5	5.2	3.3	3.4	-1.2	2.35
2013-2014	-2.3	1.2	2.3	4.4	4.7	3.9	3.0	1.6	-2.3	1.82
2014-2015	1.2	1.8	2.0	4.0	3.8	4.5	4.4	3.3	-1.7	2.59
2015-2016	-1.0	0.6	2.1	2.5	3.8	5.7	3.1	1.9	-3.1	1.73
2016-2017	-2.1	0.8	-0.1	3.5	4.8	4.6	5.0	2.0	-0.3	2.02
2017-2018	0.5	-0.4	1.5	3.9	4.5	4.1	4.2	0.8	-2.8	1.82
PROMEDIO	-1.8	0.1	1.3	3.0	4.0	3.8	3.3	1.3	-2.5	1.4

FUENTE: SENAMHI.

Tabla 17. Temperatura máxima de campaña agrícola del distrito Ilave (1987-2018).

	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Prom.
1987-1988	16.4	16.6	16.7	17.7	14.9	15.9	14.7	15.2	14.9	15.89
1988-1989	16.8	17.5	17.5	15.9	13.9	9.6	13.6	13.9	14.0	14.75
1989-1990	15.6	16.0	16.0	17.1	14.7	15.4	15.5	15.4	14.7	15.59
1990-1991	15.0	15.7	15.4	14.6	14.2	14.8	15.5	15.1	14.7	15.00
1991-1992	13.8	15.8	16.0	15.9	14.0	14.8	16.2	16.4	16.0	15.44
1992-1993	14.9	15.5	15.6	15.7	13.3	14.5	13.0	14.4	14.3	14.58
1993-1994	15.5	15.5	15.8	15.8	15.0	14.2	14.2	14.4	14.0	14.94
1994-1995	15.5	16.5	16.5	15.4	15.4	15.9	14.4	16.1	15.3	15.67
1995-1996	16.0	16.9	16.6	15.5	15.0	14.1	15.3	14.9	14.7	15.43
1996-1997	15.7	17.1	15.3	15.3	13.8	13.1	13.5	13.2	14.0	14.57
1997-1998	15.3	16.8	16.6	18.1	16.9	17.5	17.5	17.5	16.7	17.00
1998-1999	16.4	17.2	17.0	17.9	15.9	14.1	14.3	14.9	15.0	15.88
1999-2000	16.2	15.9	17.8	18.0	14.8	14.7	15.0	16.0	16.0	16.05
2000-2001	17.0	15.9	18.6	16.5	13.8	14.2	14.5	15.4	15.1	15.67
2001-2002	16.0	16.7	18.0	16.4	16.2	14.6	14.7	14.2	14.5	15.70
2002-2003	15.9	16.0	17.3	16.7	16.0	16.0	15.2	15.7	14.8	15.96
2003-2004	14.9	17.0	18.2	17.9	14.5	15.3	16.4	16.0	15.1	16.14
2004-2005	15.5	17.4	18.1	17.9	15.9	14.8	16.3	16.2	15.6	16.42
2005-2006	15.5	16.4	16.9	16.6	14.3	15.5	15.5	15.2	14.6	15.62
2006-2007	16.9	18.2	17.8	17.0	17.1	16.8	15.5	16.3	15.9	16.82
2007-2008	15.5	17.8	17.4	17.1	15.1	16.0	15.6	16.3	15.4	16.25
2008-2009	17.4	17.6	19.1	16.4	16.4	15.9	15.7	15.6	15.6	16.63
2009-2010	17.6	18.6	17.9	17.8	16.7	16.8	17.1	17.0	16.2	17.30
2010-2011	18.2	18.2	19.3	17.5	16.2	14.3	14.7	15.7	15.2	16.60
2011-2012	14.4	15.7	16.0	15.0	15.0	14.1	14.7	14.8	15.1	14.96
2012-2013	16.4	17.7	17.9	14.6	13.9	14.9	15.8	15.1	15.0	15.70
2013-2014	16.2	16.6	17.4	15.7	15.5	16.2	16.7	16.3	15.9	16.30
2014-2015	15.4	16.3	17.9	17.0	15.1	15.6	15.3	14.8	15.5	15.87
2015-2016	17.0	17.3	18.6	18.2	18.4	16.6	18.4	16.6	16.7	17.53
2016-2017	17.5	17.5	18.4	18.3	15.4	16.7	14.8	15.9	15.6	16.68
2017-2018	16.1	17.7	19.0	17.6	15.8	15.3	15.5	16.3	15.9	16.59
PROMEDIO	16.0	16.8	17.3	16.7	15.3	15.1	15.3	15.5	15.2	15.9

FUENTE: SENAMHI.

La Pre emergencia, emergencia, dos hojas verdaderas, cuatro a seis hojas verdaderas de siembra 40 días que se necesita una temperatura de 4 a 15°C estos realizan en los meses de setiembre y octubre, en la zona está a una temperatura media 7.10 a 8.50 °C en las campañas agrícolas 1987-1988 a 2017-2018 está dentro que indica del FAO. Temperatura máxima 16.0 a 16.8°C en las campañas agrícolas 1987-1988 a 2017-2018 por tanto esta fuera que indica del FAO, temperatura mínima -1.8 a 0.1 °C en los campañas agrícola 1987-1988 a 2017-2018 por tanto está por debajo que indica del FAO.

La etapa de floración se necesita una temperatura de 4 a 15°C de siembra 90 - 100 días, estos realiza en los meses de noviembre y diciembre, en la zona está a una

temperatura media 9.3 a 9.8 °C en los campañas agrícola 1987-1988 a 2017-2018 está dentro que indica por la FAO, temperatura máxima 17.3 a 16.7 °C en los campañas agrícola 1987-1988 a 2017-2018 por tanto esta fuera que indica del FAO, temperatura mínima 1.3 a 3.0 °C en los campañas agrícola 1987-1988 a 2017-2018 por tanto está por debajo que indica del FAO.

Las temperaturas máximas y mínimas son un peligro durante el desarrollo de quinua en la comunidad Chocco Antamarca. Lo más adecuado crecimiento de quinua en el mes de enero de la campaña agrícola 1987-1988 a 2017-2018 en temperatura máxima y mínima. En Apaza, Cáceres, Estrada & Pinedo (2013) indican por la FAO la temperatura para la fase fenológico de quinua es 4 a 15 °C, por tanto, temperaturas media está dentro que señala por el FAO. Generando figura de temperatura máxima y mínima durante desarrollo de fase fenológico de quinua.

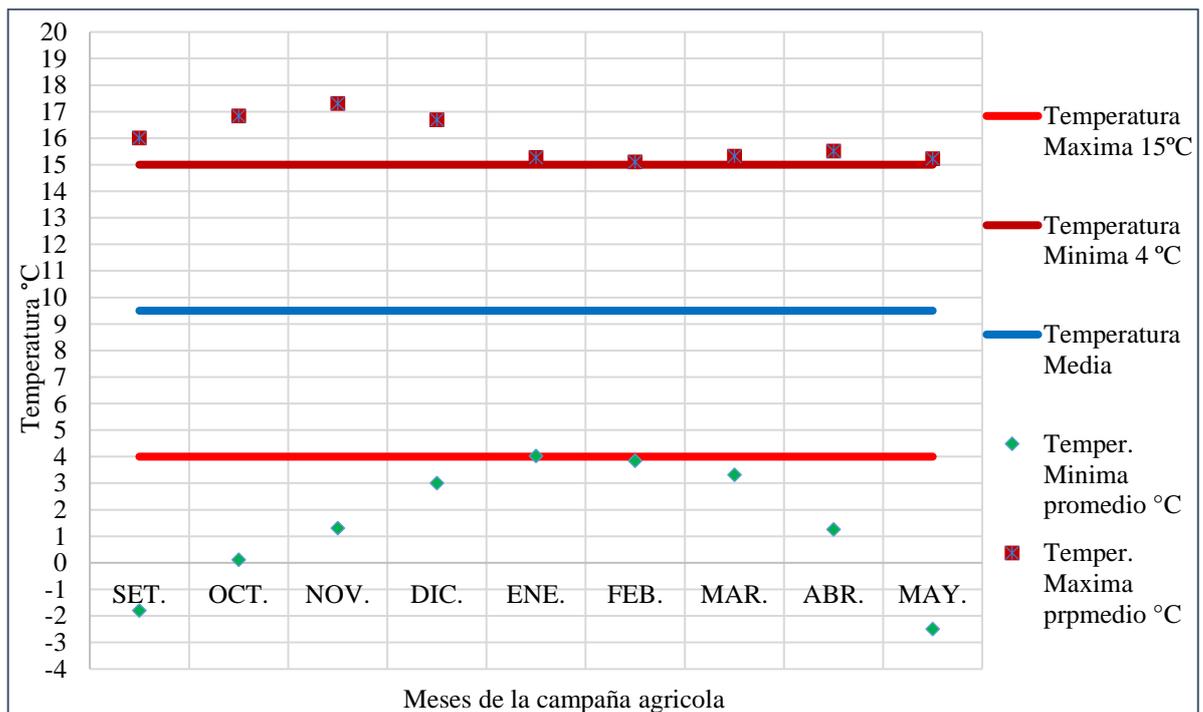


Figura 22. Figura de temperatura máxima y mínima durante desarrollo de fase fenológico de quinua 1987-1988 a 2017-2018.

FUENTE: Elaboración software Excel

En la figura 22 se presenta de temperatura máxima mayor de 15°C que indica por la FAO, durante fase fenológico de quinua para la comunidad Chocco Antamarca está por mayor de temperatura previsto de 15 °C.

En la figura se presentó de temperatura mínima menor de 4°C de meses setiembre a diciembre, enero estuvo en 4 °C y febrero a mayo se presentó de menor de 4°C durante fase fenológico de quinua para la comunidad Chocco Antamarca, por tanto, está por menor de temperatura 4°C.

4.6. ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA PARA CADA CAMPAÑA AGRÍCOLA

Se desarrolla las tablas y figuras de cada campaña agrícola de los últimos 30 años del distrito Ilave. Estas tablas y figuras nos permiten analizar el comportamiento de la temperatura media para cada campaña agrícola, que comprende desde 1988-1989 hasta 2017-2018.

Tabla 18. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1987- 1988.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
1987-1988	quinua	Sup. verde (ha)	
		Siembras (ha)	1140
		Sup. pérdida (ha)	90
		Cosechas (ha)	1050
		Rendimiento (kg/ha)	885.71
		Producción (t)	930

Fuente: Elaboración software Excel.

En la tabla 18 de campaña agrícola 1987- 1988 se ha registrado pérdida de 90 hectáreas de siembras, área cosechada 1050 hectáreas, el rendimiento de 885.71kg/ha y la producción 930 toneladas, dicha área cosechada disminuyo.

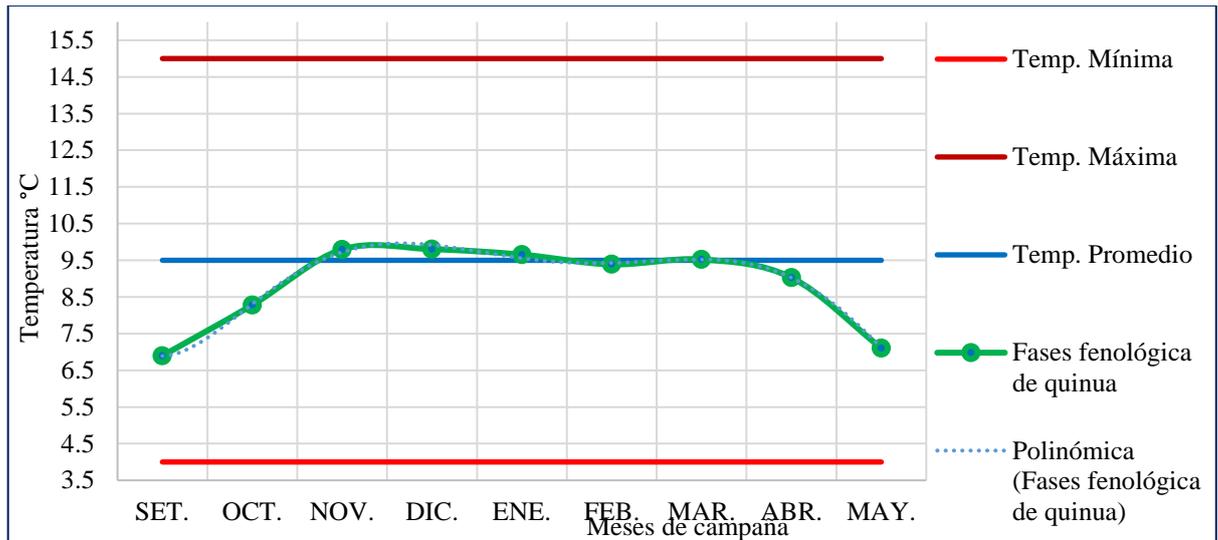


Figura 23. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1987- 1988.

Fuente: Elaboración software Excel.

En la figura 23, se observa que el comportamiento de la temperatura media mensual de la campaña está dentro de los límites óptimos de la FAO, se aproxima a 9.5°C, En esta campaña agrícola se ha registrado pérdidas de 90 hectáreas de siembras, y hubo un rendimiento de 885.71 kg/ha, hubo un incremento de 478.02 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 930 toneladas de quinua.

Tabla 19. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1988-1989.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
1988-1989	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	1140
		Sup. Pérdida (ha)	0
		Cosechas (ha)	1170
		Rendimiento (kg/ha)	1100.00
		Producción (t)	1287

Fuente: Elaboración software Excel.

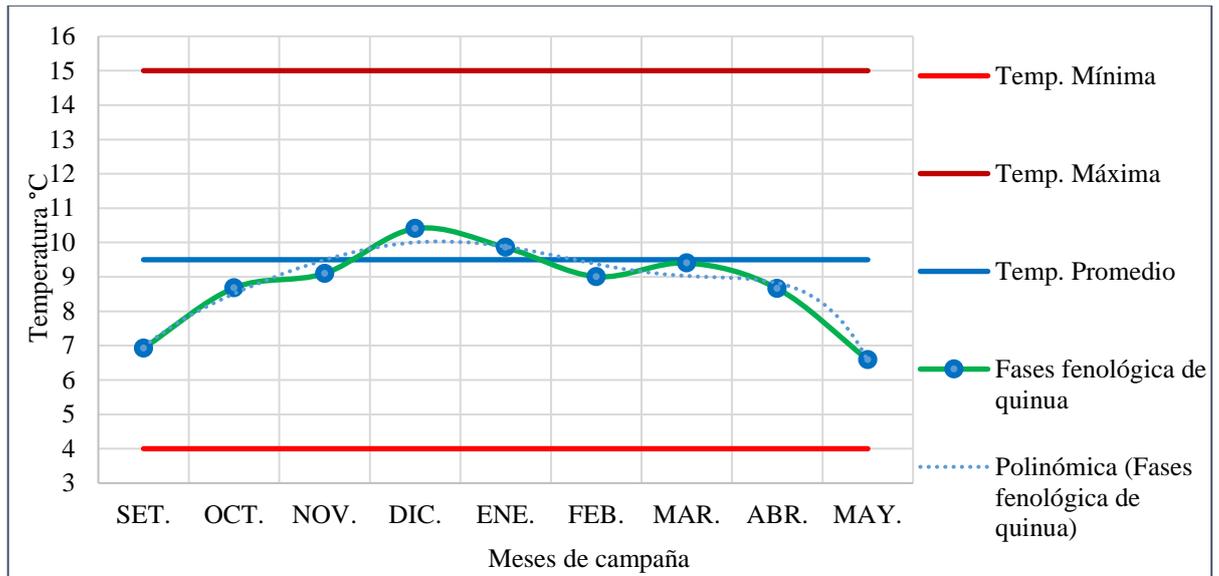


Figura 24. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1988- 1989.

Fuente: Elaboración software Excel.

En la figura 24, se observa que el comportamiento de la temperatura media mensual de la campaña está dentro de los límites óptimos de la FAO, se aproxima a temperatura media. En la tabla 19 es la campaña agrícola se ha registrado pérdida de 0 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 1100.00 kg/ha, un incremento de 214.29 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 1287 toneladas de quinua.

Tabla 20. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1989-1990.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
1989-1990	quinua	Sup. verde (ha)	
		Siembras (ha)	1200
		Sup. pérdida (ha)	910
		Cosechas (ha)	290
		Rendimiento (kg/ha)	248.28
		Producción (t)	72

FUENTE: Elaboración software Excel.

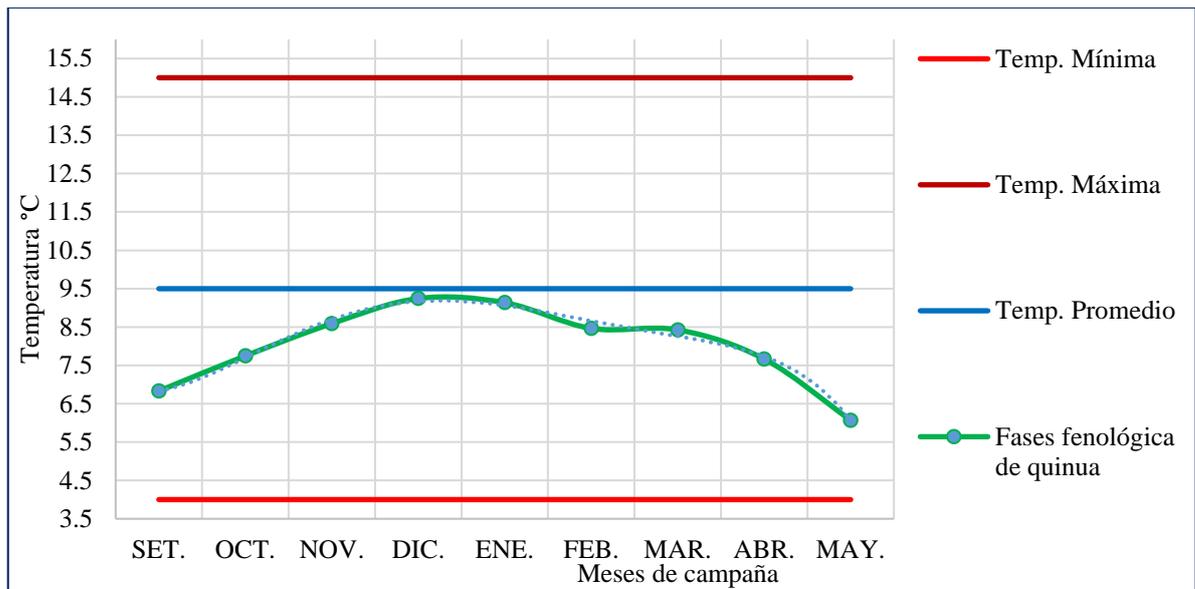


Figura 25. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1989-1990.

Fuente: Elaboración software Excel.

En la figura 25, se observa que el comportamiento de la temperatura media mensual de la campaña está dentro de los límites óptimos de la FAO, debajo de temperatura media. En la tabla 20 es la campaña agrícola se ha registrado pérdidas de 910 hectáreas de siembras, obteniendo el rendimiento de 248.28 kg/ha, hubo una disminución de 851.72 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 72 toneladas de quinua.

Tabla 21. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1990-1991.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
1990-1991	quinua	Sup. verde (ha)	
		Siembras (ha)	1390
		Sup. pérdida (ha)	130
		Cosechas (ha)	1260
		Rendimiento (kg/ha)	626.98
		Producción (t)	790

Fuente: Elaboración software Excel.

En la tabla 21 de campaña agrícola 1990-1991 se ha registrado pérdida de 130 hectáreas de siembras, área cosechada 1260 hectáreas, un rendimiento de 626.98kg/ha y la producción 790 toneladas.

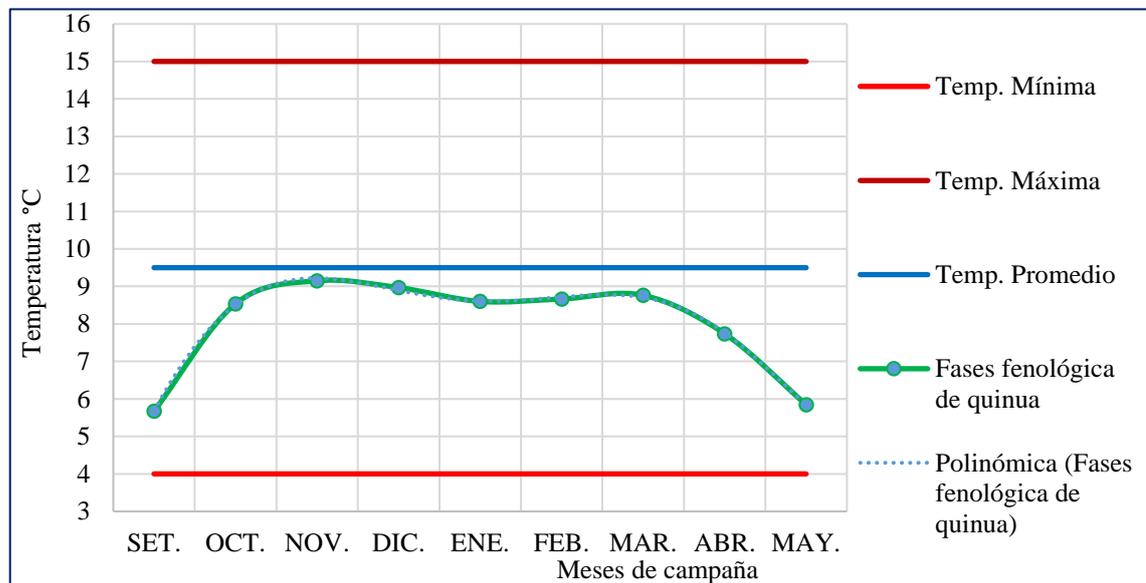


Figura 26. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1990-1991.

Fuente: Elaboración software Excel.

En la figura 26, se observa que el comportamiento de la temperatura media mensual de la campaña está dentro de los límites óptimos de la FAO, debajo de temperatura media. En esta campaña agrícola se ha registrado pérdidas de 130 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 626.98 kg/ha, un incremento de 378.7 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 790 toneladas de quinua.

Tabla 22. Campaña Agrícola del distrito Ilave de la campaña 1991-1992.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
1991-1992	quinua	Sup. verde (ha)	
		Siembras (ha)	1400
		Sup. pérdida (ha)	1045
		Cosechas (ha)	355
		Rendimiento (kg/ha)	450.70
		Producción (t)	160

Fuente: Elaboración software Excel.

En la tabla 22 de campaña agrícola 1991-1992 se ha registrado pérdida de 1045 hectáreas de siembras, área cosechada 355 hectáreas, el rendimiento de 450.70 kg/ha y la producción 160 toneladas

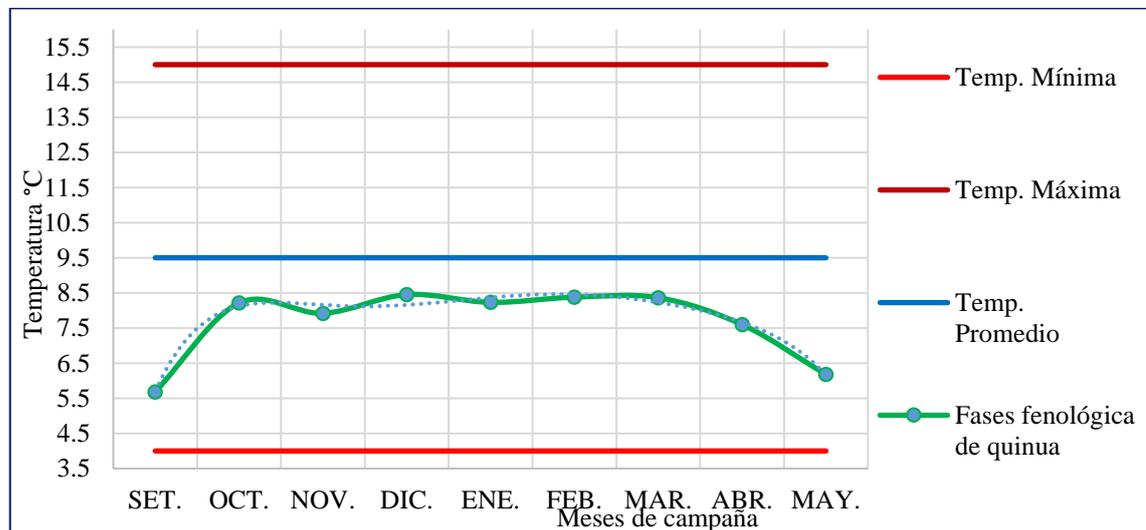


Figura 27. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1991-1992.

Fuente: Elaboración software Excel.

En la figura 27, se observa que el comportamiento de la temperatura media mensual de la campaña está dentro de los límites óptimos de la FAO, debajo de 8.0 °C. En esta campaña agrícola se ha registrado pérdidas de 1045 hectáreas de siembras, hubo el rendimiento fue de 450.70 kg/ha, una disminución de 176.28 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 160 toneladas de quinua.

Tabla 23. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1992-1993.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
1992-1993	quinua	Sup. verde (ha)	
		Siembras (ha)	1190
		Sup. pérdida (ha)	170
		Cosechas (ha)	1020
		Rendimiento (kg/ha)	814.71
		Producción (t)	831

Fuente: Elaboración software Excel.

En la tabla 23 de campaña agrícola 1993-1994 se ha registrado pérdida de 170 hectáreas de siembras, área cosechada 1020 hectáreas, el rendimiento de 814.71 kg/ha y la producción 831 toneladas.

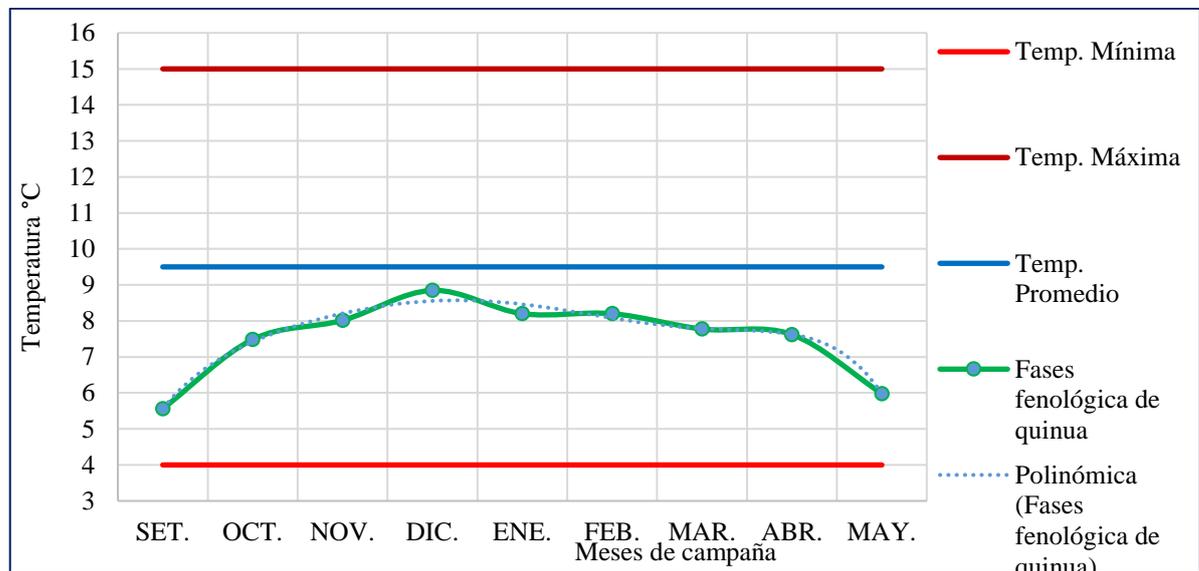


Figura 28, Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1992-1993.

Fuente: Elaboración software Excel.

En la figura 28, se observa que el comportamiento de la temperatura media mensual de la campaña está dentro de los límites óptimos de la FAO, Durante fases fenológico de quinua estaba por debajo de temperatura media. En esta campaña agrícola se ha registrado pérdidas de 170 hectáreas de siembras, hubo el rendimiento de 814.71 kg/ha, obteniendo un incremento de 364.01 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 831 toneladas de quinua.

Tabla 24. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1993-1994.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
1993-1994	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	1560
		Sup. pérdida (ha)	0
		Cosechas (ha)	1560
		Rendimiento (kg/ha)	833.33
		Producción (t)	1300

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la tabla 24 de campaña agrícola 1993-1994 se ha registrado pérdida de 0 hectáreas de siembras, área cosechada 1560 hectáreas, el rendimiento de 833.33 kg/ha y la producción 1300 toneladas.

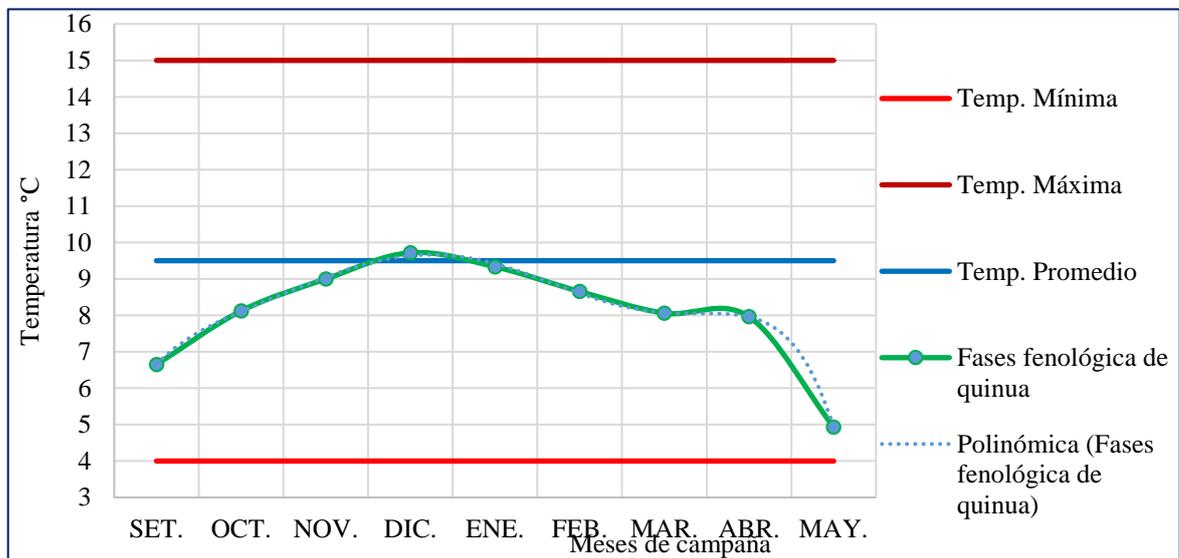


Figura 29. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1993-1994.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 29, se observa que el comportamiento de la temperatura media mensual de la campaña está dentro de los límites óptimos de la FAO, durante fases fenológico de quinua estaba por debajo de temperatura media. En esta campaña agrícola se ha registrado aumento de 1140 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 833.33 kg/ha y 1300 toneladas de quinua.

Tabla 25. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1994-1995.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
1994-1995	quinua	Sup. verde (ha)	
		Siembras (ha)	1560
		Sup. pérdida (ha)	420
		Cosechas (ha)	1140
		Rendimiento (kg/ha)	655.26
		Producción (t)	747

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la tabla 25 de campaña agrícola 1994-1995 se ha registrado pérdida de 420 hectáreas de siembras, área cosechada 1140 hectáreas, el rendimiento de 655.26 kg/ha y la producción 747 toneladas.

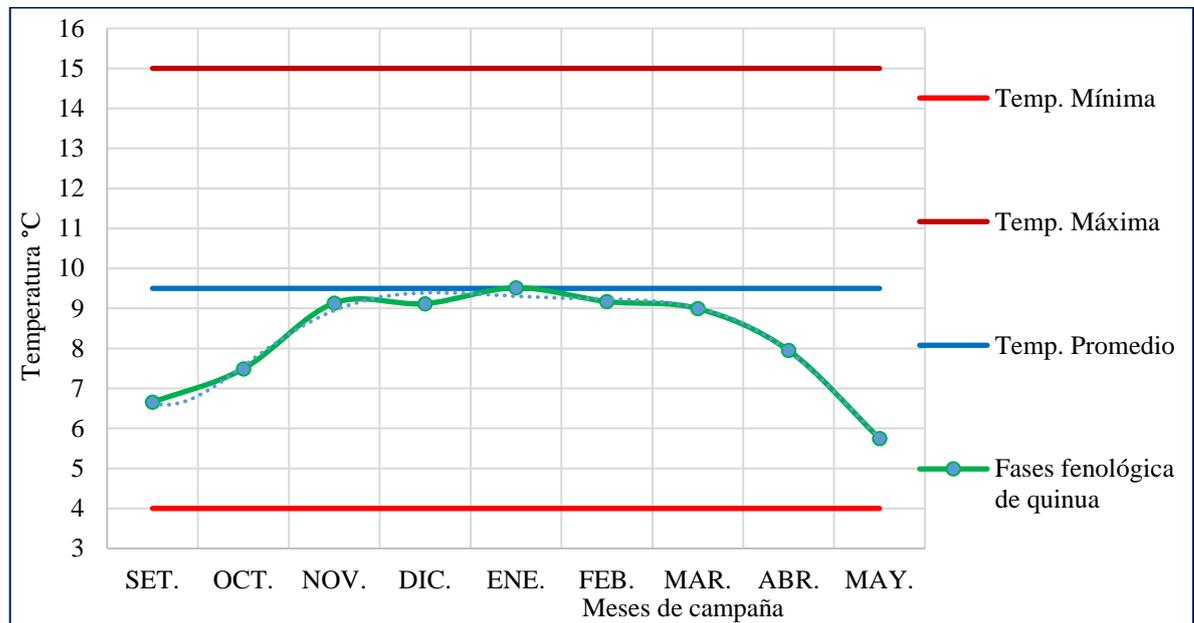


Figura 30. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1994-1995.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 30, se observa que el comportamiento de la temperatura media mensual de la campaña está dentro de los límites óptimos de la FAO Durante fases fenológico de quinua estaba por debajo de temperatura media. En esta campaña agrícola se ha registrado perdida de 420 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 655.26 kg/ha, obtuvo una disminución de 178.07 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 747 toneladas de quinua.

Tabla 26. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1995-1996.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
1995-1996	quinua	Sup. verde (ha)	
		Siembras (ha)	1620
		Sup. pérdida (ha)	650
		Cosechas (ha)	970
		Rendimiento (kg/ha)	985.57
		Producción (t)	956

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la tabla 26 de campaña agrícola 1995-1996 se ha registrado pérdida de 650 hectáreas de siembras, área cosechada 970 hectáreas, el rendimiento de 985.57 kg/ha, y la producción 956 toneladas.

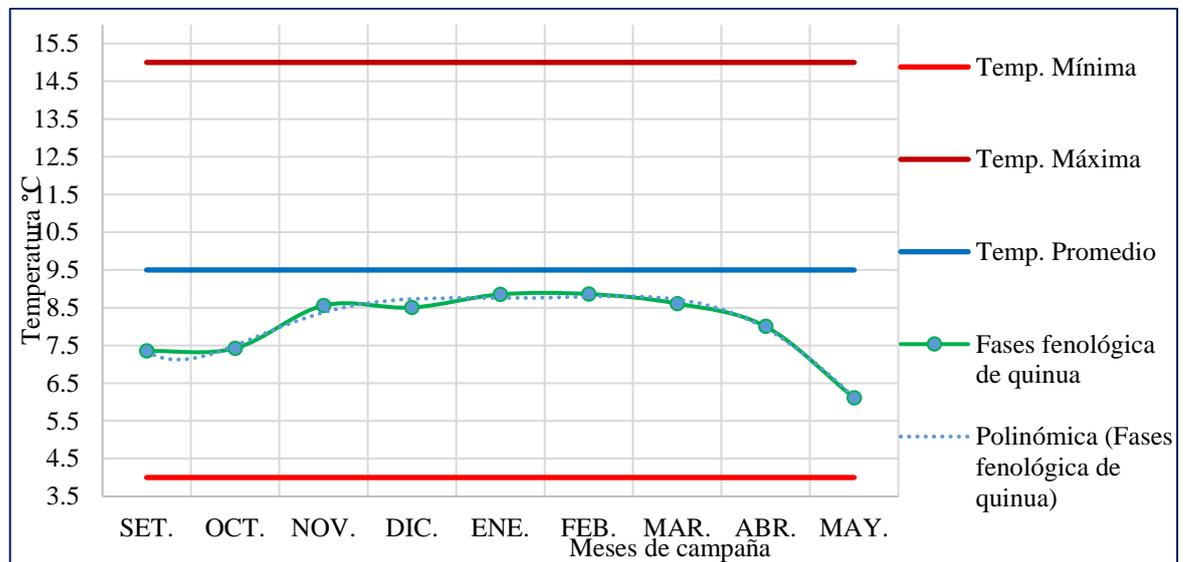


Figura 31. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1995-1996.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 31, se observa que el comportamiento de la temperatura media mensual de la campaña está dentro de los límites óptimos de la FAO, Durante fases fenológico de quinua estaba por debajo de temperatura media. En esta campaña agrícola se ha registrado perdida de 650 hectáreas de siembras, hubo el rendimiento de 985.57 kg/ha, obteniendo un incremento de 330.31 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 956 toneladas de quinua.

Tabla 27. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1996-1997.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
1996-1997	quinua	sup. verde (ha)	
		Siembras (ha)	2,590.00
		Sup. pérdida (ha)	40
		Cosechas (ha)	2,550.00
		rendimiento (kg/ha)	810.98
		Producción (t)	2,068.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la tabla 27 de campaña agrícola 1996-1997 se ha registrado pérdida de 40 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 810.98 kg/ha, y producción 2,068.00 toneladas.

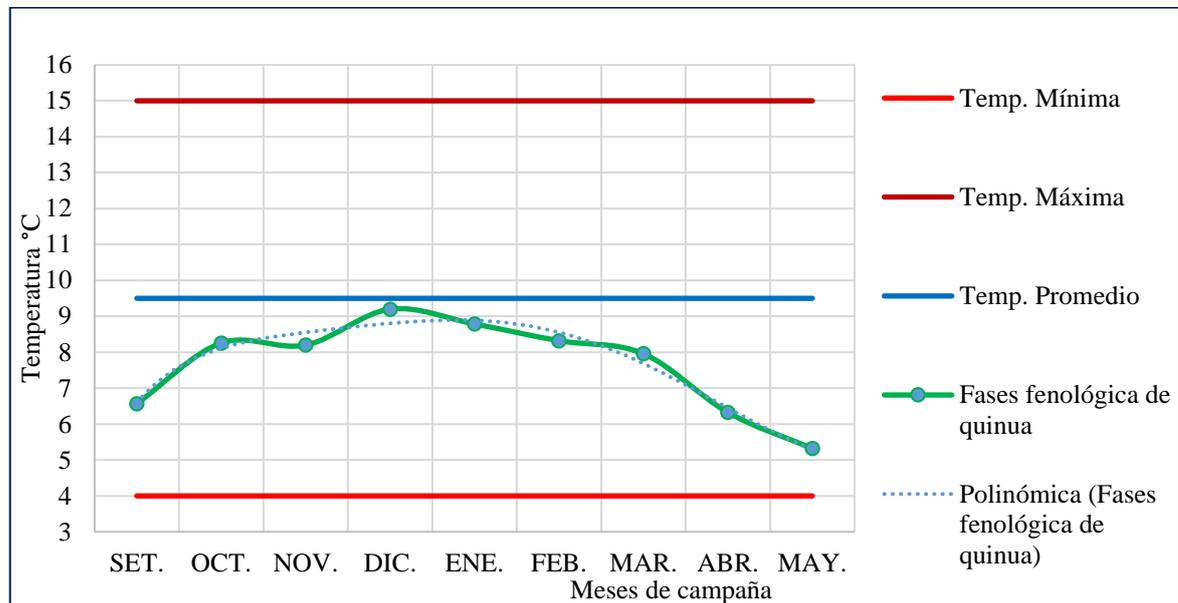


Figura 32. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1996-1997.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 32, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO Durante fases fenológico de quinua estaba por debajo de temperatura media. Aun así, el rendimiento que se obtuvo en esta campaña agrícola es moderado con una cantidad de 810.98 kg/ha. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre) y las cosechas se realizaron durante en meses (abril y mayo) es temperatura baja se seca panojo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

Tabla 28. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1997-1998.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
1997-1998	quinua	Sup. verde (ha)	
		Siembras (ha)	3,060.00
		Sup. pérdida (ha)	0
		Cosechas (ha)	3,060.00
		Rendimiento (kg/ha)	914.28
		Producción (t)	2,797.70

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la tabla 28 de campaña agrícola 1997-1998 se ha registrado pérdida de 0 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 914.28 kg/ha, Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre).

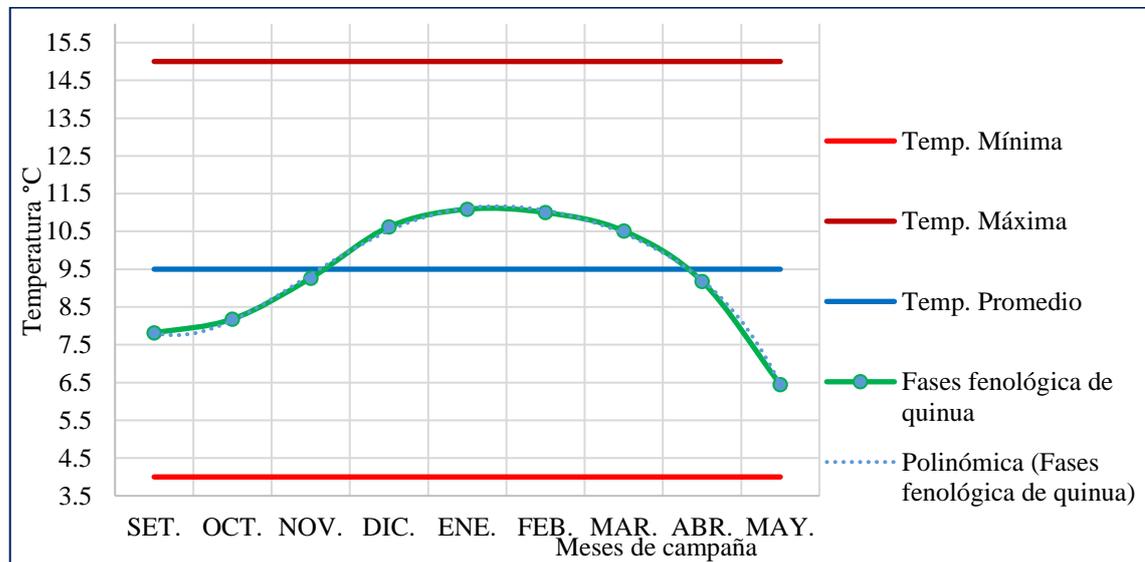


Figura 33. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1997-1998

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 33, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, En esta campaña agrícola se ha registrado pérdida de 0 hectáreas de siembras, hubo el rendimiento de 914.28 kg/ha, aun así, un incremento de 103.3 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 2797.7 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre), las cosechas se realizaron durante el mes mayo es temperatura baja es 7.0°C y se seca panojo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

Tabla 29. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1998-1999.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
1998-1999	quinua	Sup. verde (ha)	
		Siembras (ha)	2,920.00
		Sup. Pérdida (ha)	0
		Cosechas (ha)	2,920.00
		Rendimiento (kg/ha)	899.32
		Producción (t)	2,626.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En esta tabla de campaña agrícola 1998-1999 se ha registrado pérdida de 0 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 899.32 kg/ha, Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre).

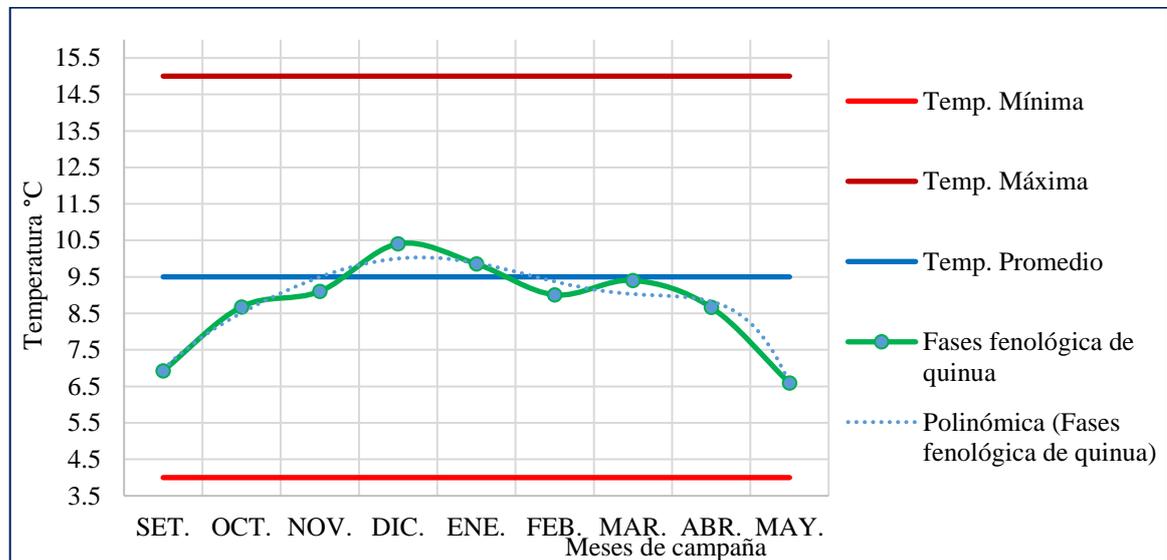


Figura 34. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1998-1999.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 34, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, el mes setiembre es mes de siembra y el mes mayo estuvo de 6.3°C. En la tabla 29 es campaña agrícola se ha registrado pérdida de 0 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 899.32 kg/ha, aun así, una disminución de 14.96 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 2626 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre) y las cosechas se realizaron durante meses (abril y mayo) es temperatura baja se seca panojo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

Tabla 30. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 1999-2000.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
1999-2000	quinua	Sup. verde (ha)	
		Siembras (ha)	3,450.00
		Sup. pérdida (ha)	8
		Cosechas (ha)	3,442.00
		Rendimiento (kg/ha)	910.81
		Producción (t)	3,135.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En esta tabla de campaña agrícola 1999-2000 se ha registrado pérdida de 8 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 910.81 kg/ha, aun así un incremento de 11.49 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 3135.00 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre), las cosechas se realizaron durante mes abril y el mes mayo es temperatura baja se seca panojo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

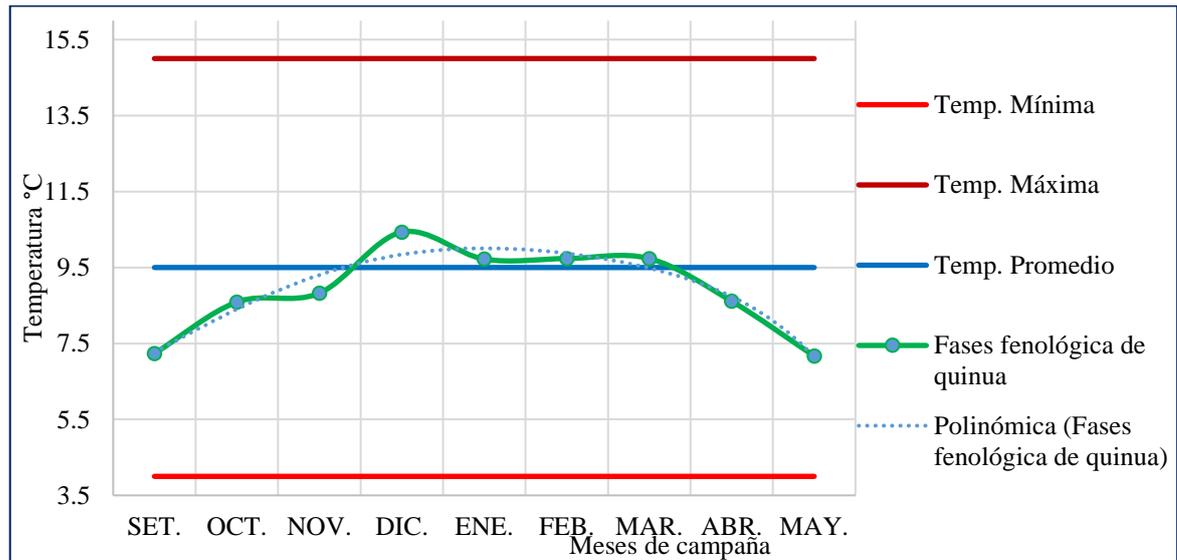


Figura 35. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 1999-2000.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 35, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, el mes de setiembre (siembra) y el mes mayo (cosecha) estuvo menor de 7.5°C.

Tabla 31. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2000-2001.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2000-2001	quinua	Sup. verde (ha)	
		Siembras (ha)	3,700.00
		Sup. Pérdida (ha)	218
		Cosechas (ha)	3,482.00
		Rendimiento (kg/ha)	730.61
		Producción (t)	2,544.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En esta tabla 31 es campaña agrícola se ha registrado pérdida de 218 hectáreas de siembras, hubo el rendimiento de 730.61 kg/ha, aun así, una disminución de 180.2 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 2544.00 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre), las cosechas se realizaron durante los meses abril y mayo es temperatura baja se seca panajo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

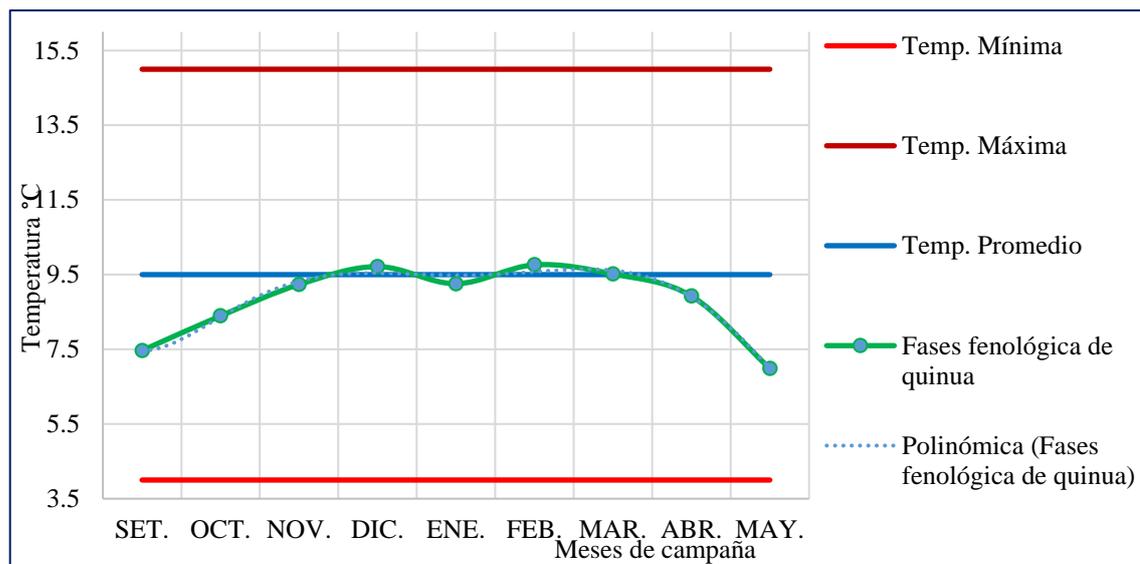


Figura 36. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2000-2001.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 36, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, los meses setiembre estuvo a 7.5 °C y mayo a 7.0°C.

Tabla 32. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2001-2002.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2001-2002	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	4,190.00
		Sup. Pérdida (ha)	0
		Cosechas (ha)	4,190.00
		Rendimiento (kg/ha)	1151.55
		Producción (t.)	4,825.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En esta tabla 32 es campaña agrícola se ha registrado pérdida de 0 hectáreas de siembras, hubo el rendimiento de 1151.55 kg/ha, aun así, un incremento de 420.94 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 4825.00 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre), las cosechas se realizaron durante mes abril y el mes mayo es temperatura baja se seca panojo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

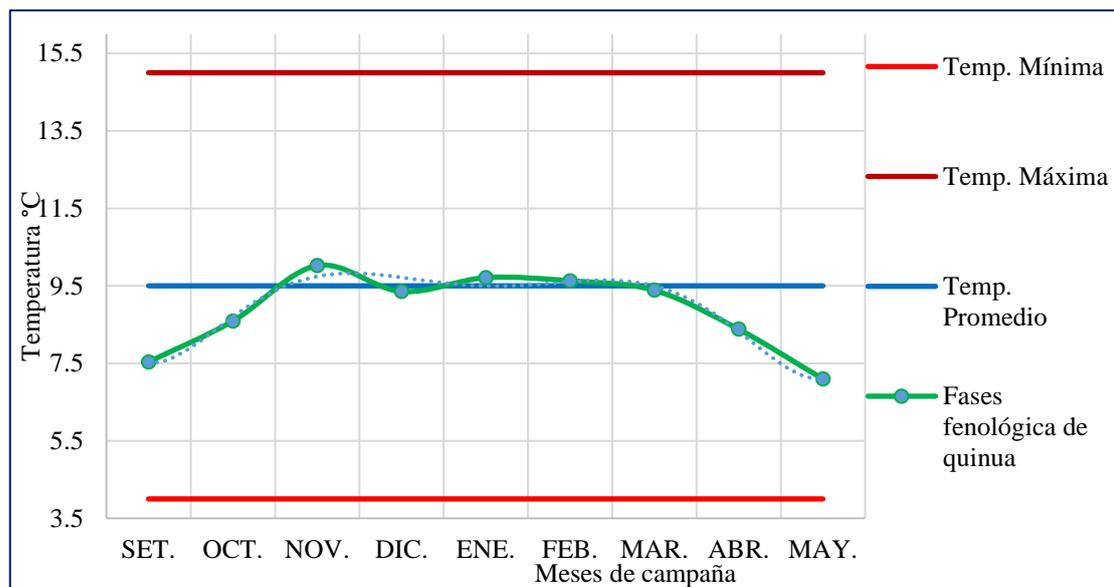


Figura 37. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2001-2002.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 37, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, el mes setiembre estuvo a 7.6 °C y mes mayo a 7.2°C.

Tabla 33. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2002-2003.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2002-2003	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	4,190.00
		Sup. pérdida (ha)	62
		Cosechas (ha)	4,128.00
		Rendimiento (kg/ha)	962.69
		Producción (t)	3,974.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En esta tabla 33 la campaña agrícola se ha registrado pérdida de 62 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 962.69 kg/ha, aun así, un disminución de 188.95 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 3974.00 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre), las cosechas se realizaron durante mes abril y el mes mayo es temperatura baja se seca panojo de quinua a mas entonces se cae al suelo

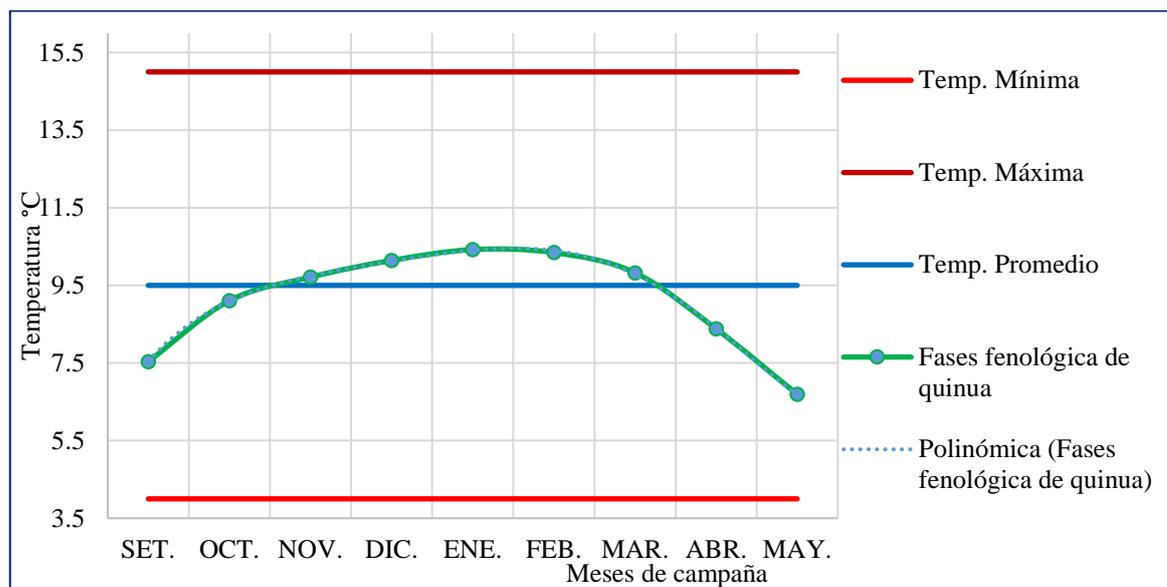


Figura 38. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2002-2003.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 38, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, los meses setiembre estuvo a menor 7.8 °C, mayo a 6.7 °C.

Tabla 34. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2003-2004.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2003-2004	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	4,035.00
		Sup. pérdida (ha)	5
		Cosechas (ha)	4,030.00
		Rendimiento (kg/ha)	892.06
		Producción (t)	3,595.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

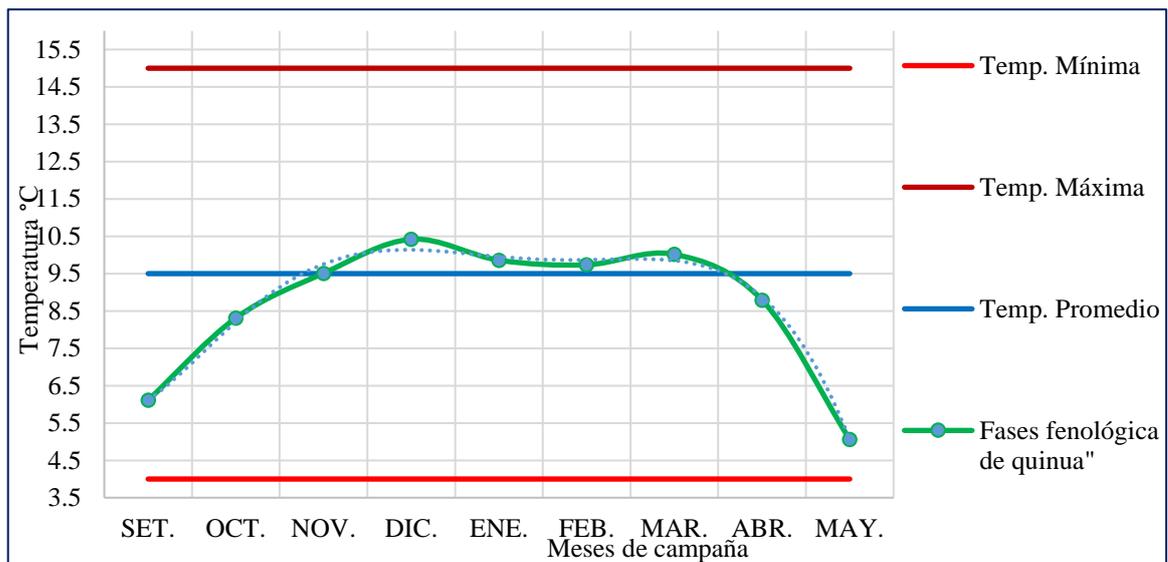


Figura 39. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2003-2004.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 39, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, los meses setiembre y mayo estuvo por debajo de 6.5°C. En la tabla 34 es campaña agrícola que se ha registrado pérdida de 5 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 892.06 kg/ha, aun así un disminución de 70.63 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 3595.00 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre) y las cosechas se realizaron durante meses (abril y mayo) es temperatura baja se seca panojo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

Tabla 35. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2004-2005.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2004-2005	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	4,040.00
		Sup. pérdida (ha)	0
		Cosechas (ha)	4,040.00
		Rendimiento (kg/ha)	1202.48
		Producción (t)	4,858.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la tabla 35 es campaña agrícola 2004-2005 que se ha registrado pérdida de 0 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 1202.48 kg/ha, aun así un disminución de 310.42 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 4858.00 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre) y las cosechas se realizaron durante meses (abril y mayo) es temperatura baja se seca panojo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

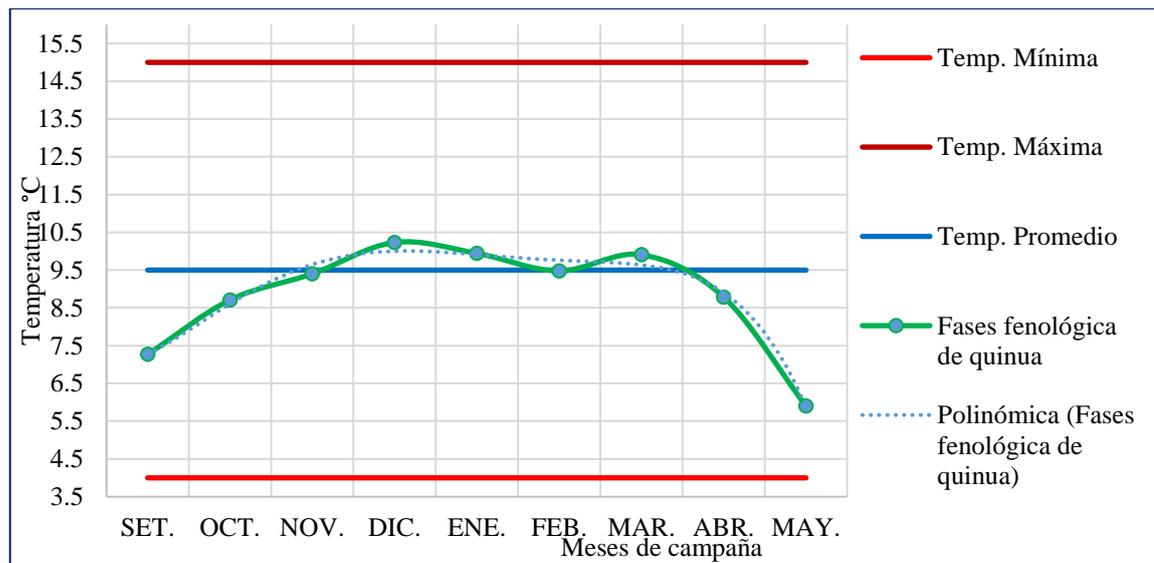


Figura 40. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2004-2005.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 40, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, el mes setiembre (siembra) estuvo a 7.4 °C y el mes mayo (cosecha) tuvo por debajo de 6°C.

Tabla 36. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2005-2006.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2005-2006	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	4,048.00
		Sup. pérdida (ha)	33
		Cosechas (ha)	4,015.00
		Rendimiento (kg/ha)	1103.36
		Producción (t)	4,430.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

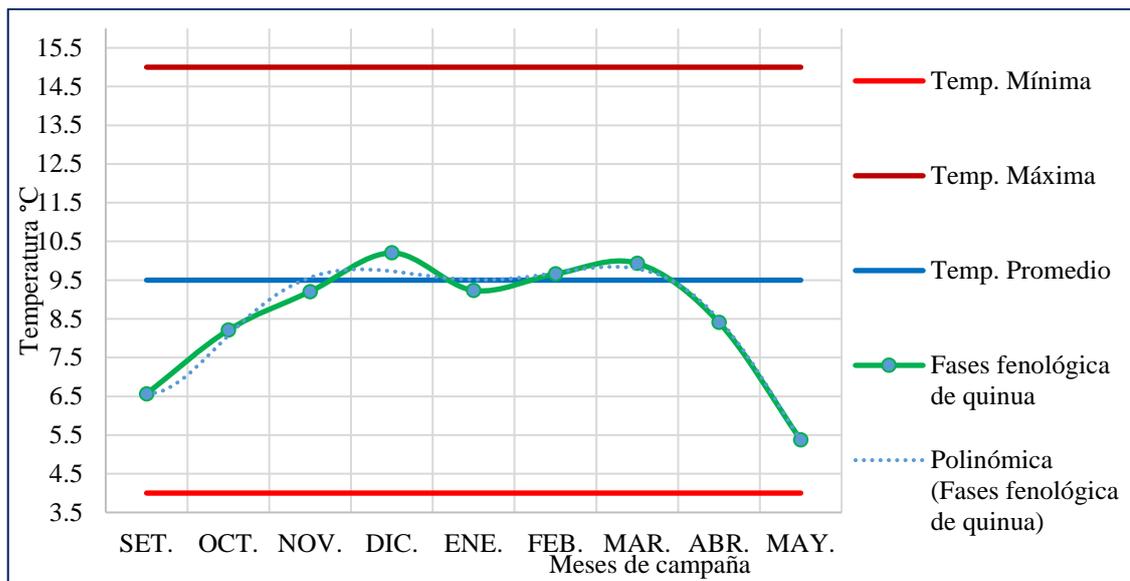


Figura 41. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2005-2006.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 41, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, el mes setiembre (siembra) y el mes mayo (cosecha) tuvo por debajo de 7.0°C. En la tabla 36 es campaña agrícola que se ha registrado pérdida de 33 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 1103.36 kg/ha, aun así, una disminución de 99.12 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 4430.00 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre), las cosechas se realizaron durante mes abril y el mes mayo es temperatura baja se seca panojo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

Tabla 37. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2006-2007.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2006-2007	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	4,000.00
		Sup. pérdida (ha)	86
		Cosechas (ha)	3,914.00
		Rendimiento (kg/ha)	1020.44
		Producción (t.)	3,994.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la tabla 37 es campaña agrícola se ha registrado pérdida de 86 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 1020.44 kg/ha, aun así un disminución de 82.92 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 3994.00 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre) y las cosechas se realizaron durante meses (abril y mayo) es temperatura baja se seca panajo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

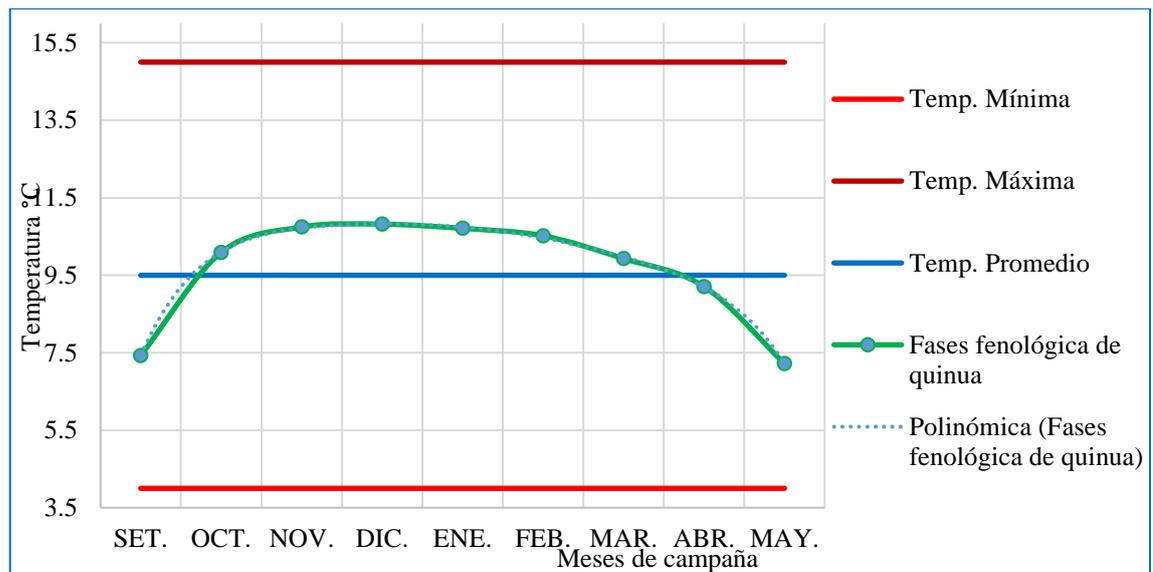


Figura 42. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2006-2007.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 42, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, el mes setiembre (siembra) estuvo por debajo de 7.6°C; Los meses abril y mayo tuvo por debajo de 8.0°C.

Tabla 38. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2007-2008.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2007-2008	quinua	Sup. Verde (ha.)	
		Siembras (ha)	3,614.00
		Sup. pérdida (ha)	3
		Cosechas (ha)	3,611.00
		Rendimiento (kg/ha)	990.58
		Producción (t)	3,577.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la tabla 38 es campaña agrícola que se ha registrado pérdida de 3 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 990.58 kg/ha, aun así, una disminución de 29.86 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 3577.00 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre), las cosechas se realizaron durante mes abril y el mes mayo es temperatura baja se seca panajo de quinua a mas entonces se cae al suelo

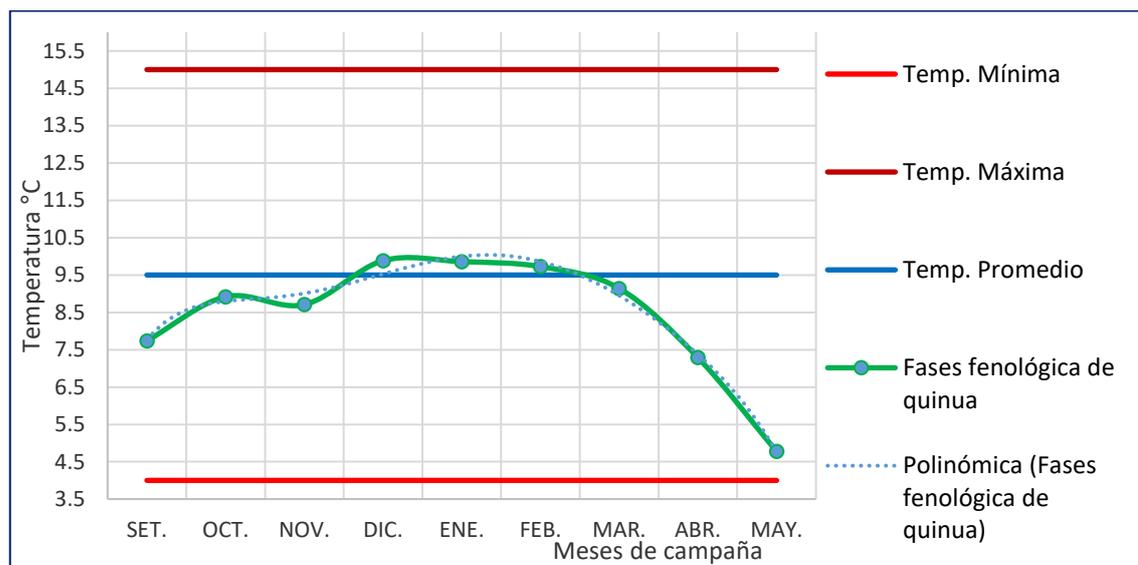


Figura 43. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2007-2008.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 43, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, los meses abril y mayo (meses de cosecha) estaba por debajo de 7.5°C.

Tabla 39. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2008-2009.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2008-2009	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	3,618.00
		Sup. pérdida (ha)	0
		Cosechas (ha)	3,618.00
		Rendimiento (kg/ha)	1153.40
		Producción (t)	4,173.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

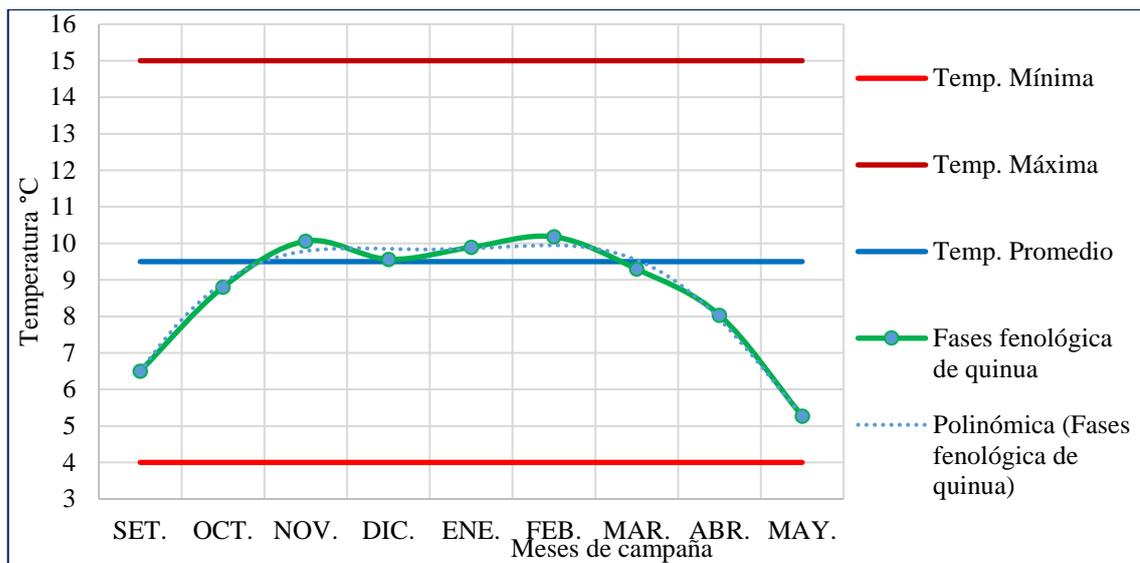


Figura 44. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2008-2009.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 44, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, el mes setiembre (siembra) por debajo de 6.5°C; mes mayo (cosecha) tuvo por debajo de 6.5°C. Una temperatura máxima 11.6 °C en mes de noviembre. En la tabla 39 es campaña agrícola se ha registrado pérdida de 0 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 1153.40 kg/ha, aun así un incremento de 162.82 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 4173.00 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre), las cosechas se realizaron durante mes abril y el mes mayo es temperatura baja se seca panojo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

Tabla 40. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2009-2010.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2009-2010	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	3,622.00
		Sup. pérdida (ha)	0
		Cosechas (ha)	3,622.00
		Rendimiento (kg/ha)	1184.98
		Producción (t)	4,292.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En esta tabla 40 es campaña agrícola se ha registrado pérdida de 0 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 1184.98 kg/ha, aun así, un incremento de 31.58 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 4292.00 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre) y las cosechas se realizaron durante meses (abril y mayo) es temperatura baja se seca panajo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

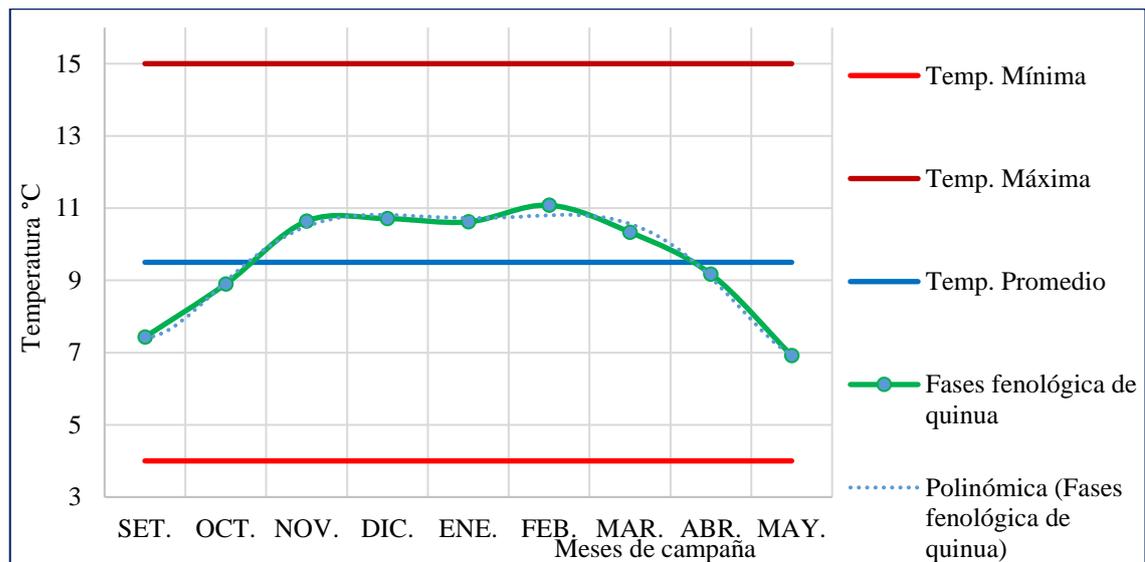


Figura 45. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2009-2010.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 45, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, el mes setiembre (siembra) estuvo por debajo de 8.0°C; mes mayo (cosecha) tuvo por debajo de 7.0°C.

Tabla 41. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2010-2011.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2010-2011	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	3,620.00
		Sup. pérdida (ha)	25
		Cosechas (ha)	3,595.00
		Rendimiento (kg/ha)	1050.35
		Producción (t)	3,776.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En esta tabla 41 es campaña agrícola 2010-2011 que se ha registrado pérdida de 25 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 1050.35 kg/ha, aun así, un incremento de 134.63 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 3776.00 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre), las cosechas se realizaron durante mes abril y el mes mayo es temperatura baja se seca panojo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

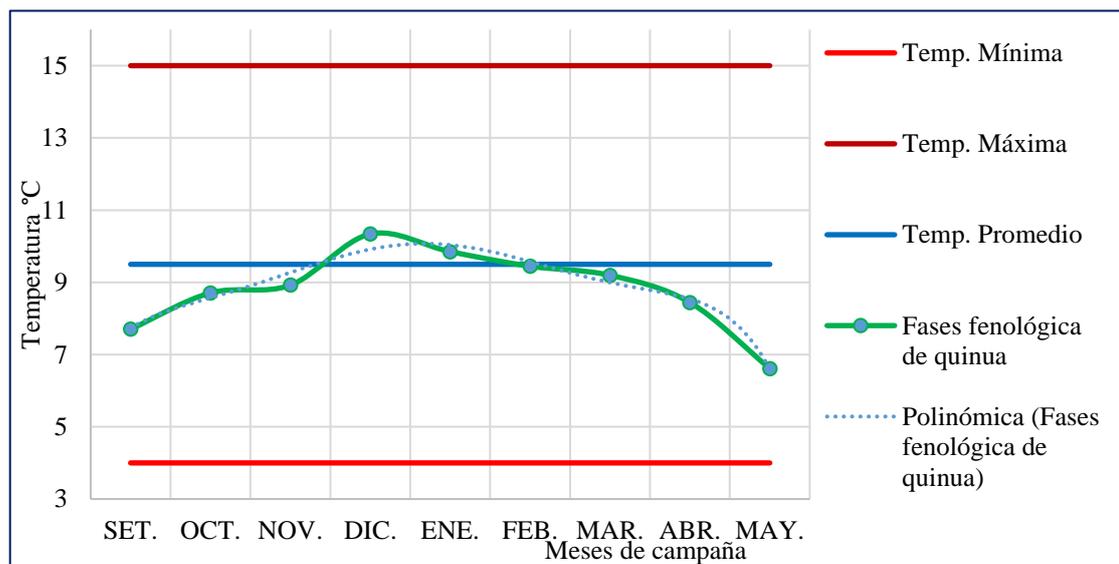


Figura 46. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2010-2011.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 46, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, el mes setiembre (siembra) estuvo por debajo de 8.0°C; mes mayo (cosecha) tuvo por debajo de 7.0°C.

Tabla 42. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2011-2012.

Periodo	cultivo	Descripción	Total ejec.
2011-2012	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	3,711.00
		Sup. pérdida (ha)	850
		Cosechas (ha)	2,861.00
		Rendimiento (kg/ha)	1022.72
		Producción (t)	2,926.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la tabla 42 es la campaña agrícola se ha registrado pérdida de 850 hectáreas de siembras, hubo el rendimiento de 1022.72 kg/ha, aun así, una disminución de 27.63 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 2926.00 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre), las cosechas se realizaron durante mes abril y el mes mayo es temperatura baja se seca panajo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

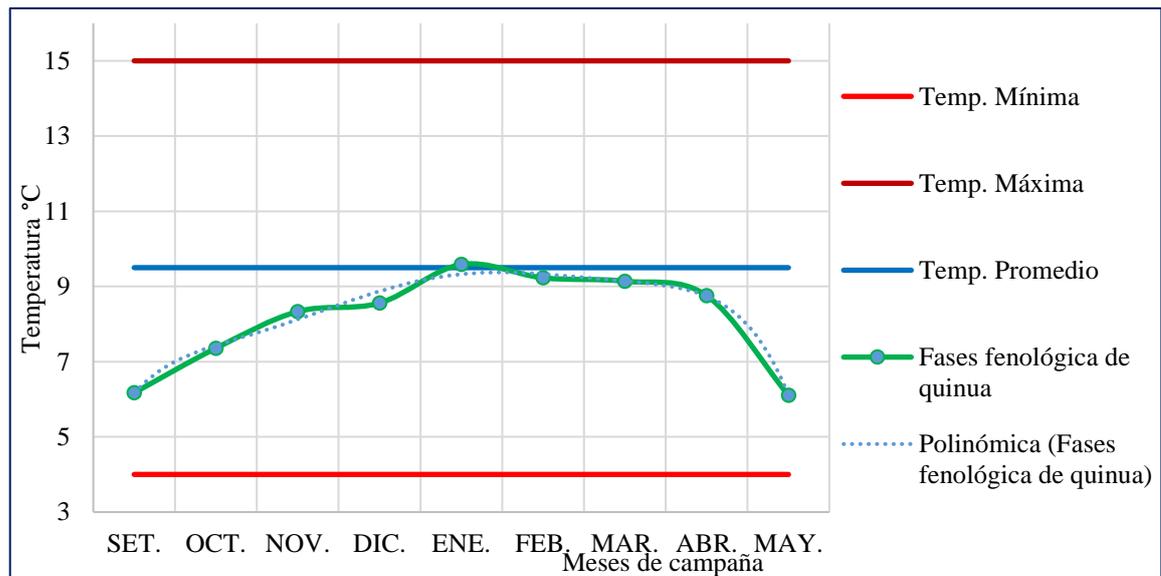


Figura 47. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2011-2012.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 47, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, los meses mayo, setiembre, octubre estaba por debajo de 8°C y una temperatura máxima de 9.6 °C en mes de enero.

Tabla 43. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2012-2013.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2012-2013	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	3,597.00
		Sup. pérdida (ha.)	185
		Cosechas (ha)	3,412.00
		Rendimiento (kg/ha)	995.31
		Producción (t)	3,396.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

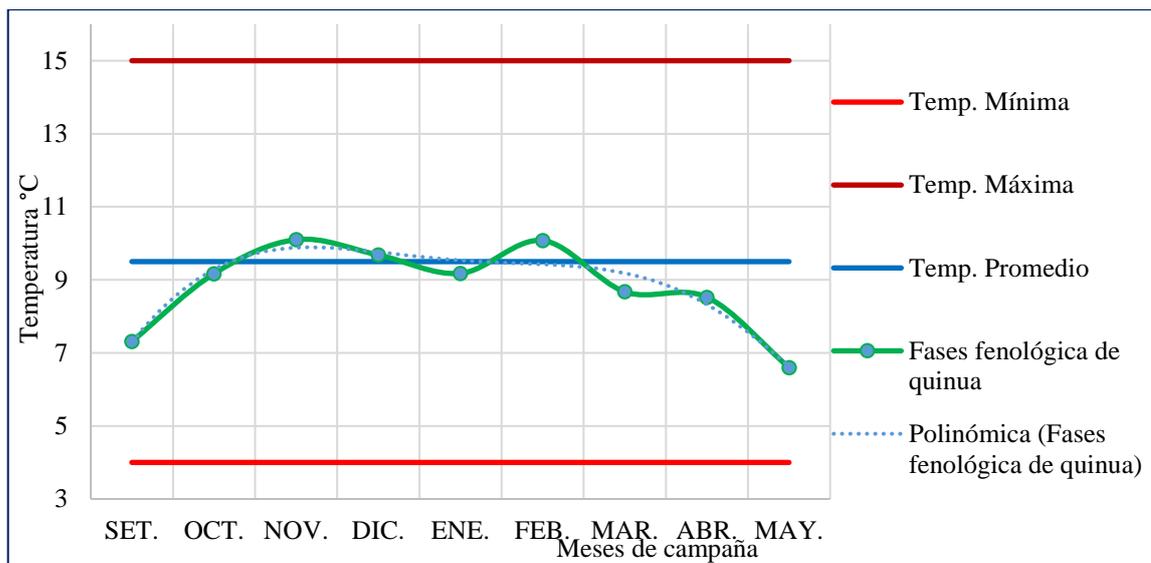


Figura 48. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2012-2013.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 48, se observa que el comportamiento de la temperatura está dentro de los límites de temperatura establecida por la FAO, el mes setiembre (siembra) estuvo por debajo de 7.5°C; mes mayo (cosecha) tuvo por debajo de 7.8°C. En la tabla 43 es campaña agrícola se ha registrado pérdida de 185 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 995.31 kg/ha, aun así un disminución de 27.41 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 3396.00 toneladas de quinua. Esto se debe a que la cantidad de hectáreas sembradas se ha dividido en dos meses (setiembre y octubre), las cosechas se realizaron durante mes abril y el mes mayo es temperatura baja se seca panojo de quinua a mas entonces se cae al suelo.

Tabla 44. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2013-2014.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2013-2014	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	3,600.00
		Sup. pérdida (ha)	0
		Cosechas (ha)	3,600.00
		Rendimiento (kg/ha)	1122.55
		Producción (t)	4,041.19

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la tabla 44 es campaña agrícola se ha registrado pérdidas de 0 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 1122.55 kg/ha, aun así un incremento de 127.24 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 4041.19 toneladas de quinua.

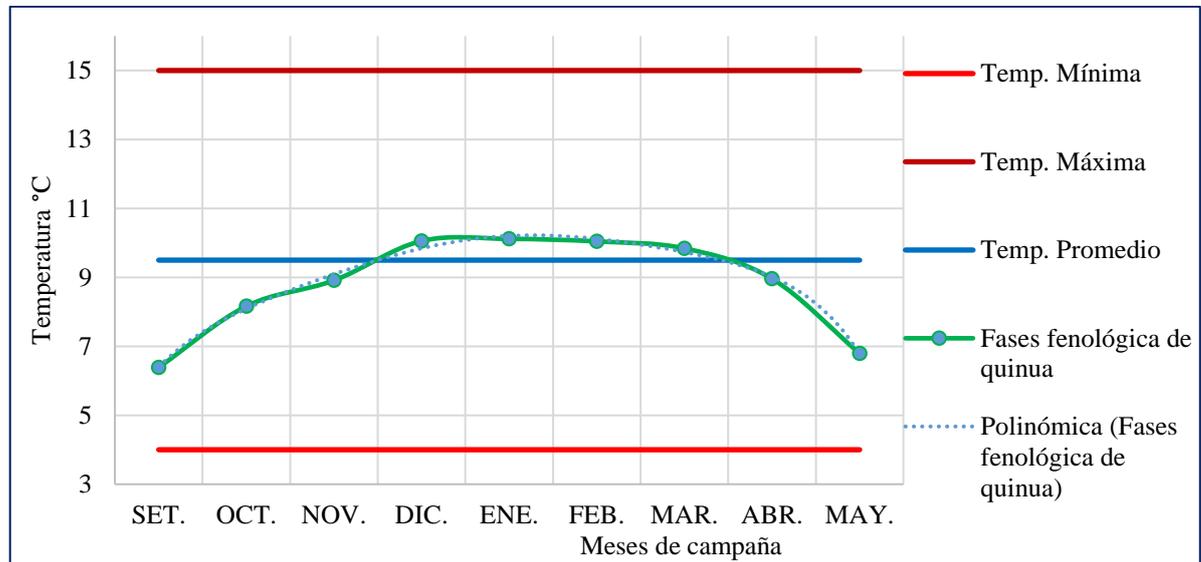


Figura 49. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2013-2014.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 49, se observa que el comportamiento de la temperatura media mensual de la campaña está dentro de los límites óptimos de la FAO, el mes setiembre (siembra) estuvo por debajo de 6.5°C; mes mayo (cosecha) por debajo de 7.0°C.

Tabla 45. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2014-2015.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2014-2015	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	3,602.00
		Sup. pérdida (ha)	0
		Cosechas (ha)	3,602.00
		Rendimiento (kg/ha)	1100.78
		Producción (t)	3,965.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la tabla 45 es campaña agrícola se ha registrado pérdidas de 0 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 1100.78 kg/ha, aun así un disminución de 21.77 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 3965.00 toneladas de quinua.

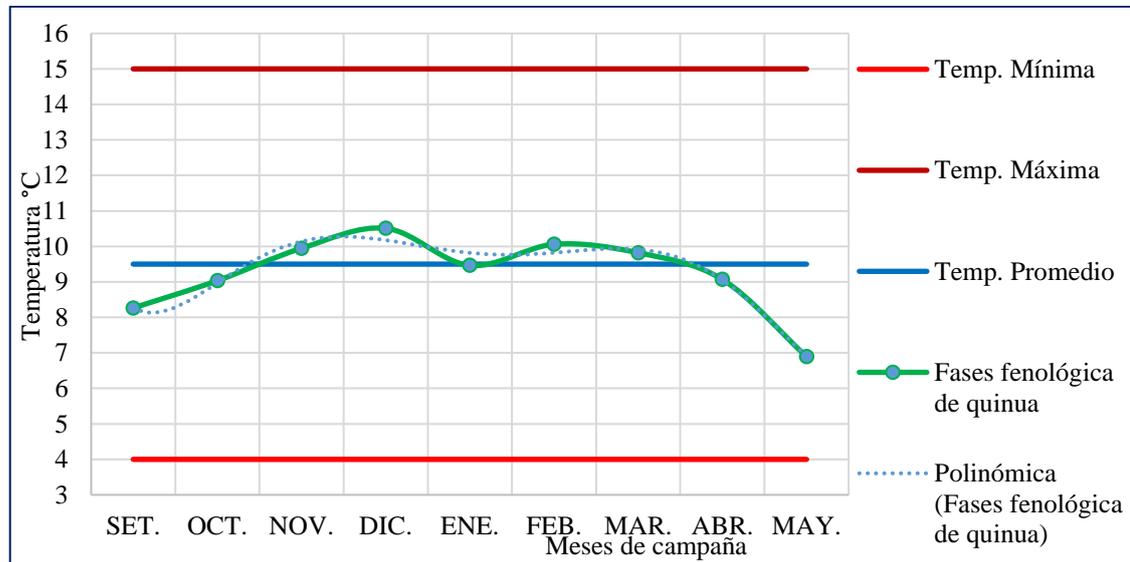


Figura 50. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2014-2015.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 50, se observa que el comportamiento de la temperatura media mensual de la campaña está dentro de los límites óptimos de la FAO, el mes mayo (cosecha) tuvo por debajo de 7.0°C.

Tabla 46. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2015-2016.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2015-2016	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	3,608.00
		Sup. pérdida (ha)	0
		Cosechas (ha)	3,608.00
		Rendimiento (kg/ha)	1080.93
		Producción (t)	3,900.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

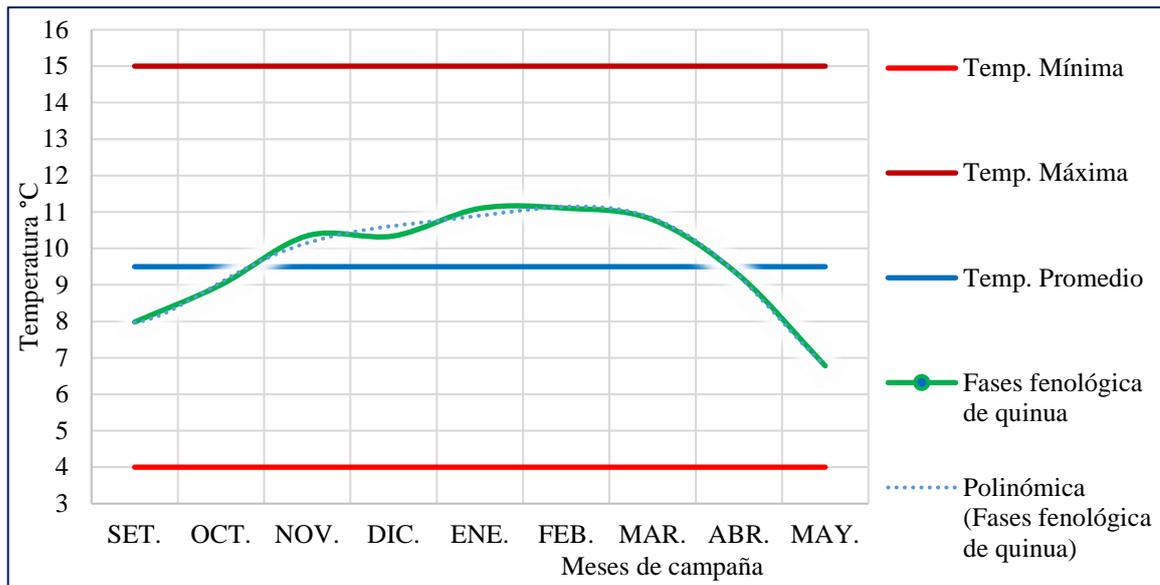


Figura 51. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2015-2016.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 51, se observa que el comportamiento de la temperatura media mensual de la campaña está dentro de los límites óptimos de la FAO, el mes mayo (cosecha) tuvo por debajo de 7.0°C. En la tabla 46 se presenta la campaña agrícola se ha registrado pérdidas de 0 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 1080.93 kg/ha, aun así un disminución de 19.85 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 3900.00 toneladas de quinua.

Tabla 47. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2016-2017.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2016-2017	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	3,610.00
		Sup. pérdida (ha)	0
		Cosechas (ha)	3,610.00
		Rendimiento (kg/ha)	1150.42
		Producción (t)	4,153.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la tabla 47 se presenta la campaña agrícola se ha registrado pérdidas de 0 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 1150.42 kg/ha, aun así, un incremento de 69.49 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 4153.00 toneladas de quinua.

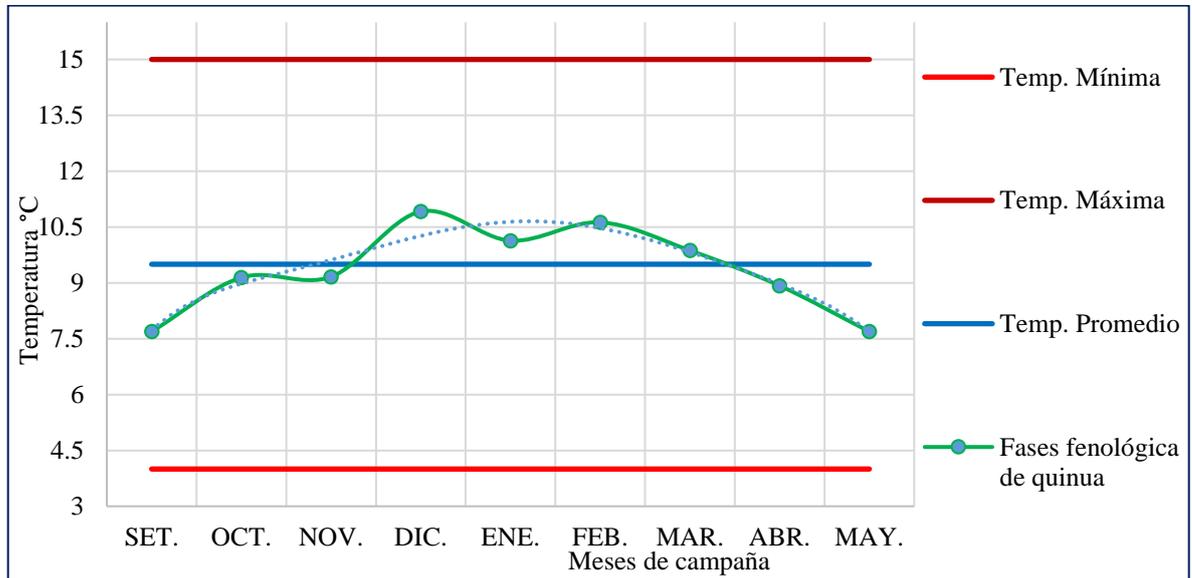


Figura 52. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2016-2017.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 52, se observa que el comportamiento de la temperatura media mensual de la campaña está dentro de los límites óptimos de la FAO, el mes setiembre (siembra) estuvo por debajo de 8.0°C; el mes mayo (cosecha) tuvo por debajo de 8.0°C.

Tabla 48. Campaña agrícola del distrito Ilave de la campaña 2017-2018.

Periodo	Cultivo	Descripción	Total ejec.
2017-2018	quinua	Sup. Verde (ha)	
		Siembras (ha)	3,614.00
		Sup. pérdida (ha)	0
		Cosechas (ha)	3,614.00
		Rendimiento (kg/ha)	1140.84
		Producción (t)	4,123.00

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la tabla 48 se ha analizado la campaña agrícola se ha registrado pérdidas de 0 hectáreas de siembras, hubo un rendimiento de 1140.84 kg/ha, una disminución a 9.58 kg/ha con respecto a la campaña anterior y 4123.00 toneladas de quinua.

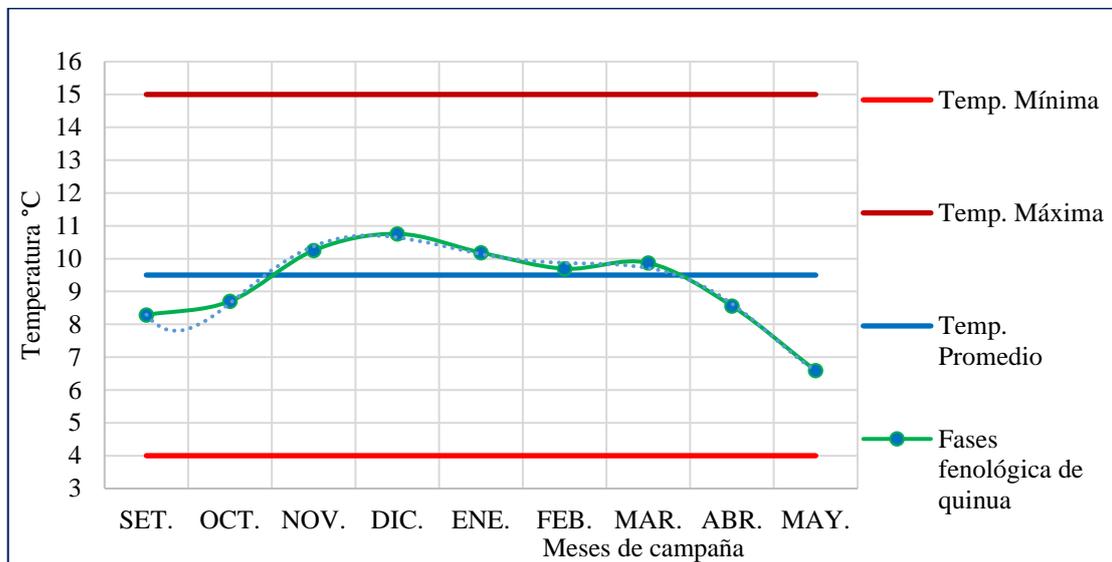


Figura 53. Temperatura media mensual del distrito Ilave de la campaña 2017-2018.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En la figura 53, se observa que el comportamiento de la temperatura media mensual de la campaña está dentro de los límites óptimos de la FAO, el mes mayo (cosecha) tuvo por debajo de 7.0°C, una temperatura máxima 10.9 °C.

4.7. DETERMINACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CORRELACIÓN PARA LA TEMPERATURA.

En la figura 17 y 18, se muestra una nube de puntos y las líneas tendencias, que nos permite determinar la ecuación de regresión, por el comportamiento de estos puntos se deduce que la ecuación es polinómica de 6to grado, como se muestra en el siguiente modelo matemático:

$$Y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5 + gx^6 + E$$

Donde:

Y = Temperatura en °C,

X = Año

E = Error

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

Para resolver esta ecuación Polinomial de 6to grado, el método es por medio de matrices de la siguiente forma.

$$\begin{bmatrix}
 an & b \sum_{i=1}^n x & c \sum_{i=1}^n x^2 & d \sum_{i=1}^n x^3 & e \sum_{i=1}^n x^4 & f \sum_{i=1}^n x^5 & g \sum_{i=1}^n x^6 \\
 a \sum_{i=1}^n x & b \sum_{i=1}^n x^2 & c \sum_{i=1}^n x^3 & d \sum_{i=1}^n x^4 & e \sum_{i=1}^n x^5 & f \sum_{i=1}^n x^6 & g \sum_{i=1}^n x^7 \\
 a \sum_{i=1}^n x^2 & b \sum_{i=1}^n x^3 & c \sum_{i=1}^n x^4 & d \sum_{i=1}^n x^5 & e \sum_{i=1}^n x^6 & f \sum_{i=1}^n x^7 & g \sum_{i=1}^n x^8 \\
 a \sum_{i=1}^n x^3 & b \sum_{i=1}^n x^4 & c \sum_{i=1}^n x^5 & d \sum_{i=1}^n x^6 & e \sum_{i=1}^n x^7 & f \sum_{i=1}^n x^8 & g \sum_{i=1}^n x^9 \\
 a \sum_{i=1}^n x^4 & b \sum_{i=1}^n x^5 & c \sum_{i=1}^n x^6 & d \sum_{i=1}^n x^7 & e \sum_{i=1}^n x^8 & f \sum_{i=1}^n x^9 & g \sum_{i=1}^n x^{10} \\
 a \sum_{i=1}^n x^5 & b \sum_{i=1}^n x^6 & c \sum_{i=1}^n x^7 & d \sum_{i=1}^n x^8 & e \sum_{i=1}^n x^9 & f \sum_{i=1}^n x^{10} & g \sum_{i=1}^n x^{11} \\
 a \sum_{i=1}^n x^6 & b \sum_{i=1}^n x^7 & c \sum_{i=1}^n x^8 & d \sum_{i=1}^n x^9 & e \sum_{i=1}^n x^{10} & f \sum_{i=1}^n x^{11} & g \sum_{i=1}^n x^{12}
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 \sum_{i=1}^n y \\
 \sum_{i=1}^n xy \\
 \sum_{i=1}^n x^2y \\
 \sum_{i=1}^n x^3y \\
 \sum_{i=1}^n x^4y \\
 \sum_{i=1}^n x^5y \\
 \sum_{i=1}^n x^6y
 \end{bmatrix}$$

Los cálculos de sumatoria de temperaturas y años. Se ubica en anexo D.

Entonces los resultados de valores de los parámetros de la ecuación serán:

$$\begin{aligned}
 \cdot \quad a &= 8.80214797 \\
 \cdot \quad b &= -0.44576886 \\
 \cdot \quad c &= -0.00845719 \\
 \cdot \quad d &= 0.01551607
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cdot e &= -0.00153147 \\ \cdot f &= 0.00005507 \\ \cdot g &= -0.00000068 \end{aligned}$$

Reemplazando en la ecuación de regresión polinomial de 6to grado tenemos:

$$y = -0.00000068x^6 + 0.00005507x^5 - 0.00153147x^4 + 0.01551607x^3 - 0.00845719x^2 - 0.44576886x + 8.80214797$$

Coefficiente de correlación: $R^2 = 0.9822094$

En la siguiente figura se muestra la línea de tendencia.

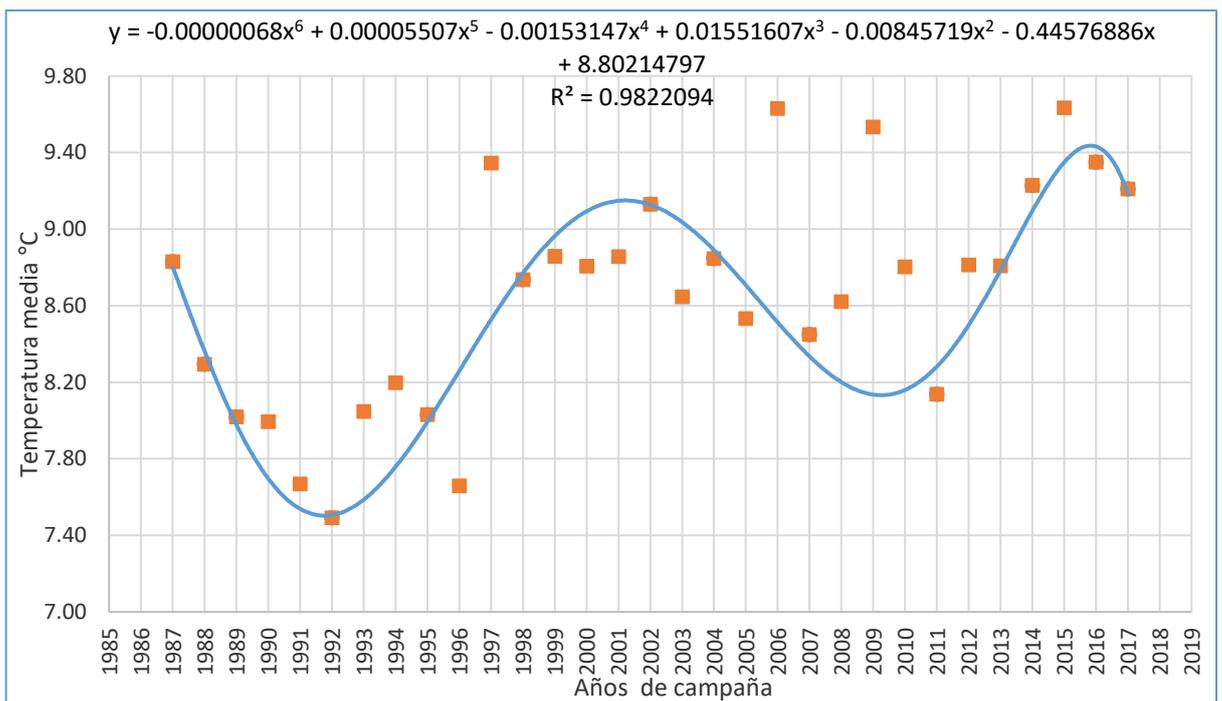


Figura 54. Ecuación de la línea de tendencia de la temperatura °C.

FUENTE: Elaboración software Excel.

Interpretación en la figura 54, 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 quinua en la variedad Kancolla y Amarilla Marangani, representa una función polinómica



de sexto grado, lo cual nos indica que la temperatura tiene un impacto notable cuando disminuye de 8.80°C a 7.4°C , la línea que representa es en forma descendente, pasando los 9.0°C la línea tiene un comportamiento ascendente hasta la 9.20°C , luego disminuye a 8.10°C , la línea que representa es en forma descendente, sigue los 9.50°C , la línea tiene un comportamiento ascendente, luego disminuye a 9.15°C la curva que representa es en forma descendente.

Tabla 49. Cálculo de la sumatoria de \hat{y} ajustada y error cuadrado.

Años	Camp.Agrí.	x	y	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x*y	x2*y	x3*y	x4*y	x5*y	x6*y	y2	\hat{y}	E	E ²
1987	1987-1988	0	8.83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77.9773376	8.80	-0.03	0.001
1988	1988-1989	1	8.29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8.294762383	8.294762383	8.294762383	8.294762383	8.294762383	8.294762383	8.294762383	8.36	0.07	0.005
1989	1989-1990	2	8.02	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	16.0395921	32.079384	64.15876841	128.317537	256.6350736	513.270147	64.31793068	7.98	-0.04	0.002
1992	1992-1993	5	7.49	25	125	625	3125	15625	78125	390625	1953125	9765625	48828125	244140625	37.4563253	187.28163	936.408325	4682.04066	23410.30331	117051.017	56.1190522	7.51	0.01	0.000
1995	1995-1996	8	8.03	64	512	4096	32768	262144	2097152	1677216	13421728	1.074E+09	8.59E+09	68719476736	64.24685408	513.97483	4111.798661	32894.3893	263155.1143	2105240.91	64.49466031	7.99	-0.04	0.001
1998	1998-1999	11	8.74	121	1331	14641	161051	1771561	19487171	214358881	2357947691	2.594E+10	2.853E+11	3.13843E+12	96.10660977	1057.1727	11628.89978	127917.898	1407095.874	15478065.6	76.335454911	8.77	0.03	0.001
2002	2002-2003	15	9.13	225	3375	50625	759375	11390625	170839375	2562890625	38443339375	5.767E+11	8.65E+12	1.29746E+14	136.9465361	2054.198	30812.97063	462194.559	6932918.392	103993776	83.35268339	9.12	-0.01	0.000
2004	2004-2005	17	8.85	289	4913	83521	1419857	24137569	410338673	697575441	1.18588E+11	2.016E+12	3.427E+13	5.82622E+14	150.3970894	2556.7505	43464.7583	738900.895	12561315.22	213542359	78.26741933	8.88	0.03	0.001
2007	2007-2008	20	8.45	400	8000	160000	3200000	64000000	1280000000	25600000000	5.12E+11	1.024E+13	2.048E+14	4.096E+15	168.9809237	3379.6185	67592.36948	1351847.39	27036947.79	540738956	71.38638143	8.30	-0.15	0.022
2011	2011-2012	24	8.14	576	13824	331776	7962624	191102976	458647424	1.10075E+11	2.64181E+12	6.34E+13	1.522E+15	3.65203E+16	195.303012	4687.2723	112494.5349	2699868.84	64796852.13	1555124451	66.22094881	8.17	0.04	0.001
2014	2014-2015	27	9.23	729	19683	531441	14348907	387420489	10461353203	28243E+11	7.6256E+12	2.059E+14	5.559E+15	1.50095E+17	249.174262	6727.7051	181648.037	4904497	132421419	3575378313	85.16846758	8.87	-0.36	0.131
2016	2016-2017	29	9.35	841	24389	707281	20511149	594823321	17249876309	5.00246E+11	1.4507E+13	4.207E+14	1.22E+16	3.53815E+17	271.1728079	7864.0114	228056.3314	6613633.61	191795374.7	5562065868	87.43720778	9.07	-0.28	0.077
2017	2017-2018	30	9.21	900	27000	810000	24300000	729000000	21870000000	6.561E+11	1.9683E+13	5.905E+14	1.77E+16	5.31441E+17	276.301983	8289.0595	248671.7847	7460153.54	223804606.3	6714138188	84.82531758	8.74	-0.47	0.219
Sumatoria		189	111.757	4175	103161	2694023	72698889	2039274375	56049561561	1.58422E+12	4.51291E+13	1.293E+15	3.724E+16	1.07668E+18	1670.420857	37357.419	929490.3469	24395726.8	661043560.6	18283E+10	964.7049349	110.57	-1.19	0.462

FUENTE: Elaboración software Excel.

Entonces:

a.- Suma de Cuadrados de la Regresión: $SCR = 0.070521073$

b.- Cálculo de Suma de los Cuadrados Totales: SCT.

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

$$\text{Remplazando datos: } SCT = 964.704934941604 - \frac{(111.7570239)^2}{13} = 3.964$$

134



c.- Cálculo del coeficiente de correlación R^2 :

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

$$\text{Reemplazando: } R^2 = 1 - \frac{0.070521073}{3.964} = 0.982209534$$

Tabla 50. Cálculo del análisis de varianza (ANOVA) para la temperatura.

F. VARIACIÓN	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher calculada
REGRESION	3.893	6	0.649	55.209
ERROR	0.07053	6	0.012	
TOTAL	3.964	12	-	

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

Toma de decisión: usando la distribución de Fisher para $\alpha = 0.05 (6,6)$

Se tiene:

$$F \text{ calculada} = 55.20988221$$

$$F \text{ tabla} = 4.284$$

d.- Criterio de decisión.

Debido a que la F calculada del análisis ANOVA es mayor que la F tablas (Fisher tabulada $<$ Fisher calculada), cae en fuera de región, entonces rechazamos H_0 , por lo tanto hay correlación significativa. Lo cual el modelo de Regresión polinomial es significativa.

4.7.1. Análisis de indicadores estadísticos para temperatura.

a) Pruebas de relevancia global

El coeficiente de determinación es $R^2 = 0.98220$ lo cual nos indica que el 98.22% de las variaciones en la temperatura de la zona, en el periodo de estudio, se debe a las variaciones en cada campaña de agrícola, entonces el modelo regresión polinomial es consistente. Ya que $R^2 > 75\%$.



Test de Fisher: $(F. \text{ calculada} > F. \text{ tabulada}) = (F_c > F_t) = (55.209 > 4.284)$, A un nivel de significancia del 5%, los indicadores de la variable explicativa del año campaña agrícola, en conjunto explican de manera significativa a la variable explicada de temperatura promedio en el distrito Ilave, comunidad Chocco Antamarca.

b) Pruebas de relevancia individual.

Test de Student: $(T. \text{ calculada} \geq T. \text{ tabulada}) = (T_c \geq T_t)$

$$T_c = \frac{0.99106 * \sqrt{13 - 2}}{\sqrt{1 - 0.9822}} = 24.6369$$

Entonces $T_t = (7, 0.05)$ resulta $T_t = 2.36$ a un nivel de significancia del 5%, los resultados muestran que años de campaña agrícola tiene una influencia significativa en el temperatura promedio mensual, ya que posee un $T_c = 24.63 > T_t = 2.36$.

4.8. COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA VS RENDIMIENTO DE QUINUA 1988 -2018.

Tabla 51. Temperatura media de campaña y rendimiento de quinua.

Campaña agrícola Años	T° media anual °C	Rendimiento kg/ha
1987-1988	8.83	885.71
1988-1989	8.29	1100.00
1989-1990	8.02	248.28
1990-1991	7.99	626.98
1991-1992	7.67	450.70
1992-1993	7.49	814.71
1993-1994	8.05	833.33
1994-1995	8.20	655.26
1995-1996	8.03	985.57
1996-1997	7.66	810.98
1997-1998	9.35	914.28
1998-1999	8.74	899.32
1999-2000	8.86	910.81
2000-2001	8.81	730.61
2001-2002	8.86	1151.55
2002-2003	9.13	962.69
2003-2004	8.65	892.06
2004-2005	8.85	1202.48
2005-2006	8.53	1103.36
2006-2007	9.63	1020.44
2007-2008	8.45	990.58
2008-2009	8.62	1153.40
2009-2010	9.53	1184.98
2010-2011	8.80	1050.35
2011-2012	8.14	1022.72
2012-2013	8.81	995.31
2013-2014	8.81	1122.55
2014-2015	9.23	1100.78
2015-2016	9.63	1080.93
2016-2017	9.35	1150.42
2017-2018	9.21	1140.84

FUENTE: D.R.A. y SENAMHI.

En esta tabla 51, se ve que más rendimiento es 1202.48 kg/ha esta de 8.85°C en campaña agrícola 2004-2005, menos rendimiento es 248.28 kg/ha esta de 8.02°C en campaña agrícola 1989-1990.

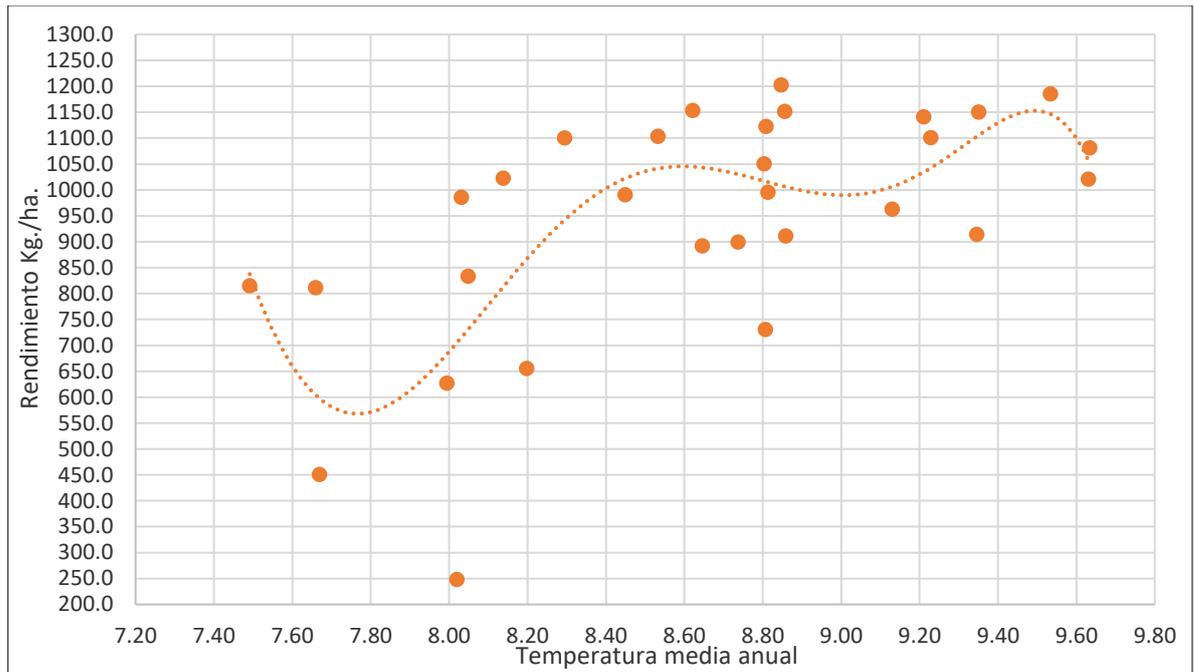


Figura 55. Comportamiento de temperatura media anual y rendimiento de quinua durante 1987-1988 a 2017-2018.

Fuente: D.R.A. y SENAMHI.

4.9. DETERMINACIÓN DE LA ECUACIÓN DE CORRELACIÓN PARA LA RENDIMIENTO Y TEMPERATURA.

Por el comportamiento de los puntos se deduce que la ecuación que se genera es Polinomial de 6to grado.

Modelo matemático:

$$Y = a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5 + gx^6 + E$$

Donde:

Y = Rendimiento en kg/ha., X = Temperatura en °C

E = Error

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

Para resolver esta ecuación Polinomial de 6to grado, el método es por medio de matrices de la siguiente forma.

$$\begin{bmatrix}
 an & b \sum_{i=1}^n x & c \sum_{i=1}^n x^2 & d \sum_{i=1}^n x^3 & e \sum_{i=1}^n x^4 & f \sum_{i=1}^n x^5 & g \sum_{i=1}^n x^6 \\
 a \sum_{i=1}^n x & b \sum_{i=1}^n x^2 & c \sum_{i=1}^n x^3 & d \sum_{i=1}^n x^4 & e \sum_{i=1}^n x^5 & f \sum_{i=1}^n x^6 & g \sum_{i=1}^n x^7 \\
 a \sum_{i=1}^n x^2 & b \sum_{i=1}^n x^3 & c \sum_{i=1}^n x^4 & d \sum_{i=1}^n x^5 & e \sum_{i=1}^n x^6 & f \sum_{i=1}^n x^7 & g \sum_{i=1}^n x^8 \\
 a \sum_{i=1}^n x^3 & b \sum_{i=1}^n x^4 & c \sum_{i=1}^n x^5 & d \sum_{i=1}^n x^6 & e \sum_{i=1}^n x^7 & f \sum_{i=1}^n x^8 & g \sum_{i=1}^n x^9 \\
 a \sum_{i=1}^n x^4 & b \sum_{i=1}^n x^5 & c \sum_{i=1}^n x^6 & d \sum_{i=1}^n x^7 & e \sum_{i=1}^n x^8 & f \sum_{i=1}^n x^9 & g \sum_{i=1}^n x^{10} \\
 a \sum_{i=1}^n x^5 & b \sum_{i=1}^n x^6 & c \sum_{i=1}^n x^7 & d \sum_{i=1}^n x^8 & e \sum_{i=1}^n x^9 & f \sum_{i=1}^n x^{10} & g \sum_{i=1}^n x^{11} \\
 a \sum_{i=1}^n x^6 & b \sum_{i=1}^n x^7 & c \sum_{i=1}^n x^8 & d \sum_{i=1}^n x^9 & e \sum_{i=1}^n x^{10} & f \sum_{i=1}^n x^{11} & g \sum_{i=1}^n x^{12}
 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix}
 \sum_{i=1}^n y \\
 \sum_{i=1}^n xy \\
 \sum_{i=1}^n x^2y \\
 \sum_{i=1}^n x^3y \\
 \sum_{i=1}^n x^4y \\
 \sum_{i=1}^n x^5y \\
 \sum_{i=1}^n x^6y
 \end{bmatrix}$$

Los cálculos de sumatorias de la temperatura y rendimiento se ubican en anexo F.

Reemplazando las sumatoria en la matriz.

Entonces los valores de los parámetros de la ecuación serán.

$$a = -4,324,974,120.3872$$

$$b = 3,038,384,160.1015,$$

$$c = -888,108,562.1043$$

$$d = 138,251,281.2674$$

$$e = -12,088,743.0122$$

$$f = 562,967.6128$$

$$g = -10,908.6516$$

Reemplazando en la ecuación de regresión polinomial de 6to grado tenemos:

$$y = -10,908.6516x^6 + 562,967.6128x^5 - 12,088,743.0122x^4 + 38,251,281.2674x^3 - 888,108,562.1043x^2 + 3,038,384,160.1015x - 4,324,974,120.3872$$

Coefficiente de correlación: $R^2 = 0.9958$

En el siguiente gráfico se muestra la línea de tendencia.

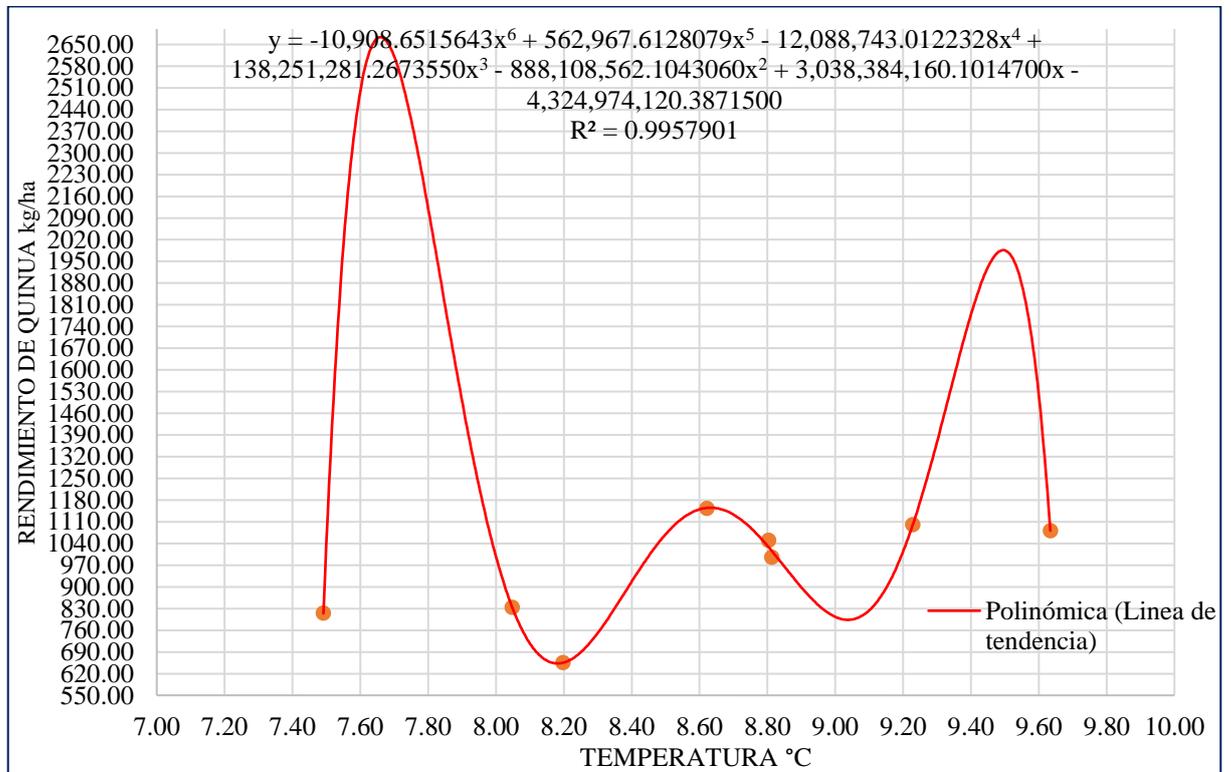


Figura 56. Ecuación de la línea de tendencia de la temperatura y rendimiento de quinua.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En esta figura, se observa que más rendimiento de 7.5°C hasta 8.1°C, luego de 8.4°C hasta 8.8°C, finalmente 9.2°C a 9.6°C; que más rendimiento de 2650kg/ha en 7.7°C, en 8.6°C en un rendimiento más rendimiento de 1220 kg/ha, en 9.5°C en un rendimiento de 2985 kg/ha, lo más óptimo para la zona es de 9.5°C en un rendimiento de 1985 kg/ha.

Tabla 52. Cálculo de la sumatoria de \hat{y} ajustada y error cuadrado.

Años	x	y	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x*	x2*	x3*	x4*	x5*	x6*	y2	ŷ	E	E ²
1992-1993	7.49	814.71	56.12	420.40	3149.35	23592.60	176738.426	132994.4	991892.952	74301310.6	556610811.8	1.73866E+19	9.75717E+20	6103.1777	45720.5219	342504.549	2565792.358	19221030.64	143989835.3	663745.675	814.7571	0.05	0.0026
1993-1994	8.05	833.33	64.77	521.27	4195.18	33762.74	271722.252	2186818.5	17599497.75	141640627	1139922544	8.41639E+19	5.45131E+21	6706.66	53975.456	494391.538	3495979.611	28355615.83	226435210.2	694444.444	833.5766	0.24	0.0592
1994-1995	8.20	655.26	67.19	550.81	4515.13	37011.61	303993.011	2486985.01	20386410.38	167112277	1369899270	1.26092E+20	8.47271E+21	5371.3487	44030.2287	360926.306	2958599.174	24252344.4	19880282.3	429369.806	655.0220	-0.24	0.0582
2008-2009	8.62	1153.40	74.33	640.83	5524.87	47632.37	410660.216	3540487.54	3052445.07	263162466	2268942695	3.82622E+20	2.84401E+22	9943.9804	85731.5547	739330.524	637278.69	54939160.04	473653557.4	1330380.79	1154.9271	1.53	2.3331
2010-2011	8.80	1050.35	77.50	682.22	6005.76	52870.10	465427.639	4097266.36	36069176.41	31752541	2795247595	6.05515E+20	4.69255E+22	9246.452	81398.6397	716570.914	6308138.266	55531989.41	488868652	1103230.3	1028.8644	-21.48	411.5344
2012-2013	8.81	995.31	77.67	684.53	6032.81	53167.94	468575.769	4129617.22	36394836.22	320752771	2826830130	6.20668E+20	4.8208E+22	8771.7982	77306.961	681315.976	6004523.429	52918620.57	466379462.2	990643.226	1015.9383	20.63	405.4972
2014-2015	9.23	1100.78	85.17	785.99	7253.67	66941.75	617783.777	570326.54	52615697.57	485573245	4481198333	1.71028E+21	1.45662E+23	10158.718	93751.5197	865202.435	7984673.266	73687965.51	680042866.2	1211710.77	1100.8766	0.10	0.0099
2015-2016	9.63	1080.93	92.82	894.22	8615.07	82999.11	799628.195	7709700.67	74219404.48	715042982	6888851638	4.40477E+21	4.08839E+23	10413.885	100329.222	966589.621	9312296.833	89716328.82	864343115.4	1168412.4	1081.1817	0.25	0.0627
Sumatoria	68.84	7684.07	595.57	5180.27	45291.83	397978.22	3513929.29	31170256.2	27777560.8	246510410	22327363017	7.95149E+21	6.92974E+23	66716.019	582249.793	5106631.86	4502381.63	398403055.2	3542507481	7591887.51	7685.14	1.07	139.56

Entonces:

a.- Suma de Cuadrados de la regresión: $SCR = 139.56$

b.- Cálculo de Suma de los Cuadrados Totales: SCT.

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

Remplazando datos: $SCT = 7591887.511 - \frac{(7684.07)^2}{8} = 211272.913$

c.- Cálculo del coeficiente de correlación R^2 :

$$R^2 = 1 - \frac{SCR}{SCT} = 1 - \frac{139.560}{211272.913} = 0.99933$$

Tabla 53. Cálculo del análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de quinua.

F. variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Fisher calculada
REGRESION	211133.356	6	35188.893	252.14
ERROR	139.56	1	139.557	
TOTAL	211272.913	7	-	

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

Toma de decisión:

Usando la distribución de Fisher para $\alpha = 0.05 (6,1)$

$$\text{Se tiene: } F \text{ calculada} = 252.14672$$

$$F \text{ tabla} = 233.99$$

d.- Criterio de decisión.

Debido a que la F calculada del análisis ANOVA es mayor que la F tablas (Fisher calculada $>$ Fisher tabulada), cae en la región de rechazo, entonces rechazamos H_0 , lo cual el modelo de regresión polinomial es significativa.

4.9.1. Análisis de indicadores estadísticos para temperatura y rendimiento de quinua.

a) Pruebas de relevancia global

El coeficiente de determinación es $R^2 = 0.99933$ lo cual nos indica que el 99.933% de las variaciones en el rendimiento de quinua del zona, en el periodo de estudio, se debe a las variaciones de la temperatura mensual e anual en cada campaña de agrícola, entonces el modelo regresión polinomial es consistente, ya que $R^2 > 75\%$.

Test de Fisher ($F_c > F_t$) ($252.14672 > 233.99$), a nivel de significancia del 5%, entonces acepto la hipótesis planteada, los indicadores de la variable explicativa de la temperatura promedio, en conjunto explican de manera significativa a la variable explicada de rendimiento de quinua en el distrito Ilave, comunidad Chocco Antamarca.



b) Pruebas de relevancia individual.

Test de Student: ($T_c \geq T_t$) es significativa

$$T_c = \frac{0.99966 * \sqrt{8 - 2}}{\sqrt{1 - 0.99933}} = 94.5998$$

Entonces $T_t = (2, 0.05)$ resulta $T_t = 4.30$, a una nivel de significancia del 5%, los resultados muestran que la variación de temperatura mensual de cada campaña agrícola tiene una influencia significativa en el rendimiento de quinua, ya que posee un $T_c = 94.5998 > T_t = 2.36$.

c) Balance global de interpretación.

El proceso de verificación de hipótesis, dados los indicadores estadísticos obtenidos, permite reafirmar la hipótesis de trabajo. Por lo tanto, se puede señalar categóricamente: El comportamiento de temperatura es el factor principal de la producción, rendimiento del distrito Ilave en la comunidad Chocco Antamarca.

El modelo regresión polinomial explica satisfactoriamente el rendimiento de quinua, ya que las de relevancia global señalan que el R cuadrado y el F calculado son altos, siendo 99.933% y 252.14% respectivamente. Según la prueba de relevancia individual también el modelo regresión polinomial tiene buenos indicadores, siendo la temperatura promedio mensual los que poseen alta significancia.

4.10. DIFERENCIA DE TEMPERATURA MÁXIMA Y TEMPERATURA MÍNIMA EN DISTRITO DE ILAVE

Tabla 54. Diferencia de temperatura máxima y temperatura mínima en °C.

Campaña Agrícola	Promedio Máximo		
	°C	Promedio Mínimo °C	Diferencia de Temperatura °C
1986-1987	15.36	1.08	14.28
1987-1988	15.89	1.78	14.11
1988-1989	14.75	1.51	13.25
1989-1990	15.59	0.45	15.14
1990-1991	15.00	0.99	14.01
1991-1992	15.44	-0.16	15.61
1992-1993	14.58	0.40	14.18
1993-1994	14.94	1.17	13.76
1994-1995	15.67	0.73	14.95
1995-1996	15.43	0.63	14.80
1996-1997	14.57	0.74	13.82
1997-1998	17.00	1.71	15.29
1998-1999	15.88	1.60	14.27
1999-2000	16.05	1.66	14.39
2000-2001	15.67	1.93	13.74
2001-2002	15.70	2.41	13.30
2002-2003	15.96	2.29	13.67
2003-2004	16.14	1.17	14.98
2004-2005	16.42	1.28	15.14
2005-2006	15.62	1.44	14.18
2006-2007	16.82	2.35	14.47
2007-2008	16.25	0.65	15.60
2008-2009	16.63	0.62	16.00
2009-2010	17.30	1.74	15.56
2010-2011	16.60	1.01	15.59
2011-2012	14.96	1.30	13.67
2012-2013	15.70	2.35	13.35
2013-2014	16.30	1.82	14.48
2014-2015	15.87	2.59	13.28
2015-2016	17.53	1.73	15.80
2016-2017	16.68	2.02	14.66
2017-2018	16.59	1.82	14.76
PROMEDIO	15.90	1.40	14.50

FUENTE: Elaboración software Excel.

Interpretación en la Tabla 54, temperatura máxima es 17.53 °C en campaña agrícola 2015-2016 y temperatura mínima es -0.16 °C en campaña agrícola 1991-1992, mayor diferencia de temperatura es 16.00 °C en campaña agrícola 2008-2009, menor diferencia de temperatura es 13.25 °C en campaña agrícola 1988-1989 en el distrito Ilave y comunidad Chocco Antamarca. La temperatura máxima y la temperatura mínima están calculadas por método thiessen

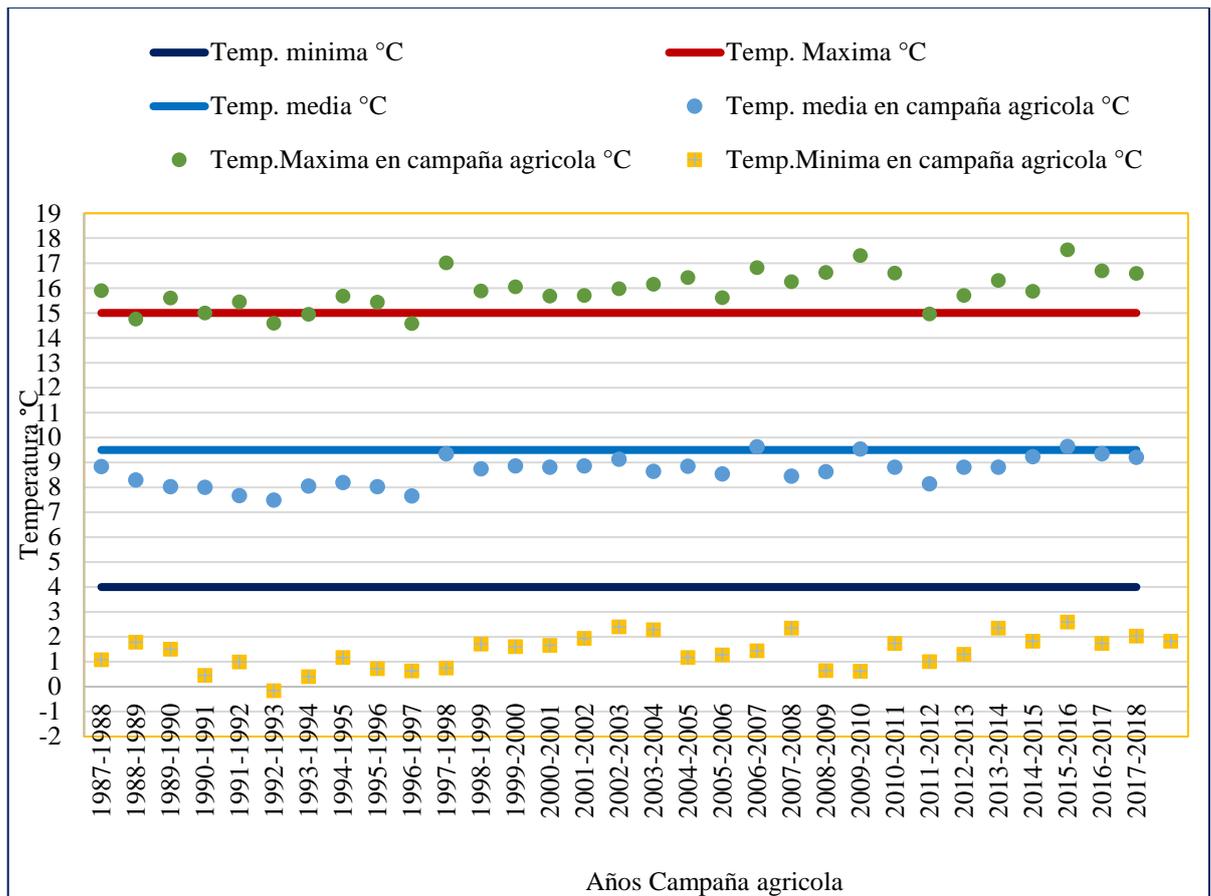


Figura 57. Diferencia de temperatura máxima y temperatura mínima en °C en campaña agrícola 1987-1988 a 2017-2018.

FUENTE: Elaboración software Excel.

En esta figura se observa que la temperatura mínima esta fuera que indico por el FAO es decir por menor de 4°C, las temperaturas máximas esta entre mayor 14°C a menor 18°C, menor de 15 °C que indico por el FAO son las campañas agrícolas 1988-1989, 1990-1991, 1992-1993, 1993-1994, 1996-1997, 2011-2012, y los demás temperatura máximas esta fuera que indica,

4.11. PRODUCCIÓN DE QUINUA EN CHOCCO ANTAMARCA-ILAVE.

Tabla 55. Producción de quinua en Chocco Antamarca.

Campaña Agrícola	Rendimiento (kg/ha)	Producción kg	Producción tn
1996-1997	810.98	51355.7651	51.356
1997-1998	914.28	57906.5019	57.907
1998-1999	899.32	56965.8164	56.966
1999-2000	910.81	60683.0292	60.683
2000-2001	730.61	48684.8752	48.685
2001-2002	1151.55	76752.0982	76.752
2002-2003	962.69	64164.5118	64.165
2003-2004	892.06	56507.9796	56.508
2004-2005	1202.48	76363.8519	76.364
2005-2006	1103.36	70070.7284	70.071
2006-2007	1020.44	64630.0786	64.630
2007-2008	990.58	62730.2801	62.730
2008-2009	1153.40	73040.2177	73.040
2009-2010	1184.98	75040.7106	75.041
2010-2011	1050.35	66515.9158	66.516
2011-2012	1022.72	64766.8133	64.767
2012-2013	995.31	63030.7558	63.031
2013-2014	1122.55	71088.9315	71.089
2014-2015	1100.78	69710.1853	69.710
2015-2016	1080.93	68453.4827	68.453
2016-2017	1150.42	72853.8987	72.854
2017-2018	1140.84	72247.6437	72.248
Promedio			65.617

FUENTE: Elaboración software Excel.

Durante la campaña agrícola 1996-1997 a 2017-2018 ha habido ascendencia en producción, De mayor producción es 76.752 toneladas con un rendimiento 1151.55 kg/ha en campaña agrícola 2001-2002; Menor producción es 48.685 toneladas con un rendimiento 730.61 kg/ha en campaña agrícola 2000-2001, promedio producción es 62.730 toneladas en rendimiento 990.58 kg/ha en campaña agrícola 2007-2008.

4.12. ANÁLISIS DE SUELO DE CALICATAS EN ÁREA DE COMUNIDAD CHOCCO ANTAMARCA EN CULTIVO DE QUINUA

Calicata 1, Lugar: curva abajo, profundidad: 0 – 20cm, textura: limo arcilloso, estructura: redondo, pendiente: 1%, color: pardo, pH: 6, y altitud: 3852 a 3851.8 m.s.n.m.

Calicata 1, Lugar: curva abajo, profundidad: 20 – 40cm, textura: limo arcilloso, estructura: semi cubica, pendiente: 1%, color: pardo, pH: 7 y altitud: 3851.8 a 3851.6 m.s.n.m.



Figura 58. Calicata en sector Curva abajo.

Calicata 2, Lugar: curva medio, profundidad: 0 – 20cm, textura: franco limo arcilloso, estructura: esférica, pendiente: 0%, color: pardo, pH: 6 y altitud: 3855 a 3854.8 m.s.n.m.

Calicata 2, Lugar: curva medio, profundidad: 20 – 40cm, textura: Franco limo arcilloso, estructura: semi cubica, pendiente: 0%, color: pardo oscuro, pH: 6 y altitud: 3854.8 a 3854.6 m.s.n.m.



Figura 59. Calicata en sector curva medio.

Calicata 3, Lugar: curva a lado carretera, profundidad: 0 – 20cm, textura: limo arenoso, estructura: granoso esférica, pendiente: 0%, color: pardo claro, pH: 7 y altitud: 3856 a 3855.8 m.s.n.m.

Calicata 3, Lugar: curva a lado carretera, profundidad: 20 – 40cm, textura: Franco limo arenoso, estructura: esférica, pendiente: 0%, color: pardo más claro, pH: 7 y altitud: 3855.8 a 3855.6 m.s.n.m



Figura 60. Calicata en sector Curva a lado carretera.

Calicata 4, Lugar: Chuñawi (Eugenio Mamani), profundidad: 0 – 20cm, textura: limo arcilloso, estructura: esférica, pendiente: 0%, color: pardo, pH: 7.5 y altitud: 3860 a 3859.8 m.s.n.m.

Calicata 4, Lugar: Chuñawi (Eugenio Mamani), profundidad: 20 – 40cm, textura: limo arcilloso, estructura: esférica, pendiente: 0%, color: pardo claro, pH: 7.5 y altitud: 3859.8 a 3859.6 m.s.n.m.



Figura 61. Calicata en sector Chuñawi(Eugenio Mamani).

Calicata 5, Lugar: Chuñawi (Héctor Contreras), profundidad: 0 – 20cm, textura: limo arcilloso, estructura: esférica, pendiente: 0%, color: pardo, pH: 7.7 y altitud: 3860 a 3859.8 m.s.n.m.

Calicata 5, Lugar: Chuñawi (Héctor Contreras), profundidad: 20 – 40cm, textura: limo arcilloso, estructura: esférica, pendiente: 0%, color: pardo, pH: 7.7 y altitud: 3859.8 a 3859.6 m.s.n.m.



Figura 62. Calicata en sector Chuñawi(Héctor Contreras).

Calicata 6, Lugar: puente (Pedro Cáceres), profundidad: 0 – 20cm, textura: arcilloso limo, estructura: esférica pequeña, pendiente: 0%, color: pardo claro, pH: 7.8 y altitud: 3850 a 3859.8 m.s.n.m.

Calicata 6, Lugar: puente (Pedro Cáceres), profundidad: 20 – 40cm, textura: arcilloso limoso, estructura: esférica pequeñísima, pendiente: 0%, color: pardo, pH: 7.8 y altitud: 3859.8 a 3859.6 m.s.n.m.



Figura 63. Calicata en sector Puente (Pedro Cáceres).

Calicata 7, Lugar: Jacha Pasto (Mariano Navarro), profundidad: 0 – 20cm, textura: franco arcilloso limo, estructura: esférica pequeña, pendiente: 0%, color: pardo, pH: 7.9 y altitud: 3849 a 3849.8 m.s.n.m.

Calicata 7, Lugar: Jacha Pasto (Mariano Navarro), profundidad: 20 – 40cm, textura: arcilloso limoso, estructura: esférica, pendiente: 0%, color: pardo oscuro, pH: 7.9 y altitud: 3849.8 a 3849.6 m.s.n.m.



Figura 64. Calicata en sector Jacha Pasto (Mariano Navarro).

El clima estaba en templado.

Fotoperiodo:

En estación primavera es mayor tiempo de día, empezando 23 de setiembre a 22 de diciembre, más de 12 horas de día.

En estación verano, es mayor tiempo de día, empezando 23 de diciembre a 24 de marzo, en esta estación se necesita hora de luz de día para que se desarrolle la quinua de ramificación hasta grano lechoso.

En estación otoño de 25 marzo a 24 de junio, es que viene de días cortos de menos 12 horas luz por día, este mes se necesita madurar, como grano lechoso, pastoso, madurez fisiológica.

Para quinua mayor producción en suelo franco arcilloso limo, color de negro o resto materia orgánica de cosecha de papa, que desarrolla de mayor altura, más grande de panojamiento y mayor de diámetro de 20 cm., y con temperatura promedio 9°C, en pendiente 1‰ y en una altitud aproximado de 3849.8 a 3849.6 m.s.n.m. al lado rio Zapatilla.



4.13. INCREMENTO DE ÁREA EN PRODUCCIÓN DE QUINUA EN CHOCCO ANTAMARCA.

En los años 1985 había poca área de siembra, transcurso de los años hasta los 2018 fue un crecimiento en 200%, Estos productos han sido vendidos en los mercados de la ciudad Ilave, además a otra región por sacos

4.14. LA SIEMBRA Y PRODUCCIÓN DE QUINUA EN CHOCCO ANTAMARCA.

En la comunidad Chocco Antamarca se efectúa la siembra en meses de setiembre y octubre, la cosecha lo realiza los meses de abril y mayo, una vez cumpliendo de fase fenológico de quinua de campaña agrícola hasta obtener los productos en kilogramos en sacos.

4.15. INTERPRETACIÓN DE TEMPERATURA MEDIA VS RENDIMIENTO DE QUINUA (1987-1988 A 2017-2018).

Durante en cada campaña de agrícola (1987-1988 a 2017-2018) del fase fenológica de quinua en estos meses (setiembre a mayo) está dentro rango previsto que indico por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), que indica la temperatura optima de la quinua de temperatura mínima de 4°C a una temperatura máxima de 15°C (Apaza, et al., 2013), pero en la zona del distrito de Ilave está dentro de rango, por tanto se aproximan a temperatura media que se señala de figura 23 á figura 53.

4.16. CÁLCULO DE TEMPERATURA CON DIFERENTES AÑOS DE CAMPAÑA.

Con la ecuación que se ha generado, es posible hallar nuevas temperaturas con relación a los años de campaña, para tal efecto Y, la variable X es años de campaña se reemplaza en la ecuación y el resultado será la nueva temperatura tal como se muestra en la tabla 56.



Tabla 56. Temperatura media originados a diferentes secuencias de años.

Años	Años de campaña	Temperatura °C
1982	-5	7.74
1983	-4	9.01
1984	-3	9.51
1985	-2	9.51
1986	-1	9.22
1987	0	8.80
1988	1	8.36
1989	2	7.98
1992	5	7.51
1995	8	7.99
1998	11	8.77
2002	15	9.12
2004	17	8.88
2007	20	8.30
2011	24	8.17
2014	27	8.87
2016	29	9.07
2017	30	8.74

Fuente: Elaboración software Excel.

En la tabla 56, durante el ciclo vegetativo de la quinua se desarrollaría de temperatura máxima 9.51°C, temperatura mínima 7.51°C y temperatura media 8.77°C.

En la siguiente figura se muestra la línea en proyección, obtenido la ecuación regresión polinomial de sexto grado con esta ecuación se podrá proyectar para futuro, a este nivel de temperatura se puede ha de cultivar la quinua de variedad Kancolla y Amarilla Marangani,

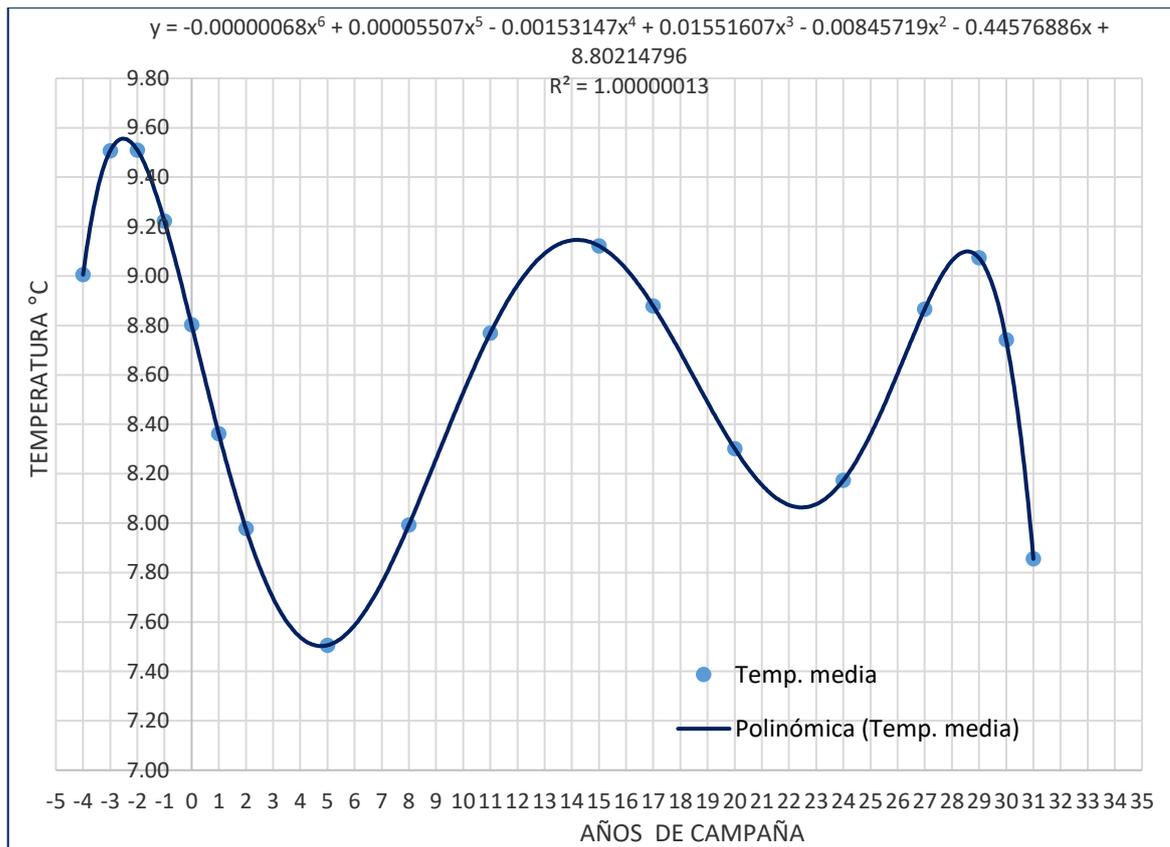


Figura 65, Ecuación de la línea en proyección del temperatura °C.

FUENTE: Elaboración software Excel.

A una temperatura mínima de 7.49°C y temperatura máxima de 9.5°C , Por lo tanto, se puede cultivar la quinua Amarilla Marangani y Kankolla de 7.5°C a 9.5°C en la comunidad Chocco Antamarca. Los resultados de las estimaciones de regresión polinomio son consistente, los signos que acompañan a las variables explicativas son los esperados.

4.17. 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 de la variable X se reemplaza en la ecuación y el resultado será el nuevo rendimiento tal como se ve en la tabla 57. En H. Myers, et al., (1999) indica “tal que para ser capaces de predecir una respuesta importante se necesita un modelo de regresión múltiple”.



Tabla 57. Rendimientos de quinua originados a diferentes niveles de temperatura.

T°. media anual °C	Rendimiento de quinua kg/ha
7.5	1,039.70
7.6	2,499.73
7.7	2,611.31
7.8	2,121.93
7.9	1,499.14
7.99	1,038.33
8	997.43
8.1	717.16
8.2	655.80
8.3	751.15
8.4	916.82
8.5	1,069.81
8.7	1,133.27
8.9	898.84
9	803.59
9.1	824.13
9.2	1,013.85
9.3	1,367.52
9.4	1,778.11
9.5	1,985.91
9.6	1,519.64

Fuente: Elaborado software Excel

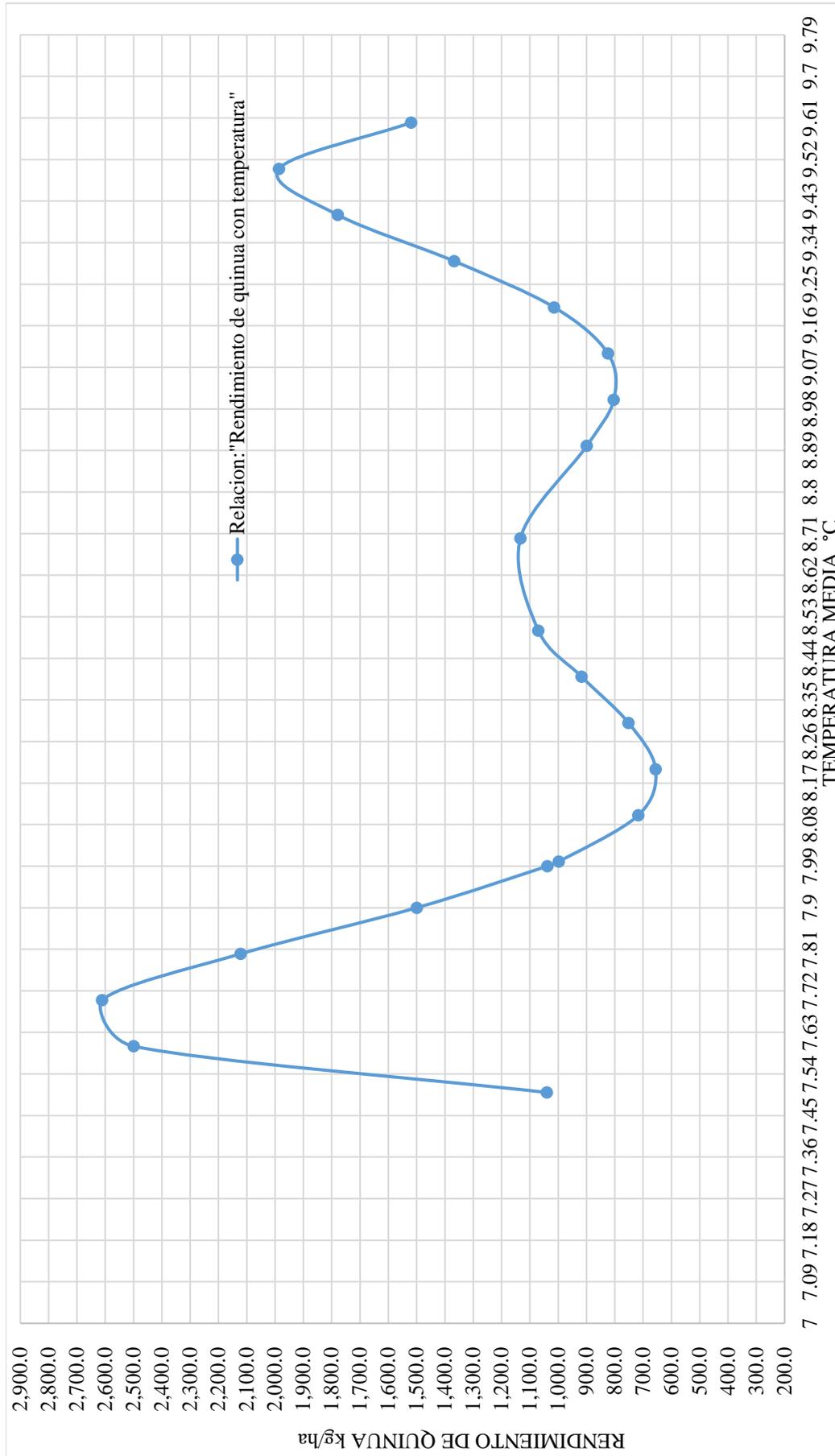


Figura 66. Relación: Rendimientos de quinua originados a diferentes niveles de temperatura.

FUENTE: Elaboración software Excel.



Como podemos observar en la figura 66, el rendimiento tiene una variación conforme la temperatura opta diferentes valores de medición, el rendimiento calculado es 1039.70 kg/ha a una temperatura mínima de 7.5 °C, el rendimiento calculado es 1519.64 kg/ha. a una temperatura máxima de 9.6 °C, por otro lado el grafico nos indica que la temperatura máxima que la quinua puede soportar en 10 °C, Además mayor producción en la zona de comunidad de Chocco Antamarca a una temperatura lo más favorable es 7.5 a 9.6 °C un promedio de 8.5°C de un rendimiento de 1069.81 kg/ha; por un hectárea producirá de 1069.81 kg en cosecha.

Esta caracterización temperatura detalla se puede utilizar como punto de referencia para tomar medidas integrales de gestión de la temperatura como el sistema de alerta temprana, preparación, planificación de contingencia, y los programas de adaptación al cambio climático, en S. Jacobsen, P. & Z. (2002) indican ha sido seleccionado por la FAO como uno de los cultivos destinados a ofrecer seguridad alimentaria en este siglo. La variabilidad genética de la quinua es enorme, y los cultivares se adaptan al crecimiento desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm.

“La temperatura óptima es la temperatura ideal que soporta el producto “quinua” en sus diferentes etapas de crecimiento como: germinación, floración, ramificación”, Además, “La temperatura óptima para la producción y rendimiento de quinua, establece parámetros para este cultivo, e indica que la quinua soporta una temperatura máxima dentro de un rango de 8 °C hasta 17 °C, temperatura mínima hasta -4 °C” (Carrasco, 2016).

“Para una germinación aceptable la temperatura mínima para la quinua es de 5 °C, temperaturas mayores a 15 °C”, además “la presencia de veranillos prolongados, con altas temperaturas diurnas forza la formación de la panoja y su maduración, lo que repercute en bajos rendimientos” (León, 2003), se requiere una temperatura mínima para la quinua es de 5 °C y temperaturas máxima hasta 15 °C

Que se presentan de bajas temperaturas afectará especialmente en la etapa de germinación y de floración causando baja producción de polen en consecuencia,

esterilidad de la planta; pero en la etapa de ramificación la planta no tendrá mayores problemas a descensos de temperaturas hasta -4°C . (Calla, 2012).

Los rendimientos de quinua obtenidos a través de la ecuación polinomial de sexto grado es calculado de temperaturas medias, En figura se presenta la curva de izquierda a derecha en vertical a una distancia de curva de 700 a 2000 kg/ha en rendimiento de quinua. Los datos de temperaturas de 7.5°C de no menor de eso datos y 9.6°C de no mayor de dicho valor.

4.18. COMPARACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DEL COMUNIDAD CHOCCO ANTAMARCA CON DISTRITO DE ILAVE

Tabla 58, Comparación en producción de la comunidad Chocco Antamarca con distrito de Ilave.

Campaña Agrícola	Antamarca Producción tn	Ilave Producción tn	Porcentaje Diferencia en %
1996-1997	51.356	2,068.00	97.517
1997-1998	57.907	2,797.70	97.930
1998-1999	56.966	2,626.00	97.831
1999-2000	60.683	3,135.00	98.064
2000-2001	48.685	2,544.00	98.086
2001-2002	76.752	4,825.00	98.409
2002-2003	64.165	3,974.00	98.385
2003-2004	56.508	3,595.00	98.428
2004-2005	76.364	4,858.00	98.428
2005-2006	70.071	4,430.00	98.418
2006-2007	64.630	3,994.00	98.382
2007-2008	62.730	3,577.00	98.246
2008-2009	73.040	4,173.00	98.250
2009-2010	75.041	4,292.00	98.252
2010-2011	66.516	3,776.00	98.238
2011-2012	64.767	2,926.00	97.787
2012-2013	63.031	3,396.00	98.144
2013-2014	71.089	4,041.19	98.241
2014-2015	69.710	3,965.00	98.242
2015-2016	68.453	3,900.00	98.245
2016-2017	72.854	4,153.00	98.246
2017-2018	72.248	4,123.00	98.248

Fuente: Elaborado software Excel

Tabla 58, Comparando de la comunidad Chocco Antamarca con distrito Ilave hay diferencia en cantidad en producción, mayor cantidad es 51.356 tn en comunidad Chocco Antamarca con 2,068.00tn en distrito Ilave es diferencia 97.517% en la campaña agrícola 1996-1997; menor cantidad en comunidad Chocco Antamarca es 63.031tn con 3,396.00tn en distrito Ilave es diferencia 98.144% en la campaña agrícola 2012-2013.

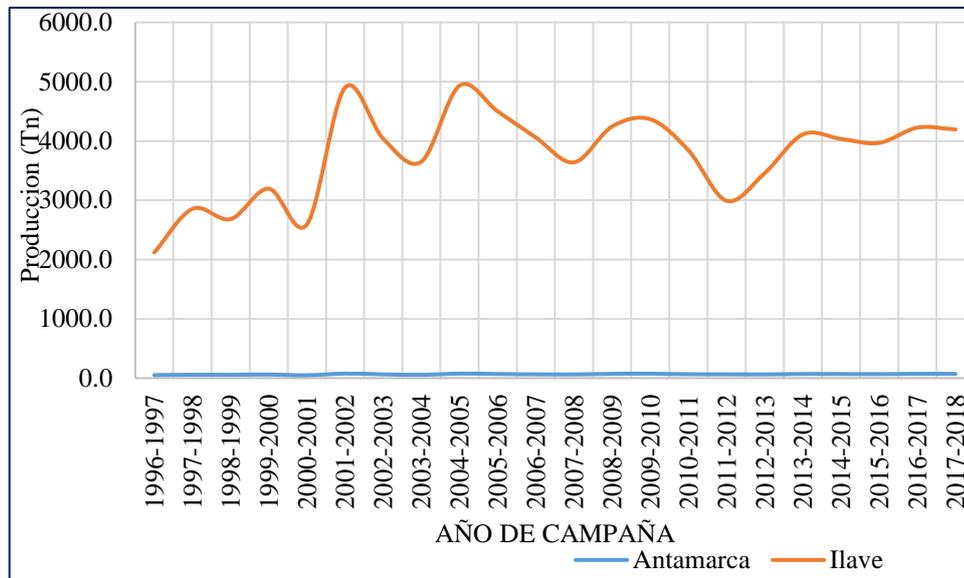


Figura 67. Comparación en producción de la comunidad Chocco Antamarca con distrito de Ilave

Fuente: Elaborado software Excel.

En la figura hay una diferencia en producción con la comunidad Chocco Antamarca con distrito de Ilave, la comunidad Chocco Antamarca se ubica dentro del distrito de Ilave.

Sugerimos aplicar el modelo de regresión polinomial de sexto grado para temperatura con el rendimiento de variedad quinua Amarrilla Marangani y Kancolla.



V. CONCLUSIONES

En las campañas agrícolas de los últimos 30 años en el distrito de Ilave, se ha presentado una temperatura máxima mensual de 9.63°C entre los años 2015-2016, mientras que la temperatura mínima 7.49°C fue en la campaña 1992-1993 y se ha presentado la temperatura media 8.81°C en la campaña 2013-2014.

En cuanto a la producción de quinua que se ha dado en los últimos 30 años, el mayor rendimiento se produjo en la campaña agrícola del 2004-2005 que fue de 1202.48 kg/ha a una temperatura promedio de 8.85°C, en cambio el menor rendimiento se produjo en la campaña agrícola de 1989-1990, teniendo un rendimiento de 248.28 kg/ha a 8.02°C. La relación entre la temperatura y el rendimiento del cultivo de quinua, se determinó mediante la ecuación regresión polinomial de sexto grado, obteniéndose la siguiente ecuación; $y = -10908.6516x^6 + 562967.6128x^5 - 12088743.0122x^4 + 38251281.2674x^3 - 888108562.1043x^2 + 3038384160.1015x - 4324974120.3872$, un coeficiente de determinación es $R^2 = 0.9958$. Esta ecuación nos permitió calcular rendimientos a diferentes niveles de temperatura que puede soportar el cultivo de quinua, obteniéndose una mínima de 7.5°C a un rendimiento de 1039.70 kg/ha y una máxima de 9.6 °C a un rendimiento 1519.64 kg/ha; acorde a los resultados obtenidos se puede considerar que el cultivo de quinua es tolerante aun a la temperatura.

Comparando la comunidad Chocco Antamarca con distrito Ilave hay mucha diferencia en cantidad en producción mayor cantidad es 51.356 tn en comunidad con 2,068.00tn en distrito es la diferencia 97.517% en la campaña agrícola 1996-1997; menor cantidad en comunidad Chocco Antamarca es 63.031Tn con 3,396.00Tn en distrito Ilave es diferencia 98.144% en la campaña agrícola 2012-2013, se afirma que la quinua en la variedad de Kancolla y Amarilla Marangani, es un cultivo tolerable ante esta variación de la temperatura está dentro rango por FAO. La verificación de hipótesis reafirma los datos de producción de quinua medidos en la comunidad Chocco Antamarca tiene el mismo comportamiento que el distrito de Ilave.



VI. RECOMENDACIONES

La variación de la temperatura se observa a gran escala a lo largo de los años, debido a diferentes actividades que realiza el hombre sin entender las consecuencias fatales que a futuro se presentarían, es por el cual se recomienda a las diferentes instituciones capacitar y sensibilizar con respecto al tema, Además formular, elaborar plan estrategias, con el fin de evitar las bajas temperaturas y por ende bajo rendimiento del cultivo de Quinua.

Se recomienda a las diferentes instituciones a realizar estudios sobre los efectos de temperatura, tomando variedad de factores en la producción de quinua en la zona alta del distrito de Ilave en la comunidad Chocco Antamarca, además del distrito del Condoriri para señalar el futuro de la investigación.

Se recomienda a los compañeros de la facultad de ingeniería agrícola a seguir investigando sobre los efectos de temperatura en la producción y rendimientos de diferentes cultivos, para tener un grado de confiabilidad e información.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amachi Felipe, Mujica S. Ángel, Jacobsen Sven-Erik, Canahua Alipio, Ayala Guido, (1999), *Proyecto: fortalecimiento de la producción, comercialización y consumo de los cultivos andinos en zonas de extrema pobreza del Perú*, Perú, Recuperado: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro07/Cap4_1.htm#Top.(Acceso 4 Nov. 2019).
- Alfaro, R., Gonzales, V.A. (2008), *Estadística y Probabilidades para Ingenieros*. Primera edición, Editorial U.N.A. Puno.
- Apaza Vidal, Cáceres Gladys, Estrada Rigoberto & Pinedo Rember (2013), *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*, Primera edición. Noviembre, Lima-Perú, Recuperado: <http://www.fao.org/3a-as890s.pdf>. (Acceso 3 Nov. 2019).
- Barry, R. G. y Chorley, R. J. (1978), *Atmósfera, Tiempo y Clima*. Editorial omega. Barcelona. 441 pág. Recuperado en: <https://es.scribd.com/document/361664892/317863381-Atmosfera-Tiempo-y-Clima-Barry-Chorley-pdf> (Acceso 3 julio 2018).
- Belizario, G. (2014). *Impactos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/256>
- Belizario, G. (2015). Efectos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú. *Rev. Investig. Altoandin.*, 17(1), 47–52. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18271/ria.2015.77>
- Belizario, G., Huaquisto, E., & Chirinos, T. (2013a). Efectos del cambio climático en la temperatura y precipitación - Capachica, Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 15(4), 15–24.
- Belizario, G., Huaquisto, E., & Chirinos, T. (2013b). Influencia del cambio climático en los elementos climáticos de la cuenca del río Coata-Puno. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 15(1), 35–54. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5607224>



- Bojanic Alan, (2011) “*La quinua, cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*”, Oficina regional para América Latina y Caribe.
- Bovero, C., Gonzales, J. A., & Prado, F. E. (2000). *Efecto de la temperatura sobre la germinación de diferentes variedades de Quínoa (ch. quínoa)*. Tucumán, Argentina. Recuperado en <https://www.researchgate.net/publication/292967065>
- Canahua M. Alipio, Mujica S. Ángel & Tapia N. Mario (2014), *Revaloración del conocimiento campesino y desarrollo participativo de tecnologías apropiadas en quinua o jiwra (Chenopodium quinoa willd.)*; Puno - Perú.
- Canahua Alipio, Tapia Mario, Mujica Ángel & Catacora Policarpo (2013), *Grupos o razas de quinua (Chenopodium quinoa willd.), según el conocimiento campesino, caso altiplano de Puno - Perú*. Recuperado en: alipio.canahua@fao.org.
- Canahua M. Alipio y Canahua C Percy R., (2013), *Revaloración del conocimiento tradicional de la agro biodiversidad: proyecto SIPAM/FAO en Puno*, Puno - Perú.
- Calla Calla Jael, (2012) *Manejo agronómico del cultivo de la Quinua*, Agrobanco, Manallasac – Chiara- Ayacucho- Perú. Recuperado en: <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-c-quinua.pdf>(Acceso 10 julio 2018)
- Castilla, E. L, (2010) *Análisis Económico del Cambio Climático en la Agricultura de la Región Piura – Perú*, Recuperado en [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/F7318DCAC0622C1705257F700075B09A/\\$FILE/Analisis_economico_del_cambio_climatico_en_la_agricultura_de_region_piura.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/F7318DCAC0622C1705257F700075B09A/$FILE/Analisis_economico_del_cambio_climatico_en_la_agricultura_de_region_piura.pdf)
- Castillo Rosello, Gisella V. (2017) *Efecto de la alta temperatura en la respuesta fisiológica de dos cultivares contrastantes de Chenopodium quinoa willd. “quinua” en plantas aclimatadas y no aclimatadas* (tesis de pregrado), Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa-Perú.
- Cárdenas, I. M. (2012). *Niveles de Fertilización Química en el cultivo de Quinua (Chenopodium quinoa willd.) en común era - Acobamba* (Tesis de pregrado). Huancavelica, Perú.



- Carrasco Choque Freddy, (2016), *Efectos del Cambio Climático en la Producción y Rendimiento de la Quinua en el distrito de Juli, periodo 1997 – 2014*. Universidad Nacional del Altiplano – Perú, Recuperado en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/comunicav7n2a04v7n2.pdf> (Acceso 3 julio 2018).
- Cuadrat M^a. José, Pita M^a. Fernanda, (1997), *Climatología*, Catedra, S. A., Madrid. Recuperado en: <https://www.iberlibro.com/servlet/BookDetailsPL?bi=22254441903> (Acceso 3 Nov. 2018).
- Daza Rubén, Burin, David, Pereyra, Elsa y Heras, Inés Ana, (2015), *Quinua, regalo ancestral: historia, contexto, tecnología, políticas*, Recuperado en: <https://www.academica.org/ana.ines.heras/278.pdf> (Acceso 3 julio 2018)
- Chow, V.; Maidment, D. y Mays, I. (1994), *Hidrología Aplicada*. Ed. Mc Graw Hill. Interamericana S.A. (traduc.) impreso D'vinni editorial Ltda. Santa Fé Bogotá D. C. Colombia 571 pág.
- E. Tapia Mario & Fríes Ana María, (2007). *Guía de Campo de los Cultivos Andinos*, primera edición, Lima.
- FAO (*Food and Agriculture Organization*) (2009) Recuperado en: <http://faostat.fao.org> (Acceso 3 Julio 2018)
- Fices. (2010), *Observación meteorológica*, Universidad Nacional de San Luis, facultad de Ingeniería y ciencias Económicas. San Luis argentina. 18 pág. Recuperado de [http://www.fices.unsl.edu.ar/~p-59703/solar/glosario %20met.htm#m912](http://www.fices.unsl.edu.ar/~p-59703/solar/glosario%20met.htm#m912). (Acceso 3 agosto 2018)
- Fundación Canna. (en línea). *Influencia de la Temperatura ambiental en las Plantas*. Recuperado en: http://www.canna.es/influencia_temperatura_ambiental_en_las_plantas (Acceso 3 Mar 2017).
- Gustavo Ibarra Imata (1996), *Producción de Quinua en el Departamento de Puno 1979 – 1995*, Puno - Perú.
- Gil, A., y Olcina, J. (1999). *Climatología básica*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Gómez Pando, Aguilar Castellano Enrique (2016), *Guía de cultivo de la quinua*, Edición: Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.



- Hinojosa Leonardo, Matanguihan Janet B. & Murphy K., (2018), *Effect of high temperature on pollen morphology, plant growth and seed yield in quinoa (Chenopodium quinoa Willd)*, Heatstress, DOI: 10.1111/jac.12302, Recuperado en: DOI: 10.1111/jac.12302.
- Jacobsen S. E., P.A. Hollington & Z. Hussain, (2002), *Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.), a potential new crop for Pakistan*. Islamabad- Pakistan. Recuperado en: DOI: 10.1007/978-94-017-0067-2_27
- Jordán Quispe Karen Jessica (2015), *Marcadores moleculares RAPOs asociados con tolerancia a temperaturas altas en Chenopodium quinoa willd- quinua (tesis Pregrado)*, Universidad Nacional de San Antonio Abad - Cusco.
- León Hanco Juvenal M. (2003), *Cultivo de la Quinoa en Puno - Perú descripción, manejo y producción*, U.N.A. Puno – Perú.
- Lescano, J.L. 1989. *Recursos fitogenéticos altoandinos y bancos de germoplas*. In: Curso: “Cultivos altoandinos”. Potosí, Bolivia
- Levitt, j. (1980). *Responses of Plants to Environmental Stresses. Chilling, freezing and high temperature stresses academic press*, New York, Recuperado en: DOI:3A124797113
- Lopez, y. (2013). *Elementos de Fisiología Vegetal Tropical*. h. Pérez, Ed. Infoagro Colombia. Recuperado en: http://www.infoagrocolombia.com/archivo/yamel_lopez_elementos_de_fisiologia_vegetal_Capitulo%20I.pdf (Acceso 3 Setiembre 2018)
- Mercado Flórez Cristina, (2012), *Caracterización de tecnologías del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa willd.) orgánica en la asociación de productores Tata Wilca - Puno*, (Tesis maestría), Universidad Nacional del Altiplano, Puno
- Myers Raymond H., Walpole Ronal E., & Myers Sharon L. (1999), *Probabilidad y Estadísticas para Ingeniería*. México, prentice-hall hispanoamericana, S.A.
- Murphy Kevin y Matanguihan Janet, (Ed.). (2015), *Quinoa Improvement and Sustainable Production*, Canadá, Wiley Blackwell. DOI:10.1002/9781118628041.ch4



- Mujica, A. (1983). *Selección de Variedades de Quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en Chapingo, México*. (Tesis de Maestría), Centro de Genética. Chapingo, México.
- Mujica Ángel, Chura Ernesto (2012), *Cultivo de granos andinos y cereales*, Editorial U.N.A., Puno.
- Mujica Sánchez Ángel, Jacobsen Sven-Erik, Canahua Alipio, Ayala Guido, Amachi Felipe. (s/f). *Proyecto: Fortalecimiento de la producción, comercialización y consumo de los cultivos andinos en zonas de extrema pobreza del Perú*, Recuperado: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro07/Cap4_1.htm#Top
- Nishikama Menacho, J. (2012). *Manual de Nutrición y Fertilización de la Quinua*. (funart, ed.) Lima, Perú. Recuperado: <https://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2015/06/Manual-de-Fertilizacion-de-La-Quinua.pdf>(Acceso 25 Dic. 2018).
- Noticias Sephu, (2010), *Cultivo de la Quínoa Orgánica (Chenopodium quínoa willd)* Zaragoza-españa, Recuperado en http://www.interempresas.net/FeriaVirtualCatalogos_y_documentos81972051-15.07.10-Cultivo-de-la-Qui-769-noa-Orga--769-nica-2.pdf (Acceso 3 Julio 2018).
- Quereda, J. (2008), *Curso de Climatología General*, Editorial Universitas, España., 264 pág. Recuperado en: <https://www.marcialpons.es/libros/curso-de-climatologia-general/9788480215121/> (Acceso 3 Nov. 2018).
- Rambal, S., Ratte, J.-P., Mouillot, F. y Winkel, T. (2015). Trends in Quinoa Yield over the Southern Bolivian Altiplano: Lessons from Climate and Land-Use Projections. In *Quinoa: Improvement and Sustainable Production* (eds K. Murphy and J. Matanguihan). doi:10.1002/9781118628041.ch4
- Saldarriaga, V. (2016). *Efectos de la variabilidad de la Temperatura en la Productividad y en los Precios de los productos Agrícolas: evidencia en Perú*, septiembre, Recuperado: <http://www.iadb.org> (Acceso 3 Nov. 2018).
- Sánchez Llanos, María del Pilar (2013). *Cultivo de la Quinua en Ancash*, Recuperado: [www. agroancash.gob.pe](http://www.agroancash.gob.pe) (Acceso 3 Oct. 2019).



- SENAMHI. (2018). *Servicios Nacional de Meteorología e Hidrología*. Recuperado: [http://www. SENAMHI Puno. \(2018\).](http://www.SENAMHI Puno. (2018).) (Acceso 3 Nov. 2018).
- Soto, E., Mercado, W., & Estrada, R. (2015). *El Mercado y la Producción de Quinoa en el Perú*. Lima, Perú, MGS comercial gráfica S.R.L. Recuperado: <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2652/1/BVE17038730e.pdf> (Acceso 10 marzo 2019).
- Suquilanda Valdivieso Manuel B. (2011). Producción orgánico cultivo de andino. Cotopasi. Recuperado: http://www. 1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf (Acceso 3 abril 2019).
- Torres, E. (2001), *Agro meteorología*. Editorial trillas, México., pág. 155.
- Taiz, I. y E. Zeiger. (1998). *Stress physiology. Plant Physiology*, 2nd end sinauer associates, Inc. Publisher. USA.
- Yang, A., Akhtar, S.S., Amjad, M., Iqbal, S. y Jacobsen, S.-E. (2016), *Growth and Physiological Responses of Quinoa to Drought and Temperature Stress*. *J Agro Crop Sci*, 202: 445-453. doi:10.1111/jac.12167
- Yepes, A & Silveira, M. (2011). *Respuestas de las Plantas ante los Factores ambientales del Cambio Climático global* (revisión). *Colombia forestal*. 14: 213-232. Recuperado: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-073920 11 000200006& script=sci_abstract&tlng=es (Acceso 3 abril 2019).



ANEXOS

ANEXO A. Tabla de temperaturas de la estación Ilave, Puno, Juli y Mazocruz.

Servicio nacional de meteorología e hidrología - SENAMHI - Puno



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO													
TEMPERATURA MAXIMA (°C)													
NOMBRE	: JULI												
CUENCA	: SALADO			LATITUD : 16.12'13.6"				REG. : PUNO					
CODIGO	: 110880			LONGITUD : 69°27'35.7"				PROV : CHUCUITO					
TIPO	: CO			ALTITUD : 3812 MSNM				DIST : JULI					
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
1984	13.6	13.5	14	14	13.3	12.8	12.5	12.9	13.3	14.6	15.1	11.1	13.39
1985	14	13.3	14.4	14.1	13.8	12.3	11.5	12.9	13.3	14.2	13.1	13.1	13.33
1986	13.9	13	13.4	13.6	12.5	12.4	11.1	12.2	13.1	14.5	14.9	14	13.22
1987	13.5	14.6	14.5	15.2	14.6	12.6	12.6	13.7	15	15.5	15.2	16.2	14.43
1988	14.5	14.9	14	14.2	13.7	13.1	13.1	14.8	15	15.3	15.6	15	14.43
1989	13.8	13.6	13.5	13.6	13.4	13	12	12.8	14.2	14.9	15.3	15.4	13.79
1990	13.6	14	14.4	14.3	13.9	11.3	12.2	12.7	14	14.7	15	14.1	13.68
1991	14.1	14.8	14.3	14.2	14.2	12.5	12.9	13.8	13.8	14.8	15	15	14.12
1992	13.6	14	14.5	15.4	15.4	13.2	12.5	11.5	13.8	14.6	14.4	14.3	13.93
1993	12.6	13	12.2	13.5	13.2	12.3	12.6	12.3	13.4	13.5	14.3	14.4	13.11
1994	13.9	13.6	13.4	13.6	13.1	12	12.4	13.1	13.4	14.4	14.6	13.8	13.44
1995	14.3	15.2	14.1	15.4	14.5	13.3	13.5	14.8	14.3	15.6	15.1	14.3	14.53
1996	13.8	13.6	14.3	14.4	13.9	13.2	12.3	13.1	14.1	15.3	14.3	14.5	13.90
1997	13.7	13.4	13.4	13.3	13.4	12.7	13.7	12.3	14	15.2	15.1	16.2	13.87
1998	15.8	16.4	16.5	16.3	15.3	13.7	13.7	14.5	14.9	14.8	14.7	15.3	15.16
1999	13.5	12.7	12.5	12.8	12.6	12.2	12.3	12.5	13.1	13	14.3	14.8	13.03
2000	13	12.9	13	13.5	13.7	12	11.9	12.8	14.4	14	16.3	14.4	13.49
2001	12.5	13	13	13.2	12.9	12.4	11.6	12.1	13.6	14.5	15.7	14.4	13.24
2002	14.2	13.8	14.3	13.5	13.2	12.6	11.1	12.4	13.5	14.2	15.1	15	13.58
2003	14.2	14.3	14.3	14.6	13.2	12.6	12.1	12.3	12.4	14.3	15	15.3	13.72
2004	13.2	13.7	14.6	14.5	13.2	11.8	11.6	12	13.2	15	15.6	15.3	13.64
2005	14.3	13.8	15.1	14.8	14.1	12.9	13.4	13	14	14.3	14.6	14.7	14.08
2006	13.5	14.4	14.6	13.8	12.9	12.2	12.6	13.5	13.8	14.6	14.5	14.8	13.77
2007	14.8	14.2	13.4	14	13.7	13.5	12.2	14	13	14.8	14.6	14.5	13.89
2008	13.2	13.9	13.5	13.7	13.2	13.3	12.9	13.5	14.7	15.1	16.3	14	13.94
2009	14.3	14.3	13.7	13.6	13.8	12.6	13.1	13.8	15.1	16.2	15.7	14.9	14.26
2010	14.8	15.4	15.4	15.7	14.4	14.3	13.9	14.4	15.3	15.1	16.1	14.7	14.96
2011	14.5	12.9	13.5	14.2	13.9	13.7	12.7	13.9	13.6	14.7	15.8	14	13.95
2012	13.4	13.1	13.5	14	13.7	13.2	13.2	13.4	14.1	15.5	15.8	14	13.91
2013	14	13.9	14.8	14.9	13.9	12.4	12.8	13.2	14.8	15.1	15.5	14	14.11
2014	13.9	14.5	15.4	15.6	14.7	14.7	13.8	13.7	14	14.4	16.1	15.3	14.68
2015	13.5	13.8	13.7	13.2	13.2	13.5	13.1	13.6	14.2	14.9	16.1	15.6	14.03
2016	15.6	14.6	15.9	14.8	14.5	13.9	13.8	14.3	15.2	15.3	15.9	15.5	14.94
2017	13.8	14.8	13.4	14.5	13.9	13.7	13.5	14.3	14.2	15.3	16.1	15	14.38
2018	13.9	13.8	14.1	14.7	14.2	12.9	13.1	13.5	14.7	14.89	16.47	16.47	14.39
N'DATOS	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
N'DATOS	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
TOTAL	486.80	488.70	492.60	498.70	481.10	450.80	443.30	463.60	490.50	517.09	533.27	513.37	488.32
MEDIA	13.91	13.96	14.07	14.25	13.75	12.88	12.67	13.25	14.01	14.77	15.24	14.67	13.95
DESV.STD	0.68	0.80	0.89	0.80	0.68	0.71	0.76	0.83	0.70	0.60	0.74	0.94	0.52
MIN.	12.50	12.70	12.20	12.80	12.50	11.30	11.10	11.50	12.40	13.00	13.10	11.10	13.03
MAX	15.80	16.40	16.50	16.30	15.40	14.70	13.90	14.80	15.30	16.20	16.47	16.47	15.16



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO														
TEMPERATURA MINIMA (°C)														
NOMBRE :	JULI													
CUENCA :	SALADO				LATITUD :	16.12'13.6"				REG. :	PUNO			
CODIGO :	110880				LONGITUD :	69°27'35.7"				PROV :	CHUCUITO			
TIPO :	CO				ALTITUD :	3812 MSNM				DIST :	JULI			
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.	
1964	5.3	4.7	4	3.5	1.2	-1.7	-1.2	0.6	2	3.1	4.3	5	2.57	
1965	4.9	5	4	2.8	0.3	-2.2	-1.2	0.4	2	3.8	4.2	5	2.42	
1966	4.6	5.3	4.1	2.1	1.3	-0.8	-1.3	0.2	1.9	4.5	4.2	4.9	2.58	
1967	4.6	5.3	5.2	3.4	2.3	-0.2	-1.2	0.1	2.6	3.3	3.1	3.6	2.68	
1968	4.6	4.7	4.3	2.2	1.1	-0.2	-1.2	0.1	1.4	3.6	4.5	4.2	2.44	
1969	4.6	5.4	4.3	3.4	0.9	-0.5	-0.9	-0.1	2.2	3.5	4.9	5.5	2.77	
1970	5	4.5	4	3.4	1	0	-0.4	-0.2	2	3.3	4	4.7	2.61	
1971	4.1	4.1	4.2	2.8	0.2	-0.3	-1.6	0.6	1.3	1.9	3.3	4.4	2.08	
1972	4	4	4.6	3	0.5	-1.1	-0.3	0.1	3.1	3.6	5.6	5.4	2.71	
1973	5.8	5.9	5.5	4.4	2.7	-0.6	-0.7	1	2.9	4.5	5.3	4.9	3.47	
1974	5.1	4.9	4.4	3.1	0.8	-0.7	0.2	0.3	2.5	3.1	4	4.6	2.69	
1975	4.6	5.3	4.9	3.6	1.7	0.4	-2.1	0.3	2.7	2.8	3.8	4.7	2.73	
1976	4.8	4.8	5.1	2.6	1	-0.3	0.2	-0.2	2.2	1.7	2.2	5	2.43	
1977	4.8	4.7	4.6	2.8	-0.1	-2.4	-1.3	-2.4	1.3	1.3	2	1.9	1.43	
1978	1.9	1.2	0.5	-1	-3.6	-5.1	-7.1	-4.4	-0.7	0	3.3	4.4	-0.88	
1979	4.6	5	5.2	3.2	0.1	0.1	-1.6	-0.9	1.4	3.3	3.1	4.4	2.33	
1980	2.9	3	3.4	2.1	0.1	-5	1.3	0.3	1.3	3	2.7	4.9	1.67	
1981	5.1	5.4	4.7	3.2	1.8	-0.1	-0.9	0.4	2.4	3.9	4.6	4.7	2.93	
1982	4.9	5.1	4.7	3.4	1.5	-0.2	-0.9	0.2	2.4	3.4	4.4	4.6	2.79	
1983	4.9	4.8	4.5	3.1	1	-0.4	-0.9	0	2.1	3.2	4.5	4.8	2.63	
1984	4.8	4.8	4.4	3.3	0.8	-0.6	-0.9	-0.2	2.2	3	4.2	4.9	2.56	
1985	6.2	5.7	5.5	4.7	2.1	0.5	-1.3	0.8	2.7	2.8	3.8	5.1	3.22	
1986	5.3	4.9	4.9	3.7	-0.6	-1.3	-2.6	-0.1	1.9	2.2	4.3	5.2	2.32	
1987	5.2	3.7	3.5	3.1	0.4	-0.6	-1	0.3	1.7	3.1	4.6	5.6	2.47	
1988	5.5	5.2	5.6	4.1	1.8	-1	-0.7	1	2.7	3.2	4.4	5.5	3.11	
1989	5.1	4.4	4.4	3.4	1.8	0.8	-0.7	0.5	2.1	4.2	4.9	5.2	3.01	
1990	5	3.4	3.5	3.1	1.4	-0.2	-2	0	1.2	4.5	5.3	5	2.52	
1991	2.7	5.4	5.2	3.9	1.8	-2.1	-1.8	-0.7	1.2	3	3	2.9	2.04	
1992	3.1	2.6	3	1.2	0	0	-1.5	-1	0.4	2.5	2.8	5	1.51	
1993	4.8	3.7	3.8	3.4	1.2	-1.9	-1.5	-0.6	2	3.8	4.9	5.2	2.40	
1994	4.7	5	4.1	4.2	1.2	-1.1	-0.9	0	2	3.3	4.9	5	2.70	
1995	5.4	4.8	5	2.6	0.5	-1.6	-0.8	0.5	2	3.5	1.6	1.4	2.08	
1996	4.8	5.1	4.5	4	1.3	-0.9	-1.3	1.6	2	3.8	4.6	5.4	2.91	
1997	5.3	5.2	4.5	2.8	0.6	-1.7	-0.4	1.1	3.4	3.7	5.4	6.2	3.01	
1998	6.6	6.5	6.3	4.7	1.3	1.1	-0.1	0.9	1.6	3.8	4.4	5.4	3.54	
1999	5.3	5	4.5	3.1	0.3	-1.8	-1	0.2	1.2	2.5	3.1	4.6	2.25	
2000	4.4	4.2	4.1	2.8	0.4	-2.3	-2.8	-0.4	0.3	3.3	3.2	4.6	1.82	
2001	4.7	5.3	4.6	3.3	0.8	-0.1	-1.1	0.3	2.2	3.8	5	4.5	2.78	
2002	4.8	5.5	5.3	4	2	0.9	-0.3	0.8	2.6	4.7	5.1	5.6	3.42	
2003	5.1	5.7	5	3	1.7	-0.6	-0.6	0.1	1.3	3.4	4.5	5.9	2.88	
2004	5.8	5.6	5.3	4	-1.2	-0.6	0.5	1	2.8	4	4.7	6	3.16	
2005	5.7	5.2	5	4.1	1.1	-1.7	-0.7	-0.7	1.7	4.2	4.7	5.1	2.81	
2006	4.9	4.9	5.4	4.3	0.1	-0.6	-1.2	0.6	1.3	4.5	5.7	5.9	2.98	
2007	6.1	5.6	5.5	4.6	1.5	0.5	-0.5	0.9	3.3	4	3.8	4.9	3.35	
2008	5.8	5.4	4.9	2.7	-1.1	-1	-1.7	-1	1.2	3.8	4.9	5.2	2.43	
2009	5.3	5.2	4.8	3.3	1	-2.6	-1	-1.1	2.3	4	6.2	5.5	2.74	
2010	6.3	6.4	5.8	3.7	1.8	1.1	-1.6	0.4	2	3.7	3.9	5.7	3.27	
2011	5.3	5.2	5.4	3.2	0.9	-0.4	-1.1	0.9	2.2	3.2	4.8	5.3	2.91	
2012	5.1	5.1	5	4.3	0.8	-0.2	-0.9	-0.3	2.1	4	5.1	5.7	2.98	
2013	5	5.7	5.2	2.2	2.1	0.4	0.8	0.4	1.3	3.9	5.2	5.7	3.16	
2014	5.3	5.1	5.3	3.9	1	-0.5	-0.5	1.2	3.3	4.2	4.9	5.8	3.25	
2015	4.9	5.7	5.5	4.9	1.1	0.6	-0.9	0.6	2.8	3.5	5	5.4	3.26	
2016	6.3	6.7	6.1	4.2	0.7	-1	0	0.6	2	4.1	3.8	5.7	3.27	
2017	5.5	5.9	5.7	4.3	2.7	0.3	0.1	0.2	3.3	3.2	5.1	5.8	3.51	
2018	5.4	5.4	5.5	3.4	1	0.6	0.8	1.1	1.8	4.88	5.83	5.83	3.46	
N'DATOS	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	
N'DATOS	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
TOTAL	272.60	266.9	258.3	182.6	50.1	-40.9	-54.3	6.3	109.1	188.1	235.63	273.33	146.10	
MEDIA	4.96	4.94	4.70	3.32	0.91	-0.74	-0.99	0.11	1.98	3.42	4.28	4.97	2.66	
DESV.STD	0.84	0.93	0.89	0.95	1.01	1.23	1.14	0.92	0.77	0.85	0.97	0.88	0.69	
MIN.	1.90	1.20	0.50	-1.00	-3.60	-5.10	-7.10	-4.40	-0.70	0.00	1.60	1.40	-0.88	
MAX	6.60	6.70	6.30	4.90	2.70	1.10	1.30	1.60	3.40	4.88	6.20	6.20	3.54	



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO													
TEMPERATURA MEDIA (°C)													
NOMBRE :	JULI												
CUENCA :	SALADO			LATITUD		: 16.12'13.6"			REG. :		PUNO		
CODIGO :	110880			LONGITUD		: 69°27'35.7"			PROV :		CHUCUITO		
TIPO :	CO			ALTITUD		: 3812 MSNM			DIST :		JULI		
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
1964	9.4	9	8.75	8.8	7.7	5.6	5.85	7.15	8	9.6	9.8	9.75	8.28
1965	9.65	9.65	9.15	8.75	7.1	5.45	5.95	7.2	8.25	9.7	9.6	9.75	8.35
1966	9.95	10.3	9.6	8.7	7.55	6.25	6	7.2	8.45	9.85	9.5	9.7	8.59
1967	10.05	9.65	9.55	8.55	7.95	6.55	5.7	6.85	8.3	8.9	9.55	8.45	8.34
1968	9.05	9.05	8.65	7.85	6.8	6.2	5.4	6.55	7.8	9.65	9.5	9.6	8.01
1969	9.2	10.05	9.5	9.15	7.8	6.7	6	6.7	8.25	9.75	10.65	10.35	8.68
1970	9.75	9.25	8.9	8.9	7.65	6.95	6.45	7.2	8.15	9.4	9.9	9.15	8.47
1971	9.2	8.45	9.45	8.4	6.35	6.25	5.35	6.9	7.9	8	8.6	9.1	7.83
1972	8.4	8.5	9.3	8.6	7.05	5.75	6.55	6.35	8.05	9.25	10.4	9.75	8.16
1973	9.85	10.2	9.9	9.05	7.85	6.1	5.55	6.65	7.4	9.4	9.95	9.45	8.45
1974	9	8.75	8.85	7.65	6.7	5.4	6.15	5.35	7.35	8.1	9.2	9.25	7.65
1975	8.5	8.9	8.85	8.65	6.85	5.8	4.35	6.2	7.7	7.7	9	8.65	7.60
1976	8.4	8.85	9.1	7.65	6.2	5.45	5.85	5.7	6.85	8.05	8.7	10.1	7.58
1977	9.85	9.15	8.9	8.4	6.4	4.75	5.65	5.8	7.45	7.85	8.5	8.2	7.58
1978	7.95	8.05	7.3	6.7	5	3.85	2.6	4.45	6.55	7.35	9	9.3	6.51
1979	9.1	9.9	9.5	8.35	6.65	6.85	5.15	6.2	8.2	9.05	9.45	9.5	8.16
1980	8.75	9.05	8.7	8	7.05	4.35	7.4	7.05	7.2	8.2	8.45	9.55	7.81
1981	9.75	9.6	9.45	8.75	7.65	6.5	5.9	6.9	8.3	9.6	9.95	9.45	8.48
1982	9.4	9.25	9.3	8.65	7.4	6.35	5.8	6.6	8.05	9.2	9.85	9.35	8.27
1983	9.2	8.95	9.15	8.5	7.1	6.15	5.75	6.45	7.8	9.05	9.75	9.55	8.12
1984	9.2	9.15	9.2	8.65	7.05	6.1	5.8	6.35	7.75	8.8	9.65	8	7.98
1985	10.1	9.5	9.95	9.4	7.95	6.4	5.1	6.85	8	8.5	8.45	9.1	8.28
1986	9.6	8.95	9.15	8.65	5.95	5.55	4.25	6.05	7.5	8.35	9.6	9.6	7.77
1987	9.35	9.15	9	9.15	7.5	6	5.8	7	8.35	9.3	9.9	10.9	8.45
1988	10	10.05	9.8	9.15	7.75	6.05	6.2	7.9	8.85	9.25	10	10.25	8.77
1989	9.45	9	8.95	8.5	7.6	6.9	5.65	6.65	8.15	9.55	10.1	10.3	8.40
1990	9.3	8.7	8.95	8.7	7.65	5.55	5.1	6.35	7.6	9.6	10.15	9.55	8.10
1991	8.4	10.1	9.75	9.05	8	5.2	5.55	6.55	7.5	8.9	9	8.95	8.08
1992	8.35	8.3	8.75	8.3	7.7	6.6	5.5	5.25	7.1	8.55	8.6	9.65	7.72
1993	8.7	8.35	8	8.45	7.2	5.2	5.55	5.85	7.7	8.65	9.6	9.8	7.75
1994	9.3	9.3	8.75	8.9	7.15	5.45	5.75	6.55	7.7	8.85	9.75	9.4	8.07
1995	9.85	10	9.55	9	7.5	5.85	6.35	7.65	8.15	9.55	8.35	7.85	8.30
1996	9.3	9.35	9.4	9.2	7.6	6.15	5.5	7.35	8.05	9.55	9.45	9.95	8.40
1997	9.5	9.3	8.95	8.05	7	5.5	6.65	6.7	8.7	9.45	10.25	11.2	8.44
1998	11.2	11.45	11.4	10.5	8.3	7.4	6.8	7.7	8.25	9.3	9.55	10.35	9.35
1999	9.4	8.85	8.5	7.95	6.45	5.2	5.65	6.35	7.15	7.75	8.7	9.7	7.64
2000	8.7	8.55	8.55	8.15	7.05	4.85	4.55	6.2	7.35	8.65	9.75	9.5	7.65
2001	8.6	9.15	8.8	8.25	6.85	6.15	5.25	6.2	7.9	9.15	10.35	9.45	8.01
2002	9.5	9.65	9.8	8.75	7.6	6.75	5.4	6.6	8.05	9.45	10.1	10.3	8.50
2003	9.65	10	9.65	8.8	7.45	6	5.75	6.2	6.85	8.85	9.75	10.6	8.30
2004	9.5	9.65	9.95	9.25	6	5.6	6.05	6.5	8	9.5	10.15	10.65	8.40
2005	10	9.5	10.05	9.45	7.6	5.6	6.35	6.15	7.85	9.25	9.65	9.9	8.45
2006	9.2	9.65	10	9.05	6.5	5.8	5.7	7.05	7.55	9.55	10.1	10.35	8.38
2007	10.45	9.9	9.45	9.3	7.6	7	5.85	7.45	8.15	9.4	9.2	9.7	8.62
2008	9.5	9.65	9.2	8.2	6.05	6.15	5.6	6.25	7.95	9.45	10.6	9.6	8.18
2009	9.8	9.75	9.25	8.45	7.4	5	6.05	6.35	8.7	10.1	10.95	10.2	8.50
2010	10.55	10.9	10.6	9.7	8.1	7.7	6.15	7.4	8.65	9.4	10	10.2	9.11
2011	9.9	9.05	9.45	8.7	7.4	6.65	5.8	7.4	7.9	8.95	10.3	9.65	8.43
2012	9.25	9.1	9.25	9.15	7.25	6.5	6.15	6.55	8.1	9.75	10.45	9.85	8.45
2013	9.5	9.8	10	8.55	8	6.4	6.8	6.8	8.05	9.5	10.35	9.85	8.63
2014	9.6	9.8	10.35	9.75	7.85	7.1	6.65	7.45	8.65	9.3	10.5	10.55	8.96
2015	9.2	9.75	9.6	9.05	7.15	7.05	6.1	7.1	8.5	9.2	10.55	10.5	8.65
2016	10.95	10.65	11	9.5	7.6	6.45	6.9	7.45	8.6	9.7	9.85	10.6	9.10
2017	9.65	10.35	9.55	9.4	8.3	7	6.8	7.25	8.75	9.25	10.6	10.4	8.94
2018	9.65	9.6	9.8	9.05	7.6	6.75	6.95	7.3	8.25	9.9	11.2	11.2	8.93
N'DATOS	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
N'DATOS	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
TOTAL	518.55	508.9	514.2	480.2	398.5	332.85	319.45	366.2	436.3	499.8	534.75	535.5	454.57
MEDIA	9.43	9.42	9.35	8.73	7.25	6.05	5.81	6.66	7.93	9.09	9.72	9.74	8.26
DESV.STD	0.62	0.66	0.67	0.60	0.65	0.75	0.75	0.65	0.51	0.62	0.67	0.70	0.48
MIN.	7.95	8.05	7.30	6.70	5.00	3.85	2.60	4.45	6.55	7.35	8.35	7.85	6.51
MAX	11.20	11.45	11.40	10.50	8.30	7.70	7.40	7.90	8.85	10.10	11.15	11.20	9.35



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO													
TEMPERATURA MEDIA (°C)													
NOMBRE:	ILAVE												
CUENCA:	ILAVE			LATITUD : 16° 04' 03"			REGION : PUNO						
CODIGO:	116027			LONGITU : 69° 39' 43"			PROV : EL COLLAO						
TIPO:	CO			ALTITUD : 3871 MSNM			DIST : ILAVE						
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
1964	8.8	8.9	8.6	9.4	6.6	3.4	2.4	4.7	6	7.2	7.4	8.6	6.83
1965	8.6	8.6	8.4	8.1	6.5	3.6	4.3	4.4	6.9	7.9	7.6	6.8	6.81
1966	9.9	10	9.4	8	5.7	4.8	3.6	5	7.4	9.1	9.6	8.9	7.62
1967	9.5	8.9	9.4	8.1	7.2	5.2	3.7	5.5	7.8	8.7	9	8.1	7.59
1968	9	8.6	8.1	7.2	5.9	4.5	5	5.8	6.8	8.3	7.8	8.4	7.12
1969	8.5	9	8.6	7.8	6.2	4.8	6	5.9	7.2	8.6	10.5	10.5	7.80
1970	9.8	9.4	9	8.4	6.6	5.2	4.8	6	7.5	8.8	9.4	9.8	7.89
1971	9.7	8.4	9.4	8.5	6	5.2	4.2	5.8	7	7.3	8.4	9.3	7.43
1972	8.4	8.4	9.1	8.4	5.9	4.3	5.3	5.4	8.1	9.1	11	10.2	7.80
1973	9.8	10.3	10.2	9.6	7.3	4.5	4	5.7	7.3	9.6	10.2	9.8	8.19
1974	9.1	8.7	8.7	7.9	6.3	4.9	5.8	4.6	7.1	8.3	9.2	9.4	7.50
1975	8.5	9.1	9.1	8.5	7	5.2	3.2	5	7.5	7.8	9.1	9.2	7.43
1976	8.3	8.9	9.1	7.6	5.6	4.8	5.1	5.3	7.2	8.2	8.7	9.9	7.39
1977	9.9	9.3	9	8.2	6.5	4.7	5.8	5.9	8.1	8.9	9.9	9.9	8.01
1978	9.7	9.6	9	8.7	6.7	5.9	4.7	6.8	7.1	8.6	9.7	8.22	7.89
1979	9.08	8.92	8.79	8.27	6.35	4.14	3.79	4.99	6.91	8.18	8.39	8.51	7.19
1980	9.1	8.95	8.84	8.27	6.36	4.27	3.95	5.09	6.99	8.23	8.56	8.6	7.27
1981	9.11	8.97	8.87	8.28	6.37	4.36	4.06	5.16	7.04	8.27	8.68	8.7	7.32
1982	9.12	8.99	8.89	8.28	6.37	4.42	4.14	5.21	7.08	8.3	8.76	8.77	7.36
1983	9.13	9.03	8.98	8.03	6.33	4.72	4.62	5.24	7.1	8.57	9.16	8.9	7.48
1984	9.1	9.2	10.2	9.7	8.7	6.7	5.7	6.4	7.6	10.1	10.1	10.6	8.68
1985	9.9	10	10.2	9.5	8.7	6.5	5.6	7.7	8.9	9.3	8.8	9.5	8.72
1986	10.1	9.3	9.4	9.4	6.4	6.3	4.4	6.3	8	8.8	10.2	10.1	8.23
1987	10	10	9.4	9.2	7.8	5.8	5.7	7	8.2	9.8	11	11.6	8.79
1988	10.8	10.4	10.1	9.4	7.8	5.5	5.8	7.4	8.8	9.5	10.5	10.4	8.87
1989	9.6	9.2	9.2	8.8	7.2	5.9	5	6.3	7.7	9.3	8.8	10.5	8.13
1990	9.4	9.2	9.1	8.7	7.2	5.3	5	6.3	7.6	9.7	10	9.6	8.09
1991	9.8	10.1	9.9	9	7.4	4.5	5.1	6.2	7.3	8.9	9.3	9.8	8.11
1992	9.3	9.6	9.5	8.6	7.7	6.5	5.2	5	7.3	8.8	9	10	8.04
1993	9.1	9.1	8.7	8.8	7.6	5.4	5.7	6.1	7.9	9.4	10.3	10.5	8.22
1994	10	9.6	9	9.1	7.4	5.5	5.3	7	8	8.8	10.5	10.2	8.37
1995	10.3	10	9.6	9.2	7.5	5.6	6.2	7.7	8.5	9.8	10.3	9.5	8.68
1996	9.5	9.7	9.7	9.4	7.7	5.6	5.3	7.3	7.8	9.7	9.4	10.2	8.44
1997	9.6	9.3	9	7.7	6.6	4.9	6.4	6.2	8.8	9.7	10.4	11.8	8.37
1998	12	12	11.5	10.5	7.9	7.3	6	6.7	8.3	9.2	9.9	11.2	9.38
1999	10.8	8.5	9.4	8.7	7.3	5.4	5.7	7.2	7.9	8.7	9.4	10.5	8.29
2000	9.6	9.7	9.5	9.2	8.1	5.7	5.3	7.3	8.2	9	10.1	9.8	8.46
2001	9.1	9.6	9.4	8.9	7.8	6.8	5.7	6.7	8.8	9.9	11.1	10.2	8.67
2002	10.4	10.1	10.1	9.1	7.8	7.1	5.2	6.9	8.4	9.8	10.4	10.6	8.83
2003	10.5	10.6	10	9	7.5	6.1	5.7	6.6	7.2	9.3	10.5	11	8.67
2004	9.7	9.8	10.4	9.6	5.8	5	6	7.1	8.2	9.7	10.3	10.3	8.49
2005	9.7	9.4	10.3	9.6	7.3	5.4	6.4	6.2	7.3	9.3	10.3	10.9	8.51
2006	9.1	10.1	10.4	9	6.2	6.2	5.2	7.7	8.4	10.5	11.1	11.7	8.80
2007	11.6	11	10.4	9.9	8.1	6.9	4.6	6.4	8.1	9.4	8.8	9.7	8.74
2008	9.6	9.5	8.9	7.3	4.9	4.7	4	5.2	6.9	9	10.6	9	7.47
2009	9.7	9.8	9	8.2	5.7	3.3	4.7	4.7	7.3	9.2	10.4	10.4	7.70
2010	10.1	10.9	10	9.1	6.9	6.5	5.5	6.7	7.9	8.9	9.2	10.6	8.53
2011	8.98	8.81	8.81	8.5	6.9	5.4	5.2	5.26	7.14	8.24	8.81	8.77	7.57
2012	9.2	8.95	8.7	8.4	6	4.7	4.6	5.05	7.95	9.3	10.2	8.9	7.66
2013	8.25	10.05	10.13	8.25	7.79	5.745	6.45	6.26	7.665	9.525	10.32	10.08	8.38
2014	10.345	10.15	10.055	9.445	7.46	6.55	5.885	7.155	8.615	9.375	10.465	10.105	8.80
2015	9.5	10.1	9.95	9.4	7.3	6.7	5.75	6.85	8.5	9.4	10.6	10.65	8.73
2016	11.25	11.1	10.9	9.55	7.05	5.85	6.55	6.95	8.15	9.55	9.65	11.15	8.98
2017	10.1	10.55	9.9	9.15	7.85	6.15	5.75	6.2	8.4	8.85	10.55	10.85	8.69
2018	10.0	10.1	10.0	8.7	6.7	8.0	8.2	8.3	8.4	10.7	11.5	11.2	9.31
N'DATOS	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
N'DATOS	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
TOTAL	529.10	526.46	520.17	481.475	381.88	298.38	283.198	337.83	424.26	496.42	533.86	542.387	446.29
MEDIA	9.62	9.57	9.46	8.75	6.94	5.38	5.09	6.10	7.70	8.99	9.67	9.84	8.11
DESV.STD	0.76	0.74	0.67	0.68	0.82	0.99	0.97	0.93	0.63	0.71	0.93	1.00	0.62
MIN.	8.25	8.40	8.10	7.20	4.90	3.30	2.40	4.40	6.00	7.20	7.40	6.80	6.81
MAX	12.00	12.00	11.50	10.50	8.70	7.98	8.15	8.32	8.90	10.73	11.51	11.80	9.38



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO													
TEMPERATURA MINIMA (°C)													
NOMBRE :	ILAVE												
CUENCA :	ILAVE			LATITUD : 16° 04' 03"				REGION : PUNO					
CODIGO :	116027			LONGITUD : 69° 39' 43"				PROV : EL COLLAO					
TIPO :	CO			ALTITUD : 3871 MSNM				DIST : ILAVE					
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
1964	3.6	3.3	4.4	4.6	0.4	-5.9	-6.7	-4.3	-1.5	-0.3	1	2.5	0.09
1965	3.9	3.9	3.6	2.1	-1.4	-6.8	-4.8	-5.4	-3.1	-0.9	-1.3	-2.6	-1.07
1966	3.1	3.8	2.8	1.5	-2.3	-5	-6.4	-4	-0.8	1.7	1.8	3	-0.07
1967	2.8	3.6	4.6	0.9	-0.4	-0.6	-4.9	-2.7	1.5	2.5	1.8	3.1	1.02
1968	3.9	4.6	3.7	1.1	-0.5	-3.4	-2.1	-1.8	-1	0.8	1	1.6	0.66
1969	2.1	4.3	3.5	1.6	-1	-3.6	-3.2	-2.6	-0.6	0.2	3.6	4.2	0.71
1970	4.5	4.1	3.3	2	-1.4	-3.8	-4.4	-3.3	-0.1	1.1	1.7	4.3	0.67
1971	4.3	3.8	3.7	1.5	-2.6	-3.1	-4.9	-2.4	-1.6	-0.7	1.8	4	0.32
1972	3.6	3.3	4.1	1.9	-2.9	-5	-3.5	-3.3	1.3	1.6	4.2	4.5	0.82
1973	5.1	5.4	5.2	3.9	0	-4.4	-4.6	-2.2	0.8	3.3	4	3.8	1.69
1974	4.6	4.6	3.4	2.7	-1.4	-3.4	-2.3	-2.2	0.5	1.8	1.9	3.5	1.14
1975	3.8	5	4.8	2.2	0.4	-2.3	-5.6	-3.9	0.7	0.9	1.7	7.8	1.29
1976	3.3	3.4	3.8	0.7	-2.7	-3.9	-3.5	-2.8	0.5	0.4	1.2	3.4	0.32
1977	4	4.4	4.3	1	-1.6	-4.4	-3	-3.7	1.1	1.6	3.5	3.7	0.91
1978	4.2	3.9	3.1	2.1	-1.7	-2.5	-4.5	-0.9	-0.9	1.1	3.4	1.35	0.72
1979	3.36	3.79	3.78	2.33	-0.85	-4.73	-5.18	-3.9	-1.25	0.47	0.88	1.82	0.04
1980	3.46	3.86	3.8	2.25	-0.94	-4.54	-4.98	-3.71	-1.02	0.59	1.15	2.13	0.17
1981	3.52	3.9	3.82	2.2	-1.01	-4.41	-4.85	-3.58	-0.86	0.67	1.33	2.33	0.26
1982	3.56	3.93	3.83	2.17	-1.05	-4.32	-4.76	-3.49	-0.76	0.72	1.45	2.48	0.31
1983	3.61	4.11	3.72	1.58	-1.43	-3.86	-4.22	-3.2	-0.46	1.02	1.7	2.65	0.44
1984	5	5.3	5.9	4.1	2	-0.5	-2.4	-1.4	-0.1	4.7	5	4.9	2.71
1985	5.2	5.5	5.2	4	2.1	-0.2	-2.9	-0.2	2.9	2.2	4	4.9	2.73
1986	5.4	4.8	5	3.8	-1.7	-2.2	-3.9	-1.6	0.9	1.2	3.4	5.1	1.68
1987	5.5	4	3.5	2.5	-0.3	-2.5	-2.3	-1.7	0.1	2.8	5.4	5	1.83
1988	5.9	4.5	5.5	3.8	0.5	-3.3	-3	-1.6	1	2.2	3.2	4.5	1.93
1989	4.7	4.6	4.2	3.4	0.4	-1.3	-2.4	-1	0.4	2.6	1.8	4.3	1.81
1990	4.6	3.4	3.1	2.4	-0.1	-1	-2.9	-1.1	0.1	4	4.6	4.5	1.80
1991	4.7	4.7	4.9	3.2	0.2	-3.5	-3.2	-2.3	-0.1	2	2.5	3.4	1.38
1992	4.3	3.9	3.1	0.9	-0.7	-0.8	-2.8	-2.2	-0.5	1.8	2.4	4	1.12
1993	4.4	3.5	4.2	3	0.5	-3	-2.6	-1.2	0.8	3.2	4.4	5.3	1.88
1994	4.9	4.7	3.8	3.7	0.3	-2.5	-3.4	-0.7	0.7	1.5	4.4	4.7	1.84
1995	5.3	4.4	5	2.8	-0.4	-2.6	-2.2	-0.8	1.3	2.2	3.8	4	1.90
1996	4.5	5.2	4	3.4	0.4	-2.6	-2.8	0.2	0.4	2.6	3.6	4.9	1.98
1997	5.1	4.9	4.3	2.1	-0.7	-3.8	-1.5	-0.7	2.6	2.8	4.5	5.8	2.12
1998	6.8	6.5	5.7	3.9	-0.3	-0.1	-1.5	-0.5	-0.1	2.6	3.4	4.6	2.58
1999	4.7	5.4	4.9	3.4	0.5	-2.8	-1.9	0	0.7	2.7	2.6	4.4	2.05
2000	5.1	5.2	4.7	2.9	0.7	-2.1	-2.6	0	0.6	2.8	2.8	4.1	2.02
2001	5.1	5.5	4.9	3.3	1	-0.2	-1.8	-0.3	2	3.6	4.7	4.5	2.69
2002	5.3	5.9	5.5	3.9	1.6	0.3	-1.4	0	1.8	4.2	4.2	5.2	3.04
2003	5.8	5.7	5.4	2.8	0.9	-1.6	-2.2	-0.6	0.4	2.5	3.8	5	2.33
2004	5.4	5	5	3.6	-2.9	-2.4	-0.8	0.6	1.7	2.8	3.4	3.4	2.07
2005	4.1	4.3	4.6	3.3	-0.6	-3.4	-2	-2.3	-0.3	3	4.1	5.2	1.67
2006	4.9	4.9	5.3	2.6	-1.9	-1.8	-4.6	-0.5	0.1	3.4	4.6	5.6	1.88
2007	5.7	4.9	5.1	3.7	0.3	-2.1	-4.8	-3.4	1.1	1.3	1	2.8	1.30
2008	4.7	3.9	3.2	-0.9	-4.9	-5.8	-6.5	-5.1	-3.2	1	2.5	2.3	-0.73
2009	3.9	4.4	3.3	1.4	-3.8	-7.9	-5.4	-6.2	-2.3	0.6	3.8	3.5	-0.39
2010	3.8	5.6	3.9	1.4	-1.8	-3	-5	-3.7	-1.5	0	-0.6	3.2	0.19
2011	3.59	3.84	3.8	2.2	-0.4	-3	-2.9	-3.15	-0.27	0.87	1.87	2.9	0.78
2012	4.4	4.6	4.1	3	-2	-4.3	-4.9	-4.5	0.6	2	3.7	5.3	1.00
2013	4.76	5.49	4.26	0.17	0.45	-2.56	-1.62	-2.48	-1.14	2.62	3.53	4.66	1.51
2014	5.08	4.81	3.75	2.62	-0.97	-3.17	-3.32	-0.82	2.26	2.92	3.32	4.66	1.76
2015	4.5	5.1	5	4.3	-0.4	-2.4	-3.7	-1.9	0.7	2.1	3.3	4	1.72
2016	5.1	6.2	4	2.7	-2.1	-3.8	-2.5	-2	-0.6	2.4	1.5	4.8	1.31
2017	5.3	5.3	5.5	2.8	0.8	-2.6	-3.2	-3.2	1.8	1	3.1	4.9	1.79
2018	4.9	5.6	4.8	1.6	-1.9	-0.4	-0.1	0.3	0.3	4.9	5.4	5.4	2.57
N'DATOS	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
N'DATOS	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	30
TOTAL	246.79	252.53	235.66	138.12	-39.58	-164.93	-189.42	-119.39	7.6321	103.63	156.86	215.243	70.26
MEDIA	4.49	4.59	4.28	2.51	-0.72	-3.00	-3.44	-2.17	0.14	1.88	2.85	3.91	1.28
DESV.STD	0.86	0.77	0.78	1.12	1.38	1.68	1.47	1.58	1.27	1.27	1.45	1.49	0.92
MIN.	2.10	3.30	2.80	-0.90	-4.90	-7.90	-6.70	-6.20	-3.20	-0.90	-1.30	-2.60	-1.07
MAX	6.80	6.50	5.90	4.60	2.10	0.30	-0.09	0.60	2.90	4.85	5.43	7.80	3.04



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO														
TEMPERATURA MAXIMA (°C)														
	NOMBRE: ILAVE													
	CUENCA: ILAVE		LATITUD: 16° 04' 03"		REGION: PUNO									
	CODIGO: 116027		LONGITU: 69° 39' 43"		PROV: EL COLLAO									
	TIPO: CO		ALTITUD: 3871 MSNMDI		DIST: ILAVE									
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.	
1964	15	14.5	12.7	14.2	12.9	12.7	11.6	13.7	13.5	14.7	13.7	14.6	13.65	
1965	13.7	13.4	13.3	14	14.5	14	13.4	14	14.3	16.8	16.6	16.3	14.53	
1966	16.7	16.4	16	14.6	13.6	13.8	13.4	13.9	15.1	16.6	17.4	14.9	15.20	
1967	15.9	14.2	14.4	15.2	14.9	13.7	12.3	13.7	14.2	14.8	16.3	13.1	14.39	
1968	14	12.9	12.8	13.3	12.2	12.4	12.1	13.5	14.5	15.8	14.7	15.2	13.62	
1969	14.9	13.8	13.6	14	13.4	13.2	13	14.4	14.8	16.1	17.4	16.8	14.62	
1970	15.2	14.7	14.6	14.8	14.7	14.1	14	15.2	15	16.4	17.2	15.4	15.11	
1971	15.2	13	15.2	15.4	14.5	13.5	13.2	14	15.6	15.4	15.1	14.6	14.56	
1972	13.2	13.5	14.1	15	14.7	13.6	14.1	14.2	14.9	16.6	17.8	15.8	14.79	
1973	14.6	15.2	15.2	15.2	14.5	13.4	12.7	13.6	13.9	16	16.5	15.7	14.71	
1974	13.6	12.9	14	13.2	14	13.2	13.8	11.4	13.6	14.8	16.5	15.4	13.87	
1975	13.3	13.1	13.4	14.7	13.5	12.5	11.9	13.8	14.6	14.7	16.5	14.5	13.88	
1976	13.2	14.4	14.4	14.6	13.8	13.5	13.7	13.3	13.9	16.1	16.2	16.4	14.46	
1977	15.8	14.2	13.6	15.5	14.6	13.9	14.5	15.4	15.2	16.1	16.2	16	15.08	
1978	15.3	15.4	14.8	15.3	15.1	14.3	14	14.8	15	16.2	16	14.9	15.09	
1979	15.07	14.15	13.87	14.18	13.59	13.29	12.48	13.81	14.37	15.8	15.96	15	14.30	
1980	14.97	14.14	13.93	14.27	13.69	13.32	12.64	13.84	14.41	15.8	16.03	15.07	14.34	
1981	14.91	14.13	13.97	14.33	13.76	13.35	12.74	13.85	14.43	15.8	16.07	15.11	14.37	
1982	14.86	14.13	14	14.38	13.81	13.37	12.81	13.87	14.45	15.8	16.11	15.15	14.40	
1983	14.83	14.13	14.02	14.41	13.85	13.38	12.87	13.87	14.46	15.8	16.13	15.17	14.41	
1984	13.1	13.2	14.4	15.2	15.5	13.9	13.8	14.1	15.4	15.6	15.2	16.2	14.63	
1985	14.7	14.7	15.2	14.9	15.3	12.8	14	15.6	14.5	16.4	13.7	13.8	14.63	
1986	14.9	13.8	13.9	15	14.4	14.4	12.8	14.1	15.2	16.4	16.9	15.1	14.74	
1987	14.4	16	15.4	15.8	16.1	14.2	13.7	15.7	16.4	16.7	16.6	18.3	15.78	
1988	15.7	16.3	14.8	15	15.11	14.3	14.6	16.3	16.5	16.8	17.8	16.4	15.80	
1989	14.4	1.8	14.1	14.2	14.1	13	12.4	13.6	15	16	15.9	16.8	13.44	
1990	14.2	15	15.1	15	14.6	11.6	12.9	13.6	15.1	15.4	15.4	14.7	14.38	
1991	15	15.5	15	14.8	14.5	12.5	13.4	14.7	14.7	15.8	16.1	16.2	14.85	
1992	14.4	15.2	15.9	16.3	16.2	13.8	13.2	12.1	15	15.8	15.7	15.9	14.96	
1993	13.9	14.7	13.3	14.6	14.6	13.9	14	13.4	14.9	15.6	16.2	15.8	14.58	
1994	15.2	14.5	14.3	14.6	14.4	13.5	14	15	15.3	16.1	16.6	15.8	14.94	
1995	15.3	15.6	14.2	15.7	15.3	13.9	14.7	16.1	15.6	17.3	16.7	15.1	15.46	
1996	14.8	14.1	15.4	15.4	14.9	13.8	13.4	14.2	15.2	16.8	15.2	15.4	14.88	
1997	14	13.7	13.7	13.3	13.8	13.3	14.2	13.1	15	16.6	16.2	17.9	14.57	
1998	17.1	17.5	17.3	17.1	16.1	15.1	13.8	13.8	15	15.8	16.2	17.3	16.01	
1999	15.6	14.1	13.8	14	14	13.5	13.4	14.5	15	14.8	16.2	16.7	14.63	
2000	14.2	14.1	14.2	15.4	15.5	13.5	13.2	14.6	15.9	15.2	17.5	15.6	14.91	
2001	13.2	13.7	13.9	14.5	14.5	13.9	13.2	13.7	15.5	16.2	17.6	15.9	14.65	
2002	15.6	14.3	14.7	14.3	14.1	13.9	11.8	13.8	15	15.5	16.6	16.1	14.64	
2003	15.3	15.5	14.6	15.2	14.1	13.8	13.5	13.9	14	16.2	17.3	17.1	15.04	
2004	13.9	14.7	15.9	15.7	14.5	12.9	12.8	13.5	14.8	16.6	17.3	17.3	14.99	
2005	15.3	14.6	16	15.9	15.2	14	14.8	14.8	15	15.6	16.4	16.5	15.34	
2006	14	15.2	15.5	15.4	14.4	14.1	15	15.8	16.6	17.7	17.6	14.9	15.52	
2007	17.4	17.1	15.8	16.2	15.9	15.8	14.1	16.1	15	17.4	16.7	16.7	16.18	
2008	14.5	15.1	14.7	15.5	14.8	15.2	14.6	15.6	17	17.1	18.7	15.7	15.71	
2009	15.5	15.2	14.8	15	15.2	14.6	14.8	15.7	17	17.8	17	17.3	15.83	
2010	16.4	16.3	16.1	16.8	15.7	15.7	16	17.2	17.5	17.7	18.9	18.1	16.87	
2011	14.51	13.65	13.83	14.7	14.1	13.8	13.3	13.62	14.21	15.55	15.77	14.91	14.33	
2012	14	13.3	13.3	13.8	14	13.7	14.1	14.6	15.3	16.6	16.7	12.5	14.33	
2013	11.74	14.61	16	16.33	15.13	14.05	14.53	15	16.47	16.43	17.11	15.5	15.24	
2014	15.61	15.49	16.36	16.27	15.89	16.27	15.09	15.13	14.97	15.83	17.61	15.55	15.84	
2015	14.5	15.1	14.9	14.5	15	15.8	15.2	15.6	16.3	16.7	17.9	17.3	15.73	
2016	17.4	16	17.8	16.4	16.2	15.5	15.6	15.9	16.9	16.7	17.8	17.5	16.64	
2017	14.9	15.8	14.3	15.5	14.9	14.9	14.7	15.6	15	16.7	18	16.8	15.59	
2018	15.1	14.6	15.1	15.7	15.4	16.4	16.4	16.3	16.5	16.6	17.6	17.0	16.06	
N'DATOS	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	
N'DATOS	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
TOTAL	814.02	792.32	805.5	824.57	803	763.83	752.26	794.49	832.97	888.11	911.09	870.76	821.08	
MEDIA	14.80	14.41	14.65	14.99	14.60	13.89	13.68	14.45	15.14	16.15	16.57	15.83	14.93	
DESV.STD	1.07	2.00	1.04	0.85	0.84	0.96	1.03	1.09	0.89	0.74	1.03	1.15	0.72	
MIN.	11.74	1.80	12.70	13.20	12.20	11.60	11.60	11.40	13.50	14.70	13.70	12.50	13.44	
MAX	17.40	17.50	17.80	17.10	16.20	16.40	16.40	17.20	17.50	17.80	18.90	18.30	16.87	



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO														
TEMPERATURA MEDIA (°C)														
NOMBR	:PUNO													
CUENCA	:TITICACA			LATITUD	: 15° 49' 34.5"			REGION	: PUNO					
CODIGO	:472DD33A			LONGITU	: 70° 00' 43.5"			PROV	: PUNO					
TIPO	: CO			ALTITUD	: 3812 MSNM			DIST	: PUNO					
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.	
1964	9.47	10.20	9.90	9.50	7.80	6.00	5.20	7.80	7.40	8.10	8.40	9.20	8.25	
1965	9.20	9.40	8.90	8.80	8.00	5.60	6.40	6.80	8.40	9.90	10.20	10.20	8.48	
1966	10.90	10.60	10.00	8.80	7.20	6.30	5.80	7.90	9.20	10.30	10.10	10.60	8.98	
1967	10.90	9.90	9.40	8.60	7.80	6.70	6.10	7.00	8.30	9.20	10.10	8.60	8.55	
1968	9.30	9.60	8.60	7.90	6.80	6.10	5.40	6.80	8.20	9.90	9.50	10.00	8.18	
1969	9.30	10.20	10.10	9.80	7.90	6.50	5.80	6.30	8.40	10.10	11.20	10.60	8.85	
1970	10.10	9.60	8.80	8.80	7.50	7.10	6.20	7.40	8.50	9.90	10.60	9.80	8.69	
1971	10.00	8.60	9.60	8.50	6.40	6.40	5.30	6.80	8.10	8.30	9.10	9.60	8.06	
1972	8.60	8.80	9.20	8.80	6.90	5.50	6.70	7.20	8.40	9.80	11.20	10.40	8.46	
1973	10.70	10.70	10.30	9.40	8.00	6.20	5.70	7.40	8.30	10.40	10.70	10.20	9.00	
1974	9.40	9.30	9.40	8.60	7.00	6.40	6.60	5.90	7.80	9.20	10.00	9.80	8.28	
1975	9.00	9.60	9.50	9.00	7.40	6.70	4.80	7.00	8.40	8.20	9.50	9.30	8.20	
1976	8.90	9.30	9.40	8.10	6.60	5.70	6.10	6.50	7.60	8.90	9.20	10.20	8.04	
1977	10.60	9.90	9.50	8.80	6.70	5.10	6.60	7.00	8.10	9.20	10.40	10.20	8.51	
1978	9.80	10.50	9.40	9.00	7.30	6.60	5.20	7.30	7.80	9.20	9.60	10.10	8.48	
1979	9.50	10.50	10.00	8.60	7.00	7.20	5.90	6.60	9.00	9.60	10.80	10.30	8.75	
1980	10.70	10.30	9.70	9.00	7.20	6.60	6.60	7.40	8.30	9.70	10.40	9.80	8.81	
1981	10.40	9.50	9.40	8.10	6.80	5.00	5.60	6.20	7.00	9.10	10.60	10.70	8.20	
1982	9.70	10.30	9.90	8.10	6.20	5.30	5.30	6.50	7.50	9.20	10.30	10.40	8.23	
1983	11.70	11.00	11.40	10.40	8.40	7.10	7.40	7.30	8.50	8.60	9.90	10.30	9.33	
1984	9.20	9.10	9.60	8.70	7.60	6.70	5.40	6.40	7.20	9.60	9.70	10.00	8.27	
1985	9.60	9.20	9.70	9.00	7.80	6.20	5.30	7.00	8.00	8.70	8.60	9.10	8.18	
1986	9.60	9.20	9.20	8.80	6.10	5.50	4.40	6.30	7.40	8.40	9.60	9.90	7.87	
1987	10.00	9.80	9.40	9.00	8.00	6.10	5.80	7.20	8.80	9.50	10.80	11.30	8.81	
1988	10.60	10.50	10.00	9.20	7.80	5.60	5.90	7.30	9.00	9.40	10.30	10.10	8.81	
1989	9.20	8.70	8.80	8.60	7.30	6.40	5.30	7.10	8.70	10.00	9.60	10.70	8.37	
1990	10.00	9.70	9.50	9.00	8.00	5.80	5.80	6.60	7.80	9.60	9.80	10.40	8.50	
1991	10.20	10.50	9.90	9.00	7.10	5.40	5.60	6.70	7.80	9.50	9.50	10.20	8.45	
1992	9.80	9.80	9.80	9.50	8.20	6.50	5.80	6.10	8.40	9.20	9.70	10.50	8.61	
1993	9.60	9.50	9.50	9.60	8.00	5.90	7.20	7.50	9.00	10.00	10.80	11.60	9.02	
1994	10.90	10.30	9.70	9.50	7.70	6.10	6.40	7.40	9.10	10.00	10.90	10.90	9.08	
1995	11.10	10.70	10.00	9.90	8.00	6.50	7.00	8.50	9.60	10.90	11.10	9.90	9.43	
1996	10.30	10.00	10.20	9.70	8.10	6.50	6.80	8.60	9.40	11.00	9.70	10.40	9.23	
1997	9.70	9.00	8.90	7.60	7.10	6.00	6.90	6.90	8.90	9.90	10.60	12.20	8.64	
1998	12.30	12.50	11.60	10.90	8.60	7.80	7.20	8.90	9.90	11.20	11.60	12.30	10.40	
1999	11.00	10.30	10.30	9.90	8.20	6.70	7.90	8.70	9.70	10.40	11.10	12.00	9.68	
2000	10.70	10.40	10.30	9.80	9.00	7.30	6.50	8.30	9.90	9.60	10.70	10.20	9.39	
2001	9.70	10.40	9.90	9.60	8.00	7.50	6.30	7.10	9.50	10.20	11.60	10.80	9.22	
2002	11.10	10.80	10.80	9.90	8.60	7.50	6.10	7.80	9.30	10.10	11.00	11.20	9.52	
2003	11.40	11.40	10.60	9.60	8.10	6.30	6.70	7.40	8.20	10.00	11.20	11.80	9.39	
2004	10.60	10.90	11.20	10.10	7.80	6.40	6.60	7.40	9.00	10.70	11.40	12.00	9.51	
2005	11.40	10.70	11.00	10.30	8.40	6.40	7.50	7.60	9.50	10.40	10.90	11.80	9.66	
2006	10.40	11.10	11.10	9.80	7.30	7.00	6.30	8.20	9.20	10.80	11.50	11.70	9.53	
2007	11.70	11.40	10.40	10.20	9.00	7.90	7.00	8.60	9.30	10.50	10.40	11.20	9.80	
2008	10.80	10.70	10.30	9.30	7.60	7.40	6.80	7.90	9.00	10.50	11.70	10.90	9.41	
2009	10.90	11.10	10.50	9.40	6.50	6.50	7.50	7.60	10.00	11.10	12.10	12.00	9.60	
2010	11.90	11.90	12.00	11.10	8.90	8.80	7.90	9.10	10.30	11.30	11.70	11.70	10.55	
2011	11.60	10.70	10.50	9.80	8.30	7.40	7.30	6.63	7.78	8.97	9.59	9.51	9.01	
2012	10.65	10.05	10.10	10.00	8.10	7.40	7.35	7.90	9.30	11.25	11.80	10.70	9.55	
2013	10.33	10.78	6.89	6.95	6.64	6.32	6.20	6.65	6.93	7.49	7.67	10.64	7.79	
2014	10.44	10.81	10.97	10.28	9.01	8.89	8.02	8.23	9.36	10.20	11.52	11.64	9.95	
2015	10.40	11.05	10.65	9.95	9.05	8.25	7.55	8.40	10.15	10.80	12.10	11.85	10.02	
2016	12.30	11.75	12.25	10.55	9.50	8.25	7.85	8.65	9.95	10.90	11.30	12.10	10.45	
2017	10.95	11.65	10.60	10.05	9.50	8.00	7.60	8.90	9.80	10.75	12.15	12.05	10.17	
2018	10.90	10.75	10.55	10.00	8.60	7.60	7.85	8.25	9.65	11.05	12.82	12.00	10.00	
N'DATOS	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	
N'DATOS	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
TOTAL	569.44	564.94	549.11	511.18	426.4	364.91	352.3	406.91	478.02	540.71	578.35	587.59	494.16	
MEDIA	10.35	10.27	9.98	9.29	7.75	6.63	6.41	7.40	8.69	9.83	10.52	10.68	8.98	
DESV.STD	0.87	0.84	0.89	0.81	0.81	0.89	0.88	0.80	0.86	0.88	1.01	0.91	0.70	
MIN.	8.60	8.60	6.89	6.95	6.10	5.00	4.40	5.90	6.93	7.49	7.67	8.60	7.79	
MAX	12.30	12.50	12.25	11.10	9.50	8.89	8.02	9.10	10.30	11.30	12.82	12.30	10.55	



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO														
TEMPERATURA MINIMA (°C)														
NOMBRE	:PUNO													
CUENCA	:TITICACA			LATITUD	: 15° 49' 34.5"			REGION	: PUNO					
CODIGO	:472DD33A			LONGITU	: 70° 00' 43.5"			PROV	: PUNO					
TIPO	: CO			ALTITUD	: 3812 MSNM			DIST	: PUNO					
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.	
1964	4.86	5.3	4.8	4.2	1.6	-1.2	-2.7	2.4	1.3	1.6	2.3	3.9	2.36	
1965	4.4	4.7	4.3	3.7	1.5	-1.3	-0.8	0	2.4	3.4	4.5	5.2	2.67	
1966	5.7	5.8	5	2.8	1.2	-0.6	-1.8	0.9	2.4	4.8	4.6	5.4	3.02	
1967	5.3	5.7	5.1	3.2	1.9	-0.6	-0.6	0.7	2.8	3.6	3.7	3.7	2.88	
1968	4.6	5.2	4.3	2.2	1.2	-0.6	-1.4	0.1	1.7	4	4.6	4.4	2.53	
1969	4.6	5.6	5.2	3.9	1.1	-0.9	-1.6	-1.5	1.8	3.3	4.2	5.1	2.57	
1970	5.4	4.8	3.9	3.6	0.9	0	-1.1	-0.1	1.8	3.1	3.8	4.6	2.56	
1971	5.00	4.2	4.7	2.7	-0.6	-0.8	-2.3	-0.4	1	1.2	2.8	4.2	1.81	
1972	4.1	4	4.7	3.1	0	-2.3	-1	-0.3	2	3.3	5.2	5	2.32	
1973	6.3	6	5.7	4.5	1.8	-1.3	-1.5	0.5	2.6	4.5	4.9	4.8	3.23	
1974	5	5.2	4.6	3.7	0.4	-0.6	0	0.3	2.1	3.2	3.7	4.6	2.68	
1975	4.6	5.5	5.4	3.6	1.8	-0.6	-2.2	0.1	2.7	2.5	3.3	4.9	2.63	
1976	4.8	5.1	4.8	2.7	0.4	-1	-0.4	-0.2	1.9	2.2	2.8	0.9	2.00	
1977	5.5	5.5	5.2	2.9	0.5	-2.1	-0.2	-0.4	2.5	3.5	5.2	5.2	2.78	
1978	5.2	5.6	4.4	3.8	0.6	0.1	-1.8	0.6	1.2	3.1	4.3	5.5	2.72	
1979	5.3	5.7	5.8	3	0.3	0.4	-1	-0.4	2.1	4	5.2	5.4	2.98	
1980	5.6	5.4	5.4	3.1	0.1	-0.7	0.3	0.5	2.2	4.5	4.3	4	2.89	
1981	6.00	5.1	4.7	2.6	0.2	-2.7	-1.9	-0.1	0.7	3.4	5.3	5.9	2.43	
1982	5.4	5.4	5.4	2.7	-1.2	-1.9	-1.9	-0.6	1.6	3.7	5.1	4.8	2.38	
1983	6.1	5.8	5.6	4.8	1.1	-0.6	-0.7	0.4	1.7	2.2	2.7	4.8	2.83	
1984	4.7	4.7	5.3	3.1	1.3	0.2	-1.6	-0.6	0.1	4.6	4.7	4.9	2.62	
1985	5.2	5.2	5.3	4.4	2.2	0.4	-1.7	0.2	2.2	2.3	3.8	4.7	2.85	
1986	5	4.9	5	4.1	-0.4	-1.2	-2.4	0.1	1.6	2.1	3.7	5.3	2.32	
1987	5.8	4.4	4	3.1	1.2	-0.8	-1.2	0	1.9	3.1	5.6	5.4	2.71	
1988	6	5	5.5	4.2	1.6	-1.7	-1.3	0	2.5	3	4.4	5	2.85	
1989	5	5	4.9	3.5	1.1	0	-1.6	0.5	1.9	3.9	3.3	4.8	2.69	
1990	5.3	4	3.9	2.9	1.2	-0.3	-1.4	-0.3	0.8	4.2	4.6	5.9	2.57	
1991	5.4	5.5	5.2	3.5	0.1	-2	-2	-0.9	1.4	3.2	3.5	4.2	2.26	
1992	4.9	4.5	3.7	2.5	0.6	-0.4	-1.7	-0.9	1	2.5	3.1	4.7	2.04	
1993	5	4.2	5	4.1	1.3	-2	-1.1	-0.3	1.3	3.6	5	6	2.68	
1994	5.7	5.3	4.4	4.1	0.8	-1.6	-1.8	-0.6	2	2.7	4.6	5.1	2.56	
1995	5.5	5	5	3.1	0.3	-1.7	-1.4	0	2.3	3.3	4.5	3.9	2.48	
1996	4.6	5.2	4.6	3.8	0.8	-1.5	-1.3	-1.3	1.5	3.6	3.4	4.7	2.34	
1997	4.9	4.3	3.9	1.5	-0.1	-2.3	-1.6	-0.5	1.8	2.4	3.8	5.3	1.95	
1998	6.7	6.4	5.5	3.4	-0.4	-0.2	-1.8	0.2	1	3.1	4.2	7.2	2.94	
1999	5.4	5.7	5.4	4.3	1.2	-1.7	-0.2	1	2.1	4	3.9	5.5	3.05	
2000	5.9	5.5	5.1	3.5	1.6	-0.7	-1.9	0.6	1.7	3.2	3	4.1	2.63	
2001	5.2	5.8	5.1	4.1	1.3	0.6	-1	0	2.8	3.9	5.3	5	3.18	
2002	5.7	6.3	5.9	4.8	2.3	0.7	-0.6	0.6	2.7	4.2	4.8	5.7	3.59	
2003	6.4	6.4	5.9	3.5	1.5	-1.3	-1.1	-0.1	1.3	3.4	4.4	5.7	3.00	
2004	6.4	6.1	5.9	4.1	0	-1.1	-0.6	0.8	2.4	3.9	4.8	6.3	3.25	
2005	6.4	5.9	5.7	4.2	0.8	-2	-0.5	-0.7	2.2	3.8	4.6	6.3	3.06	
2006	5.7	6	6.2	4.3	-0.3	-0.5	-1.9	1	1.7	4	5.6	5.8	3.13	
2007	6.2	6.2	5.6	4.6	2.1	0.4	-0.4	0.7	3.2	3.7	3.6	5.1	3.42	
2008	6.1	5.3	5.1	2.4	-0.5	-0.8	-1.5	-0.5	0.8	3.9	5.1	5.3	2.56	
2009	5.5	6.2	5	3.6	-2.1	-2.1	-0.5	-1.1	2.2	3.8	6.3	6.1	2.74	
2010	6.8	6.8	6.8	4.7	1.6	1.4	-1.2	0.8	2.1	3.9	4	6	3.64	
2011	6.1	6.3	6	4.2	1.5	-0.3	0	0.14	1.85	3.07	3.9	4.31	3.09	
2012	5.5	5.5	5.2	4.9	1.1	-0.1	-0.5	0	2.8	5	6.1	6.5	3.50	
2013	6.57	7.6	5.75	5.17	2.13	1.21	0.67	1.32	3.63	5.2	6.25	6.72	4.35	
2014	6.38	6.6	6.29	5.44	3.16	2.52	1.83	2.64	4.46	5.4	6.4	6.94	4.84	
2015	5.6	6.4	6	5.3	2.7	0.7	0	1.2	3.3	4.3	5.9	5.9	3.94	
2016	6.7	7.1	6.7	4.9	2.1	0.6	0.7	1.1	2.9	4.5	4.4	6	3.98	
2017	6.1	6.4	6.4	4.8	3.4	0.5	0.1	0.8	3.7	4.1	5.8	6.3	4.03	
2018	5.8	6.2	6	4.3	1.7	1.2	1.3	1.5	2.5	5.5	6.6	6.2	4.06	
N'DATOS	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	
N'DATOS	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
TOTAL	303.91	303.5	286.24	205.21	53.69	-35.17	-55.8	9.9	112.14	195.47	245.41	285.125	159.14	
MEDIA	5.53	5.52	5.20	3.73	0.98	-0.64	-1.01	0.18	2.04	3.55	4.46	5.18	2.89	
DES.V.STD	0.64	0.77	0.71	0.85	1.03	1.08	0.92	0.80	0.80	0.89	1.00	0.99	0.60	
MIN.	4.10	4.00	3.70	1.50	-2.10	-2.70	-2.70	-1.50	0.10	1.20	2.30	0.90	1.81	
MAX	6.80	7.60	6.80	5.44	3.40	2.52	1.83	2.64	4.46	5.50	6.56	7.20	4.84	
MEDIANA	5.5	5.50	5.20	3.70	1.10	-0.60	-1.20	0.10	2.00	3.60	4.50	5.20	2.74	



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO														
TEMPERATURA MAXIMA (°C)														
NOMBRE	:PUNO													
CUENCA	:TITICACA			LATITUD	: 15° 49' 34.5"			REGION	: PUNO					
CODIGO	:472DD33A			LONGITU	: 70° 00' 43.5"			PROV	: PUNO					
TIPO	: CO			ALTITUD	: 3812 MSNM			DIST	: PUNO					
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.	
1964	14.17	15.1	15	14.7	14	13.2	13.2	13.8	13.4	14.6	14.5	14.6	14.19	
1965	13.9	14.1	13.6	14	14.6	12.4	13.5	13.6	14.3	16.4	15.8	15.1	14.28	
1966	16.2	15.4	15.1	14.9	13.2	13.2	13.3	15	15.9	15.9	15.6	15.8	14.96	
1967	16.5	14.2	13.7	14.2	13.8	14	12.8	13.3	13.8	14.8	16.6	13.6	14.28	
1968	14.1	13.9	12.9	13.6	12.5	12.8	12.3	13.6	14.6	15.9	14.5	15.7	13.87	
1969	14.1	14.8	15.1	15.8	14.8	13.9	13.3	14.1	15.1	17	17.5	16.2	15.14	
1970	14.8	14.3	13.7	14.1	14.1	14.2	13.4	15	15.2	16.7	17.5	15.1	14.84	
1971	15	12.9	14.4	14.2	13.4	13.7	12.9	14	15.3	15.4	15.4	15	14.30	
1972	13.1	13.5	13.7	14.6	13.9	13.2	14.3	14.7	14.8	16.4	17.3	15.8	14.61	
1973	15.1	15.3	14.9	14.4	14.2	13.6	12.9	14.3	13.9	16.3	16.5	15.7	14.76	
1974	13.7	13.4	14.2	13.5	13.8	13.4	13.2	11.5	13.6	15.2	16.2	15	13.89	
1975	13.5	13.6	13.6	14.5	13	12.7	11.8	13.8	14.1	13.8	15.7	13.8	13.66	
1976	13	13.5	13.9	13.5	12.9	12.4	12.6	13.2	13.2	15.5	15.6	15.4	13.73	
1977	15.8	14.2	13.8	14.8	13	12.3	13.3	14.5	13.8	14.9	15.5	15.1	14.25	
1978	14.5	15.3	14.3	14.1	13.9	13.2	12.3	14	14.3	15.4	14.8	14.8	14.24	
1979	13.7	15.3	14.3	14.1	13.7	14	12.8	13.6	15.9	15.2	16.4	15.2	14.52	
1980	15.9	15.3	14	15	14.3	13.8	12.9	14.3	14.4	14.9	16.6	15.5	14.74	
1981	14.8	13.9	14.1	13.7	13.4	12.8	13	12.6	13.2	14.7	15.8	15.5	13.96	
1982	14	15.2	14.5	13.5	13.5	12.4	12.5	13.5	13.4	14.6	15.5	16.1	14.06	
1983	17.3	16.2	17.3	16.1	15.6	14.8	15.5	14.2	15.3	15.1	17.1	15.8	15.86	
1984	13.7	13.5	13.9	14.4	14	13.2	12.3	13.3	14.3	14.6	14.6	15	13.90	
1985	14	13.2	14.1	13.6	13.4	12.1	12.3	13.8	13.9	15.1	13.3	13.4	13.52	
1986	14.2	13.4	13.4	13.4	12.6	12.3	11.1	12.5	13.1	14.7	15.5	14.6	13.40	
1987	14.2	15.1	14.7	14.8	14.8	13.1	12.7	14.3	15.7	15.8	16	17.3	14.88	
1988	15.1	15.9	14.5	14.3	14.1	12.9	13.1	14.6	15.6	15.7	16.2	15.3	14.78	
1989	14.2	13.8	13.7	13.6	13.4	12.9	12.1	13.6	15.5	16	15.8	16.7	14.28	
1990	14.7	15.3	15.2	15	14.8	11.9	13.1	13.5	14.8	15.1	15.1	15	14.46	
1991	14.9	15.4	14.7	14.5	14.1	12.8	13.1	14.3	14.3	15.8	15.6	16.1	14.63	
1992	14.7	15.1	15.9	16.5	15.8	13.3	13.3	13	15.9	15.8	16.2	16.3	15.15	
1993	14.3	14.8	14	15	14.7	13.8	15.5	15.2	16.7	16.5	16.6	17.2	15.36	
1994	16.1	15.4	15	14.8	14.6	13.8	14.7	15.4	16.2	17.2	17.2	16.6	15.58	
1995	16.6	16.5	14.9	16.7	15.8	14.7	15.5	17	16.8	18.5	17.7	15.9	16.38	
1996	16	14.9	15.8	15.5	15.4	14.4	14.9	15.8	17.3	18.4	15.9	16.2	15.88	
1997	14.6	13.7	13.9	13.6	14.2	14.2	15.4	14.3	15.9	17.4	17.4	19	15.30	
1998	17.9	18.5	17.8	18.4	17.4	15.8	16.1	17.6	18.7	19	19	19.2	17.95	
1999	16.7	15	15.3	15.5	15.3	15.1	15.9	16.4	17.2	16.9	18.4	18.4	16.34	
2000	15.5	15.2	15.5	16	16.4	15.4	14.8	16	18.1	16	18.5	16.3	16.14	
2001	14.3	14.9	14.7	15	14.7	14.4	13.6	14.3	16.3	16.6	17.9	16.7	15.28	
2002	16.5	15.3	15.7	15.1	14.9	14.4	12.8	14.9	15.8	16	17.2	16.7	15.44	
2003	16.3	16.3	15.4	15.7	14.6	13.9	14.4	15	15.2	16.7	18.1	17.9	15.79	
2004	14.9	15.7	16.5	16	15.6	13.9	13.9	14	15.7	17.5	18	17.7	15.78	
2005	16.4	15.5	16.4	16.4	15.9	14.8	15.6	15.9	16.8	17	17.2	17.3	16.27	
2006	15.1	16.3	16.1	15.1	15	14.4	14.5	15.5	16.7	17.5	17.4	17.6	15.93	
2007	17.3	16.7	15.2	15.8	15.9	15.4	14.4	16.4	15.4	17.3	17.2	17.2	16.18	
2008	15.5	16	15.5	16.3	15.6	15.7	15.1	16.2	17.2	17.2	18.3	16.5	16.26	
2009	16.4	16	15.9	15.3	15.1	15.1	15.5	16.3	17.7	18.5	18	17.8	16.47	
2010	16.9	17.1	17.2	17.4	16.2	16.3	16.9	17.4	18.6	18.6	19.5	17.5	17.47	
2011	17.1	15.1	15	15.5	15.2	15.2	14.6	13.2	13.68	14.89	15.22	14.53	14.94	
2012	15.8	14.6	15	15.1	15.1	14.9	15.2	15.8	15.8	17.5	17.5	14.9	15.60	
2013	14.08	13.97	13.79	13.9	13.29	12.64	12.39	13.3	13.86	14.98	15.33	14.76	13.86	
2014	14.5	15.02	15.64	15.12	14.85	15.25	14.21	13.81	14.26	15	16.63	16.33	15.05	
2015	15.2	15.7	15.3	14.6	15.4	15.8	15.1	15.6	17	17.3	18.3	17.8	16.09	
2016	17.9	16.4	17.8	16.2	16.9	15.9	15	16.2	17	17.3	18.2	18.2	16.92	
2017	15.8	16.9	14.8	15.3	15.6	15.5	15.1	17	15.9	17.4	18.5	17.8	16.30	
2018	16	15.3	15.1	15.7	15.5	14	14.4	15	16.8	16.6	19.09	17.84	15.94	
N'DATOS	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	
N'DATOS	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
TOTAL	836.55	826.89	819.43	822.42	801.74	765.19	760.4	803.01	847.2	891.07	916.97	888.359	831.60	
MEDIA	15.21	15.03	14.90	14.95	14.58	13.91	13.83	14.60	15.40	16.20	16.67	16.15	15.12	
DESV.STD	1.22	1.11	1.09	1.05	1.09	1.13	1.28	1.30	1.43	1.22	1.34	1.34	1.03	
MIN.	13.00	12.90	12.90	13.40	12.50	11.90	11.10	11.50	13.10	13.80	13.30	13.40	13.40	
MAX	17.90	18.50	17.80	18.40	17.40	16.30	16.90	17.60	18.70	19.00	19.50	19.20	17.95	
MEDIANA	15	15.10	14.90	14.90	14.60	13.90	13.40	14.30	15.40	16.00	16.60	16.10	14.96	



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO													
TEMPERATURA MAXIMA (°C)													
NOMBRE : MAZOCRUZ													
CUENCA : ILAVE													
CODIGO : 000878													
TIPO : CO													
LATITUD : 16° 44' 20.4"													
REGION : PUNO													
LONGITU : 69° 42' 55.7"													
PROV. : EL COLLAO													
ALTITUD : 4003 MSNM													
DIST. : SANTA ROSA													
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
1964	18.2	15.7	14.4	16	15	14.9	13.9	14.9	15.8	17.6	16.3	16.5	15.77
1965	14.6	15.2	15.5	16.3	16.5	15.2	14	16	15.8	19.3	18.4	16.4	16.10
1966	18.8	18	16.9	17.7	14.3	14	15.2	16.4	17.9	17.8	17.3	17.3	16.80
1967	18.1	15.6	15	15.9	15.2	14.6	13.7	14.6	15.1	17	19.2	15.2	15.77
1968	15	14.5	14.5	14.4	13.8	14.5	14	15.3	16.4	16.9	15	16.4	15.06
1969	14	16.4	17.7	17.4	16.7	14.5	14.6	15.4	17	18.8	19.1	17.6	16.60
1970	16.3	16	14.8	15.8	15.5	14.8	14.3	15.2	16.9	18.3	18.8	16.4	16.09
1971	15.4	13.1	15.4	16	14.7	13.5	13.7	15.9	17.7	17.7	18.1	15.1	15.53
1972	13.4	13.7	14.1	15.5	14.7	14.4	15.3	15.7	16	18	18.2	17.1	15.51
1973	16.2	15.1	15.9	16	15.7	14.4	13.8	15.3	15.5	17.9	18.7	17.6	16.01
1974	13.8	13.6	14.5	14.2	15	13.4	14.5	12.7	14.8	16.4	17.1	17.1	14.76
1975	14.5	13	14.5	15.6	15.4	13.5	13.1	15.3	16.2	17.2	19.2	17.5	15.42
1976	14.8	15.3	15	16	14.4	13.4	13.8	14.8	16.2	17.5	17.8	16.7	15.48
1977	17.7	14.3	14.5	15.5	14.3	14	14.8	15.5	16.2	16.5	16.8	16.7	15.57
1978	14	16.1	15.3	15.3	15	14.5	14.7	15	15.1	16.1	15.9	15	15.17
1979	14.3	16.8	14.7	16.4	14.6	15.1	13.6	15.4	16.6	16.8	18.7	16.3	15.78
1980	17.6	17.4	15.6	16.3	14.6	15.1	14.7	14.4	15.1	15.8	17.5	15.8	15.83
1981	16.5	15.3	15.5	15.5	15.3	14	14.7	14.2	13.8	17.2	18.8	17.1	15.66
1982	14.4	16.3	15.2	14.6	14.9	13.8	14.5	15.3	14.8	16.3	16.7	18.7	15.46
1983	19.6	18.4	19.9	18.2	16.7	14.6	15.3	17	15.9	18.4	19.3	16.4	17.48
1984	13	12.8	13.7	15.4	15.6	15.3	15.8	14.2	15.8	16.3	16	16.6	15.04
1985	16.2	13.6	15.9	14.7	15	12.7	13.6	16.5	15.5	17.5	14.7	14.2	15.01
1986	14.5	13.4	14.2	13.3	13.8	14.5	13.1	14.8	15.4	17.4	17.6	15	14.75
1987	15	13.5	17	18.1	16	14.1	13.6	16.5	17.6	17.6	17.9	17.9	16.23
1988	14.1	15.9	15	16.8	15.9	15.1	15.1	18.5	19	21	19.2	16.3	16.83
1989	13.2	12.6	13	13.9	14.7	14.9	14.8	16	16.8	16.3	16.6	18.6	15.12
1990	15.5	16.4	16.5	16.5	15.1	11.9	14.3	13.4	15.6	17	15.8	14.4	15.20
1991	12.6	13.3	17.2	16.4	15.6	12.8	13.6	12.9	12.4	16.2	16.7	15.8	14.63
1992	13	14.5	17.3	16.7	16.1	13.8	12.9	11.9	14.1	15.3	15.2	15.3	14.68
1993	11.9	14.4	11.9	14	14.1	13.7	13.5	12.6	15.6	15.2	15	15	13.91
1994	14.1	12.7	13.4	14.1	13.4	12.5	14.1	15.3	15.6	17.1	16.4	14.4	14.43
1995	14.6	16	14.1	16.1	15.1	15.4	15.7	17.2	16.2	15.2	15.9	15.8	15.61
1996	14.6	13.4	15	14	13.9	13.5	13.8	14.9	15.2	16.8	15.2	14.6	14.58
1997	12.8	11.8	12.8	12.7	14.3	14.3	15.2	12.9	15.4	16.9	16.9	18.2	14.52
1998	16	17	17.8	17.6	17.1	14.1	15.1	16.4	16	17.7	16.7	18.3	16.65
1999	16.4	13.7	14.6	16.1	16.7	16	15.2	16.8	17.4	17.1	20.1	20.1	16.68
2000	15.3	15.6	16.1	17.6	17.1	14.7	14.1	15.9	18.1	17.4	20.7	18.3	16.74
2001	14.5	14.5	15.5	17.5	16.8	14.8	13.8	14.7	17	18.2	19.4	17.4	16.18
2002	17.3	14.4	13.8	13.5	14.9	14.1	11	15.2	17.7	17.3	19	17.9	15.51
2003	17.2	16.8	16.1	16.7	16.3	16.2	15.9	15.8	16.6	19.2	20.3	19.6	17.23
2004	15.3	16.1	17.3	17	15.8	14.7	13.2	13.8	16.9	19	20.1	19.8	16.58
2005	16.7	14.6	17.1	16.7	16.1	14.6	15.1	15.9	15.1	17.5	18.1	16.7	16.18
2006	14.2	15.3	15.1	15.5	15.1	14.8	16.4	17.3	18.6	20.6	19.4	19.3	16.80
2007	17.4	17.4	16.2	17.7	16.6	17.4	16	18.4	17.1	19.9	19.3	18.4	17.65
2008	15.9	17.8	17.5	18.1	16.5	16.6	16.4	17.6	19	19.6	21.4	17.9	17.86
2009	18	17.1	17.1	17.1	17.1	16.5	15.3	17	18.9	20.5	19.4	19.3	17.78
2010	17.4	17.7	18.7	17.4	17.4	17.6	17	18.8	19.5	19.4	20.7	17.8	18.28
2011	17.9	14.8	15.8	17.4	16.9	16.4	15.5	14.78	15.52	16.96	17.01	15.92	16.24
2012	15.92	14.69	16.25	15.97	16.67	16.11	16.58	17.63	18.89	19.98	20.52	16.77	17.17
2013	16	16.61	17.82	15.18	16.97	14.95	16.09	16.71	18.72	19.12	20.43	17.62	17.19
2014	17.03	18.85	18.71	17.93	17.46	17.83	16.11	16.69	17.45	18.81	20.02	20.03	18.08
2015	16.20	16.70	16.30	15.89	16.80	17.70	16.40	17.20	18.60	18.80	20.60	20.40	17.63
2016	21.00	18.00	20.70	17.80	17.80	16.30	16.70	17.70	19.30	19.30	20.30	20.30	18.77
2017	16.20	18.00	16.00	17.40	17.10	17.10	17.70	18.50	18.10	20.10	21.50	19.30	18.08
2018	17.10	16.50	16.80	18.30	17.60	14.60	14.20	16.30		19.25	21.54		17.22
N'DATOS	55	55	55	55	55	55	55	55	54	55	55	54	55
N'DATOS	30	30	30	30	30	30	30	30	29	30	30	29	30
TOTAL	861.25	846.25	867.18	885.673	861.7	813.79	809.08	861.01	893.48	979.022	1002.52	926.14	
MEDIA	15.66	15.39	15.77	16.10	15.67	14.80	14.71	15.65	16.55	17.80	18.23	17.15	16.12
DES.V.STD	1.86	1.71	1.70	1.38	1.13	1.30	1.22	1.55	1.52	1.41	1.85	1.64	1.13
MIN.	11.90	11.80	11.90	12.70	13.40	11.90	11.00	11.90	12.40	15.20	14.70	14.20	13.91
MAX	21.00	18.85	20.70	18.30	17.80	17.83	17.70	18.80	19.50	21.00	21.54	20.40	18.77



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO													
TEMPERATURA MEDIA (°C)													
NOMBRE : MAZOCRUZ													
CUENCA : ILAVE													
LATITUD : 16° 44' 20.4"													
REGION : PUNO													
CODIGO : 000878													
LONGITL : 69° 42' 55.7"													
PROV : EL COLLAO													
TIPO : CO													
ALTITUD : 4003 MSNM													
DIST : SANTA ROSA													
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
1964	7.7	8.5	5.6	3.5	0.5	-1.1	-1.6	1.2	2.3	3.6	4.4	7.5	3.51
1965	7.3	7.9	6.5	5	2.3	-0.9	0.1	0.7	4.2	4.5	5.8	8.6	4.33
1966	8.7	9.2	7.4	5.1	2.6	-0.4	-1.4	1.4	3.2	8.1	8.3	8.2	5.03
1967	8	8.5	8.2	5.1	2.8	1.2	0	1.7	4.7	4.4	4.7	5.9	4.60
1968	8.6	8.3	7.4	4.2	3	1.7	-0.7	1.7	1.8	4.7	7.6	7.4	4.64
1969	7.9	8.3	8.4	5.8	2	0.4	-0.5	0.3	2.9	4.4	7.2	7.3	4.53
1970	8.5	7.8	6.8	6	2.1	1	-1.4	-0.1	2.5	4.2	4.9	8.5	4.23
1971	7.8	7.6	7.1	4.4	0.9	-1.2	-1.9	0.1	2.3	3	6.7	6.6	3.62
1972	7.4	7.4	7	4.7	0.9	-1.3	0.1	-0.1	3.8	4.5	7.3	8.1	4.15
1973	9	9	8.2	7.8	3.7	0	-0.5	1.7	4.5	5.9	6.7	6.8	5.23
1974	7.8	7.9	6.6	3.9	0.9	-0.5	0.5	1.2	3.3	3.6	4.2	6.7	3.84
1975	7.3	7.6	7.9	4.9	2.4	0.1	-2.1	-0.5	2.6	4	6.2	8.4	4.07
1976	8.1	8	8	4.2	1.8	-1.2	-1.6	0.3	3.2	3	3.6	7.2	3.72
1977	7.7	7.2	7.9	4.2	0.4	-1.2	0.2	0.3	3.6	4.3	6.3	7.4	4.03
1978	7.7	8.6	6.6	6	2.3	0.9	-0.3	1.7	1.4	3.7	6.4	7.8	4.40
1979	7.9	7.6	7.8	3.9	-1.5	1.1	-0.8	-1.2	1.5	4.4	5.4	6.1	3.52
1980	6.6	5.9	6.9	4.9	0.7	-1.7	0	0.3	3.5	5	6.4	7.8	3.86
1981	7	7	7.4	5.3	2.9	-0.6	0	1.8	2.8	4.8	7.4	9.4	4.60
1982	8.4	8	7.3	4.6	1.2	-0.9	0.4	1.3	3.1	5.9	7.6	6.4	4.44
1983	8.2	7.8	7.2	5.8	2.5	1.7	1.4	4.2	5.6	5.1	4.9	6	5.03
1984	7.2	8.2	7.6	5.7	3.3	2.9	1.3	1	1.4	7.3	7.7	7.8	5.12
1985	9.4	8.1	8.7	6.7	5.2	3.2	0.8	2.8	4.5	4	6.5	7.9	5.65
1986	8	7.8	8.3	5.8	3.9	2.4	-0.7	2.2	2.9	4	6.9	8	4.96
1987	9.3	4.8	7.2	6.7	4.1	1.3	2	1.9	3	5	7.4	5.9	4.88
1988	7.3	6.9	8.3	8.4	5.4	1.6	1.3	2.5	9	8.2	4.6	6.5	5.83
1989	6.2	5.7	6.1	5.8	3.7	3.9	2.8	2.7	3.5	3.1	6.8	6	4.69
1990	7.9	6.3	6.4	4.8	2.3	1.8	0.5	0.2	0.7	5.8	7.2	6.6	4.21
1991	5.7	4.7	6	4.6	2.1	1.2	-0.1	-1.3	1.1	5.9	4.4	5	3.28
1992	5.4	5.6	5.5	4.3	1.9	0.6	-0.7	-0.4	0.2	3.9	5	5.6	3.08
1993	5.6	4.9	4.9	4	1.7	-1.2	0.6	1.4	2.5	4.6	5.5	6.9	3.45
1994	7	5.7	5.1	4.8	-1.4	-1.8	0.8	0.9	2.3	3	5.6	6	3.17
1995	6.9	6.4	7.1	4.2	0.9	0.2	0.4	2.2	3.5	0.5	4.1	6.2	3.55
1996	6.5	6.6	5.5	4.3	1.8	-0.7	0.7	2	1.8	3.4	4.9	6.6	3.62
1997	6.7	6.2	5.5	2.9	1.5	-0.4	0.4	2	5.3	4.3	6.3	7.5	4.02
1998	8.8	8.2	8	5.5	2	1.3	1	2	1.9	5.3	5.5	7.6	4.76
1999	7.8	8.3	8.8	7.6	4.2	1.7	2.4	3.1	4	6.9	5.9	9	5.81
2000	9.2	9.5	8.7	6.9	4.3	1.4	0.2	2.7	4.2	6.4	6.6	9.2	5.78
2001	9.2	9.5	9.5	8.5	5.1	1.8	-0.3	1.7	4	5.3	7.1	6.9	5.69
2002	7.6	7.9	7	5.9	4.6	1.6	0.6	2.2	4.6	7.2	7.5	8.5	5.43
2003	9.6	9.1	8.9	6.3	4.1	0.7	1.4	1.6	2.5	5.3	6.6	8.3	5.37
2004	9.4	8.5	8.4	6.4	1.1	0	1.7	3.4	4.2	5.3	6.1	8.2	5.23
2005	8.7	8.3	8.3	6.1	1.2	-1.9	-0.1	-0.9	2.3	4.4	6.1	7.9	4.20
2006	8.2	7.7	8.2	6.1	2.1	0.3	0.6	3.1	4.5	9.1	9.8	9.1	5.73
2007	8.8	9.3	9.1	7.4	4.3	3.2	1.8	3.4	5.6	6.6	6.7	8.8	6.25
2008	9.3	9	8.2	4.9	1.3	1.1	0.6	1.8	3	6.6	7.6	8.8	5.18
2009	9.1	9.8	8.4	6.3	2.8	0	1.8	0.7	4.5	5.9	9.3	9.9	5.71
2010	9.9	10.5	8.9	7.1	4.5	3.4	0.7	2.7	4.5	5.6	5.4	8.7	5.99
2011	9	9	8.2	6.9	4.3	2.7	2.2	0.61	2.86	4.18	5.84	6.97	5.23
2012	9.03	8.74	8.6	7.73	3.79	1.72	1.67	2.34	4.3	6.69	8.13	9.44	6.02
2013	8.91	9.48	8.44	10.43	4.76	2.84	3.23	2.73	3.85	6.89	8.13	9.5	6.60
2014	9.71	9.22	8.27	6.8	3.42	2.06	1.32	3.78	6.62	7.37	7.57	9.78	6.33
2015	8.55	9.10	8.90	7.80	4.15	2.65	1.60	3.10	5.00	6.65	8.20	8.40	6.18
2016	9.75	10.60	9.10	7.55	3.40	1.65	2.75	2.50	4.55	6.70	6.20	9.55	6.19
2017	9.50	9.75	9.20	7.35	5.45	3.00	2.45	2.75	6.45	6.25	7.85	9.45	6.62
2018	9.80	8.20	9.10	6.80	4.00	3.75	3.35	3.55	0.00	7.84	8.49	0.00	5.41
N'DATOS	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
N'DATOS	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
TOTAL	446.55	435.69	418.61	318.66	145.67	47.07	30.97	86.96	187.93	286.574	355.5141	414.59	
MEDIA	8.12	7.92	7.61	5.79	2.65	0.86	0.56	1.58	3.42	5.21	6.46	7.54	4.81
DESV.STD	1.12	1.37	1.15	1.47	1.59	1.55	1.28	1.29	1.62	1.59	1.34	1.59	0.96
MIN.	5.40	4.70	4.90	2.90	-1.50	-1.90	-2.10	-1.30	0.00	0.50	3.60	0.00	3.08
MAX	9.90	10.60	9.50	10.43	5.45	3.90	3.35	4.20	9.00	9.10	9.80	9.90	6.62



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA - SENAMHI - PUNO													
TEMPERATURA MINIMA (°C)													
NOMBRE: MAZOCRUZ													
CUENCA: ILAVE													
CODIGO: 000878													
TIPO: CO													
LATITUD: 16° 44' 20.4"													
LONGITUD: 69° 42' 55.7"													
ALTITUD: 4003 MSNM													
REG.: PUNO													
PROV.: EL COLLAO													
DIST.: SANTA ROSA													
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
1964	-2.7	1.2	-3.3	-8.9	-13.9	-17	-17.1	-12.7	-11.2	-10.4	-7.3	-1.5	-8.73
1965	0	0.7	-2.6	-6.2	-11.9	-17	-13.8	-14.5	-7.5	-10.2	-6.7	0.7	-7.42
1966	-1.4	0.3	-2	-7.6	-9	-14.7	-18	-13.5	-11.4	-1.5	-0.7	-0.9	-6.70
1967	-2.1	1.3	1.4	-5.7	-9.6	-12.2	-13.6	-11.1	-5.5	-8.1	-9.8	-3.4	-6.53
1968	2.2	2.2	0.3	-6	-7.7	-11.2	-15.4	-14.5	-12.7	-7.5	0.2	-1.6	-5.98
1969	1.9	0.2	-0.9	5.8	-12.7	-13.6	-15.7	-16	-11.2	-10	-4.6	-3	-6.65
1970	0.8	-0.5	-1.3	-3.8	-11.4	-12.9	-17	-15.4	-11.9	-9.9	-9	0.7	-7.63
1971	0.1	2	-1.1	-7.2	-13	-15.9	-17.5	-15.8	-13.1	-11.8	-4.6	-1.3	-8.27
1972	1.5	1.1	0.2	-6	-12.9	-17.2	-15.1	-15.9	-8.8	-9.2	-3.7	-0.6	-7.22
1973	1.7	3	0.5	-0.4	-8.4	-14.4	-14.9	-12	-6.4	-5.2	-5.4	-4	-5.49
1974	1.7	2.1	-1.4	-6.4	-13.2	-14.3	-13.4	-10.3	-8.4	-9.2	-8.6	-3.6	-7.08
1975	0.1	2.3	1.3	-5.8	-10.4	-13.2	-17.3	-16.1	-11.1	-9.2	-6.7	-0.7	-7.23
1976	1.5	0.7	0.9	-7.6	-10.9	-15.9	-17	-14.2	-10	-11.6	-10.5	-2.2	-8.07
1977	-2.2	0.1	1.4	-7.1	-13.6	-16.5	-15.1	-14.9	-9	-7.9	-4.1	-1.9	-7.57
1978	1.4	1.1	-2	-3.3	-10.4	-12.7	-15.3	-11.5	-12.4	-8.9	-3.3	0.5	-6.40
1979	1.5	-1.8	1	-8.5	-17.6	-12.8	-15.3	-17.7	-13.6	-8	-7.8	-4.1	-8.73
1980	-4.4	-5.7	-4	-5.5	-14.5	-18.5	-14.8	-14.1	-10.9	-7.8	-5.8	-1.2	-8.93
1981	1	-3	7.5	-5.5	-9.4	-15.2	-14.6	-10.5	-8.2	-7.5	-3.9	1.6	-5.64
1982	2.4	-0.4	-0.6	-5.4	-12.6	-15.6	-13.6	-12.8	-8.5	-4.6	-1.5	-5.8	-6.58
1983	-3.2	-2.7	-5.5	-6.7	-11.7	-11.2	-12.5	-8.5	-4.7	-8.2	-9.5	-4.6	-7.42
1984	1.3	3.5	1.4	-4	-9	-9.4	-13.3	-12.1	-13.1	-1.8	-0.5	-1	-4.83
1985	2.6	2.7	1.5	-1.1	-4.8	-6.4	-12.1	-10	-6.6	-9.4	-1.6	1.6	-3.63
1986	1.4	2.4	2.4	-1.8	-6	-9.7	-14.5	-10.6	-9.5	-9.4	-3.7	1.1	-4.83
1987	3.6	-3.8	-2.7	-4.8	-7.8	-11.5	-9.6	-12.7	-11.6	-7.6	-3	-6.1	-6.47
1988	0.5	-2.1	1.6	0	-5.1	-11.9	-12.5	-13.6	-1.1	-4.6	-10	-3.3	-5.18
1989	-0.8	-1.2	-0.7	-2.3	-7.3	-7.2	-9.1	-10.6	-9.9	-10	-2.9	-6.1	-5.68
1990	0.3	-3.8	-3.6	-7.4	-10.6	-8.4	-13.3	-13	-14.3	-5.3	-1.3	-1.1	-6.82
1991	-1.3	-4	-4.9	-7.8	-11.4	-10.5	-13.8	-15.4	-10.3	-6.4	-7.9	-5.8	-8.29
1992	-2.3	-3.3	-6.2	-8.1	-12.3	-12.6	-14.3	-12.8	-13.8	-7.5	-5.1	-4	-8.53
1993	-0.7	-4.6	-2.1	-6	-10.7	-16	-14.8	-9.8	-10.5	-5.9	-4	-1.1	-7.18
1994	-0.2	-1.3	-3.2	-4.5	-16.2	-16.1	-12.6	-13.5	-11	-11	-5.1	-2.4	-8.09
1995	-0.9	-3.1	0.1	-7.7	-13.3	-15.1	-14.8	-12.9	-9.1	-14.2	-7.7	-3.4	-8.51
1996	-1.6	-0.2	-3.9	-5.3	-10.3	-14.9	-15.2	-11	-11.5	-10	-5.3	-1.3	-7.54
1997	0.6	0.6	-1.9	-6.8	-11.4	-15	-14.4	-9	-4.9	-8.4	-4.4	-3.2	-6.52
1998	1.7	0.6	-1.7	-6.5	-13	-11.4	-13.2	-12.3	-12.2	-7.2	-5.7	-3.2	-7.01
1999	-0.7	2.9	3	-0.9	-8.3	-12.7	-10.6	-0.3	-9.4	-3.2	-8.4	-2.2	-4.23
2000	3.1	3.4	1.3	-3.8	-8.4	-11.9	-13.7	-10.6	-9.7	-4.5	-7.5	0.2	-5.18
2001	3.4	4.4	3.4	-0.5	-6.7	-11.2	-14.4	-11.2	-8.9	-7.6	-5.2	-3.6	-4.84
2002	-2	1.5	0.3	-1.8	5.8	-10.9	-9.8	-10.9	-8.5	-2.8	-4.1	-0.9	-3.68
2003	1.9	1.5	1.7	-4.2	-8.2	-14.9	-13	-12.7	-11.6	-8.6	-7.1	-3.1	-6.53
2004	3.4	0.9	-0.4	-4.2	-13.7	-14.6	-9.8	-7	-8.6	-8.4	-8.1	-3.3	-6.15
2005	0.7	1.9	-0.6	-4.5	-13.8	-18.4	-15.3	-17.7	-10.5	-8.8	-6.2	-0.9	-7.84
2006	2.1	0	1.2	-3.6	-11.1	-14.1	-15.2	-10.4	-9.6	-2.6	0.2	-1.1	-5.35
2007	0.3	1.1	2.1	-2.8	-8	-11	-12.5	-11.7	-5.9	-6.8	-5.9	-0.9	-5.17
2008	2.7	0.3	-1	-8.4	-13.9	-14.4	-15.1	-14.1	-13	-6.4	-6.3	-0.4	-7.50
2009	0.2	2.5	-0.3	-4.5	-11.5	-16.5	-11.6	-15.6	-9.9	-8.8	-0.7	0.5	-6.35
2010	2.4	3.2	-1	-4.7	-7.9	-10.9	-15.6	-13.3	-10.5	-8.3	-9.9	-0.5	-6.42
2011	0.1	3.2	0.4	-3.7	-8.2	-11	-11.2	-13.83	-9.94	-8.67	-5.29	-1.94	-5.84
2012	2.13	2.78	0.95	-0.52	-9.1	-12.67	-13.25	-12.95	-10.3	-6.61	-4.27	2.1	-5.14
2013	1.82	2.35	-0.95	5.68	-7.46	-9.27	-9.63	-11.26	-11.03	-5.34	-4.17	1.37	-3.99
2014	2.39	-0.42	-2.17	-4.34	-10.63	-13.72	13.48	-9.14	-4.21	-4.07	-4.88	-0.48	-3.18
2015	0.9	1.5	1.6	-0.29	-8.5	-12.4	-13.2	-11	-8.6	-5.9	-4.2	-3.6	-5.31
2016	-1.5	3.2	-2.5	-2.7	-11	-13	-11.2	-12.7	-10.2	-5.9	-7.9	-1.2	-6.38
2017	2.8	1.5	2.6	-2.7	-6.2	-11.1	-12.8	-13	-5.2	-7.8	-5.8	-0.4	-4.84
2018	2.5	-0.1	1.4	-4.7	-9.6	-7.1	-7.5	-9.2		-3.6	-4.6		-4.24
N'DATOS	55	55	55	55	55	55	55	55	54	55	55	54	55
N'DATOS	30	30	30	30	30	30	30	30	29	30	30	29	30
TOTAL	34.64	24.31	-23.07	-239.07	-560.39	-719.86	-726.4	-679.88	-521.48	-410.05	-291.7617	-96.55	-351.51
MEDIA	0.63	0.45	-0.42	-4.35	-10.19	-13.09	-13.21	-12.36	-9.66	-7.46	-5.30	-1.79	-6.39
DESV.STD	1.83	2.36	2.42	3.05	3.48	2.78	4.27	2.82	2.67	2.60	2.69	2.02	1.43
MIN.	-4.40	-5.70	-6.20	-8.90	-17.60	-18.50	-18.00	-17.70	-14.30	-14.20	-10.50	-6.10	-8.93
MAX	3.60	4.40	7.50	5.80	5.80	-6.40	13.48	-0.30	-1.10	-1.50	0.20	2.10	-3.18



ANEXO B. Producción de quinua de la provincia El Collao.

Superficie sembrada de quinua por distritos según año: 1979-1996. (Has.)

AÑO	TOTAL	ILAVE	PILCUYO	SANTA ROSA	CAPAZO
1979	531	321	210	-	-
1980	1744	1036	708	-	-
1981	1694	1170	524	-	-
1982	1483	1168	315	-	-
1983	1588	1308	280	-	-
1984	1510	1245	265	-	-
1985	1560	1290	270	-	-
1986	1610	1340	270	-	-
1987	1340	1140	200	-	-
1988	1350	1140	210	-	-
1989	1450	1200	250	-	-
1990	1680	1390	290	-	-
1991	1680	1400	280	-	-
1992	1530	1190	340	-	-
1993	1480	1560	320	20	-
1994	2030	1560	420	50	-
1995	2150	1620	470	60	-
1996	1250	970	250	30	-

FUENTE: Dirección Regional Agraria-Puno.



Superficies cosechadas de quinua por distritos según año: 1979-1996
(Has.)

AÑO	TOTAL	ILAVE	PILCUYO	SANTA ROSA	CAPAZO
1979	1655	950	705	-	-
1980	1541	926	615	-	-
1981	1053	850	203	-	-
1982	1483	1168	315	-	-
1983	1191	981	210	-	-
1984	1348	1114	234	-	-
1985	30	20	10	-	-
1986	420	400	20	-	-
1987	150	130	20	-	-
1988	1250	1050	200	-	-
1989	1410	1170	240	-	-
1990	350	290	60	-	-
1991	1520	1260	260	-	-
1992	455	355	100	-	-
1993	1330	1020	290	20	-
1994	2030	1560	420	50	-
1995	1410	1140	240	30	-
1996	1250	970	250	30	-

FUENTE: Dirección Regional Agraria –Puno

Producción de quinua por distritos según año: 1979-1996.

(t.m.)

AÑO	TOTAL	ILAVE	PILCUYO	SANTA ROSA	CAPAZO
1979	748	445	303	-	-
1980	1080	660	420	-	-
1981	600	504	96	-	-
1982	1244	1027	217	-	-
1983	439	360	79	-	-
1984	1022	854	168	-	-
1985	19	13	6	-	-
1986	240	232	8	-	-
1987	61	53	8	-	-
1988	1107	930	177	-	-
1989	1551	1287	264	-	-
1990	87	72	15	-	-
1991	970	790	180	-	-
1992	205	160	45	-	-
1993	1082	831	236	16	-
1994	1691	1300	350	41	-
1995	916	747	151	18	-
1996	1225	956	242	27	-

FUENTE: Dirección Regional Agraria –Puno

ANEXO C. Serie histórica del cultivo de la quinua – campaña agrícola del distrito Ilave



GOBIERNO REGIONAL PUNO

DIRECCIÓN REGIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICA AGRARIA E INFORMÁTICA

PUNO: SERIE HISTORICA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

CULTIVO	CAMPAÑA AGRÍCOLA																						
	1996/1997	1997/1998	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	
QUINUA																							
Sup. Verde (Ha.)																							
Siembras (Ha.)	2,550.00	3,060.00	2,920.00	3,450.00	3,700.00	4,190.00	4,190.00	4,035.00	4,040.00	4,048.00	4,000.00	3,614.00	3,618.00	3,622.00	3,620.00	3,711.00	3,597.00	3,600.00	3,602.00	3,608.00	3,610.00	3,610.00	3,610.00
Sup. Perdida (Ha.)	40.00			8.00	218.00		62.00	5.00		33.00	86.00	3.00			25.00	850.00	185.00						
Cosechas (Ha.)	2,550.00	3,060.00	2,920.00	3,442.00	3,482.00	4,190.00	4,128.00	4,030.00	4,040.00	4,015.00	3,914.00	3,611.00	3,618.00	3,622.00	3,595.00	2,861.00	3,412.00	3,600.00	3,602.00	3,608.00	3,610.00	3,610.00	3,610.00
Rendimiento (Kg./Ha.)	810.98	914.28	899.32	910.81	730.61	1,151.55	962.69	892.69	1,202.48	1,103.36	1,020.44	990.58	1,153.40	1,184.98	1,050.35	1,022.72	995.31	1,122.55	1,100.78	1,080.93	1,150.42	1,150.42	1,150.42
Produccion (T.)	2,068.00	2,797.70	2,626.00	3,135.00	2,944.00	4,825.00	3,974.00	3,595.00	4,858.00	4,430.00	3,994.00	3,577.00	4,173.00	4,292.00	3,776.00	2,926.00	3,396.00	4,041.19	3,965.00	3,900.00	4,153.00	4,153.00	4,153.00
Precio Chacra(S/Kg)	0.89	0.99	1.02	1.04	1.06	1.04	1.04	1.04	1.06	1.12	1.15	1.44	2.92	3.21	3.53	4.00	4.31	8.80	7.62	4.50	4.00	4.00	4.00

FUENTE: Dirección de Estadística Agraria e informática.

ANEXO D. Tabla 1, Cálculo de sumatoria de temperaturas y años.

Camp. Agri.	x	y	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x*y	x2*y	x3*y	x4*y	x5*y	x6*y	y2
1987-1988	0	8.83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	8.294762	8.2947624	8.294762383	8.29476238	8.294762383	8.29476238	77.977234
1988-1989	1	8.29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16.093692	32.079384	64.1587684	128.317537	256.6350736	513.270147	68.803083
1989-1990	2	8.02	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	37.456325	187.28163	936.4081325	4682.04066	23410.20331	117051.017	64.317931
1992-1993	5	7.49	25	125	625	3125	15625	78125	390625	1953125	9765625	48828125	244140625	64.246854	513.97483	4111.798661	32894.3893	263155.1143	2105240.91	56.119052
1995-1996	8	8.03	64	512	4096	32768	262144	2097152	16777216	134217728	1074409	8.59E+09	68719476736	96.106610	1057.1727	11628.89978	127917.898	1407096.874	15478065.6	64.494660
1998-1999	11	8.74	121	1331	14641	161051	1771561	19487171	214358881	2357947691	2594E+10	2.853E+11	3.13943E+12	136.346536	2054.198	30812.97063	462194.559	6922918.392	103999776	76.334549
2002-2003	15	9.13	225	3375	50625	759375	11390625	170859375	2562890625	38443359375	5.767E+11	8.65E+12	1.29746E+14	150.397088	2556.7505	43464.75853	738900.895	12561315.22	213542359	83.352683
2004-2005	17	8.85	289	4913	83521	1419857	24137569	410338673	6975757441	1.18588E+11	2.016E+12	3.427E+13	5.82622E+14	168.980924	3379.6185	67592.36948	1351847.39	27036947.79	540738956	78.267419
2007-2008	20	8.45	400	8000	160000	3200000	64000000	1280000000	25600000000	5.12E+11	1.024E+13	2.048E+14	4.096E+15	195.303012	4687.2723	112494.5349	2699868.84	64796852.13	1555124451	71.386381
2011-2012	24	8.14	576	13824	331776	7962624	191102976	4586471424	1.10075E+11	2.64181E+12	6.34E+13	1.522E+15	3.65203E+16	249.174262	6727.7051	181648.037	4904497	132421419	3575378313	66.220949
2014-2015	27	9.23	729	19683	531441	14548907	387420489	1046053203	2.8243E+11	7.6256E+12	2.059E+14	5.559E+15	1.50095E+17	271.172808	7864.0114	228056.3314	6613633.61	191795374.7	5562065868	85.168468
2016-2017	29	9.35	841	24389	707281	20511149	594823321	17249876309	5.00246E+11	1.45071E+13	4.207E+14	1.22E+16	3.53815E+17	276.301983	8289.0595	248671.7947	7460153.54	223804606.3	6714138188	87.437208
2017-2018	30	9.21	900	27000	810000	24300000	729000000	21870000000	6.561E+11	1.9883E+13	5.905E+14	1.771E+16	5.31441E+17	1670.420857	37357.419	929490.3469	24396726.8	661048380.6	1.8283E+10	84.825318
Sumatoria	189	111.757	4175	103161	2694023	72698889	203924375	56049561561	1.58422E+12	4.51291E+13	1.293E+15	3.774E+16	1.07668E+18							964.704935

$N = 13, K = 6,$

Dónde: N = Numero de pares, K = Grado del polinomio.

ANEXO E. 1. Reemplazando las sumatorias en la matriz.

$$A = \begin{bmatrix} 13 & 189 & 4175 & 103161 & 2694023 & 72698889 & 2003924375 \\ 189 & 4175 & 103161 & 2694023 & 72698889 & 2003924375 & 56049561561 \\ 4175 & 103161 & 2694023 & 72698889 & 2003924375 & 56049561561 & 1.58422E+12 \\ 103161 & 2694023 & 72698889 & 2003924375 & 56049561561 & 1.58422E+12 & 4.51291E+13 \\ 2694023 & 72698889 & 2003924375 & 56049561561 & 1.58422E+12 & 4.51291E+13 & 1.29335E+15 \\ 72698889 & 2003924375 & 56049561561 & 1.58422E+12 & 4.51291E+13 & 1.29335E+15 & 3.7244E+16 \\ 2003924375 & 56049561561 & 1.58422E+12 & 4.51291E+13 & 1.29335E+15 & 3.7244E+16 & 1.07668E+18 \end{bmatrix}$$

Matriz B

$$B = \begin{bmatrix} 111.76 \\ 1670.42 \\ 37357.42 \\ 929490.35 \\ 24396726.78 \\ 661043360.64 \\ 18282682788.56 \end{bmatrix}$$

Resolviendo con la matriz, obteniendo de incógnita: a, b, c, d, e, f, g.

$$\begin{bmatrix} 111.76 & 189 & 4175 & 103161 & 2694023 & 72698889 & 2003924375 & 2003924375 \\ 1670.42 & 4175 & 103161 & 2694023 & 72698889 & 2003924375 & 56049561561 & 56049561561 \\ 37357.42 & 103161 & 2694023 & 72698889 & 2003924375 & 56049561561 & 1.58422E+12 & 1.58422E+12 \\ 929490.35 & 2694023 & 72698889 & 2003924375 & 56049561561 & 1.58422E+12 & 4.51291E+13 & 4.51291E+13 \\ 24396726.78 & 72698889 & 2003924375 & 56049561561 & 1.58422E+12 & 4.51291E+13 & 1.29335E+15 & 1.29335E+15 \\ 661043360.64 & 2003924375 & 56049561561 & 1.58422E+12 & 4.51291E+13 & 1.29335E+15 & 3.7244E+16 & 3.7244E+16 \\ 18282682788.56 & 56049561561 & 1.58422E+12 & 4.51291E+13 & 1.29335E+15 & 3.7244E+16 & 1.07668E+18 & 1.07668E+18 \end{bmatrix}$$

13	111.76	4175	103161	2694023	72698889	2003924375
189	1670.42	103161	2694023	72698889	2003924375	56049561561
4175	37357.42	2694023	72698889	2003924375	56049561561	1.58422E+12
103161	929490.35	72698889	2003924375	56049561561	1.58422E+12	4.51291E+13
2694023	24396726.78	2003924375	56049561561	1.58422E+12	4.51291E+13	1.29335E+15
72698889	661043360.64	56049561561	1.58422E+12	4.51291E+13	1.29335E+15	3.7244E+16
2003924375	18282682788.56	1.58422E+12	4.51291E+13	1.29335E+15	3.7244E+16	1.07668E+18

13	189	111.76	103161	2694023	72698889	2003924375
189	4175	1670.42	2694023	72698889	2003924375	56049561561
4175	103161	37357.42	72698889	2003924375	56049561561	1.58422E+12
103161	2694023	929490.35	2003924375	56049561561	1.58422E+12	4.51291E+13
2694023	72698889	24396726.78	56049561561	1.58422E+12	4.51291E+13	1.29335E+15
72698889	2003924375	661043360.64	1.58422E+12	4.51291E+13	1.29335E+15	3.7244E+16
2003924375	56049561561	18282682788.56	4.51291E+13	1.29335E+15	3.7244E+16	1.07668E+18



13	189	4175	111.76	2694023	72698889	2003924375
189	4175	103161	1670.42	72698889	2003924375	56049561561
4175	103161	2694023	37357.42	2003924375	56049561561	1.58422E+12
103161	2694023	72698889	929490.35	56049561561	1.58422E+12	4.51291E+13
2694023	72698889	2003924375	24396726.78	1.58422E+12	4.51291E+13	1.29335E+15
72698889	2003924375	56049561561	661043360.64	4.51291E+13	1.29335E+15	3.7244E+16
2003924375	56049561561	1.58422E+12	18282682788.56	1.29335E+15	3.7244E+16	1.07668E+18

13	189	4175	111.76	72698889	2003924375
189	4175	103161	1670.42	2003924375	56049561561
4175	103161	2694023	37357.42	56049561561	1.58422E+12
103161	2694023	72698889	929490.35	1.58422E+12	4.51291E+13
2694023	72698889	2003924375	24396726.78	4.51291E+13	1.29335E+15
72698889	2003924375	56049561561	661043360.64	1.29335E+15	3.7244E+16
2003924375	56049561561	1.58422E+12	18282682788.56	3.7244E+16	1.07668E+18

13	189	4175	103161	2694023	111.76	2003924375
189	4175	103161	2694023	72698889	1670.42	56049561561
4175	103161	2694023	72698889	2003924375	37357.42	1.58422E+12
103161	2694023	72698889	2003924375	56049561561	929490.35	4.51291E+13
2694023	72698889	2003924375	56049561561	1.58422E+12	24396726.78	1.29335E+15
72698889	2003924375	56049561561	1.58422E+12	4.51291E+13	661043360.64	3.7244E+16
2003924375	56049561561	1.58422E+12	4.51291E+13	1.29335E+15	18282682788.56	1.07668E+18
13	189	4175	103161	2694023	72698889	111.76
189	4175	103161	2694023	72698889	2003924375	1670.42
4175	103161	2694023	72698889	2003924375	56049561561	37357.42
103161	2694023	72698889	2003924375	56049561561	1.58422E+12	929490.35
2694023	72698889	2003924375	56049561561	1.58422E+12	4.51291E+13	24396726.78
72698889	2003924375	56049561561	1.58422E+12	4.51291E+13	1.29335E+15	661043360.64
2003924375	56049561561	1.58422E+12	4.51291E+13	1.29335E+15	18282682788.56	1.07668E+18

ANEXO F. Tabla 2, Cálculos de sumatorias de la temperatura y rendimiento de quinua.

Años	x	y	x ²	x ³	x ⁴	x ⁵	x ⁶	x ⁷	x ⁸	x ⁹	x ¹⁰	x ¹¹	x ¹²	x ^{*y}	x ^{2*y}	x ^{3*y}	x ^{4*y}	x ^{5*y}	x ^{6*y}	y ²
1992-1993	7.49	814.71	56.12	420.4027	3149.348	23592.601	176738.426	1323994.395	9918392.952	74301310.57	556610811.8	1.73866E+19	9.75717E+20	6103.1777	45720.5219	342504.549	2565792.358	19221080.64	143989885.3	663745.675
1993-1994	8.05	833.33	64.77	521.2698	4195.176	33762.739	271722.252	2186818.503	17599497.75	141640616.5	113992544	8.41639E+19	5.45131E+21	6706.66	53975.1456	434391.538	3495979.611	28135615.88	226435210.2	694444.444
1994-1995	8.20	655.26	67.19	550.8112	4515.131	37011.61	303399.011	2486985.007	20386410.38	167112277.3	1369899770	1.26092E+20	8.47771E+21	5371.3487	44030.2287	36026.306	2958599.174	24252344.4	198002262.3	429569.806
2008-2009	8.62	1153.40	74.33	640.8278	5524.866	47632.37	410660.216	3540487.54	30524145.07	263162466.1	2268842695	3.82622E+20	2.84401E+22	9943.9804	85731.5547	739130.524	6372378.69	54939160.04	473555357.4	1330330.79
2010-2011	8.80	1050.35	77.50	682.2226	6005.762	52870.101	465427.639	4097266.357	36069176.41	317525240.9	2795247595	6.05515E+20	4.69255E+22	9246.452	81398.6397	716570.914	6308138.266	55531989.41	488860852	1103230.3
2012-2013	8.81	995.31	77.67	684.5259	6032.813	53167.943	468575.769	4129617.22	36394836.22	320752271.4	2828830130	6.20688E+20	4.8208E+22	8771.7982	77306.961	681315.976	6004523.429	52918620.57	466378462.2	990643.326
2014-2015	9.23	1100.78	85.17	785.9922	7253.688	66941.753	617783.777	57013265.545	52615697.57	485573245	4481198333	1.71028E+21	1.45662E+23	10138.718	93751.5197	865202.435	7984673.266	73687965.51	680042386.2	1211710.77
2015-2016	9.63	1080.99	92.82	894.2193	8615.068	82999.106	799628.195	7703760.669	74219404.48	715042982	6888851638	4.40477E+21	4.08899E+23	10413.885	100329.222	966589.621	931296.833	89716328.82	864343115.4	1168412.4
Sumatoria	68.84	7684.07	595.57	5180.27	45291.83	397978.22	3513929.29	31170256.23	27777560.83	2485110409.82	22327363017	7.95149E+21	6.92974E+23	66716.02	582243.79	5106631.86	45002381.63	398409055.71	3542507481.04	7591887.51

$N = 8, K = 6,$

Dónde: N = Numero de pares, K = Grado del polinomio.

ANEXO G. 2. Reemplazando las sumatorias en la matriz.

$$A = \begin{bmatrix} 8 & 68.83715863 & 595.567295 & 5180.271593 & 45291.83244 & 397978.2233 & 3513929.29 \\ 68.84 & 595.567295 & 5180.271593 & 45291.83244 & 397978.2233 & 3513929.285 & 31170256.23 \\ 595.57 & 5180.271593 & 45291.83244 & 397978.2233 & 3513929.285 & 31170256.23 & 277727560.83 \\ 5180.271593 & 45291.83244 & 397978.2233 & 3513929.285 & 31170256.23 & 277727560.8 & 2485110409.82 \\ 45291.83244 & 397978.2233 & 3513929.285 & 31170256.23 & 277727560.8 & 2485110410 & 2327363016.78 \\ 397978.2233 & 3513929.285 & 31170256.23 & 277727560.83 & 2485110409.82 & 22327363017 & 7.95149E+21 \\ 3513929.29 & 31170256.23 & 277727560.83 & 2485110409.82 & 22327363016.78 & 7.95149E+21 & 6.92974E+23 \end{bmatrix}$$

Matriz B:

$$\begin{bmatrix} 7684.07 \\ 66716.02 \\ 582243.79 \\ 5106631.86 \\ 45002381.63 \\ 398403055.21 \\ 3542507481.04 \end{bmatrix}$$

B =

Operación en matriz Cramer: Determinante

$$\begin{bmatrix} 8 & 68.83715863 & 595.567295 & 5180.271593 & 45291.83244 & 397978.2233 & 3513929.285 \\ 68.84 & 595.567295 & 5180.271593 & 45291.83244 & 397978.2233 & 3513929.285 & 31170256.23 \\ 595.57 & 5180.271593 & 45291.83244 & 397978.2233 & 3513929.285 & 31170256.23 & 27727560.8 \\ 5180.271593 & 45291.83244 & 397978.2233 & 3513929.285 & 31170256.23 & 27727560.8 & 2485110410 \\ 45291.83244 & 397978.2233 & 3513929.285 & 31170256.23 & 27727560.8 & 2485110410 & 22327363017 \\ 397978.2233 & 3513929.285 & 31170256.23 & 27727560.83 & 2485110410 & 22327363017 & 7.95149E+21 \\ 3513929.29 & 31170256.23 & 27727560.8 & 2485110409.82 & 22327363017 & 7.95149E+21 & 6.92974E+23 \end{bmatrix}$$

Resolviendo con la matriz Cramer, para obtener de incógnita: a, b, c, d, e, f, g.

7684.07	68.83715863	595.567295	5180.271593	45291.83244	397978.2233	3513929.285
66716.02	595.567295	5180.271593	45291.83244	397978.2233	3513929.285	31170256.23
582243.79	5180.271593	45291.83244	397978.2233	3513929.285	31170256.23	277727560.8
5106631.86	45291.83244	397978.2233	3513929.285	31170256.23	277727560.8	2485110410
45002381.63	397978.2233	3513929.285	31170256.23	277727560.8	2485110410	22327363017
398403055.21	3513929.285	31170256.23	277727560.83	2485110410	22327363017	7.95149E+21
3542507481.04	31170256.23	277727560.8	2485110409.82	22327363017	7.95149E+21	6.92974E+23

8	7684.07	595.567295	5180.271593	45291.83244	397978.2233	3513929.285
68.83715863	66716.02	5180.271593	45291.83244	397978.2233	3513929.285	31170256.23
595.567295	582243.79	45291.83244	397978.2233	3513929.285	31170256.23	277727560.8
5180.271593	5106631.86	397978.2233	3513929.285	31170256.23	277727560.8	2485110410
45291.83244	45002381.63	3513929.285	31170256.23	277727560.8	2485110410	22327363017
397978.2233	398403055.21	31170256.23	277727560.83	2485110410	22327363017	7.95149E+21
3513929.285	3542507481.04	277727560.8	2485110409.82	22327363017	7.95149E+21	6.92974E+23



8	68.83715863	7684.07	5180.271593	45291.83244	397978.2233	3513929.285
68.83715863	595.567295	66716.02	45291.83244	397978.2233	3513929.285	31170256.23
595.567295	5180.271593	582243.79	397978.2233	3513929.285	31170256.23	277727560.8
5180.271593	45291.83244	5106631.86	3513929.285	31170256.23	277727560.8	2485110410
45291.83244	397978.2233	45002381.63	31170256.23	277727560.8	2485110410	22327363017
397978.2233	3513929.285	398403055.21	277727560.8	2485110410	22327363017	7.95149E+21
3513929.285	31170256.23	3542507481.04	2485110410	22327363017	7.95149E+21	6.92974E+23
8	68.83715863	595.567295	7684.07	45291.83244	397978.2233	3513929.285
68.83715863	595.567295	5180.271593	66716.02	397978.2233	3513929.285	31170256.23
595.567295	5180.271593	45291.83244	582243.79	3513929.285	31170256.23	277727560.8
5180.271593	45291.83244	397978.2233	5106631.86	31170256.23	277727560.8	2485110410
45291.83244	397978.2233	3513929.285	45002381.63	277727560.8	2485110410	22327363017
397978.2233	3513929.285	31170256.23	398403055.21	2485110410	22327363017	7.95149E+21
3513929.285	31170256.23	277727560.8	3542507481.04	22327363017	7.95149E+21	6.92974E+23



8	68.83715863	595.567295	5180.271593	7684.07	397978.2233	3513929.285
68.83715863	595.567295	5180.271593	45291.83244	66716.02	3513929.285	31170256.23
595.567295	5180.271593	45291.83244	397978.2233	582243.79	31170256.23	277727560.8
5180.271593	45291.83244	397978.2233	3513929.285	5106631.86	277727560.8	2485110410
45291.83244	397978.2233	3513929.285	31170256.23	45002381.63	2485110410	22327363017
397978.2233	3513929.285	31170256.23	277727560.8	398403055.21	22327363017	7.95149E+21
3513929.285	31170256.23	277727560.8	2485110410	3542507481.04	7.95149E+21	6.92974E+23

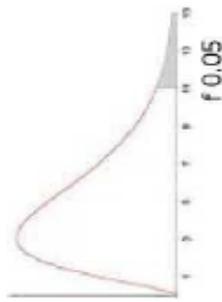
8	68.83715863	595.567295	5180.271593	7684.07	397978.2233	3513929.285
68.83715863	595.567295	5180.271593	45291.83244	66716.02	3513929.285	31170256.23
595.567295	5180.271593	45291.83244	397978.2233	582243.79	3513929.285	277727560.8
5180.271593	45291.83244	397978.2233	3513929.285	5106631.86	277727560.8	2485110410
45291.83244	397978.2233	3513929.285	31170256.23	45002381.63	277727560.8	22327363017
397978.2233	3513929.285	31170256.23	277727560.8	398403055.21	2485110410	7.95149E+21
3513929.285	31170256.23	277727560.8	2485110410	3542507481.04	3542507481.04	6.92974E+23



7684.07	68.83715863	595.567295	5180.271593	45291.83244	397978.2233	7684.07
66716.02	595.567295	5180.271593	45291.83244	397978.2233	3513929.285	66716.02
582243.79	5180.271593	45291.83244	397978.2233	3513929.285	31170256.23	582243.79
5106631.86	45291.83244	397978.2233	3513929.285	31170256.23	277727560.8	5106631.86
45002381.63	397978.2233	3513929.285	31170256.23	277727560.8	2485110410	45002381.63
398403055.21	3513929.285	31170256.23	277727560.83	2485110410	22327363017	398403055.21
3542507481.04	31170256.23	277727560.8	2485110409.82	22327363017	7.95149E+21	3542507481.04

ANEXO H. Tabla: Valores críticos de la distribución F (0.05), Fisher.

Área a la derecha del valor crítico = 0.05.



i.d.i	Grados de libertad del Numerador															g.d.i
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.0	243.9	244.7	245.4	245.9	1
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.330	19.353	19.371	19.385	19.396	19.405	19.413	19.419	19.424	19.429	2
3	10.128	9.552	9.277	9.117	9.013	8.941	8.887	8.845	8.812	8.786	8.763	8.745	8.729	8.715	8.703	3
4	7.709	6.944	6.591	6.388	6.256	6.163	6.094	6.041	5.999	5.964	5.936	5.912	5.891	5.873	5.858	4
5	6.608	5.786	5.409	5.192	5.050	4.950	4.876	4.818	4.772	4.735	4.704	4.678	4.655	4.636	4.619	5
6	5.987	5.143	4.757	4.534	4.387	4.284	4.207	4.147	4.099	4.060	4.027	4.000	3.976	3.956	3.938	6
7	5.591	4.737	4.347	4.120	3.972	3.866	3.787	3.726	3.677	3.637	3.603	3.575	3.550	3.529	3.511	7
8	5.318	4.459	4.066	3.838	3.687	3.581	3.500	3.438	3.388	3.347	3.313	3.284	3.259	3.237	3.218	8
9	5.117	4.256	3.863	3.633	3.482	3.374	3.293	3.230	3.179	3.138	3.102	3.073	3.048	3.025	3.005	9
10	4.965	4.103	3.708	3.478	3.326	3.217	3.135	3.072	3.020	2.978	2.943	2.913	2.887	2.865	2.845	10
11	4.844	3.982	3.587	3.357	3.204	3.095	3.012	2.948	2.896	2.854	2.818	2.788	2.761	2.739	2.719	11
12	4.747	3.885	3.490	3.259	3.106	2.996	2.913	2.849	2.796	2.753	2.717	2.687	2.660	2.637	2.617	12
13	4.667	3.806	3.411	3.179	3.025	2.915	2.832	2.767	2.714	2.671	2.635	2.604	2.577	2.554	2.533	13
14	4.600	3.739	3.344	3.112	2.958	2.848	2.764	2.699	2.646	2.602	2.565	2.534	2.507	2.484	2.463	14
15	4.543	3.682	3.287	3.056	2.901	2.790	2.707	2.641	2.588	2.544	2.507	2.475	2.448	2.425	2.403	15
16	4.494	3.634	3.239	3.007	2.852	2.741	2.657	2.591	2.538	2.494	2.456	2.425	2.397	2.373	2.352	16
17	4.451	3.592	3.197	2.965	2.810	2.699	2.614	2.548	2.494	2.450	2.413	2.382	2.353	2.329	2.308	17
18	4.414	3.555	3.160	2.928	2.773	2.661	2.576	2.510	2.456	2.412	2.374	2.342	2.314	2.290	2.269	18
19	4.381	3.522	3.127	2.895	2.740	2.628	2.542	2.476	2.422	2.378	2.340	2.308	2.280	2.256	2.234	19
20	4.351	3.493	3.098	2.866	2.711	2.599	2.514	2.447	2.393	2.348	2.310	2.278	2.250	2.225	2.203	20
21	4.325	3.467	3.072	2.840	2.685	2.573	2.488	2.420	2.366	2.321	2.283	2.250	2.222	2.197	2.176	21
22	4.301	3.443	3.049	2.817	2.661	2.549	2.464	2.397	2.342	2.297	2.259	2.226	2.198	2.173	2.151	22
23	4.279	3.422	3.028	2.796	2.640	2.528	2.442	2.375	2.320	2.275	2.236	2.204	2.175	2.150	2.128	23
24	4.260	3.403	3.009	2.776	2.620	2.508	2.422	2.355	2.300	2.255	2.216	2.183	2.155	2.130	2.108	24
25	4.242	3.385	2.991	2.759	2.603	2.490	2.405	2.337	2.282	2.236	2.198	2.165	2.136	2.111	2.089	25
26	4.225	3.369	2.975	2.743	2.587	2.474	2.388	2.321	2.265	2.220	2.181	2.148	2.119	2.094	2.072	26
27	4.210	3.354	2.960	2.728	2.572	2.459	2.373	2.305	2.250	2.204	2.166	2.132	2.103	2.078	2.056	27
28	4.196	3.340	2.947	2.714	2.558	2.445	2.359	2.291	2.236	2.190	2.151	2.118	2.089	2.064	2.041	28
29	4.183	3.328	2.934	2.701	2.545	2.432	2.346	2.278	2.223	2.177	2.138	2.104	2.075	2.050	2.027	29
30	4.171	3.316	2.922	2.690	2.534	2.421	2.334	2.266	2.211	2.165	2.126	2.092	2.063	2.037	2.015	30
31	4.160	3.305	2.911	2.679	2.523	2.409	2.323	2.255	2.199	2.153	2.114	2.080	2.051	2.026	2.003	31
32	4.149	3.295	2.901	2.668	2.512	2.398	2.311	2.243	2.187	2.141	2.102	2.068	2.039	2.014	1.992	32
33	4.139	3.285	2.892	2.659	2.503	2.389	2.302	2.234	2.178	2.132	2.093	2.059	2.030	2.004	1.982	33
34	4.130	3.276	2.884	2.650	2.494	2.380	2.293	2.225	2.169	2.123	2.084	2.050	2.021	1.995	1.972	34
35	4.121	3.267	2.874	2.641	2.485	2.372	2.285	2.217	2.161	2.114	2.075	2.041	2.012	1.986	1.963	35
40	4.085	3.232	2.839	2.606	2.449	2.336	2.249	2.180	2.124	2.077	2.038	2.003	1.974	1.948	1.924	40
60	4.001	3.150	2.758	2.525	2.368	2.254	2.167	2.098	2.042	1.995	1.956	1.920	1.891	1.865	1.840	60
80	3.960	3.111	2.719	2.486	2.329	2.214	2.127	2.058	2.002	1.955	1.916	1.880	1.851	1.825	1.800	80
90	3.947	3.098	2.706	2.473	2.316	2.201	2.114	2.045	1.989	1.942	1.903	1.867	1.838	1.812	1.787	90
100	3.936	3.087	2.696	2.463	2.306	2.191	2.104	2.035	1.979	1.932	1.893	1.857	1.828	1.802	1.777	100
120	3.920	3.072	2.680	2.447	2.290	2.175	2.088	2.019	1.963	1.916	1.877	1.841	1.812	1.786	1.761	120
inf.	3.841	2.996	2.605	2.372	2.214	2.099	2.010	1.938	1.880	1.831	1.789	1.752	1.720	1.692	1.666	inf.

ANEXO I. Fotografía del lugar



Fig.: Quinoa en la Comunidad en Panoja



Fig. : Quinoa en Inicio de floración.



Fig.: Flor de Quinoa.



Fig.: Panoja de quínoa.



Fig.: Quinoa Kancolla



Fig.: Variedad de quinua Amarilla Maranganí



Fig.: Variedad de quinua witulla.



Fig.: Parva de quínoa de cosecha manual.



Fig.: Trilla mecanizada de quinua



Fig.: Venteo manual del grano de quinua



Fig.: Secado de grano al ambiente natural.



Fig.: Selección y clasificación de grano de quinua



Fig.: Almacenado del grano de Quinua



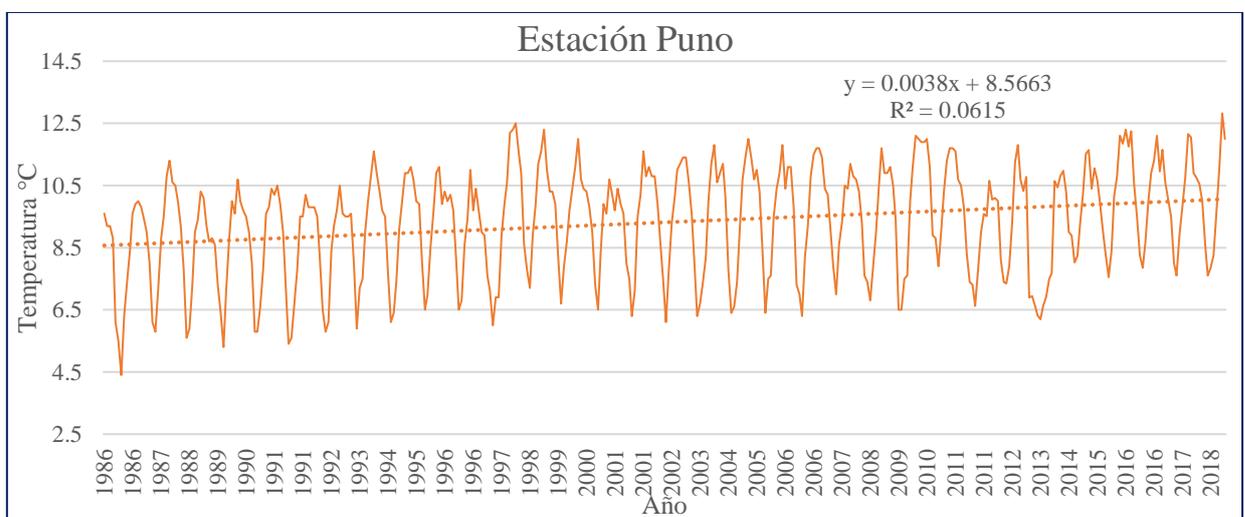
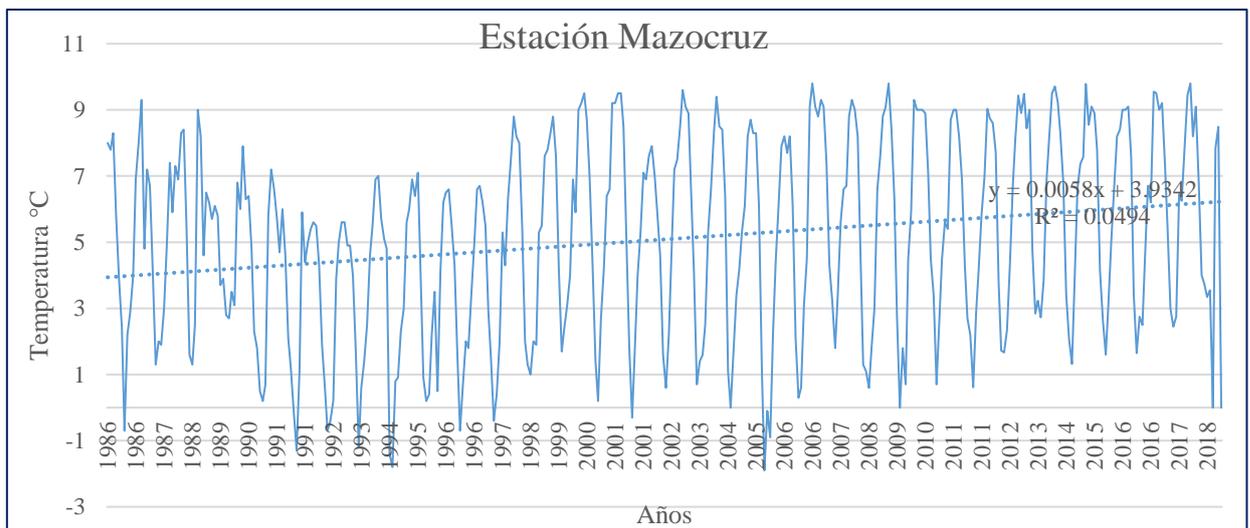
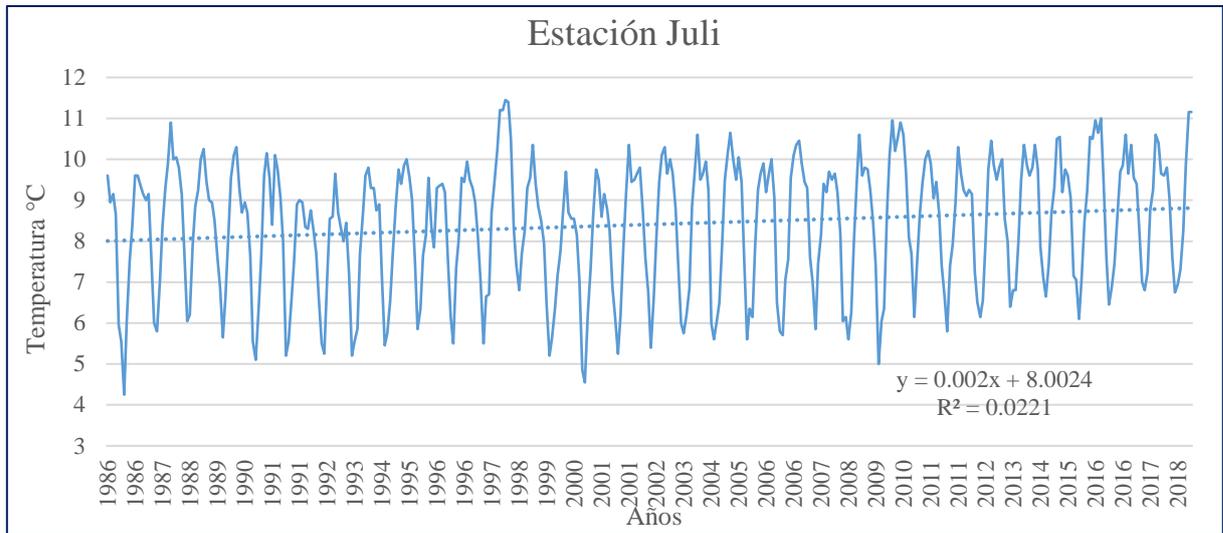
Fig.: Sector Konccawi.

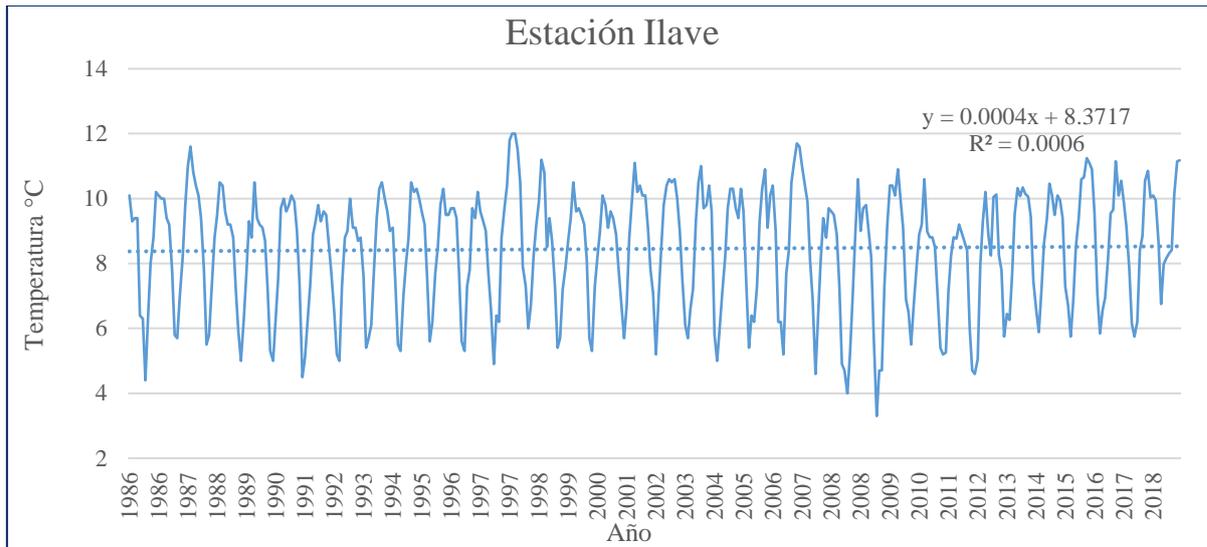


Fig.: Sector Chuñavi

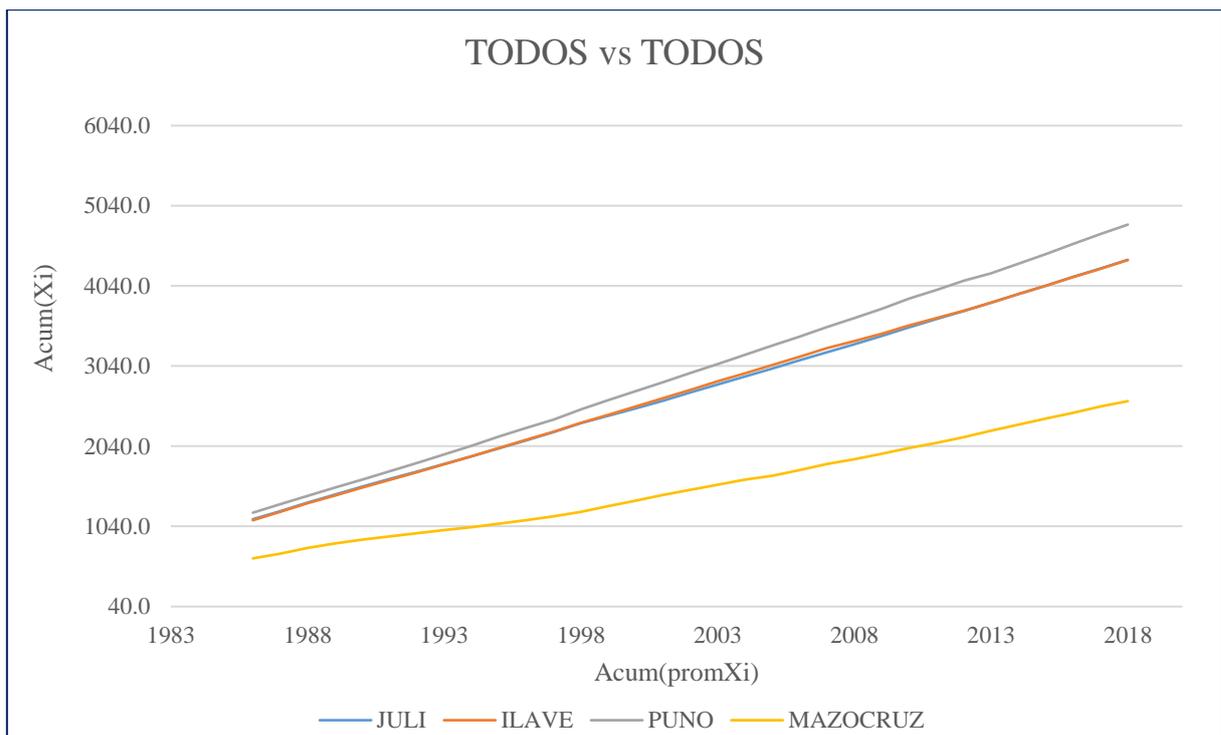
ANEXO J. Figura histograma y doble masa

a) Figura histograma:



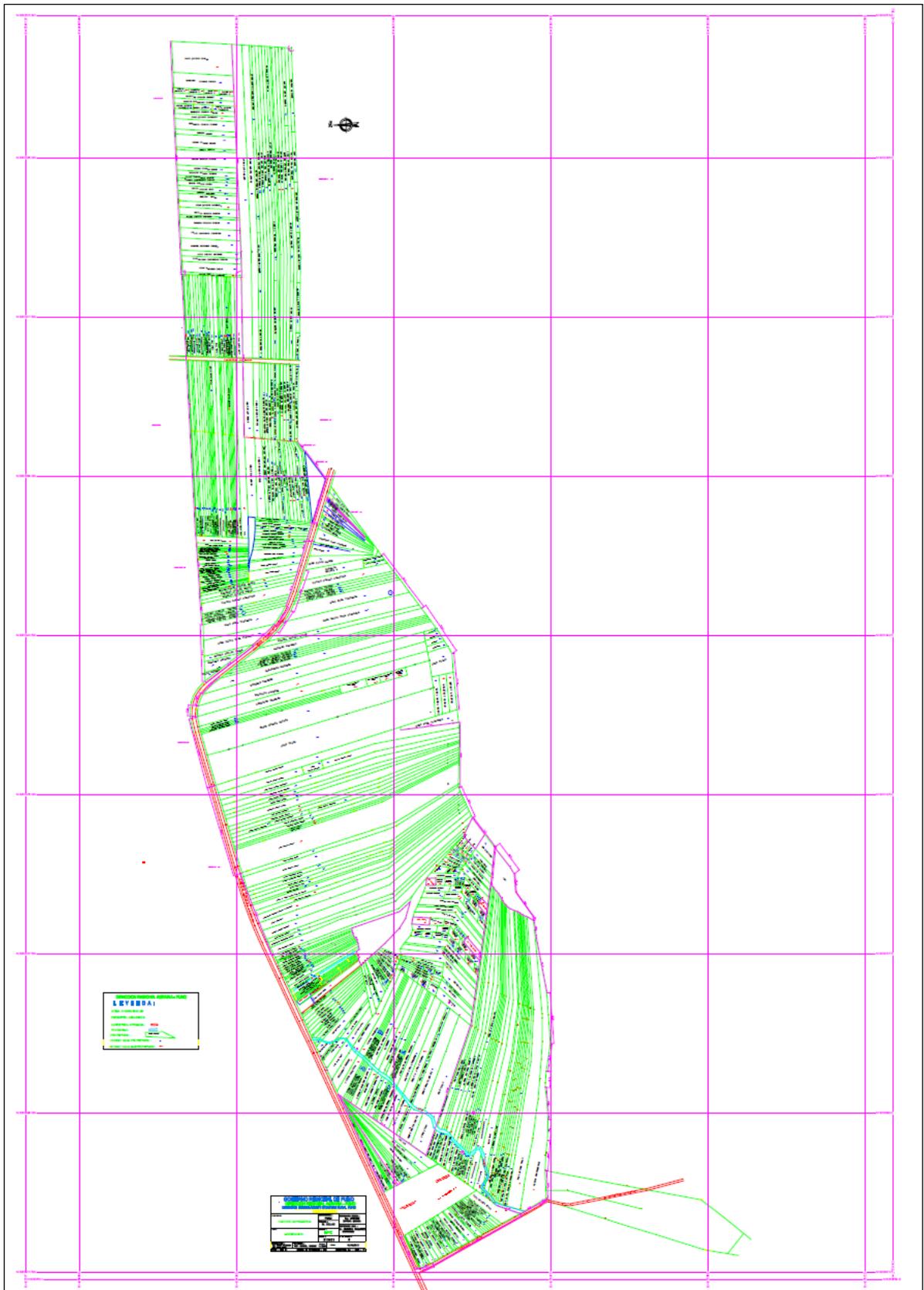


b) Figura doble masa

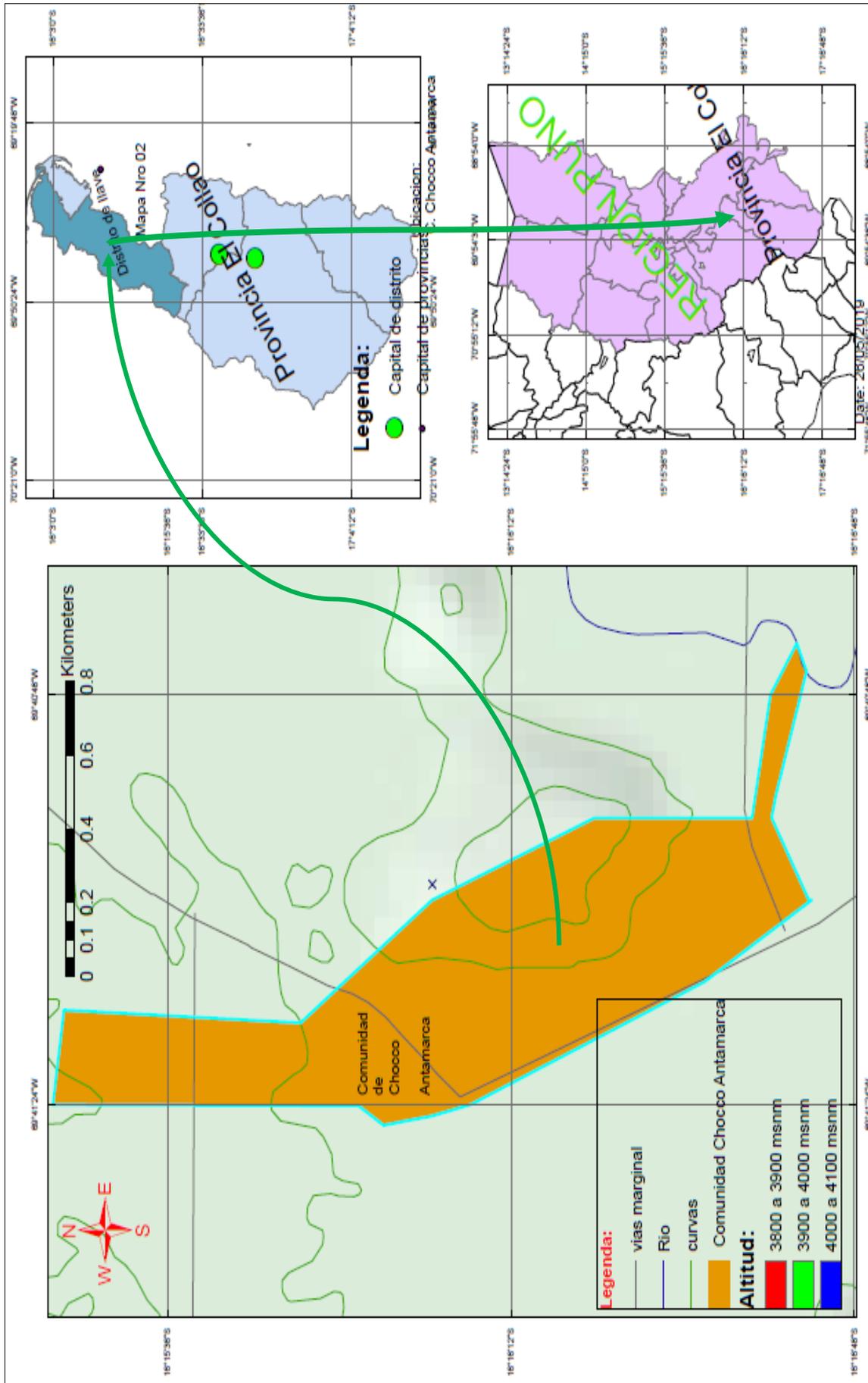


ANEXO K. Plano de ubicación del lugar de estudio.

a) Plano de comunidad Chocco Antamarca.



b) Plano de ubicación de la comunidad Chocco



c) Plano de cálculos de temperatura media por método Thiessen.

