

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL
CUSCO.**

ESCUELA DE POSGRADO.

**MAESTRÍA EN CIENCIAS MENCIÓN ECOLOGÍA Y RECURSOS
NATURALES.**



**CAMBIO CLIMÁTICO: EFECTO DE LA VARIACIÓN DE LA
TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN
AGRÍCOLA EN LA PAMPA DE ANTA, CUSCO: 1997 – 2018.**

TESIS PRESENTADA POR:

BR. KARINA JUDITH OCHOA TERAN.

**PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO
DE MAESTRO EN CIENCIAS MENCIÓN
ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES.**

ASESOR:

**ING. ZOOT. PHD. ANDRÉS CORSINO
ESTRADA ZÚÑIGA.**

CUSCO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

*A mi Padre Celestial
mi luz y Guía.*

*A mis padres: Ronald Ochoa Pareja
e Isabel Terán de Ochoa, quienes
me dan valor para superarme
cada día.*

*A mis hermanos: Liseth y Ronald,
por su apoyo incondicional.*

A mis sobrinos: Miguel Ángel y Liam.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento:

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – Escuela de Posgrado por los conocimientos impartidos en la Maestría en Ecología y Recursos Naturales.

Al Ing. Zoot. PhD. Andrés Corsino Estrada Zúñiga por el asesoramiento, orientación y apoyo incondicional para la realización del presente trabajo de investigación.

Al Laboratorio de Ciencia Animal y Cambio Climático de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

A la Gerencia Regional de Agricultura – GERAGRI, Cusco por la información proporcionada de la base productiva de la Pampa de Anta.

Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Dirección Zonal 12 - SENAMHI, Cusco, por la información climatológica de la Estación Meteorológica Ancachuro de la Provincia de Anta.

ÍNDICE GENERAL

I	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	4
1.1.	Situación Problemática.	4
1.2.	Formulación del Problema.	7
1.2.1.	Problema General.	7
1.2.2.	Problemas Específicos.	7
1.3.	Justificación de la Investigación.	7
1.4.	Objetivos de la investigación.	8
1.4.1.	Objetivo General:	8
1.4.2.	Objetivos Específicos:	8
II	MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.	9
2.1.	Bases Teóricas.	9
2.1.1.	Cambio Climático.	9
2.1.2.	Impactos del Cambio Climático en la Agricultura.	14
2.2.	Marco Conceptual.	19
2.2.1.	Variabilidad Climática.	19
2.2.2.	Clima.	20
2.2.3.	Tiempo.	21
2.2.4.	Temperatura.	21
2.2.5.	Precipitación.	21

2.2.6.	Tendencias.	22
2.2.7.	Meteorología.	22
2.2.8.	Climatología.	22
2.2.9.	Calentamiento Global.	23
2.2.10.	Récords de Temperatura y Precipitación.	23
2.2.11.	Producción agrícola.	23
2.3.	Antecedentes Empíricos de la Investigación (estado del arte).	24
III	HIPÓTESIS Y VARIABLES.	32
3.1.	Hipótesis.	32
3.1.1.	Hipótesis General:	32
3.1.2.	Hipótesis Específicas:	32
3.2.	Identificación de Variables e Indicadores.	32
3.3.	Operacionalización de Variables.	34
IV	METODOLOGÍA.	36
4.1.	Ámbito de Estudio:	36
4.1.1.	Localización Política:	36
4.1.2.	Localización Geográfica:	36
4.2.	Tipo y Nivel de Investigación.	41
4.3.	Unidad de Análisis.	42
4.4.	Población de Estudio.	42
4.5.	Tamaño de Muestra.	44

4.6.	Técnicas de Selección de Muestra.	46
4.7.	Técnicas de Recolección de información.....	46
4.8.	Técnicas de Análisis e Interpretación de la Información.	50
4.9.	Técnicas para Demostrar la Verdad o Falsedad de las Hipótesis Planteadas.	50
4.9.1.	Coeficiente de Correlación de Pearson (r).	51
4.9.2.	Nivel de Significancia (Sig).....	52
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
5.1.	Variación Anual de la Cédula de Cultivos (área cultivada en Ha) de los doce cultivos seleccionados en la Pampa de Anta en el Periodo: 1997 – 2018. 53	
5.2.	Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación sobre la Producción Agrícola en la Pampa de Anta en el Periodo: 1997 – 2018 - Análisis de Correlación r de Pearson.....	55
5.2.1.	Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Arveja Grano Verde. 55	
5.2.2.	Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Cebada Grano. 57	
5.2.3.	Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Cebolla. .59	
5.2.4.	Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Haba Grano Seco. 61	
5.2.5.	Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Haba Grano Verde. 63	

5.2.6.	Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Maíz Amiláceo.	65
5.2.7.	Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Olluco.	67
5.2.8.	Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Papa.....	69
5.2.9.	Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Quinoa...	71
5.2.10.	Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Tarwi.	73
5.2.11.	Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Trigo.....	75
5.2.12.	Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Zanahoria.	77
5.3.	Climatodiagramas Quinquenales de la Pampa de Anta.....	79
5.3.1.	Climatodiagrama correspondiente al año 1997.....	79
5.3.2.	Climatodiagrama correspondiente al año 2003.....	80
5.3.3.	Climatodiagrama correspondiente al año 2008.....	82
5.3.4.	Climatodiagrama correspondiente al año 2013.....	83
5.3.5.	Climatodiagrama correspondiente al año 2018.....	85
5.3.6.	Climatodiagrama quinquenal general.....	86
5.4.	Análisis de Tendencias de la Temperatura – Precipitación y la Producción Agrícola en la Pampa de Anta.....	88
5.4.1.	Análisis de Tendencia de la Temperatura Media Mensual en (°C).	88
5.4.2.	Análisis de Tendencia de la Temperatura Máxima Media Mensual en (°C).....	89

5.4.3. Análisis de Tendencia de la Temperatura Mínima Media Mensual en (°C).....	90
5.4.4. Análisis de Tendencia de la Precipitación Total Mensual en (mm). 91	91
5.4.5. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Arveja Grano verde.....	92
5.4.6. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Cebada Grano. 93	93
5.4.7. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Cebolla. 94	94
5.4.8. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Haba Grano Seco.	95
5.4.9. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Haba Grano Verde.....	96
5.4.10. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Maíz Amiláceo. 98	98
5.4.11. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Olluco. 99	99
5.4.12. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Papa. 100	100
5.4.13. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Quinoa. 101	101

5.4.14.	Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Tarwi.	102
5.4.15.	Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Trigo.	103
5.4.16.	Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Zanahoria.	104
5.5.	Pruebas de Hipótesis.	106
5.5.1.	Pruebas de Hipótesis del Objetivo Específico 1:	106
5.5.2.	Pruebas de Hipótesis del Objetivo Específico 2:	106
5.5.3.	Pruebas de Hipótesis del Objetivo Específico 3:	107
VI	CONCLUSIONES	113
VII	RECOMENDACIONES	114
VIII	BIBLIOGRAFÍA	115
IX	ANEXOS	126
9.1.	ANEXO 1: Matriz de Consistencia.	126
9.2.	ANEXO 2: Registro Histórico de la Temperatura Media Mensual / Anual en °C – Estación Meteorológica Ancachuro, Anta – Cusco (1997 – 2018).	128
9.3.	ANEXO 3: Registro Histórico de la Temperatura Máxima Media Mensual / Anual en °C – Estación Meteorológica Ancachuro, Anta – Cusco (1997 – 2018).	129

9.4.	ANEXO 4: Registro Histórico de la Temperatura Mínima Media Mensual / Anual en °C – Estación Meteorológica Ancachuro, Anta – Cusco (1997 – 2018).....	130
9.5.	ANEXO 5: Registro Histórico de la Precipitación Total Mensual / Anual en (mm) – Estación Meteorológica Ancachuro, Anta – Cusco (1997 – 2018).	131
9.6.	ANEXO 6: Registro Histórico del Área Cultivada en Ha de los cultivos seleccionados– Pampa de Anta (1997 – 2018).	132
9.7.	ANEXO 7: Base Productiva Agrícola Total Anual de los Cultivos Seleccionados en (Kg/Ha) – Temperatura y Precipitación – Pampa de Anta (1997 – 2018).....	133
9.8.	ANEXO FOTOGRAFICO.....	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Registro Histórico de la Base Productiva Agrícola Total Anual en (Kg/Ha) – Pampa de Anta (1997 – 2018)	43
Tabla 2. Base Productiva Agrícola Total Anual de los Cultivos Seleccionados en (Kg/Ha) – Pampa de Anta (1997 – 2018).	45
Tabla 3. Ubicación de la Estación Meteorológica Ancachuro.	47
Tabla 4. Registro Histórico de la Data Meteorológica de la Pampa de Anta – Periodo: 1997 - 2018.	48
Tabla 5. Interpretación del Coeficiente de Correlación “r” de Pearson.	51
Tabla 6. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Arveja Grano Verde: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.....	55
Tabla 7. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Cebada Grano: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.....	57
Tabla 8. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Cebolla: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.....	59
Tabla 9. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Haba Grano Seco: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.....	61
Tabla 10. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Haba Grano Verde: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.....	63

Tabla 11. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Maíz Amiláceo: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.....	65
Tabla 12. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Olluco: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.....	67
Tabla 13. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Papa: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.....	69
Tabla 14. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Quinoa: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.....	71
Tabla 15. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Tarwi: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.....	73
Tabla 16. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Trigo: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.....	75
Tabla 17. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Zanahoria: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018..	77
Tabla 18. Data Meteorológica de la Pampa de Anta: 1997.	79
Tabla 19. Data Meteorológica de la Pampa de Anta: 2003.	81
Tabla 20. Data Meteorológica de la Pampa de Anta: 2008.	82
Tabla 21. Data Meteorológica de la Pampa de Anta: 2013.	84
Tabla 22. Data Meteorológica de la Pampa de Anta: 2018.	85
Tabla 23. Data Meteorológica Quinquenal General de la Pampa de Anta.....	87
Tabla 24. Análisis de Tendencia de la Temperatura Media Mensual en (°C). ..	88
Tabla 25. Análisis de Tendencia de la Temperatura Máxima Media Mensual en (°C).....	89

Tabla 26. Análisis de Tendencia de la Temperatura Mínima Media Mensual en (°C).....	90
Tabla 27. Análisis de Tendencia de la Precipitación Total Mensual en (mm). ..	91
Tabla 28. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Arveja Grano Verde.....	92
Tabla 29. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Cebada Grano.....	93
Tabla 30. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Cebolla.	94
Tabla 31. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Haba Grano Seco.....	95
Tabla 32. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Haba grano Verde.....	97
Tabla 33. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Maíz Amiláceo.....	98
Tabla 34. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Olluco.	99
Tabla 35. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Papa.	100
Tabla 36. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Quinoa.	101
Tabla 37. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Tarwi.	102
Tabla 38. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Trigo.	103

Tabla 39. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Zanahoria.	105
Tabla 40. Análisis de Correlación r de Pearson del Rendimiento de los Cultivos Seleccionados y el Efecto de la Variación de la Temperatura Mínima Media Mensual en (°C).....	107
Tabla 41. Análisis de Correlación r de Pearson del Rendimiento de los Cultivos Seleccionados y el Efecto de la Variación de la Precipitación Total Mensual en (mm).	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cambio del Promedio de la Temperatura Global Relativo a 1850 – 1900, indicando las Temperaturas Observadas y Simulacros de Computadora.	11
Figura 2. Escenarios y Proyecciones de la Temperatura y la Precipitación Media en los Periodos: 1986 – 2005 y 2081 – 2100.	12
Figura 3. Ámbito de Estudio: Pampa de Anta, Provincia de Anta, Departamento del Cusco.	37
Figura 4. Climatodiagrama general de la Pampa de Anta: 1997 – 2018.	49
Figura 5. Variación Anual en la Cédula de Cultivos (Área Cultivada en Ha) de los doce cultivos seleccionados en la Pampa de Anta en el Periodo: 1997 – 2018.	54
Figura 6. Rendimiento del Cultivo de Arveja Grano Verde: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.	56
Figura 7. Rendimiento del Cultivo de Arveja Grano Verde: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.	56
Figura 8. Rendimiento del Cultivo de Cebada Grano: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.	58
Figura 9. Rendimiento del Cultivo de Cebada Grano: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.	58
Figura 10. Rendimiento del Cultivo de Cebolla: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.	60
Figura 11. Rendimiento del Cultivo de Cebolla: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.	60
Figura 12. Rendimiento del Cultivo de Haba Grano Seco: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.	62

Figura 13. Rendimiento del Cultivo de Haba Grano Seco: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.....	62
Figura 14. Rendimiento del Cultivo de Haba Grano Verde: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.....	64
Figura 15. Rendimiento del Cultivo de Haba grano verde: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.....	64
Figura 16. Rendimiento del Cultivo de Maíz Amiláceo: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.....	66
Figura 17. Rendimiento del Cultivo de Maíz Amiláceo: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.....	66
Figura 18. Rendimiento del Cultivo de Olluco: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.	68
Figura 19. Rendimiento del Cultivo de Olluco: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.	68
Figura 20. Rendimiento del Cultivo de Papa: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.	70
Figura 21. Rendimiento del Cultivo de Papa: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.	70
Figura 22. Rendimiento del Cultivo de Quinoa: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.	72
Figura 23. Rendimiento del Cultivo de Quinoa: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.	72
Figura 24. Rendimiento del Cultivo de Tarwi: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.	74

Figura 25. Rendimiento del Cultivo de Tarwi: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.	74
Figura 26. Rendimiento del Cultivo de Trigo: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.	76
Figura 27. Rendimiento del Cultivo de Trigo: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.	76
Figura 28. Rendimiento del Cultivo de Zanahoria: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.	78
Figura 29. Rendimiento del Cultivo de Zanahoria: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.	78
Figura 30. Climatodiagrama de la Pampa de Anta – 1997.	80
Figura 31. Climatodiagrama de la Pampa de Anta – 2003.	81
Figura 32. Climatodiagrama de la Pampa de Anta: 2008.	83
Figura 33. Climatodiagrama de la Pampa de Anta: 2013.	84
Figura 34. Climatodiagrama de la Pampa de Anta: 2018.	86
Figura 35. Climatodiagrama Quinquenal General de la Pampa de Anta.	87
Figura 36. Línea de Tendencia de la Temperatura Media Mensual en (°C).	88
Figura 37. Línea de Tendencia de la Temperatura Máxima Media Mensual en (°C).	89
Figura 38. Línea de Tendencia de la Temperatura Mínima Media Mensual en (°C).	90
Figura 39. Línea de Tendencia de la Precipitación Total Mensual en (mm).	91
Figura 40. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Arveja Grano Verde.	93

Figura 41. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Cebada Grano.....	94
Figura 42. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Cebolla.	95
Figura 43. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Haba Grano Seco.....	96
Figura 44. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Haba Grano Verde.	97
Figura 45. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Maíz Amiláceo.....	99
Figura 46. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Olluco.	100
Figura 47. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Papa.	101
Figura 48. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Quinoa.	102
Figura 49. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Tarwi.	103
Figura 50. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Trigo.	104
Figura 51. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Zanahoria.	105

LISTA DE ABREVIATURAS

CMNUCC	: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
EPA	: Agencia de Protección Ambiental.
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación.
IPCC	: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
OMM	: Organización Meteorológica Mundial.
GEI	: Gases de Efecto Invernadero.
GERAGRI	: Gerencia Regional de Agricultura – Cusco.
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la provincia de Anta, departamento del Cusco, con el fin de determinar el efecto de la variación de la temperatura y precipitación sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta en el periodo: 1997 al 2018. El estudio se realizó en base a registros hidrometeorológicos anuales de SENAMHI - Estación Meteorológica Ancachuro de la Provincia de Anta y datos de producción agrícola de la GERAGRI - Cusco, se analizó la información mediante el Análisis de Correlación r de Pearson entre el rendimiento de los cultivos y las variables de temperatura y precipitación de forma individual; para el Análisis de Tendencias se utilizó el método de Regresión de Mínimos Cuadrados. Los resultados muestran que existe una variación en la cédula de cultivos en la Pampa de Anta durante el periodo de estudio, los cultivos predominantes que muestran la mayor superficie cultivada por Ha son el maíz amiláceo con 16 710 Ha y la papa con 8439 Ha. El Análisis de Correlación r de Pearson en relación a la temperatura mínima muestra que el cultivo de haba de grano seco presenta una relación positiva moderada ($r = 0.545^{**}$) muy significativa (Sig < 0.01), el cultivo de olluco presenta una relación positiva moderada ($r = 0.515^{*}$) significativa (Sig < 0.05), el cultivo de papa muestra una relación positiva alta ($r = 0.647^{**}$) muy significativa (Sig < 0.01), el cultivo de quinua muestra una relación positiva moderada ($r = 0.468^{*}$) significativa (Sig < 0.05), el cultivo de tarwi presenta una relación negativa moderada ($r = -0.499^{*}$) significativa (Sig < 0.05) con la temperatura media mensual y la temperatura mínima ($r = -0.5158^{*}$), mostrando que en los años más fríos disminuye el rendimiento de dichos cultivos. Asimismo, el análisis de tendencia de la

temperatura media mensual muestra una línea de tendencia positiva, significando un aumento de la temperatura media de 0,15°C. No existe una relación significativa entre la producción agrícola y la precipitación, el nivel de significancia ($\text{Sig} > 0,05$). El análisis de tendencia de la precipitación total mensual muestra una línea de tendencia negativa, lo que significa una disminución en el patrón de las precipitaciones en la zona y período de estudio. Se concluye que existe una relación significativa entre la variable temperatura y la producción agrícola, por otro lado, no existe una relación significativa entre la variable precipitación y la producción agrícola en la Pampa de Anta, en el periodo 1997 al 2018.

Palabras Clave: Cambio Climático, Producción agrícola, temperatura, precipitación pluvial, correlación, tendencias.

ABSTRACT

The present study was carried out in the province of Anta, department of Cusco, in order to determine the effect of the variation in temperature and precipitation on agricultural production in the Pampa de Anta in the period: 1997 to 2018. The study was carried out based on records of the annual hydrometeorological data of SENAMHI - Ancachuro Meteorological Station of the Province of Anta and data of agricultural production of GERAGRI - Cusco, the information was analyzed using the Pearson r Correlation Analysis between the crop yield and temperature and precipitation variables individually; For the Analysis of Trends, the Least Squares Regression method was used. The results show that there is a variation in the crop schedule in the Pampa de Anta during the study period, the predominant crops that show the largest cultivated area per Ha are starchy corn with 16,710 Ha and potato with 8,439 Ha. The Correlation Analysis r of Pearson in relation to the minimum temperature shows that the cultivation of broad bean dry grain crop presents a moderate positive relationship ($r = 0.545^{**}$) very significant ($\text{Sig} < 0.01$), the olluco crop presents a moderate positive relationship ($r = 0.515^*$) significant ($\text{Sig} < 0.05$), the potato crop presents a high positive relationship ($r = 0.647^{**}$) very significant ($\text{Sig} < 0.01$), the quinoa crop presents a moderate positive relationship ($r = 0.468^*$) significant ($\text{Sig} < 0.05$), the tarwi crop presents a moderate negative relationship ($r = -0.499^*$) significant ($\text{Sig} < 0.05$) with the mean temperature monthly and the minimum temperature ($r = -0.5158^*$), showing that in the coldest years the yield of these crops decreases. Likewise, the trend analysis of the monthly average temperature shows a positive trend line, meaning an increase in the average temperature of 0.15°C . There is no

significant relationship between agricultural production and precipitation, the level of significance ($\text{Sig} > 0.05$). The trend analysis of total monthly precipitation shows a negative trend line, meaning a decrease in the pattern of precipitation in the study area and period. It is concluded that there is a significant relationship between the temperature variable and agricultural production, on the other hand, there is no significant relationship between the precipitation variable and agricultural production in the Pampa de Anta, in the period 1997 to 2018.

Key Words: Climate Change, Agricultural production, temperature, rainfall, correlation, trends.

INTRODUCCIÓN

Una de las mayores preocupaciones a nivel mundial es la influencia del calentamiento global y por ende del cambio climático, el cual tiene y tendrá influencia en los diferentes sectores económicos, especialmente en los países en vías de desarrollo que son más vulnerables a este fenómeno. Investigaciones científicas realizadas hace algunas décadas revelaron un calentamiento global del planeta y un aumento en la frecuencia de eventos extremos como inundaciones, sequías, olas de calor, entre otros. (FAO, 1997)

El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero generados por el rápido desarrollo económico relacionado con el crecimiento de la población está provocando un aumento de la temperatura de nuestro planeta. Las consecuencias son el derretimiento de los glaciares, el aumento de las precipitaciones y la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos y cambios en las estaciones climáticas debido a la variación de los patrones de temperatura y precipitación. Esta tasa acelerada de cambio climático amenazaría la seguridad alimentaria en nuestro planeta y otros impactos sociales y económicos. (Gerald, 2009)

Una de las actividades económicas que más puede sentir el impacto del calentamiento global es la agricultura, por las consecuencias de las altas temperaturas y el aumento del CO₂ atmosférico, entre los principales impactos se encuentran: estrés térmico e hídrico por la mayor demanda de agua para riego, mayor presencia de plagas y enfermedades. Por lo tanto, se espera que disminuya la productividad de muchos cultivos importantes. La producción

animal también se verá afectada por el cambio climático debido a la disminución de la productividad de pastos y forrajes. (Ordaz *et al.* , 2010)

Si bien es importante evaluar el impacto del cambio climático en el sector agrícola de Perú, se ha avanzado poco en este tema. Teniendo en cuenta el método de función de producción, también conocido como modelo agronómico, que se basa en la producción de un cultivo en función de los cambios de temperatura y precipitación; el impacto del cambio climático en la agricultura puede ser grave, ya que afectaría la producción de la mayoría de los cultivos, considerando que en nuestro país predomina la agricultura de subsistencia, la disminución de tan solo una tonelada de productividad podría provocar serios desequilibrios en la vida rural. (BID, 2016)

La actividad agrícola es la principal fuente de ingresos económicos para las familias de la Pampa de Anta. La actividad agrícola es de gran importancia económica debido al alto porcentaje de la población económicamente activa, aproximadamente el 50% se dedica a esta actividad. Los cultivos predominantes son la papa, el maíz, la cebada, el trigo, las habas, la quinua, el olluco, la cebolla, el tarwi, la zanahoria y los pastos cultivados como la alfalfa, el rye grass y el trébol. El impacto del cambio climático, principalmente la variación de la temperatura mínima, está afectando la producción y la disminución del rendimiento de cultivos importantes como: haba grano seco, olluco, papa, quinua y tarwi, reduciendo la rentabilidad y pérdidas económicas de las familias campesinas.

La presente investigación tiene por objetivo determinar el efecto de la variación de la temperatura y precipitación sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta durante el periodo 1997 al 2018, ante los efectos del cambio

climático. Se utilizó el enfoque estructural porque se analizaron datos de series de tiempo anuales, utilizando registros históricos observados de la Estación Meteorológica Ancachuro de la provincia de Anta del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI - Cusco) y el registro anual de la producción agrícola observada de la base de datos de la Gerencia Regional de Agricultura (GERAGRI – Cusco) durante el periodo de estudio. La hipótesis planteada es: la variación de la temperatura y precipitación tiene efecto sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta, Cusco: 1997 – 2018 y las variables de estudio son: la temperatura, precipitación y producción agrícola.

I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. Situación Problemática.

El cambio climático fundamentalmente, se presenta como un incremento de la temperatura media, una alteración en los modelos de precipitación, un aumento del nivel del mar, una disminución de la superficie de hielo y nieve, y alteraciones en los modelos de los fenómenos meteorológicos extremos, es uno de los principales desafíos que enfrenta la humanidad en este siglo. La evidencia existente muestra que el cambio climático es un fenómeno global, en primer lugar las consecuencias de las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por el ser humano están generando impactos negativos crecientes y en muchos casos es irreversible para las actividades económicas, la población y los ecosistemas. (Ordaz *et al.* , 2010)

Uno de los temas que actualmente más preocupa a la sociedad científica es el cambio climático y sus efectos para las generaciones venideras, debido a las variaciones de elementos climatológicos como la temperatura y la precipitación. La temperatura es una variable determinante del cambio climático, ya que influye en la biodiversidad, así como en el desarrollo de la vida. Asimismo, la precipitación es trascendental porque influye en muchas actividades. (Galindo *et al.* , 2014)

Las emanaciones de gases de efecto invernadero producto de las actividades humanas son la razón del calentamiento de practicamente 1,1°C con respecto al período 1850-1900 registrado en los últimos diez años. En el periodo del 2015-2019 han sido los cinco años más cálidos, así mismo, el periodo 2010-2019 ha sido la década más cálida, el incremento de la temperatura media global durante el periodo 2000-2018 fue de 0,6°C. Según las previsiones, la temperatura media

estimada para los próximos 20 años alcanzará los 1,5°C de calentamiento, con un calentamiento global de 2°C, los episodios de calor extremo alcanzarían con mayor frecuencia umbrales críticos de tolerancia para la agricultura y la salud. (OMM, 2021)

Actualmente, el Perú no es un gran emisor de gases de efecto invernadero, a nivel mundial representa el 0,4%, las emisiones per cápita equivalen a 5,68 toneladas de CO₂, muy por debajo de los países desarrollados y del promedio mundial de 8 toneladas de CO₂, no obstante, será uno de los países más afectados por el cambio climático, los Andes peruanos reúnen el 71% de los glaciares tropicales del mundo (2699 glaciares en total), la disminución de los glaciares es una de las principales pruebas del cambio climático, en los últimos 30 años el Perú ha perdido el 30% de la superficie del glaciar. Asimismo, el Perú es un país con poblaciones y ecosistemas altamente propenso a las consecuencias adversas del cambio climático. Esta vulnerabilidad se debe a diversos factores como la pobreza, la deficiente articulación institucional, una base productiva afectada por factores climáticos, entre otros. (MINAM, 2016)

En Perú, los impactos del cambio climático en la agricultura muestran pérdidas inevitables, debido a la disminución de la productividad de los principales cultivos como la papa, el arroz, el maíz amarillo duro, la caña de azúcar, el plátano y el maíz amiláceo, mientras que el café mostraría leves aumentos en la productividad al inicio del período, para luego disminuir. (Galindo *et al.* , 2014)

La Región Cusco, por sus particularidades geográficas, físicas y climatológicas, es un territorio propenso a la existencia de eventos climáticos extremos, lo cual se evidencia en el incremento de la temperatura media, precipitaciones con mayor intensidad. El aumento de la temperatura media es un

claro ejemplo de que la Región Cusco no es ajena a los efectos del cambio climático y la Pampa de Anta, una de las más sensibles a los efectos de este fenómeno, que influye en la producción agrícola. (Bonet *et al.* , 2018)

En la Pampa de Anta, un buen porcentaje de su población económicamente activa se dedica a la actividad agrícola, siendo esta actividad la principal fuente de ingresos y sustento alimentario de las familias, la variabilidad climática se evidencia en los últimos años como resultado del cambio climático, principalmente, la variación de la temperatura está provocando una disminución de la producción y el rendimiento agrícola, debido a la alteración de los ciclos de cultivo y favoreciendo también la aparición de plagas y enfermedades. En la Pampa de Anta se evidencia una disminución significativa en el rendimiento de cultivos principales como papa, olluco, haba, quinua y tarwi, generando una disminución en los ingresos económicos y poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de la población.

En un periodo de creciente demanda de alimentos, el cambio climático es una realidad, la variabilidad climática influye de manera significativa en la agricultura. Sin embargo, no existen investigaciones suficientemente detalladas y actualizadas que demuestren las consecuencias de la alteración de la temperatura y precipitación sobre la producción agrícola en el ámbito de la Pampa de Anta, siendo una limitante para conocer la situación actual y poder tomar medidas preventivas frente a esta problemática ambiental.

1.2. Formulación del Problema.

1.2.1. Problema General.

- ¿Cuál es el efecto del cambio climático sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta, Cusco: 1997 – 2018?

1.2.2. Problemas Específicos.

- ¿Cuál es la variación de la cédula de cultivos?
- ¿Cuál es el efecto de la variación de la temperatura sobre la producción agrícola?
- ¿Cuál es el efecto de la variación de la precipitación sobre la producción agrícola?

1.3. Justificación de la Investigación.

El estudio planteado ayudara a comprender en mayor medida el efecto del cambio climático a nivel de la variación de la temperatura y precipitación sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta, durante los años 1997 al 2018, la misma que contribuye al sustento alimentario y económico de la Provincia.

Asimismo, los resultados de la investigación servirán como base para futuras evaluaciones relacionadas al cambio climático y la agricultura y podrán permitir la formulación de políticas de adaptación y/o mitigación al cambio climático.

1.4. Objetivos de la investigación.

1.4.1. Objetivo General:

- Evaluar el efecto del cambio climático sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta, Cusco: 1997 – 2018.

1.4.2. Objetivos Específicos:

- Describir la variación de la cédula de cultivos.
- Determinar el efecto de la variación de la temperatura sobre la producción agrícola.
- Determinar el efecto de la variación de la precipitación sobre la producción agrícola.

II MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.

2.1. Bases Teóricas.

2.1.1. Cambio Climático.

El IPCC define el cambio climático como un cambio en el estado del tiempo reconocible por sus cambios del valor medio y/o en la variación de sus propiedades, que perdura en el transcurso de largos períodos de tiempo, regularmente décadas o más. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o forzamientos externos, como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso del suelo. (Pachauri, 2014)

Se debe tener en cuenta que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define “Cambio climático” como: un cambio climático imputado directa o indirectamente a la acción humana que modifica la composición de la atmósfera global y que se suma a la variación climática natural observada durante períodos de tiempo comparables. La CMNUCC distingue entre “cambio climático” atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y “variabilidad climática” atribuida a causas naturales. (Matthews, 2018)

La Organización Meteorológica Mundial señala que el cambio climático es la modificación a largo plazo del clima producida por los siguientes factores: cambios internos en el sistema climático, interacción entre componentes climáticos y cambios en fuerzas externas causados por fenómenos naturales o por actividades humanas. (OMM, 2012)

Las concentraciones de gases de efecto invernadero que atrapan el calor están aumentando en la atmósfera terrestre; como resultado, las temperaturas promedio en la superficie de la Tierra están aumentando y se prevé que sigan aumentando. Debido a que el Cambio Climático puede cambiar los patrones de viento y las corrientes oceánicas que impulsan el sistema climático global, algunas regiones se están calentando más que otras y otras han experimentado un enfriamiento. (EPA, 2021)

Desde 1970, la superficie global ha incrementado de temperatura más rápidamente que en cualquier otro período durante los últimos 50 años. La temperatura global promedio entre 2011 y 2020 es 1,09 °C más alta que entre 1850 y 1900, los últimos cinco años han sido los cinco años más cálidos registrados desde 1850. Este calentamiento ha afectado a muchos eventos meteorológicos y climáticos extremos en todas las regiones del planeta, las temperaturas extremas, las olas de calor, se han vuelto más frecuentes e intensas desde la década de 1950, mientras que los eventos fríos se han vuelto menos frecuentes y menos intensos. (Masson, 2020)

La evidencia clara del calentamiento del sistema climático, como el aumento de la temperatura media del aire y de los océanos, el derretimiento generalizado de los glaciares y el aumento del nivel del mar, muestran que no hay duda de que estamos presenciando un cambio climático. (Pachauri, 2014).

En todos los escenarios para el año 2050 la temperatura alcanzará los 1,5°C, si no se reducen drásticamente las emisiones en los próximos años, podría ocurrir incluso antes. (Masson *et al.* , 2020). Las consecuencias de un aumento de las temperaturas globales por encima de 1,5°C en los próximos años serían perjudiciales para el planeta, que ya ha experimentado un rápido repunte de las

temperaturas extremas, se verán olas de calor más intensas y frecuentes, presencia de lluvias torrenciales en un escala global y sequías en ciertas regiones del mundo. (Figura 1)

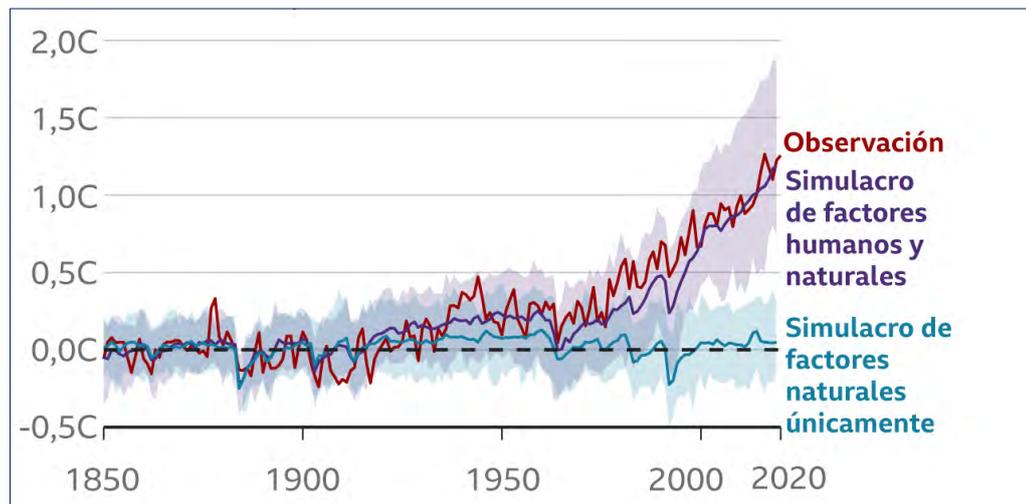


Figura 1. Cambio del Promedio de la Temperatura Global Relativo a 1850 – 1900, indicando las Temperaturas Observadas y Simulacros de Computadora.

Fuente: Adaptada de (Masson, 2020) - Las áreas sombreadas indican la gama posible de escenarios simulados.

Las proyecciones muestran que, cuanto mayor sea el aumento de los gases de efecto invernadero (GEI), mayores serán las variaciones en las variables climáticas, cambios en la temperatura media del aire (°C) y cambios en la precipitación media (%) como lo muestran los escenarios RCP2.6 (con menores concentraciones de GEI) y RCP8.5 (con mayores concentraciones de GEI), es muy probable que las olas de calor se presenten con mayor frecuencia y las precipitaciones se presenten con mayor intensidad y frecuencia en muchas regiones del planeta. (Pachauri, 2014). (Figura 2)

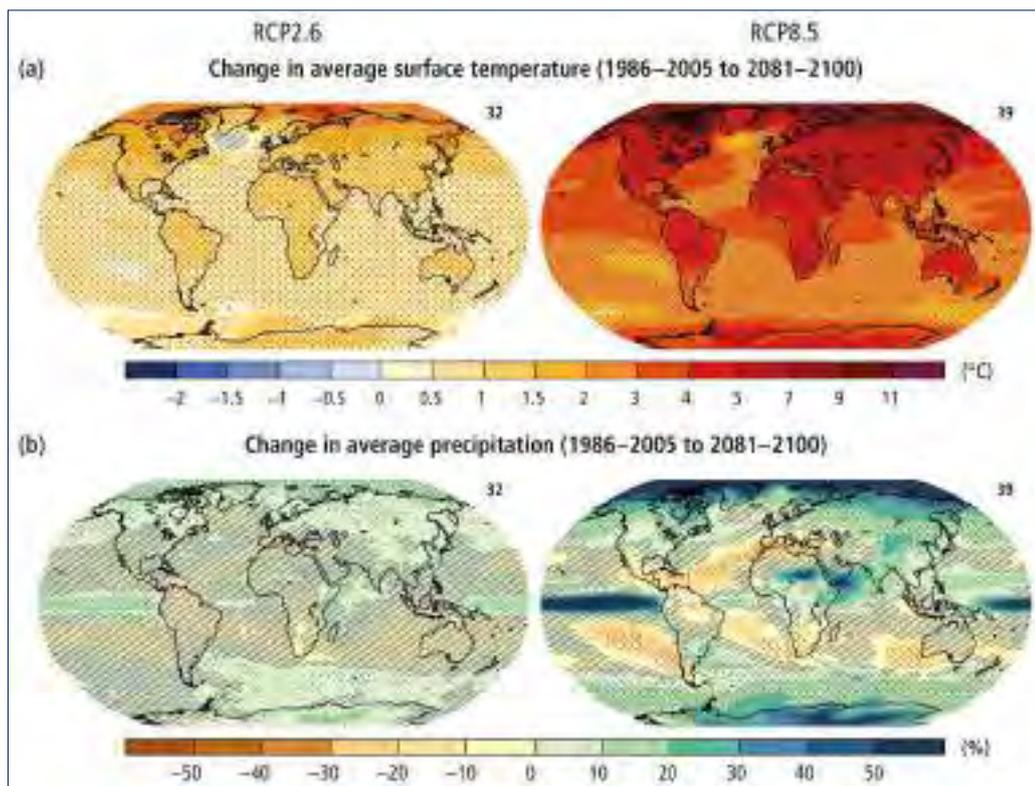


Figura 2. Escenarios y Proyecciones de la Temperatura y la Precipitación Media en los Periodos: 1986 – 2005 y 2081 – 2100.

Fuente: Adaptada de (Pachauri, 2014).

El recalentamiento que hemos probado hasta ahora ha provocado transformaciones en muchos de nuestros sistemas de soporte planetario que son inalterables en el transcurso de los siglos o milenios. El océano continuará recalentándose y se volverá más ácido. Los glaciares polares y de montaña continuarán derritiéndose durante décadas o cientos de años, siendo la influencia humana la principal fuerza impulsora detrás del retroceso global de los glaciares desde la década de 1990 y la reducción del hielo marino del Ártico. En cuanto al aumento del nivel del mar, no se puede descartar un aumento de 2 metros para finales de este siglo, y no se puede descartar un aumento de 5 metros para el año 2150, tales resultados amenazarían a las poblaciones asentadas en las zonas costeras para el año 2100. (IPCC, 2021)

Las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por las actividades humanas han ido en aumento desde la era preindustrial, entre 1970 y 2004 las emisiones de gases de efecto invernadero de la generación de energía, el transporte y la industria aumentaron en un 70%, mientras que la construcción residencial y comercial, la deforestación y el sector agrícola han ido en aumento a un ritmo bajo, la agricultura emite el 13,5%. Las emisiones de los cuatro GEI de larga duración como: CO₂, metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y halocarbonos (gases que contienen flúor, cloro o bromo) son generadas por las acciones humanas. Las concentraciones atmosféricas de Gases de Efecto Invernadero aumentan cuando las emisiones son mayores que los procesos de remoción. (Stocker, 2013)

En Perú la categoría uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura corresponde a la principal fuente de emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) ya que representa el 51% de las emisiones, la segunda categoría corresponde a las emisiones generadas por la combustión de combustibles en el sector transporte representando el 26%, en la tercera categoría se encuentran los suelos agrícolas que generan el 15% de las emisiones. Estas tres categorías representan alrededor del 92% de las emisiones totales de GEI en Perú. Asimismo, la distribución de las emisiones totales de GEI corresponde a 76% dióxido de carbono (CO₂), 15% metano (CH₄) y 9% óxido nitroso (N₂O). (MINAM, 2016)

Otros factores que pueden tener un gran impacto en los cambios de los ecosistemas, también están relacionados con la participación humana en la naturaleza, es el cambio en la cobertura de la superficie terrestre, provocando un desequilibrio en las condiciones climáticas al alterar el balance de masa. y

energía entre la superficie terrestre y la atmósfera. Estos cambios en la cobertura del suelo están relacionados principalmente con la deforestación, las actividades agrícolas, la minería y la urbanización, lo que genera una dinámica climática más diversificada y una mayor sensibilidad a la variabilidad o cambio climático. (Rodríguez *et al.* , 2010)

2.1.2. Impactos del Cambio Climático en la Agricultura.

El cambio climático en la agricultura es muy complejo, ya que su impacto está determinado por la interacción entre variables hidrometeorológicas (temperaturas medias, temperaturas máximas, temperaturas mínimas, rango de variación entre temperaturas máximas y mínimas, precipitación, radiación solar) y variables pedológicas (diferencias en tipos de suelos en términos de porosidad), así como las características fenológicas de los cultivos (floración, aparición de frutos, maduración, dormancia), los tipos de sistemas de producción (monocultivo extensivo, combinación de cultivos, existencia o no de riego, tipo de labranza) y la existencia de sistemas de gestión de riesgos, tanto físicos (sistema de alerta temprana, pronóstico) como económicos (seguros climáticos). (Ordaz *et al.* , 2010)

El cambio climático aparece como una verdad en un tiempo de aumento de demanda de alimentos, semillas, fibras y combustibles. La variación climática afecta significativamente la base de recursos naturales, de la que depende la agricultura. La relación entre el cambio climático y la agricultura es bidireccional: la agricultura contribuye al cambio climático y el cambio climático, a su vez, afecta negativamente a la agricultura. La agricultura intensiva actual por su propia naturaleza contribuye a la emisión de gases que provocan el efecto

invernadero, es responsable del 25% de las emisiones de dióxido de carbono en el mundo, del 60% de las emisiones de gas metano y del 80% de óxido nitroso. (Naciones Unidas, 2010)

El clima es uno de los elementos esenciales que determinan la productividad agrícola, debido al aumento de la acumulación de gases de efecto invernadero, el cambio climático representa una amenaza para la agricultura, es prácticamente necesario que habrá cambios en el clima a los que la agricultura tendrá que adaptarse. Esto exigirá no solo cambios en el tipo y combinación de cultivos, sino también una mayor inversión. Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, el sector rural se verá fuertemente afectado, entre otras razones, por la caída de los ingresos agrícolas. Además, el cambio climático afectará la seguridad alimentaria al afectar la disponibilidad y el acceso a los alimentos, así como la estabilidad de las reservas de alimentos y la volatilidad de los precios. (Stocker, 2013)

El calentamiento global inicialmente puede beneficiar la producción agrícola en las zonas templadas y afectar las regiones semiáridas y cálidas. No obstante, si el recalentamiento continúa más allá de mediados de este siglo, la producción en todas las zonas del mundo se verá afectada negativamente y la debilidad de los países dependerá de factores como sus condiciones geográficas y los tipos de cultivos que produzcan o puedan producir. (FAO), 1997). Los cultivos que son más proclives a una alteración son algunas especies de maíz, trigo y arroz en el sur de Asia y África. En lo que respecta a América Latina, la diversidad de la agroecología y la demografía significa que las expectativas varían ampliamente entre las regiones y se espera que la productividad en el sureste de América del Sur se mantenga igual o incluso aumente ligeramente durante la

mitad del presente siglo, mientras que en Centroamérica la productividad podría disminuir en los próximos 15 años, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de las poblaciones en extrema pobreza. (Fernández, 2013)

2.1.2.1. Concentración de CO₂ - Aumento de la Temperatura del Aire y sus Efectos en la Agricultura.

Entre las principales consecuencias destacan: la alteración en los cultivos por un aumento atmosférico de la acumulación de CO₂; mayor posibilidad de aumento de la población de plagas y ajustes en los requerimientos y suministros de agua para riego. En consecuencia, se espera que disminuya la productividad de algunos cultivos importantes. Los rendimientos de muchos cultivos podrían disminuir significativamente debido a las temperaturas más altas como consecuencia del estrés térmico e hídrico y el acortamiento de la estación de crecimiento. (Ordaz *et al.* , 2010)

Las altas temperaturas del aire detendrían la fotosíntesis, impedirían que los óvulos de las plantas fueran fecundados causando la pérdida de agua, en las plantas C₃ la tasa máxima de fotosíntesis está entre temperaturas de 20 y 32°C, cuando llega a los 40°C, la planta sufre un choque térmico, buscando una manera de sobrevivir. El aumento de la temperatura del aire provocaría un aumento en la tasa de desarrollo fenológico, acortando el período de desarrollo y crecimiento, reduciendo así el rendimiento total del cultivo. (Fernández, 2013)

Por otro lado, el período más vulnerable del ciclo fenológico es cuando ocurre la fecundación; el Instituto Internacional de Investigaciones sobre el Arroz de México, informó que durante el período de floración del cultivo del arroz, por cada

grado centígrado de aumento de temperatura entre 30 y 40°C, la fertilidad y la formación de granos se reducen en un 10 %; en el caso del maíz, cuando hay temperaturas superiores a los 36°C, se produce una disminución de la viabilidad del polen. (Salazar & Flores, 2010).

El cambio climático también conduciría a una disminución de las interrelaciones medioambientales mutualistas entre plantas y polinizadores naturales, debido probables alteraciones fenológicos provocados por la concentración de CO₂ en el espacio. Estas modificaciones en los ciclos fenológicos reducirían los recursos florales disponibles para las especies polinizadoras entre un 17 y un 50%, la disminución de los recursos florales no sólo provocaría una reducción en la dieta disponible de los insectos polinizadores sino que provocaría su extinción así como la de varias especies vegetales. (Ordaz *et al.* , 2010)

2.1.2.2. Impactos del Cambio Climático en la Agricultura Peruana.

Perú es el tercer país más susceptible a las consecuencias del cambio climático, después de Bangladesh y Honduras. El cambio climático se suma a un conjunto de procesos: pobreza, degradación de suelos – que afecta a los sectores más pobres, reduciendo las capacidades de adaptación a los efectos del cambio climático. (MINAG, 2008)

A causa de las numerosas pérdidas de cultivos, glaciares y biodiversidad, el cambio climático tiene un impacto negativo en la economía peruana y estos son el núcleo del desarrollo agrario. Las zonas rurales son las más dañadas por este fenómeno, ya que cultivos como la papa, el maíz y el arroz tienen baja

productividad. Uno de los principales efectos del cambio climático es que modifica los ciclos de las lluvias; la mayoría de los cultivos en nuestro país se riegan fundamentalmente con agua proveniente directamente de las lluvias y estas precipitaciones deben ocurrir durante las estaciones de verano, aunque, esto ha ido cambiando con el tiempo. También, el incremento de la temperatura ha provocado que algunos vectores de plagas afecten a distintos cultivos. Por otra parte, debido al calentamiento global, cerca del 50% de los glaciares del Perú han desaparecido en los últimos 30 años, ya que cada año hay un deshielo, esto perjudica directamente a las poblaciones de la sierra peruana y a las comunidades que utilizan el agua subterránea acumulada gracias al derretimiento de los nevados que se produce anualmente. Los problemas en la amazonía son muy diferentes, si en el lado occidental de los Andes hay una alarmante escasez de agua, en el lado oriental hay inundaciones. En la segunda mitad del siglo XX, las inundaciones en la cuenca del Amazonas afectaron no solo a los cultivos, sino también a carreteras, trenes y algunas vías fluviales. (Zárate & Miranda, 2017)

Los cambios observados por los efectos del cambio climático en la agricultura peruana son: Impacto en la calidad y rendimiento de cultivos, plantaciones y ganadería, pérdida de biodiversidad e incremento de plagas, efectos fisiológicos en cultivos (pastos, bosques y ganadería en cantidad y calidad), cambios en el recurso suelo y agua (cantidad y calidad), aumento de plagas y enfermedades, disminución de la floración y fructificación de los cultivos por anomalías térmicas, afectaciones por derrumbes y deslizamientos por altas precipitaciones, eventos climáticos recurrentes (heladas, lluvias excesiva o extemporánea, sequía, viento, granizo o nieve, por su frecuencia, magnitud, intensidad o simplemente por ser

extemporáneas, ocasionan daños a los cultivos y pérdidas económicas a los agricultores), impactos en la disponibilidad de agua para riego de cultivos por sequías, impacto del cambio climático en la ganadería en zonas altoandinas (pérdida). (MINAG, 2008)

2.2. Marco Conceptual.

2.2.1. Variabilidad Climática.

La variabilidad climática incluye variaciones en el estado promedio del clima en todas las escalas de tiempo y espacio, incluyendo eventos climáticos extremos que ocurren con cierta periodicidad tales como: años extremadamente calurosos, inundaciones, eventos de lluvia, entre otros. (Lynd, 2005)

La variabilidad climática se define como las alteraciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación estándar, eventos extremos, etc.) del clima en todas las escalas de tiempo y espacio mayores que las de los eventos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos naturales internos del sistema climático, lo que se conoce como variabilidad interna, o a procesos influidos por fuerzas naturales o antropogénicas externas, lo que se denomina variabilidad externa. (Matthews, 2018)

Se consideran cuatro escalas temporales de variabilidad climática para la determinación y modulación de los procesos atmosféricos:

- **Estacional:** Corresponde a la oscilación del clima en una escala mensual. Es una fase fundamental la determinación del ciclo anual de los elementos climáticos dentro de la variabilidad climática a ese nivel.

- **Intraestacional:** Las fluctuaciones pasan desapercibidas porque su extensión es chica comparada con las del periodo anual. Las fluctuaciones intraestacionales ocurren en un período de 30 a 60 días.
- **Interanual:** Las alteraciones que se dan en las variables de los fenómenos meteorológicos de un año a otro corresponden a esta escala. Ejemplos típicos de la alteración climática interanual responden a los eventos de El Niño y La Niña.
- **Interdecadal:** En esta escala, las fluctuaciones climáticas se manifiestan en décadas. En comparación con la variabilidad interanual, la amplitud de estas oscilaciones es menor. (Montealegre, 2009)

2.2.2. Clima.

El clima se define como el conjunto promedio de condiciones atmosféricas que incluyen: precipitación, temperatura, humedad, velocidad del viento y otras, que son condiciones predominantes en un lugar y período de tiempo determinado. (OMM,1997)

El clima está representado por las condiciones meteorológicas que corresponden a un lugar y período de tiempo, asimismo, el clima se explica a través de descripciones estadísticas de tendencias climáticas. (OMM, 2018)

El clima se define como el estado medio del tiempo y, más severamente, como una representación estadística del tiempo en términos de los valores medios y los cambios de las magnitudes concernientes durante ciclos que pueden ir desde meses hasta miles o millones de años. El ciclo término medio habitual es de 30 años, según lo define la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Las

magnitudes son casi siempre variantes de superficie (por ejemplo, temperatura, lluvias o viento). En un sentido más amplio, el clima es el estado del sistema climático tanto en términos clásicos como estadísticos. (Matthews, 2018)

2.2.3. Tiempo.

Es la totalidad de eventos climatológicos en un momento y espacio determinados. El tiempo puede tener variaciones en las variables climatológicas de precipitación, temperatura, humedad, viento y otros elementos climatológicos. (OMM, 2018)

2.2.4. Temperatura.

La temperatura es el elemento más importante del clima, en consecuencia la temperatura es la causa de la circulación atmosférica y el verdadero motor del sistema climático. (Quereda, 2005)

La temperatura es una variable meteorológica, las causas que la determinan son: hora local, tipo de temporada, territorio, etc. Se clasifica en: **Temperatura media**: es el promedio de la temperatura mínima y máxima. **Temperatura mínima**: se representa como el registro de temperatura más baja que se registra durante el día (asumiendo las 24 horas del día), la temperatura mínima se registra durante las primeras horas del día. **Temperatura máxima**: se representa como el registro de temperatura más alta que se registra durante el día (asumiendo las 24 horas del día), la temperatura máxima se registra durante el mediodía y la tarde. (Rosas, 2007)

2.2.5. Precipitación.

Las lluvias es cualquier partícula de agua líquida o sólida que cae de la atmósfera y llega al suelo. Existen 2 tipos de precipitación: **Lluvia**: definida como

la precipitación de gotas de agua líquida con un diámetro igual o superior a 0,5 mm. **Nieve:** compuesta por cristales de hielo en forma hexagonal compleja. (Ahrens & Henson, 2018)

La precipitación son partículas de agua líquidas o sólidas que caen de la atmósfera a la superficie de la Tierra. (Rosas, 2009)

2.2.6. Tendencias.

Las tendencias son los aumentos o disminuciones graduales a lo largo del tiempo de las variables de precipitación y temperatura. (Castro & Carvajal, 2013)

La tendencia es un cambio en el valor de una variable, generalmente uniforme, a lo largo del tiempo. (Matthews, 2018)

2.2.7. Meteorología.

La meteorología es la ciencia que se ocupa del estudio de los fenómenos atmosféricos y los mecanismos que estos producen a lo largo del tiempo y que se orienta hacia sus predicciones. Por lo tanto, la meteorología tiene el propósito de pronosticar el tiempo. (SENAMHI, 2018)

2.2.8. Climatología.

La Organización Meteorológica Mundial señala que la Climatología se basa en el estudio del clima, así como sus variaciones extremas y su influencia en diversas actividades. (OMM, 2018)

La climatología es una ciencia que requiere la información de cada uno de los elementos meteorológicos de extensos periodos de tiempo para obtener valores promedio que permitan detectar y apreciar la relación de los fenómenos atmosféricos con la geografía del lugar y de esta manera determinar el clima. (Ayllón, 2013)

2.2.9. Calentamiento Global.

El calentamiento global es el aumento gradual, observado y proyectado de la temperatura de la superficie global como una de las consecuencias del forzamiento radiactivo de las emisiones antropogénicas. (Matthews, 2018)

2.2.10. Récor ds de Temperatura y Precipitación.

Los récor ds de temperatura y precipitación consisten en contar el número de estaciones con series cronológicas de más de 30 años y recopilar datos sobre las variables temperatura máxima diaria más alta, temperatura diaria más baja y datos totales de precipitación diaria más alta, que se registran para cada mes y año, el propósito es señalar e indicar si ocurrieron fenómenos extremos. (OMM, 2017)

2.2.11. Producción agrícola.

El proceso de producción agrícola tiene como objetivo la creación de valor de uso, es decir, productos vegetales o animales que satisfagan las necesidades específicas de los seres humanos. Históricamente, las actividades agrícolas se han desplazado hacia la producción de valor de uso para satisfacer las necesidades directas de los productores, creando productos que necesitan las poblaciones no agrícolas y expandiendo continuamente la producción de valor de cambio, es decir, la producción de productos agrícolas puede intercambiarse por productos no agrícolas. Productos agrícolas. (Parra *et al.* , 1986)

En la producción agrícola tradicional, el suelo constituye el almacén del agua utilizada por el cultivo, por ello es de suma importancia conocer las propiedades del suelo que definen su capacidad de almacenamiento, así como las fuerzas

que operan en el sistema agua-suelo y cómo las plantas toman el recurso. (Assan & Gorosito, 2018)

La función de producción agrícola: $Q = f(X, C, Z)$, se puede expresar como una mezcla de variables internas y externas y variables que representan la aptitud o destreza de los agricultores. Asimismo, las variables internas (X) pueden incorporar mano de obra, capital y otros suministros. Mientras que las externas (C) comprenden variables climáticas. Por otro lado, las características de los agricultores (Z) incluyen variables de capital humano. (Fleischer, Litchman, & Mendelsohn, 2007)

2.3. Antecedentes Empíricos de la Investigación (estado del arte).

Internacional:

Goya, (2021). En la Tesis: *Incidencia del Cambio Climático en la Producción de Arroz en la Zona Costera del Ecuador Periodo 2009 - 2019*, examinó la influencia del cambio climático en la elaboración de arroz. La investigación utilizó información meteorológica del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), la Corporación Industrial Arrocera del Ecuador (CORPCOM) y el Ministerio de Agricultura del Ecuador, así como encuestas dirigidas precisamente a pequeños, medianos y grandes cultivadores de la región. Los resultados muestran que el cambio climático es una causa nociva para el sector arrocero y la seguridad nutritiva de la colectividad, afectando considerablemente la producción de dicho cultivo.

Barragán, (2019). En la Tesis: *Vulnerabilidad de los Cultivos de Ciclo Transitorios al Sur de Quevedo ante el Cambio Climático, 2018*, determinó las

consecuencias y alteraciones que provocan las disposiciones climáticas en la producción de cultivos provisionales en la zona sur del Cantón Quevedo, Ecuador, las variables de respuesta fueron: temperatura, lluvia, tipo de clima y uso de terreno. El estudio de susceptibilidad, perceptibilidad y capacidad adaptativa se basó en producción, temperatura, lluvias y la previsión hasta el 2050. Los resultados indican que la alteración de la temperatura y lluvias tendrá un impacto en la producción de maíz, arroz y soja, conforme a que en el período poco lluvioso, al igual que en el período lluvioso, tuvo una variación promedio multianual de 25.86°C y las lluvias en las dos épocas tuvo un promedio de 2202.83 mm, por lo que la producción de cultivos provisionales actualmente con la alteración climática tanto en temperatura como en precipitación disminuirán.

Espinosa, (2017). En la Tesis: *Impacto del Cambio Climático en el Rendimiento de los Cultivos de maíz duro seco, banano, frejol seco, cacao y café: Un Análisis Provincial, Periodo 2000 - 2012*, estableció cómo las variables de temperatura y lluvias inciden en el beneficio de estos cultivos en las 24 provincias del Ecuador, utilizando datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). La metodología se llevó a cabo mediante modelos de efectos fijos y aleatorios y el uso de datos de panel . Los resultados muestran un parcial impacto en el rendimiento del cultivo de cacao, mientras que en el caso del frejol seco, banano, café y maíz duro seco no se encontró un efecto sustancial en el rendimiento de estos cultivos.

Noya, (2016). En la Tesis: *Efectos del Cambio Climático en la Producción de Durazno en Villa Serrano Provincia Belisario Boeto del Departamento de Chuquisaca - Bolivia*, determinó las consecuencias del cambio climático en la

producción de durazno en Villa Serrano. El estudio utilizó datos meteorológicos significativos de diez temporadas recolectadas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) desde 1970 hasta 2001, considerando como variables de evaluación: precipitación, temperatura máxima y mínima, así como la proyección de escenarios climáticos para los años 2030 y 2060. Los resultados indican los efectos del cambio climático en la producción de durazno, el aumento de las temperaturas máximas y mínimas provocó un adelanto en la floración y desequilibrios fisiológicos respectivamente.

Mauricio, (2015). En la Tesis: *Impacto del Cambio Climático en la Producción de Caña de Azúcar en los Departamentos de Cauca y del Valle del Cauca - Colombia*, evaluó el impacto del cambio climático en la producción de caña de azúcar. La investigación utilizó datos de variables climáticas como la lluvia y la temperatura (máxima y mínima). Los resultados muestran una mayor productividad agrícola en el cultivo de la caña de azúcar con un aumento de la temperatura a corto plazo; sin embargo, una vez que se excede el límite de temperatura aceptable, el rendimiento tiende a disminuir drásticamente.

Nacional:

Landeo, (2021). En la Tesis: *Impactos Potenciales de la Variabilidad y el Cambio Climático en la Producción de Uva, Ica, Región Ica: 2010 – 2030*, determinó los efectos del cambio climático sobre el índice de incremento de la producción de vid. Utilizó el modelo microeconómico de la función de producción, para lo cual utilizó la base de información de la Dirección Regional de Agricultura de Ica, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Los resultados muestran un efecto significativo de las variables que expresan el cambio climático sobre índice de incremento de la producción de vid.

Saavedra, (2020). En la Tesis: *Impacto del Cambio Climático en la Producción de Granos de Café en Sistemas Agroforestales en el Caserío San Vicente, 2018*, evaluó el impacto del cambio climático en la producción de granos de café (período 2010-2018). El enfoque metódico consistió en evaluar cuantitativamente la susceptibilidad y flexibilidad, a través de encuestas colaborativas y estableció la correlación entre las variables climáticas (temperatura, precipitación y humedad relativa) y el beneficio del cafetal en el sistema de producción. Las conclusiones muestran que el impacto del cambio climático en la producción de granos de café en el caserío San Vicente presenta una susceptibilidad regular con una moderada capacidad de adaptación y riesgo en el mediano plazo.

López, (2019). En la Tesis: *Efecto del Cambio Climático sobre la Producción de Arroz en los últimos 20 años en la Provincia de Moyobamba, Región San Martín*, evaluó el efecto del cambio climático en la producción de arroz en los últimos 20 años en la Provincia de Moyobamba. La investigación se realizó utilizando los siguientes formas para el tratamiento de datos: distribución de frecuencias y gráficas de síntesis descriptivo de las variables producción y cambio climático, coeficiente de correlación de Pearson, para medir la relación entre las variables. También procesó imágenes LandSat, analizó imágenes satelitales para cada año del período de estudio. Los resultados muestran que la temperatura tiene una relación altamente relevante con los tres dimensiones de producción de arroz: siembra (Ha), cosecha (Ha), producción (Tn), la precipitación no tiene relación con los indicadores de producción de arroz, determinando una influencia nula sobre los mismos. .

Villar, (2019). En la Tesis: *Efectos de la Variabilidad Climática (Temperatura y Precipitación) en la Seguridad Alimentaria en Acomayo - Cusco*, examino las consecuencias de la susceptibilidad climática en la producción de alimentos en la provincia de Acomayo del 2000 al 2050, tomando en cuenta las variables climatológicas de temperatura y lluvias. Verifico la información sobre producción agroalimentaria proporcionada por el Ministerio de Agricultura y Riego y la información sobre variaciones climáticas del SENAMHI, del 2000 al 2017, con análisis de regresión múltiple. Las conclusiones manifiestan un aumento gradual en la producción de papa, maíz, cebada y quinua, determinando dicho aumento las variables temperatura y área cosechada. La susceptibilidad climática expresa el aumento de la temperatura y la disminución gradual de las lluvias. Los pronósticos para el año 2050 demuestran que posiblemente habrá un aumento en la producción de papa, maíz, cebada y quinua dependiendo del aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones.

Escudero, (2017). En la Tesis: *Impacto Ambiental de la Variabilidad de Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación en la Producción de Papa entre Casma, Pomabamba y Recuay: 2012 - 2015, ante los efectos del Cambio Climático*, determinó el impacto ambiental de la variabilidad de las variables climáticas, utilizó el estudio correlacional - explicativo a través de la selección de datos meteorológicos y agrícolas, para el establecimiento de correlaciones entre las fluctuaciones calientes y húmedas y la susceptibilidad interanual de las lluvias con la producción, con la dedicación de manifestar las consecuencias generadas por los recientes ambientes de cambio climático. En el transcurso del ciclo de estudio se reveló la existencia de impactos positivos y negativos en la producción de papa, los cuales variaron según las provincias estudiadas en

referencia a las correlaciones entre las oscilaciones y variabilidades en la producción.

Torres, (2016). En la Tesis: *Impacto del Cambio Climático en el Cultivo de Papa (Solanum tuberosum) y Quinoa (Chenopodium quinoa Will) en el departamento de Puno*, realizó un análisis tomando en cuenta las variables meteorológicas determinantes en su desarrollo, tales como temperatura y precipitación. En primer lugar procesó la información meteorológica de las cuencas de Huancané y Coata para el departamento de Puno para los periodos 1967 - 2006 y 1956 - 2009 respectivamente y sobre esto utilizó las anomalías para las variables climáticas de temperatura y lluvias a futuro: 2071 a 2100, de los espacios regionalizados Ego TA CCS y HADRM3. A continuación, se usó el modelo de riego de cultivos CROPWAT 8.0 para estimar los requerimientos futuros de riego para el cultivo de papa para la localidad de Huancané y para el cultivo de quinoa para la localidad de Juliaca. Los resultados indican que se espera un efecto negativo en el futuro cercano 2071-2100, lo que se traduce en mayores demandas de agua y requerimientos de riego durante las campañas agrícolas para los cultivos de papa y quinoa en las localidades de Huancané y Juliaca.

Clemente & Dipas, (2014). En la Tesis: *Efectos del Cambio Climático sobre la Tasa de Crecimiento de la Producción de Papa en el Valle del Mantaro: 2000 – 2014*, determinaron los efectos del cambio climático, utilizando temperatura y precipitación sobre el índice de aumento de la producción de papa. La metodología utilizada en esta investigación fue el modelo microeconómico de la función de producción. Los resultados muestran que los efectos de las variables que explican el cambio climático sobre la tasa de crecimiento de la producción

de papa fueron positivos hasta cierto nivel (punto máximo) a partir del cual el efecto se vuelve negativo. La tasa de crecimiento de la producción de papa se ve seriamente afectada por un aumento de la temperatura y/o de las precipitaciones, lo que también implica impactos en el mercado de bienes, el mercado laboral y el mercado financiero.

Arizaca, (2013). En la Tesis: *Efectos del Cambio Climático en la Producción de Cultivos en la Vertiente del Lago Titicaca*, evaluó los efectos de las variaciones de los elementos climáticos en la producción de cultivos de papa y quinua en la vertiente del Lago Titicaca. La metodología utilizada en esta investigación fue la selección de estaciones meteorológicas y pisos ecológicos, utilizando modelos estadísticos y regresión lineal múltiple. Las conclusiones obtenidos demostraron que existe una relación directa entre la producción de papa y quinua con las temperaturas, en ambos cultivos los coeficientes de determinación son muy buenos, es decir a medida que aumenta la tendencia de la temperatura aumentan las producciones en ambos cultivos; sin embargo, la precipitación promedio mensual no está relacionada para ambos cultivos, es decir, no existe significancia entre la producción de papa y la de quinua.

Local:

Chaiña, (2021). En la Tesis: *El Impacto de la Temperatura en el Desarrollo Económico de los Hogares Agrícolas de la Región Cusco, 1997 – 2019*, estudió el efecto de la temperatura en el desarrollo económico de los hogares agrícolas de la Región Cusco. En la metodología utilizó información del Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Gridded Monthly (serie de tiempo mensual). Las conclusiones demuestran consecuencias negativas en la agricultura de supervivencia y en el mediano plazo se evidencia una gran variabilidad en la

producción agrícola y los ingresos provocados por la temperatura de un año a otro.

Carreño & Urbina, (2020). En la Tesis: *Impacto Económico de las Precipitaciones Pluviales y la Temperatura Ambiental en los Productores Agrícolas de la Provincia de Urubamba, distrito de Yucay, periodo 2015 - 2019*, analizaron cómo la temperatura ambiental y la precipitación inciden en la producción agropecuaria de los productores de la provincia de Urubamba, distrito de Yucay. En la metodología utilizaron información mensual de precipitaciones y temperatura media, examinar las consecuencias sobre la producción agrícola en cinco de los principales productos (maíz amiláceo, cebolla, repollo, coliflor y zanahoria). Los resultados muestran un impacto negativo de las variables climáticas sobre la producción agrícola durante el periodo de análisis.

Figuroa, Félix, & Figuroa, (2018). En la investigación: *Cambio Climático y Producción de Café en el Valle de La Convención, Cusco: 2000 - 2016*, determinaron el grado de relación entre el cambio climático y la producción de café en el Valle de La Convención. Se utilizaron técnicas para la recolección de datos como la recolección documental de datos sobre precipitación anual, temperatura como indicadores clave del cambio climático, así como las conclusiones de la producción de café producido en el valle de La Convención en los últimos 20 años. Las conclusiones muestran que efectivamente el cambio climático expresado en incrementos positivos de temperatura, así como los cambios en los regímenes de precipitación, se relaciona significativamente con la producción de la caficultura Convenciana.

III HIPÓTESIS Y VARIABLES.

3.1. Hipótesis.

3.1.1. Hipótesis General:

- El cambio climático tiene efecto sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta, Cusco: 1997 – 2018.

3.1.2. Hipótesis Específicas:

- En el periodo 1997 – 2018 varió la cédula de cultivos.
- La variación de la temperatura tiene efecto sobre la producción agrícola.
- La variación de la precipitación tiene efecto sobre la producción agrícola.

3.2. Identificación de Variables e Indicadores.

Las variables de estudio están en relación al efecto de la variación de la temperatura y precipitación sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta, durante el periodo: 1997 al 2018. Analizadas de la siguiente manera:

Variables Independientes:

En la presente investigación las variables independientes se consideran: Temperatura y Precipitación, lo que hace referencia al registro histórico de la base de datos observados de los elementos climatológicos de temperatura y precipitación (SENAMHI). Con sus dimensiones: Temperatura media mensual, temperatura máxima mensual y temperatura mínima mensual y precipitación total mensual (mm).

Variable Dependiente:

La Variable Dependiente se considera: producción agrícola, con su Dimensión: Rendimiento anual, lo que hace referencia al registro de la base de datos estadísticos de la producción agrícola en la Pampa de Anta. (GERAGRI – Cusco). Cada dimensión se desagrega en indicadores.

Indicadores:

Para temperatura: Grados Celsius (°C).

Para precipitación: Milímetros (mm)

Para producción: Rendimiento anual (Kg/Ha)

3.3. Operacionalización de Variables.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Variables Independientes: Temperatura	La temperatura es una variable climatológica, los factores que la determinan son: horario local, tipo de estación, territorio, etc (Rosas, 2009).	D1: Temperatura media mensual D2: Temperatura máxima mensual D3: Temperatura mínima mensual	Grados Celsius (°C)	Ficha de análisis documental del Registro de la serie mensual y anual del elemento climatológico de la temperatura observada en la base de datos climatológicos del SENAMHI – Cusco, durante los años 1997 al 2018.
Precipitación	Partículas de agua líquida o sólida que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre (Rosas, 2009).	D1: Precipitación total mensual.	Milímetros (mm)	Ficha de análisis documental del Registro de la serie mensual y anual del elemento climatológico de la precipitación observada en la base de datos climatológicos del SENAMHI – Cusco, durante los años 1997 al 2018.

<p>Variable Dependiente: Producción agrícola</p>	<p>El proceso de producción agrícola tiene como objetivo la creación de valor de uso, es decir, productos vegetales o animales que satisfagan las necesidades específicas de los seres humanos (Parra <i>et al.</i> , 1986).</p>	<p>Rendimiento anual</p>	<p>Kilogramos/Hectárea (Kg/Ha)</p>	<p>Ficha de análisis documental del Registro anual del rendimiento de la producción, observada en la base de datos de la GERAGRI – Cusco, durante los años 1997 al 2018.</p>
--	--	--------------------------	------------------------------------	--

IV METODOLOGÍA.

4.1. Ámbito de Estudio:

Comprende la Pampa de Anta ubicada en la Provincia de Anta, departamento del Cusco, la vía de acceso es la Carretera Panamericana Sur, a una distancia de 26 km de la ciudad del Cusco.

4.1.1. Localización Política:

La Pampa de Anta tiene una superficie de 607 kilómetros cuadrados y se divide en 4 distritos (Acahuasi, Anta, Huarcocondo y Zurite). Limita al Norte con la Provincia de La Convención y la Provincia de Urubamba, al Este con la Provincia de Cusco y la Provincia de Paruro, al Sur y al Oeste con el Departamento de Apurímac. Tiene una superficie agrícola de 148 993 Ha y la superficie cultivada es de 48 061 Ha.

Departamento : Cusco

Provincia : Anta

Capital de Provincia : Anta

Distritos : Acahuasi, Anta, Huarcocondo, Zurite.

4.1.2. Localización Geográfica:

Altitud : 3424 m.s.n.m.

Latitud : 72°09'17"S

Longitud : 13°25'33"O

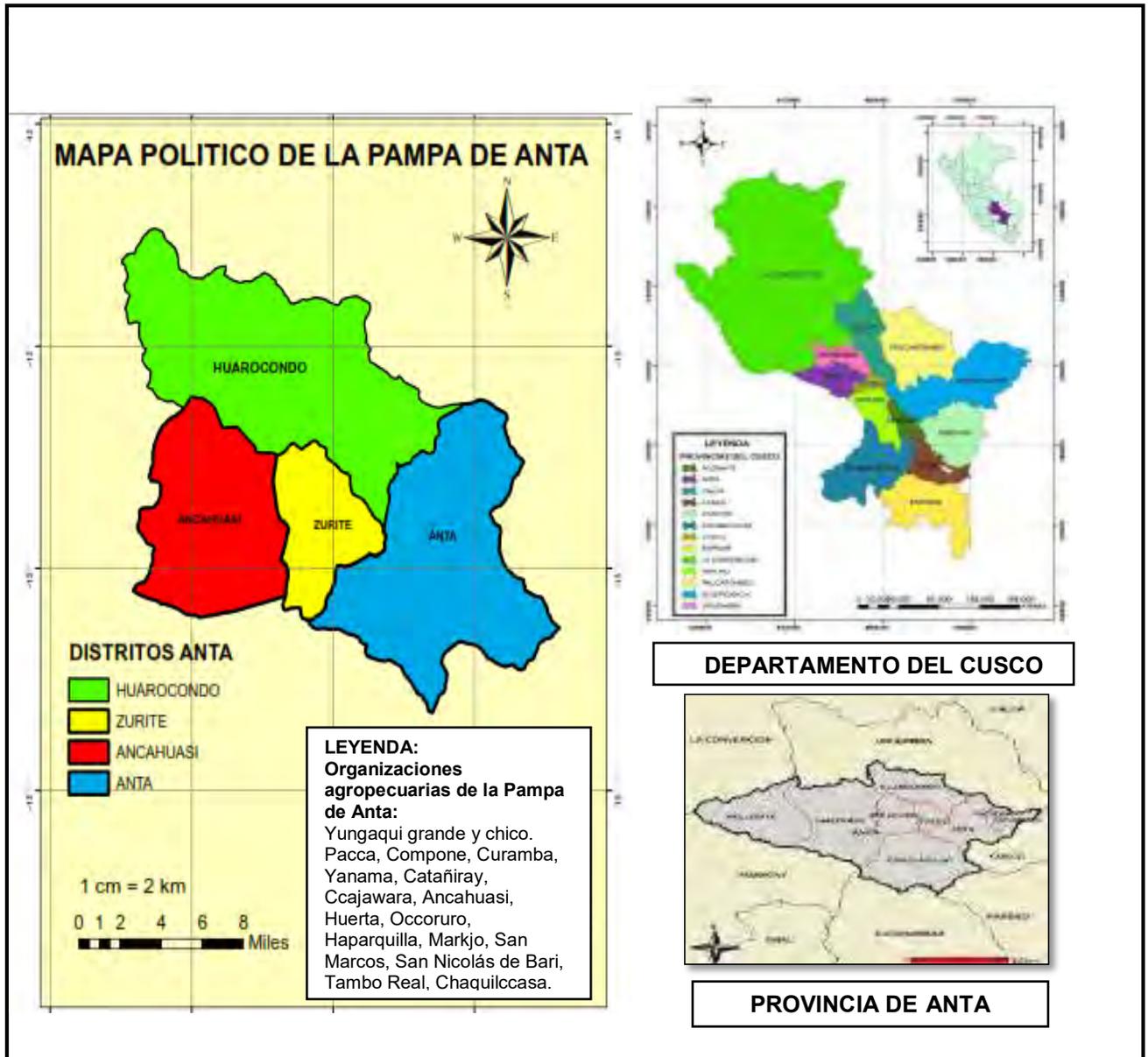


Figura 3. *Ámbito de Estudio: Pampa de Anta, Provincia de Anta, Departamento del Cusco.*

Fuente: Elaboración propia, en base a los mapas del estudio de Zonificación Ecológica y Económica ZEE de la Región del Cusco. Gobierno Regional del Cusco, 2012.

En la Pampa de Anta, la producción agrícola es la principal fuente de ingresos económicos de las familias. La producción agrícola está determinada fundamentalmente por el factor climático, los cultivos predominantes son: maíz amiláceo, papa, cebada, trigo, haba, quinua, olluco, avena, arveja, tarwi, zanahoria, oca, cebolla; Entre los cultivos destinados a la producción ganadera destacan la alfalfa, el rye grass y el trébol. En el distrito de Huarcocondo y parte del distrito de Zurite, el cultivo de alcachofa muestra un aumento significativo en la superficie cultivada en los últimos años, cultivo destinado a la agroindustria y la exportación.

Tan pronto como la rotación de cultivos, existe el siguiente sistema: en las partes altas predominan los cultivos de papa, haba, avena y/o cebada, en las partes medias y bajas cultivos de papa, haba, trigo, maíz y hortalizas y en otros casos el maíz como cultivo anual. Cabe señalar que la papa y el maíz son los cultivos más importantes en la Pampa de Anta. El período de descanso de las tierras comunales o laymes es de 5 a 7 años.

El calendario de la explotación agrícola es estacional y depende de la temporada de lluvias, comenzando en agosto de cada año y finalizando en julio del año siguiente. Los cultivos se inician con la siembra de papa maguay en el mes de julio y la siembra grande se da durante los meses de setiembre y octubre, la siembra de maíz se da durante el mes de agosto.

Los productores en la Pampa de Anta, se pueden clasificar en tres grupos:

- **Medianos productores individuales o privados:** Cuentan con predios rurales privados e individualizados mayores de 10 Ha, situado al pie de pendientes con terrenos de buena calidad y disposición de agua de riego, vinculados a la

demanda local y regional. Planean la producción usando recursos humanos, financieros y tecnológicos entre medio y alto, logrando mejores niveles de desempeño productivo. Se caracterizan por la crianza de ganado mejorado en sistemas semi-intensivos, cuya finalidad es la producción de leche.

- **Medianos productores individuales o privados:** Tienen terrenos rurales de menos de 10 Ha y más de 3 Ha, con limitaciones para invertir y acceder a servicios agrarios, utilizan parcialmente las tecnologías haciendo uso parcial de maquinaria. Enfrentan dificultades debido a la escasez de agua para riego. Este grupo tiende a alternar la cédula de cultivos y crianza, los cultivos se destinan a la subsistencia o seguridad alimentaria familiar, cuyos excedentes se ofrecen en el mercado local. Estos productores complementan la producción agrícola con la ganadería en sistemas extensivos y semi-intensivos para la producción de leche y carne.
- **Productores comunales:** propio de familias pertenecientes a comunidades campesinas, cuentan con pequeñas parcelas de menos de 3 Ha, algunas de ellas con acceso a irrigación y con serios obstáculos para conseguir los servicios agrarios, implantan técnicas y métodos productivos con alto factor habitual con poca utilización de suministros exteriores. La variación de cultivos y la integración entre agricultura y ganadería constituyen métodos de seguridad para la producción. La ganadería es compuesta, en los sistemas extensivos prevalecen las razas criollas.

Las Organizaciones Agropecuarias de la Pampa de Anta están constituidas por organizaciones productoras, estas son: Yungaqui Grande, Yungaqui Chico, Pacca, Compone, Curamba, Yanama, Catañiray, Ccajawara, Ancahuasi, Huerta, Occoruro, Haparquilla, Markjo, San Marcos, San Nicolás de Bari, Tambo Real, Chaquilccasa.

Suelos de la Pampa de Anta.

De acuerdo a la capacidad de uso mayor de suelos, en la Pampa de Anta existen los siguientes tipos de suelos:

- Terrenos de sembrío en limpio asociados con pastos de protección, estos suelos se distinguen por una profundidad equilibrada a superficial, estructura robusta a moderadamente gruesa, productividad media a baja, donde el pH es moderadamente ácido a alcalino.
- Los suelos de protección están asociados a cultivos permanentes, estos suelos se caracterizan por ser superficiales a profundos, de estructura equilibradamente delgada con buen drenaje, pH superficialmente ácido a neutro y fertilidad media.
- Los suelos de protección asociados a pastos y cultivos en limpio se caracterizan por ser superficiales, alternando con zonas donde el suelo es profundo, la textura es moderadamente gruesa, el drenaje es alto y la fertilidad es media a baja.

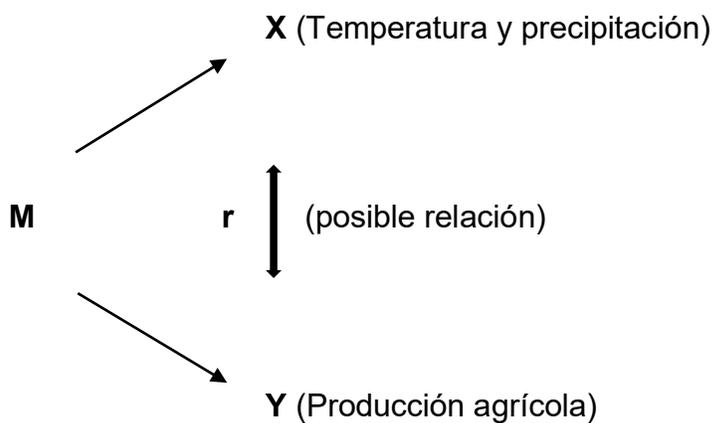
4.2. Tipo y Nivel de Investigación.

Tipo de Investigación.

La investigación es de **tipo no experimental de corte longitudinal retrospectiva**, las variables no fueron alteradas, debido a que se enmarca bajo factores naturales del Cambio Climático y es de corte longitudinal retrospectiva porque se analizaron cambios de las variables a través del tiempo, durante el periodo: 1997 al 2018.

Nivel de Investigación.

El nivel de investigación es **descriptivo correlacional**, debido a que se midió el grado de relación entre las causas climáticas (temperatura y lluvias) y la producción agrícola en la Pampa de Anta, durante los años 1997 al 2018.



Donde:

M: Muestra de estudio.

X: Variable independiente.

Y: Variable dependiente.

r: Relación entre las variables estudiadas.

4.3. Unidad de Análisis.

El presente estudio se realizó con los factores climatológicos de: temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima y lluvias, mediante registros históricos de datos hidrometeorológicos del SENAMHI – Estación Meteorológica Ancachuro de la Provincia de Anta, durante los años 1997 al 2018. Asimismo, se utilizó el registro anual de la producción agrícola de la Pampa de Anta, observada de la base de datos de la GERAGRI – Cusco, durante los años 1997 al 2018. (Anexo 7)

4.4. Población de Estudio.

Cédula de cultivo de 27 cultivos de la Pampa de Anta. N = 27 cultivos.

El registro histórico de la base productiva agrícola total en Kg/Ha de la Pampa de Anta, durante el periodo de estudio, presenta 27 cultivos, los cuales son: kiwicha o amaranto, ajo, alcachofa, alfalfa, arveja grano seco, arveja grano verde, avena forrajera, avena grano, cebada forrajera, cebada grano, cebolla, frijol grano seco, haba grano seco, haba grano verde, maíz amiláceo, maíz chala, maíz choclo, manzano, oca, olluco, papa, quinua, rye grass, tarwi, trébol, trigo y zanahoria. (Tabla 1)

Tabla 1. Registro Histórico de la Base Productiva Agrícola Total Anual en (Kg/Ha) – Pampa de Anta (1997 – 2018)

Año	ACHITA, KIWICHA, O AMARANTO	AJO	ALCACHOFA	ALFALFA	ARVEJA GRANO SECO	ARVEJA GRANO VERDE	AVENA FORRAJE RA	AVENA GRANO	CEBADA FORRAJE RA	CEBADA GRANO	CEBOLLA	FRIJOL GRANO SECO	HABA GRANO SECO	HABA GRANO VERDE	MAIZ AMILACEO	MAIZ CHALA	MAIZ CHOCLO	MANZANO	OCA	OLLUCO	PAPA	QUINUA	RYE GRASS	TARWI	TREBOL	TRIGO	ZANAHO RIA		
	Media	ajo	alca	alfa	arv_gc	arv_gv	a_fo	a_gr	ce_fo	ce_gr	cebo	fr_gc	ha_gs	ha_gv	mai_a	ma_ch	ma_cho	man	oca	oll	papa	quin	ray_g	tanw	treb	trigo	zana		
1997				8750	1007	7000			10000	1507	12872		1448	7691	1609					6842	9738	1307		1150		1904	12377		
1998				52500	750	5285			9130	1697	13700		934	8855	1877					5341	9472	1636		1200		1798	13844		
1999				22875		4667				1737	13444		1378	6644	2000					7000	10050	1511		1200		1831	12843		
2000				20500	1259	8000			11842	1870	15085		1512	9700	2012				6500	7696	11347	1325		1186		1750	14979		
2001				18000	2500	6676	10231	1962	10860	1620	11899		1365	5137	1480					6543	7076	10189	1129		1038	1438	11653		
2002				18333	1750	3339	7025	1502	8412	1467	8222		1214	3981	1446					7000	6932	11313	1304		1110	1737	7607		
2003		8000		16000	1556	3758	5018	1250	4495	1186	7617		1231	4269	1222					10000	5608	7468	1300		1067	1296	7560		
2004				17727	1006	3470	13020	1044	13470	1210	7214		1222	4063	1105					5533	6452	10367	900		1136	1171	7593		
2005				25789	963	3549	15628	1069	14458	1202	7394		1027	4168	1175					6350	7000	10545	1133		1075	1182	8000		
2006				57950	1500	4810	30189	1500	27478	1600	11529		1599	8636	1500						9000	11686	1508	12168	900	1800	8755		
2007			11024	66745	1500	8000	34844	15000	30000	2000	15000	1500	2000	9000	15000					6375	9000	15000	2000	36568	900	29091	2000	15000	
2008			6250	81319	1502	8000	34453	1500	30000	1713	15000		2000	9000	1585					7000	9000	15000	1929	30742	934	27274	2000	14682	
2009	1500			71028	1582	6508	35000	1733	29210	1692	14492		2000	7982	1897					10000	7000	15000	1933	67634	941	49450	2008	13339	
2010			9572	69436	938	6224	39955	1182	31944	1354	15000		1244	8250	1150					4400	5000	7358	8203	950	79594	680	87625	1000	11861
2011		4000		70411	1378	7154	35000	1800	30000	1057	14904		1742	8112	1750						6682	8688	13121	1725	74918	900	77325	1950	12067
2012		4000		70411	1378	7154	35000	1800	30000	1057	14904		1742	8112	1750						6682	8688	13121	1725	74918	900	77325	1950	12000
2013				76657	1500	7000	35000	1808	30000	2000	15000		2000	7012	2250					8000	7000	9000	15249	2001	73471	918	86250	2000	12000
2014		5000			1494	7000	35000	1804	30000	2000	15000		2000	8729	2000					7000	9000	15995	2000		922		3000	12000	
2015		5000		238623	1609	6955	32320	1778	27385	1555	13056		1775	7460	1845					7000	7968	15983	1848		844		2375	11632	
2016			7530		1503	6262	24744	2000	24390	2000	13228		1986	6000	1912						8991	16257	1999		1036		2000	11730	
2017		4000	8182		1875	5373	21039	2000	19955	2050	11988		2000	5798	3102					7283	9039	15486	2000		901		2000	11968	
2018				3460000	1674	5343	24417	1978	20892	2000	11667		1985	6055	1932					7551	8754	15899	1950		914		2000	11993	

Fuente: Datos obtenidos de la Dirección de Estadística e Información Agraria – Gerencia Regional de Agricultura (GERAGRI – Cusco).

4.5. Tamaño de Muestra.

Cédula de cultivo de 12 cultivos. $n = 12$ cultivos

Para el procesamiento de datos se ha considerado el criterio de selección de 12 cultivos que presentan data completa de la producción en la cédula de cultivos durante el periodo de estudio. La base productiva agrícola total anual de los cultivos seleccionados en Kg/Ha presenta los siguientes cultivos: arveja grano verde, cebada grano, cebolla, haba grano seco, haba grano verde, maíz amiláceo, olluco, papa, quinua, tarwi, trigo y zanahoria. (Tabla 2)

Tabla 2. Base Productiva Agrícola Total Anual de los Cultivos Seleccionados en (Kg/Ha) – Pampa de Anta (1997 – 2018).

Año	ARVEJA GRANO VERDE	CEBADA GRANO	CEBOLLA	HABA GRANO SECO	HABA GRANO VERDE	MAIZ AMILACEO	OLLUCO	PAPA	QUINUA	TARWI	TRIGO	ZANAHORIA
	arv_gv	ce_gr	cebo	ha_gs	ha_gv	mai_a	oll	papa	quin	tarw	trigo	zana
1997	7000	1507	12872	1448	7691	1609	6842	9738	1307	1150	1904	12377
1998	5285	1697	13700	934	8855	1877	5341	9472	1636	1200	1798	13844
1999	4667	1737	13444	1378	6644	2000	7000	10050	1511	1200	1831	12843
2000	8000	1870	15085	1512	9700	2012	7696	11347	1325	1186	1750	14979
2001	6676	1620	11899	1365	5137	1480	7076	10189	1129	1038	1438	11653
2002	3339	1467	8222	1214	3981	1446	6932	11313	1304	1110	1737	7607
2003	3758	1186	7617	1231	4269	1222	5608	7468	1300	1067	1296	7560
2004	3470	1210	7214	1222	4063	1105	6452	10367	900	1136	1171	7593
2005	3549	1202	7394	1027	4168	1175	7000	10545	1133	1075	1182	8000
2006	4810	1600	11529	1599	8636	1500	9000	11686	1508	900	1800	8755
2007	8000	2000	15000	2000	9000	15000	9000	15000	2000	900	2000	15000
2008	8000	1713	15000	2000	9000	1585	9000	15000	1929	934	2000	14682
2009	6508	1692	14492	2000	7982	1897	8571	15000	1933	941	2008	13339
2010	6224	1354	15000	1244	8250	1150	7358	8203	950	680	1000	11861
2011	7154	1057	14904	1742	8112	1750	8688	13121	1725	900	1950	12067
2012	7154	1057	14904	1742	8112	1750	8688	13121	1725	900	1950	12000
2013	7000	2000	15000	2000	7012	2250	9000	15249	2001	918	2000	12000
2014	7000	2000	15000	2000	8729	2000	9000	15995	2000	922	3000	12000
2015	6955	1555	13056	1775	7460	1845	7968	15983	1848	844	2375	11632
2016	6262	2000	13228	1986	6000	1912	8991	16257	1999	1036	2000	11730
2017	5373	2050	11988	2000	5798	3102	9039	15486	2000	901	2000	11968
2018	5343	2000	11667	1985	6055	1932	8754	15899	1950	914	2000	11993

Fuente: Datos obtenidos de la Dirección de Estadística e Información Agraria – Gerencia Regional de Agricultura (GERAGRI – Cusco).

4.6. Técnicas de Selección de Muestra.

El método de selección de la muestra fue por conveniencia, porque se ha tomado del total de la cédula de cultivos de la unidad de investigación, sólo los cultivos que cuentan con data completa para todo el periodo de análisis, para cumplir con el propósito de la presente investigación.

4.7. Técnicas de Recolección de información.

El método de recolección de información fue el análisis documental, utilizándose como instrumentos, dos registros anuales de recojo de información:

Registro Anual de la Data Hidrometeorológica del SENAMHI – Estación Meteorológica Ancachuro.

La Estación meteorológica Ancachuro del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), se encuentra ubicada en el centro poblado de Ancachuro, perteneciente al Distrito de Zurite, de la Provincia de Anta, Departamento del Cusco. Es una Estación del tipo Convencional – Meteorológica, con recepción de datos en tiempo real en horas establecidas: 07, 13 y 19 horas. Posee una data histórica de 58 años a partir del año 1964. El ámbito que abarca es toda la Provincia de Anta. La distancia aproximada desde la ciudad del Cusco es de 38 Km. (Tabla 3)

Tabla 3. Ubicación de la Estación Meteorológica Ancachuro.

Estación Meteorológica Ancachuro	Tipo	Altitud	Latitud	Longitud
Distrito: Zurite Provincia: Anta Departamento: Cusco	Convencional Meteorológica	3324 msnm	13° 28' 20.71" S	72° 13' 7.54" W

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (SENAMHI)

Se compiló información hidrometeorológica de los factores climatológicos de: temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación de la Estación Meteorológica Ancachuro de la provincia de Anta, durante los años 1997 al 2018. La obtención de la información meteorológica se realizó mediante solicitud dirigida al Director Zonal 12 del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología SENAMHI – Cusco. (Anexos 2, 3, 4 y 5)

La data meteorológica del periodo de estudio: 1997 al 2018 (22 años), muestra que los años 1997, 1998, 1999 y 2000 presentan la temperatura media anual más baja con 10.6°C, 11.2°C, 11.2°C y 11.1°C respectivamente y los años 2001, 2010 y 2016 presentan la temperatura media anual más alta con 11.8°C, 12.2°C y 12.0°C respectivamente; los años 2008, 2013, 2015 y 2017 presentan la temperatura máxima media anual más baja con 19.7°C para cada año respectivamente y los años 2003, 2005 y 2012 fueron los años más cálidos con una temperatura máxima media anual de 21.5°C, 21.4°C y 25.4°C respectivamente; los años 1997, 1998 y 2000 fueron los años más fríos con una temperatura mínima media anual de 0.6°C, 1.2°C y 1.1°C respectivamente y los años 2015, 2017 y 2018 presentan la temperatura mínima media anual más alta con

2.7°C, 3.0°C y 2.7°C respectivamente; asimismo, los años 1998, 2005 y 2014 fueron los años menos lluviosos con 57.1 mm, 48.5 mm y 54.7 mm de precipitación respectivamente y los años 1999, 2001 y 2002 fueron los años más lluviosos con 115.2 mm, 135.2 mm y 113.4 mm de precipitación respectivamente. (Tabla 4)

Tabla 4. Registro Histórico de la Data Meteorológica de la Pampa de Anta – Periodo: 1997 - 2018.

Años	Temperatura media anual en (°C)	Temperatura máxima media anual en (°C)	Temperatura mínima media anual en (°C)	Precipitación total anual en (mm)
1997	10.6	20.5	0.6	85.4
1998	11.2	21.3	1.2	57.1
1999	11.2	21.0	1.3	115.2
2000	11.1	21.0	1.1	83.7
2001	11.8	21.4	2.1	135.2
2002	11.7	21.0	2.4	113.4
2003	11.5	21.5	1.5	77.0
2004	11.4	20.8	2.0	74.8
2005	11.3	21.4	1.1	48.5
2006	11.0	20.4	1.7	72.9
2007	11.3	20.4	1.7	66.9
2008	11.3	19.7	2.0	67.8
2009	11.4	20.4	1.7	79.2
2010	12.2	21.0	1.7	84.4
2011	11.6	20.4	2.2	93.4
2012	11.4	25.4	1.9	73.8
2013	11.5	19.7	2.2	72.4
2014	11.7	19.8	2.3	54.7
2015	11.5	19.7	2.7	60.8
2016	12.0	20.4	2.3	69.9
2017	11.6	19.7	3.0	62.4
2018	11.4	20.0	2.7	67.3

Fuente: Datos obtenidos del SENAMHI – Estación Meteorológica Ancachuro.

Con los datos de la Tabla 4, se elaboró el Climatodiagrama general de la Pampa de Anta correspondiente al periodo de estudio. (Figura 4)

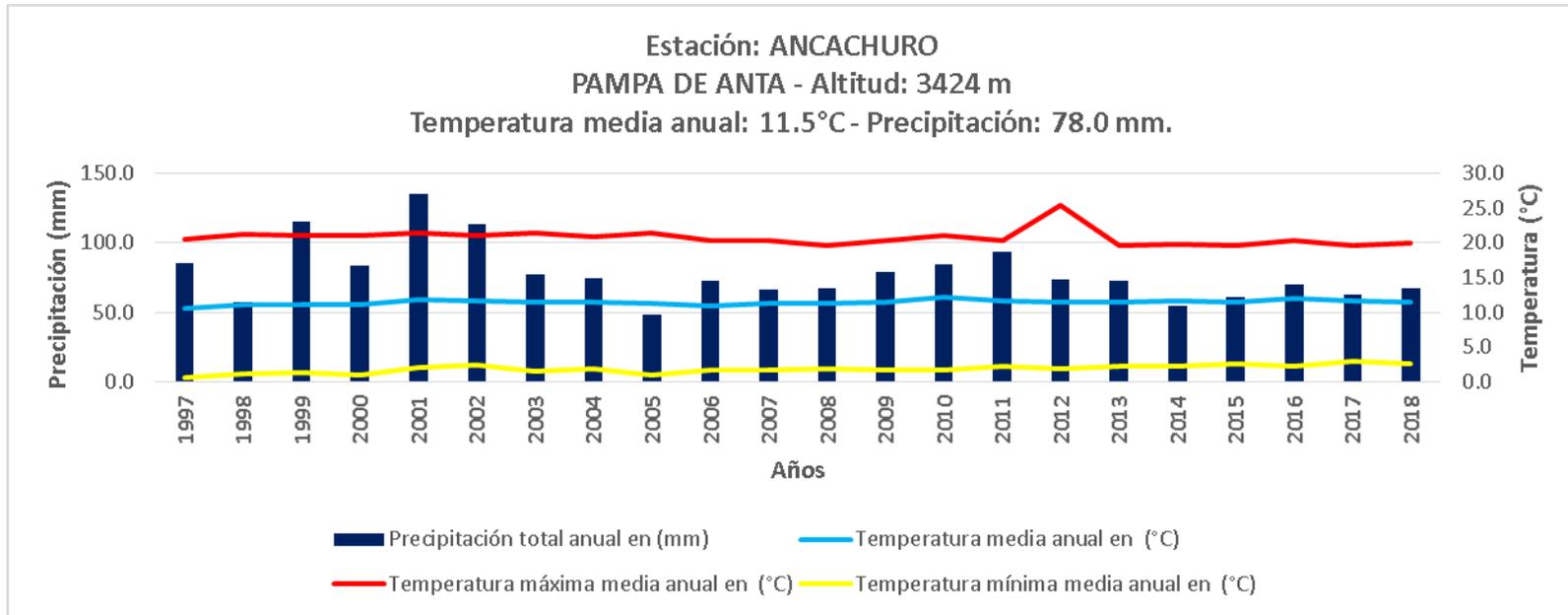


Figura 4. Climatodiagrama general de la Pampa de Anta: 1997 – 2018.

Registro Anual de la Data de la Producción Agrícola de la Pampa de Anta de la GERAGRI – Cusco.

Se recopiló información de la producción agrícola de la Pampa de Anta, durante los años 1997 al 2018. La obtención de la información productiva se realizó mediante solicitud dirigida a la Dirección de Estadística e Información Agraria de la Gerencia Regional de Agricultura: GERAGRI – Cusco.

4.8. Técnicas de Análisis e Interpretación de la Información.

Para el análisis estadístico y reporte de los resultados del Coeficiente de Correlación r de Pearson, se utilizó el programa informático IBM SPSS 23 Statistical Package for Social Sciences (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales). Se utilizó el Programa Microsoft Excel 2013 para la edición de tablas, gráficos y Análisis de Tendencias. Asimismo, se utilizó el programa Microsoft Word 2013 para el análisis de la información obtenida.

4.9. Técnicas para Demostrar la Verdad o Falsedad de las Hipótesis Planteadas.

Para la aplicación de la prueba de hipótesis se utilizó el Análisis de Correlación r de Pearson, tomando en consideración que los datos recopilados de la variables son de carácter cuantitativo. Por la naturaleza del estudio, las correlaciones entre el rendimiento de los cultivos y la temperatura y precipitación se realizaron en forma individual, como se observa en el análisis de cada cultivo.

4.9.1. Coeficiente de Correlación de Pearson (r).

El coeficiente de correlación de Pearson es una prueba que mide el grado de relación entre dos variables continuas. El valor de **r varía de -1 a 1**, si **r es "0" la relación es nula**, lo que indica que no existe relación entre las dos variables, cuanto más cercano sea el valor a **± 1 se asume mayor correlación**. El coeficiente r positivo indica una relación directa (al aumentar X aumenta Y) y el r negativo indica una relación inversa (si aumenta X disminuye Y). Por lo tanto, los valores de **r** pueden ser positivos y negativos. (Tabla 5)

Tabla 5. Interpretación del Coeficiente de Correlación "r" de Pearson.

r	Grado de Correlación
1	Correlación Positiva Perfecta
0.80 - 0.99	Correlación Positiva Muy Alta
0.60 – 0.79	Correlación Positiva Alta
0.40 – 0.59	Correlación Positiva Moderada
0.20 – 0.39	Correlación Positiva Baja
0.01 – 0.20	Correlación Positiva Muy Baja
0	Correlación Nula
-0.01– -0.20	Correlación Negativa Muy Baja
-0.20 – -0.39	Correlación Negativa Baja
-0.40 – -0.59	Correlación Negativa Moderada
-0.60 – -0.79	Correlación Negativa Alta
-0.80 - -0.99	Correlación Negativa Muy Alta
-1	Correlación Negativa Perfecta

Fuente: Elaboración Propia en base a los valores del Coeficiente de Correlación r de Pearson de: (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

La fórmula del coeficiente de correlación de Pearson es la siguiente:

$$r_{xy} = \frac{\sum Z_x Z_y}{N}$$

Donde:

x = variable número 1

y = variable número 2

Z_x = desviación estándar de la variable 1

Z_y = desviación estándar de la variable 2

N = número de datos.

4.9.2. Nivel de Significancia (Sig).

Es una medida exacta de la existencia o no de Correlación entre dos variables. El Nivel de Significancia varía de 0 a 1. Si es mayor a 0.05, significa que no existe relación entre las variables. Si es **igual o menor a 0.05 (95% nivel de confianza)**, significa que existe una relación significativa entre las variables, el dato del coeficiente de correlación es “**significativo**”; si es **igual o menor a 0.01 (99% nivel de confianza)**, significa que existe una relación muy significativa entre las variables, el dato del coeficiente de correlación es “**muy significativo**”.

El Programa IBM SPSS presenta el Coeficiente de Correlación r de Pearson en una tabla, donde las filas o columnas son las variables asociadas y el Nivel de Significancia se indica con asteriscos: un asterisco (*) indica que el coeficiente es significativo al nivel 0.05 y dos asteriscos (**) que es muy significativo al nivel de 0.01. Asimismo, los otros datos presentados en la tabla son: Correlación de Pearson, Sig. (Significancia), N (número de datos correlacionados). En la presente investigación $N=22$, que corresponde al número de años del periodo de estudio (1997 - 2018).

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1. Variación Anual de la Cédula de Cultivos (área cultivada en Ha) de los doce cultivos seleccionados en la Pampa de Anta en el Periodo: 1997 – 2018.

El registro histórico del área cultivada en hectáreas (Ha) muestra que, el cultivo predominante que presenta mayor área cultivada en Ha es el maíz amiláceo con 16 710 Ha, seguido de la papa con 8439 Ha, la cebada grano con 5462 Ha, el trigo con 3917 Ha, el haba grano seco con 3899 Ha, la quinua con 1285 Ha, el olluco con 841 Ha, el tarwi con 648 Ha, el haba grano verde con 574 Ha, la arveja grano verde con 480 Ha, la zanahoria con 402 Ha y la cebolla con 335 Ha. (Anexo 6 y Figura 5)

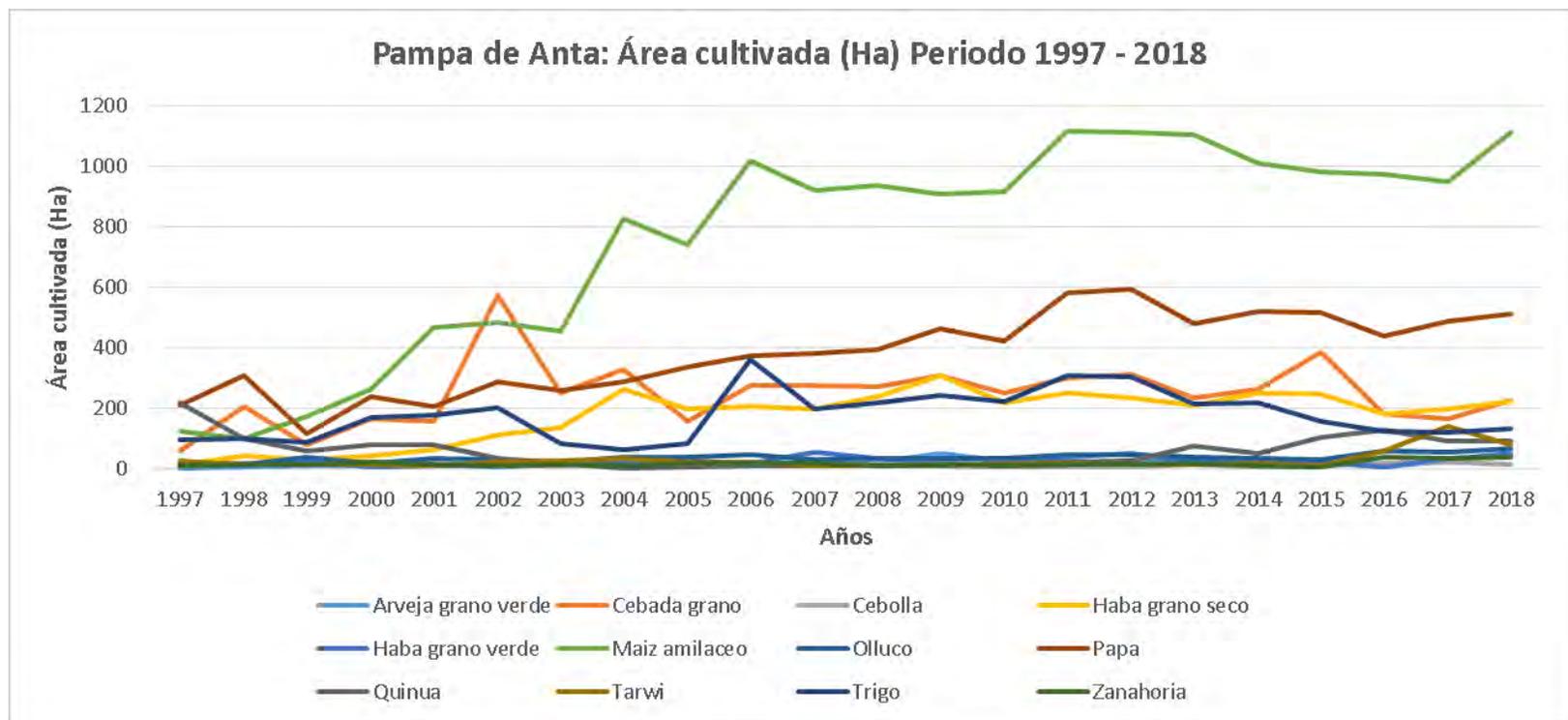


Figura 5. Variación Anual en la Cédula de Cultivos (Área Cultivada en Ha) de los doce cultivos seleccionados en la Pampa de Anta en el Periodo: 1997 – 2018.

5.2. Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación sobre la Producción Agrícola en la Pampa de Anta en el Periodo: 1997 – 2018 - Análisis de Correlación r de Pearson.

Las soluciones logradas nos presentan 3 indicadores muy importantes para la interpretación de los resultados: Coeficiente de Correlación r de Pearson, Nivel de Significancia (Sig) y Número de datos correlacionados (N = 22 años, correspondiente al periodo de estudio).

5.2.1. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Arveja Grano Verde.

En el ámbito de estudio, se observa que, no existe correlación entre la productividad de este cultivo con los parámetros climatológicos observados en el periodo de estudio. (Tabla 6)

Tabla 6. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Arveja Grano Verde: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

	Arveja grano verde	Temperatura media mensual en (°C)	Temperatura máxima media mensual en (°C)	Temperatura mínima media mensual en (°C)	Precipitación total mensual en (mm)
Arveja grano verde	1	-.054	-.091	.014	-.061
Correlación de Pearson					
Sig. (bilateral)		.810	.687	.950	.787
N	22	22	22	22	22

Los años con menor rendimiento, corresponden a los años: 2002, 2004 y 2005 con 3339 Kg/Ha, 3470 Kg/Ha y 3549 Kg/Ha respectivamente. Dicho rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos. (Figuras 6 y 7)

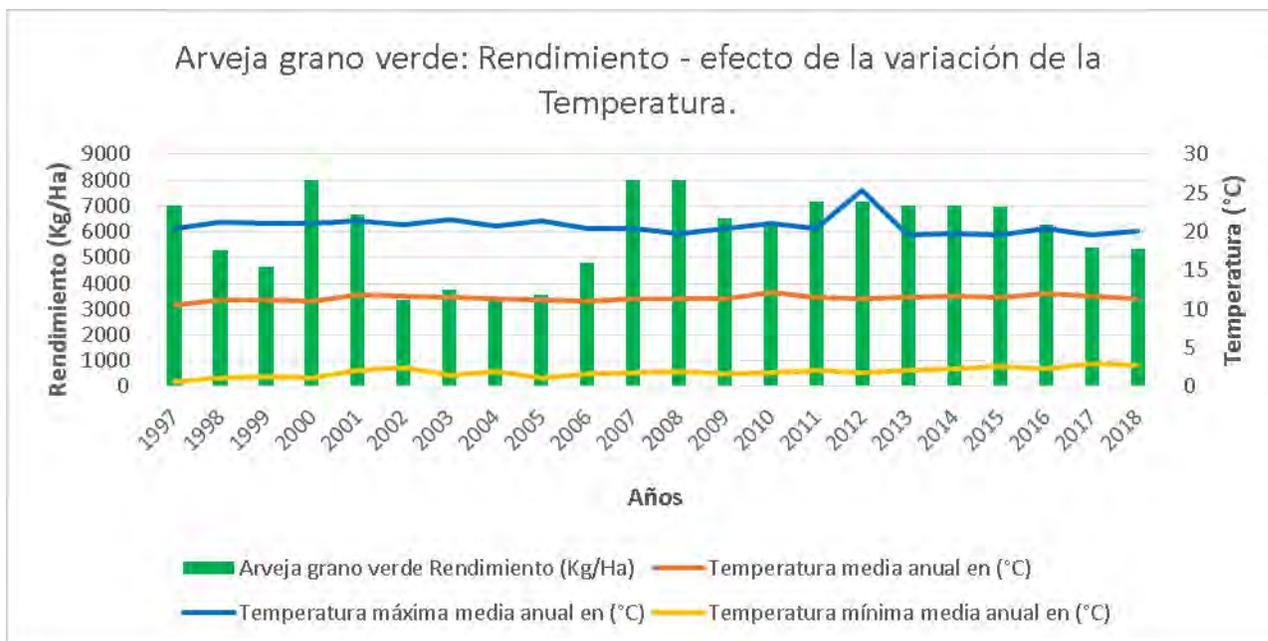


Figura 6. Rendimiento del Cultivo de Arveja Grano Verde: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.

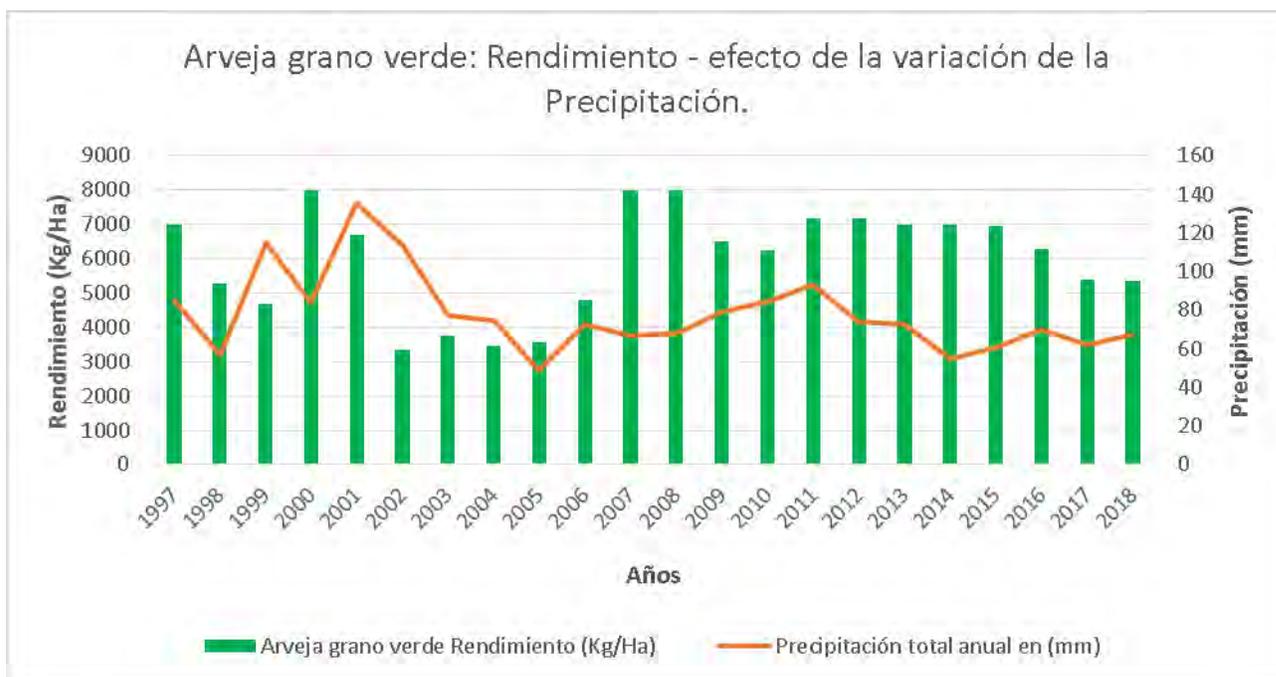


Figura 7. Rendimiento del Cultivo de Arveja Grano Verde: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

5.2.2. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Cebada Grano.

En el ámbito de estudio, se observa que, existe correlación negativa moderada entre la productividad de este cultivo con la Temperatura máxima media mensual (°C) observada en el periodo de estudio.

Se puede afirmar con un 99% de confianza (Sig. < 0.01) que existe una Relación Negativa ($r = -0.575^{**}$) muy significativa entre la Cebada grano y la Temperatura máxima media mensual, es decir, que en los años más calurosos disminuye el rendimiento del cultivo. (Tabla 7)

Tabla 7. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Cebada Grano: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

	Cebada grano	Temperatura media mensual en (°C)	Temperatura máxima media mensual en (°C)	Temperatura mínima media mensual en (°C)	Precipitación total mensual en (mm)
Correlación de Pearson	1	.001	-,575**	.298	-.171
Cebada grano Sig. (bilateral)		.996	.005	.178	.447
N	22	22	22	22	22

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Los años con menor rendimiento corresponden a los años: 2003, 2011, y 2012 con 1186 Kg/Ha, 1057 Kg/Ha, 1057 Kg/Ha respectivamente, dichos años son los más cálidos del periodo de estudio, siendo el año 2012 el que presenta la mayor temperatura máxima media anual con 25.4°C. (Figuras 8 y 9)

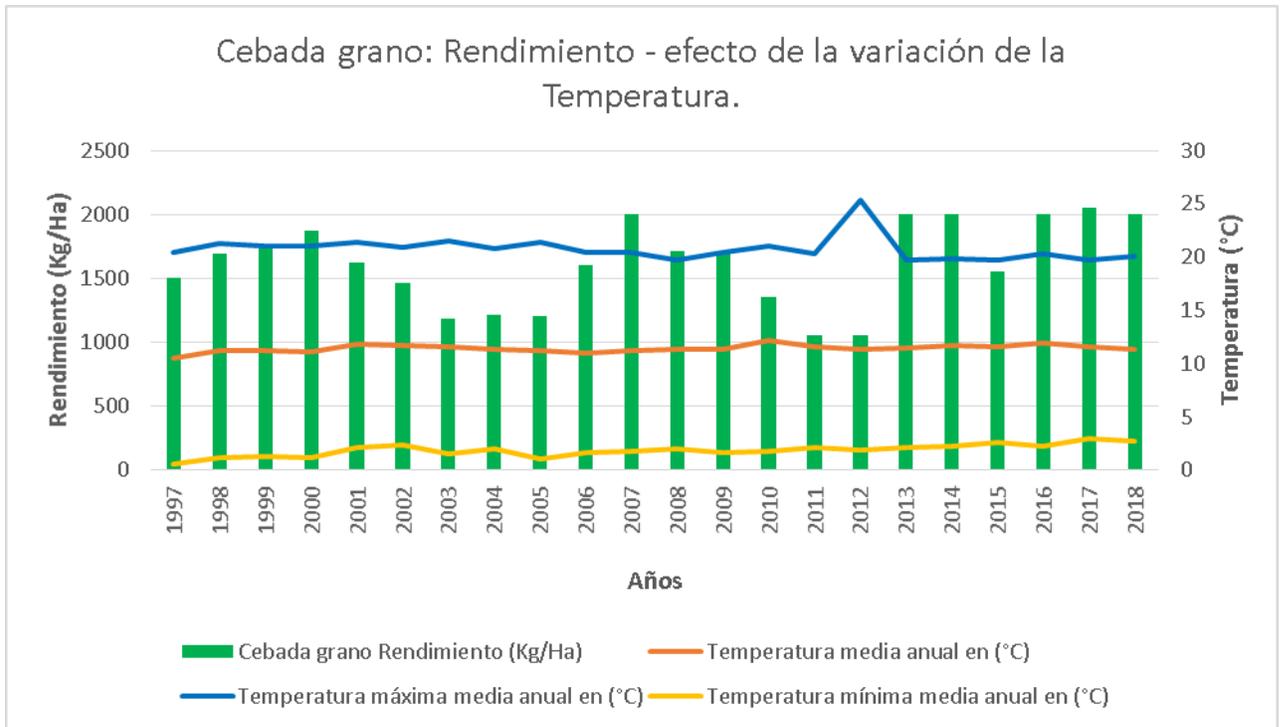


Figura 8. Rendimiento del Cultivo de Cebada Grano: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.

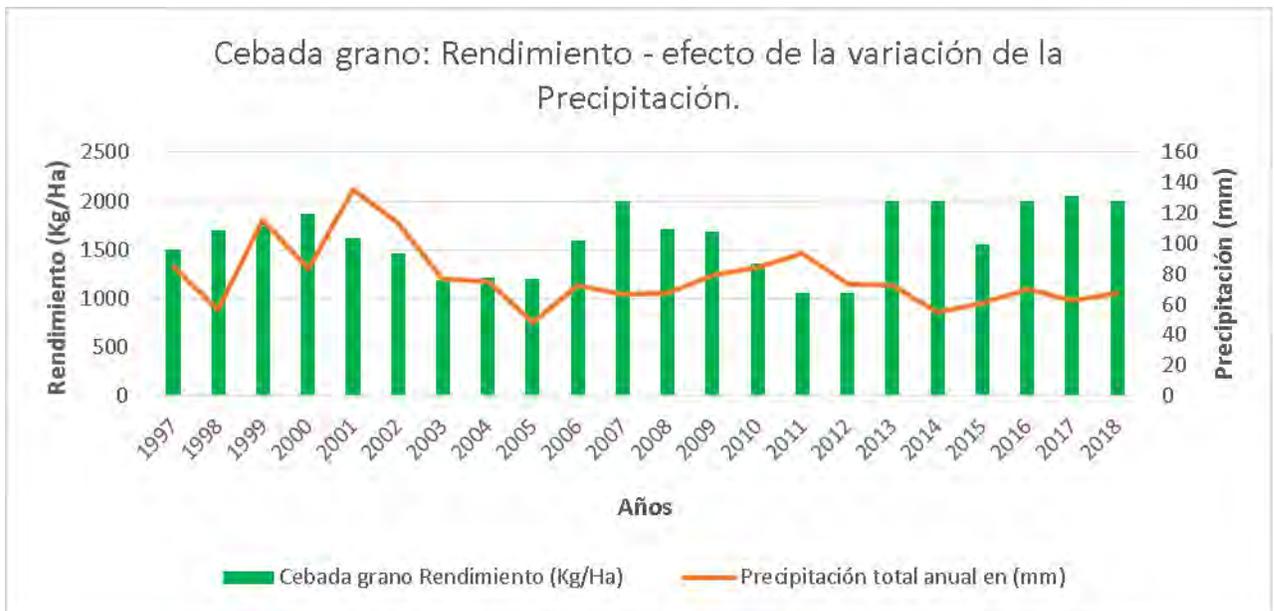


Figura 9. Rendimiento del Cultivo de Cebada Grano: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

5.2.3. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Cebolla.

En el ámbito de estudio, se observa que, no existe correlación entre la productividad de este cultivo con los parámetros climatológicos observados en el periodo de estudio.

(Tabla 8)

Tabla 8. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Cebolla: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

	Cebolla	Temperatura media mensual en (°C)	Temperatura máxima media mensual en (°C)	Temperatura mínima media mensual en (°C)	Precipitación total mensual en (mm)
Correlación de Pearson	1	.028	-.069	.000	-.050
Cebolla Sig. (bilateral)		.903	.761	.999	.826
N	22	22	22	22	22

Los años con menor rendimiento, corresponden a los años: 2003, 2004 y 2005, con 7617 Kg/Ha, 7214 Kg/Ha y 7394 Kg/Ha respectivamente. Dicho rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos. (Figuras 10 y11)

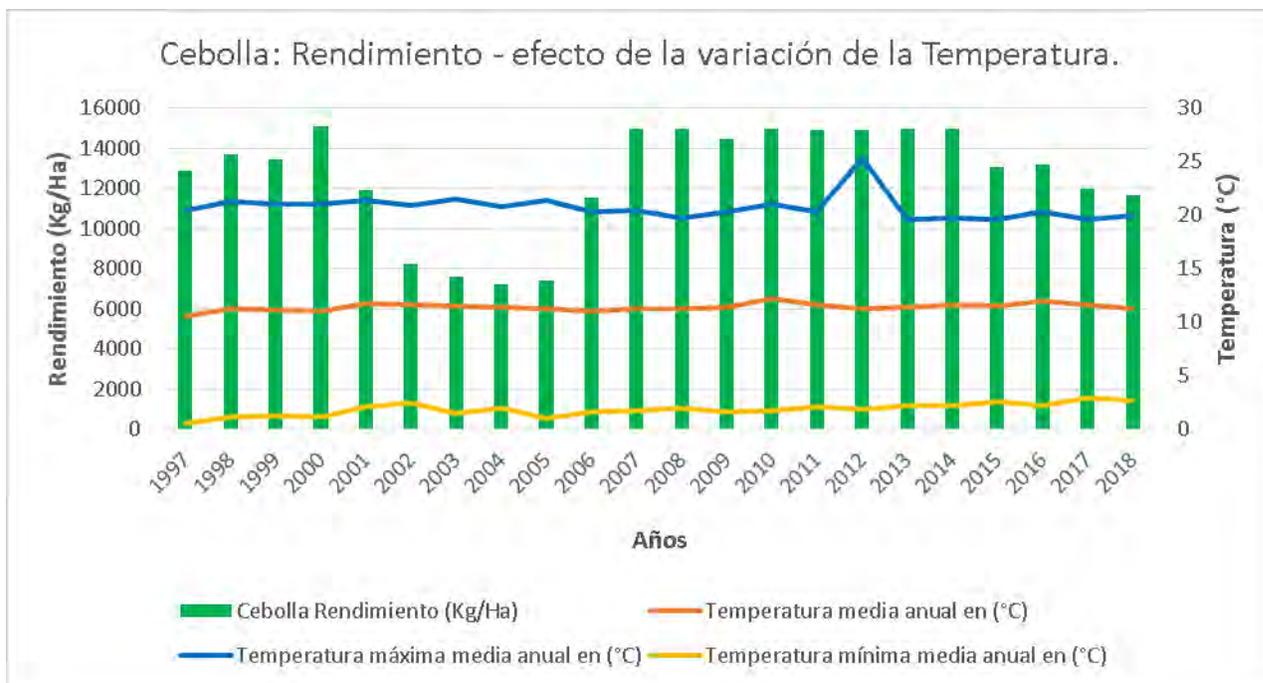


Figura 10. Rendimiento del Cultivo de Cebolla: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.

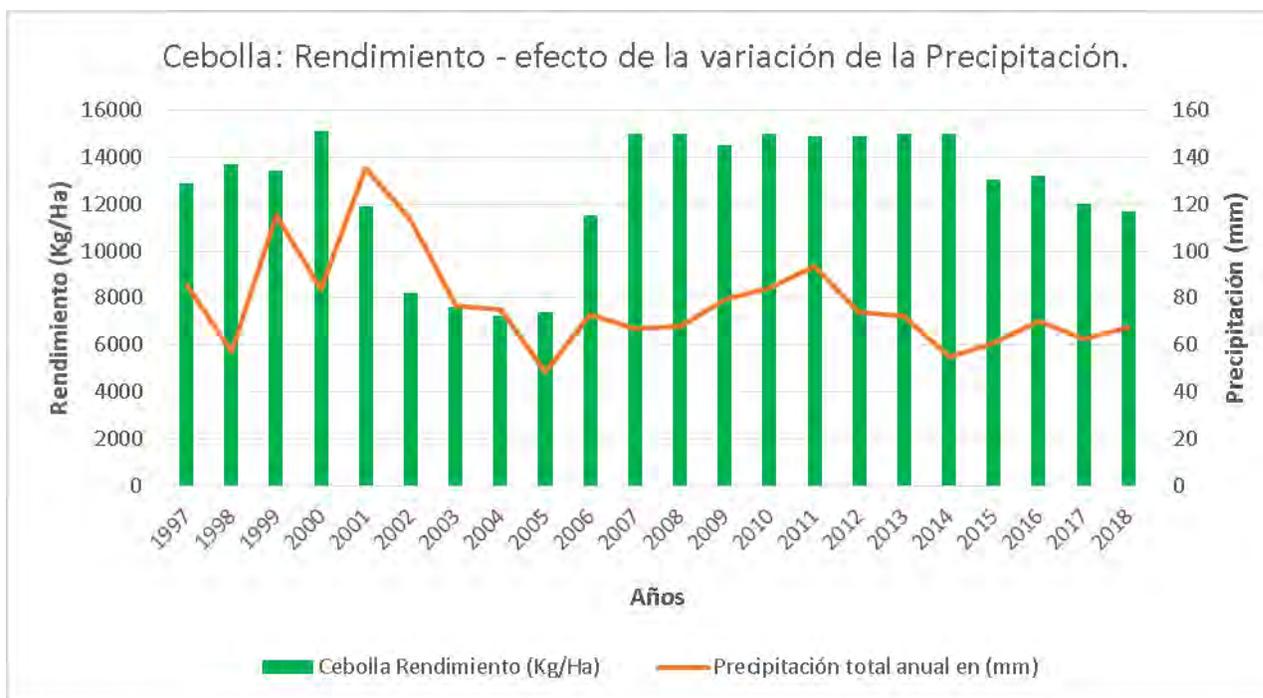


Figura 11. Rendimiento del Cultivo de Cebolla: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

5.2.4. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Haba Grano Seco.

En el ámbito de estudio, se observa que, existe correlación moderada entre la productividad de este cultivo con la Temperatura mínima media mensual (°C) observada en el periodo de estudio.

Se puede afirmar con un 99% de confianza (Sig. < 0.01) que existe una Relación Positiva Moderada ($r = 0.545^{**}$) muy significativa entre el Haba grano seco y la Temperatura mínima media mensual, es decir, que en los años más fríos disminuye el rendimiento del cultivo. (Tabla 9)

Tabla 9. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Haba Grano Seco: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

	Haba grano seco	Temperatura media mensual en (°C)	Temperatura máxima media mensual en (°C)	Temperatura mínima media mensual en (°C)	Precipitación total mensual en (mm)	
Haba grano seco	Correlación de Pearson	1	.089	-.367	.545**	-.258
	Sig. (bilateral)		.694	.093	.009	.246
	N	22	22	22	22	22

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Los años con menor rendimiento corresponden a los años: 1998, 2005 y 2010 con 934 Kg/Ha, 1027 Kg/Ha y 1244 Kg/Ha respectivamente, dichos años presentan temperaturas bajas en el periodo de estudio con una temperatura mínima media anual de 1.2°C, 1.1°C y 1.7°C respectivamente. (Figuras 12 y 13)

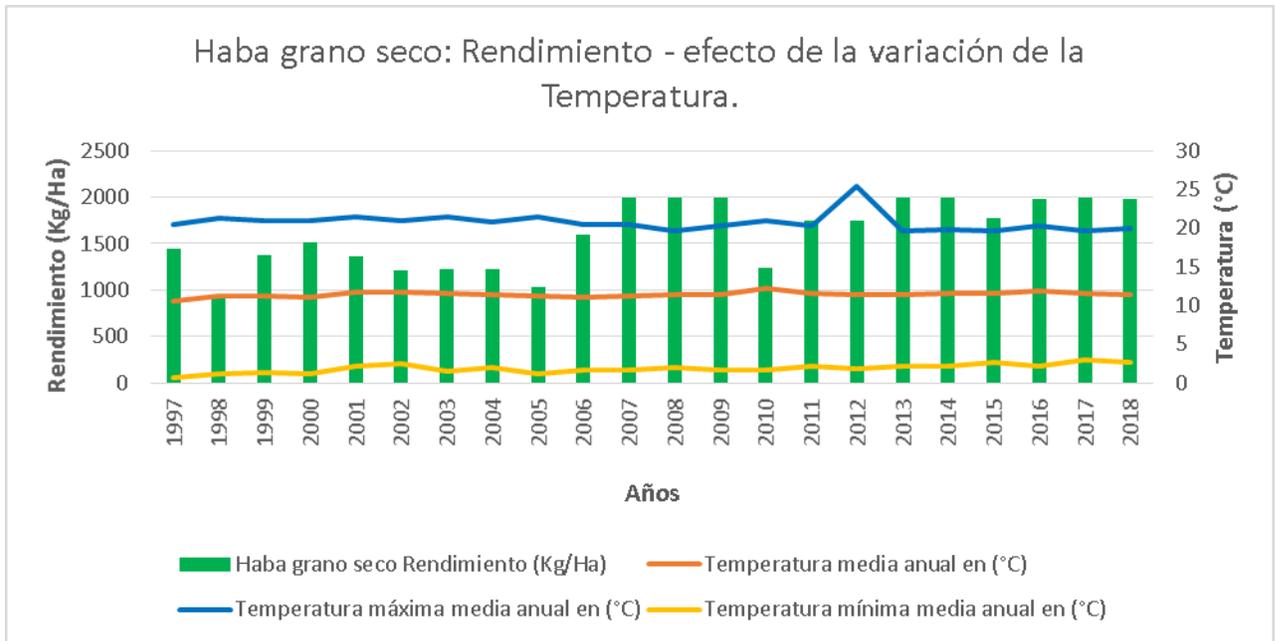


Figura 12. Rendimiento del Cultivo de Haba Grano Seco: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.

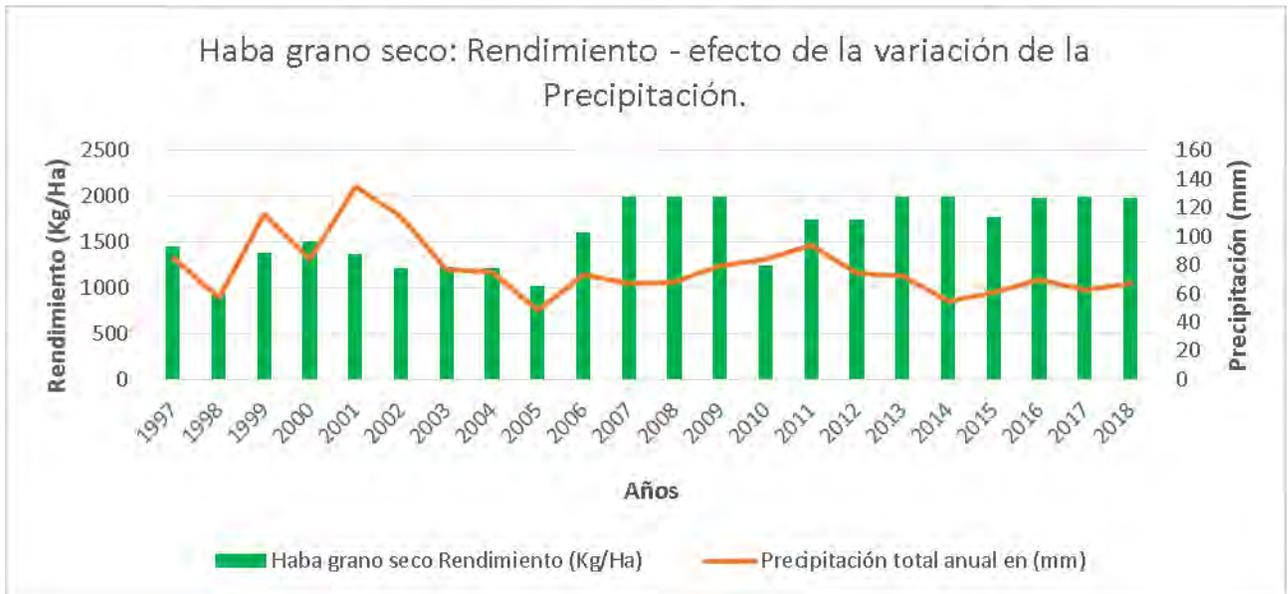


Figura 13. Rendimiento del Cultivo de Haba Grano Seco: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

5.2.5. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Haba Grano Verde.

En el ámbito de estudio, se observa que, no existe correlación entre la productividad de este cultivo con los parámetros climatológicos observados en el periodo de estudio.

(Tabla 10)

Tabla 10. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Haba Grano Verde: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

	Haba grano verde	Temperatura media mensual en (°C)	Temperatura máxima media mensual en (°C)	Temperatura mínima media mensual en (°C)	Precipitación total mensual en (mm)	
Haba grano verde	Correlación de Pearson	1	-.246	-.061	-.232	-.236
	Sig. (bilateral)		.269	.789	.300	.289
	N	22	22	22	22	22

Los años con menor rendimiento corresponden a los años: 2002, 2004 y 2005, con 3981 Kg/Ha, 4063 Kg/Ha, 4168 Kg/Ha respectivamente. Dicho rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos. (Figuras 14 y 15)

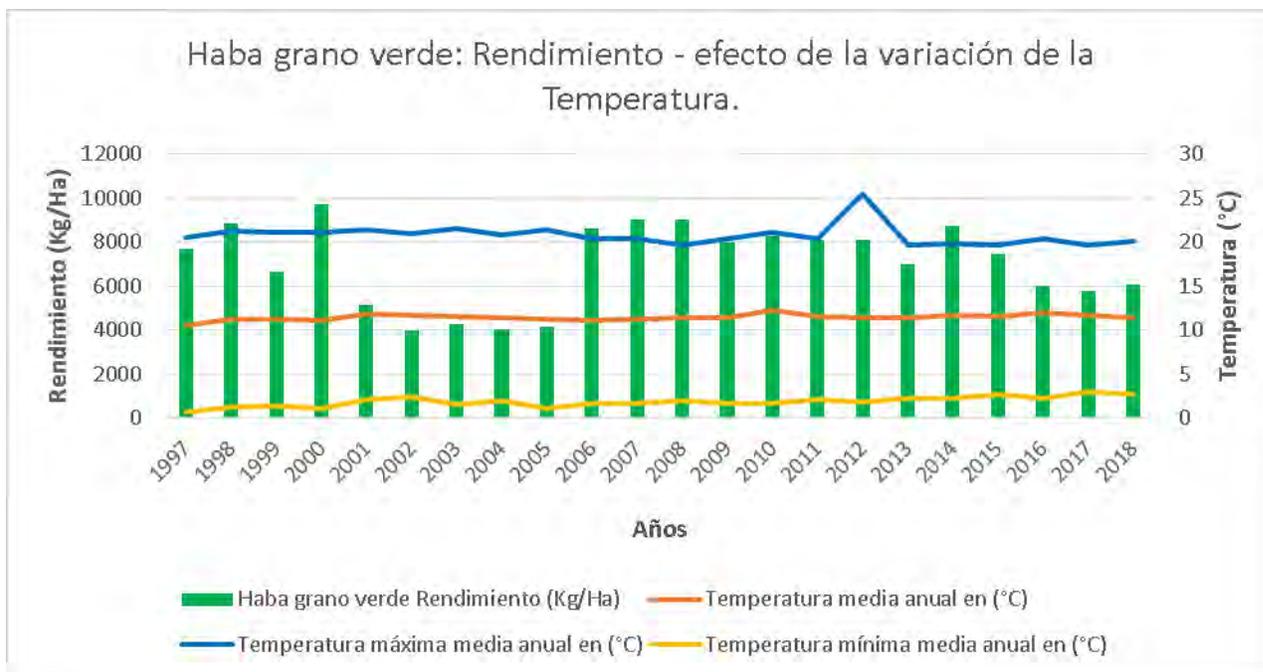


Figura 14. Rendimiento del Cultivo de Haba Grano Verde: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.

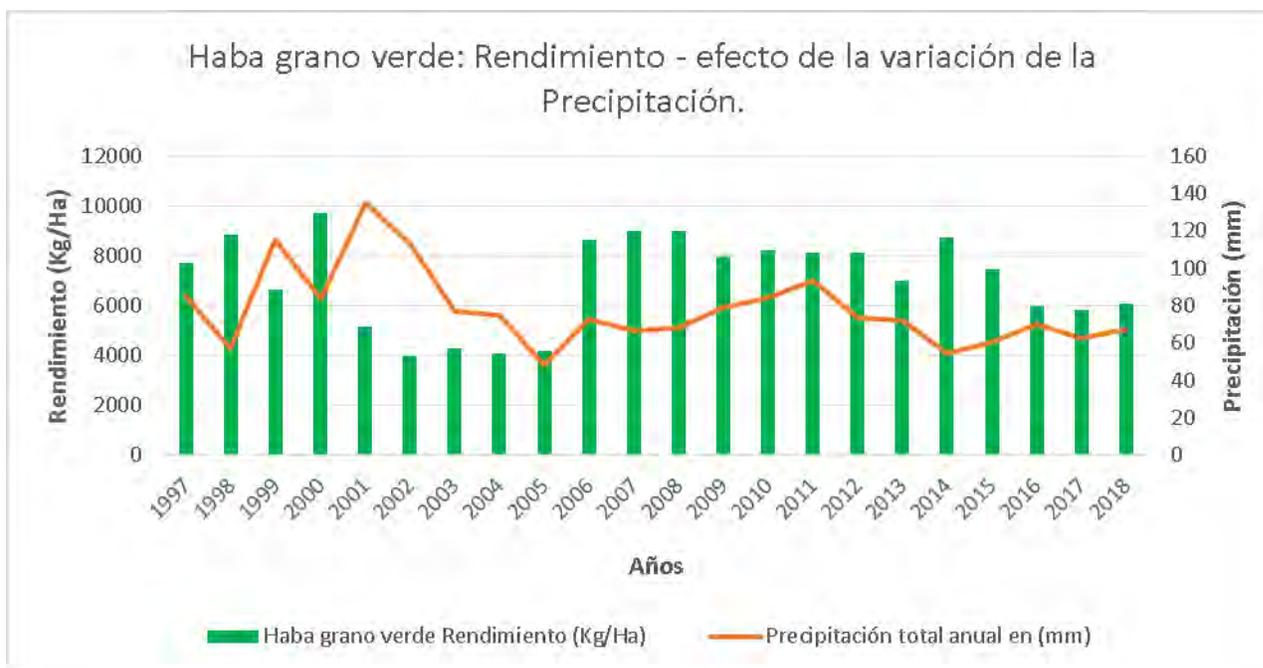


Figura 15. Rendimiento del Cultivo de Haba grano verde: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

5.2.6. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Maíz Amiláceo.

En el ámbito de estudio, se observa que, no existe correlación entre la productividad de este cultivo con los parámetros climatológicos observados en el periodo de estudio.

(Tabla 11)

Tabla 11. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Maíz Amiláceo: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

	Maíz amiláceo	Temperatura media mensual en (°C)	Temperatura máxima media mensual en (°C)	Temperatura mínima media mensual en (°C)	Precipitación total mensual en (mm)
Correlación de Pearson	1	-.102	-.104	.011	-.145
Maíz amiláceo Sig. (bilateral)		.651	.644	.962	.520
N	22	22	22	22	22

Los años con menor rendimiento corresponden a los años: 2004, 2005 y 2010 con 1105 Kg/Ha, 1175 Kg/Ha y 1150 Kg/Ha respectivamente. Dicho rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos. (Figuras 16 y 17)

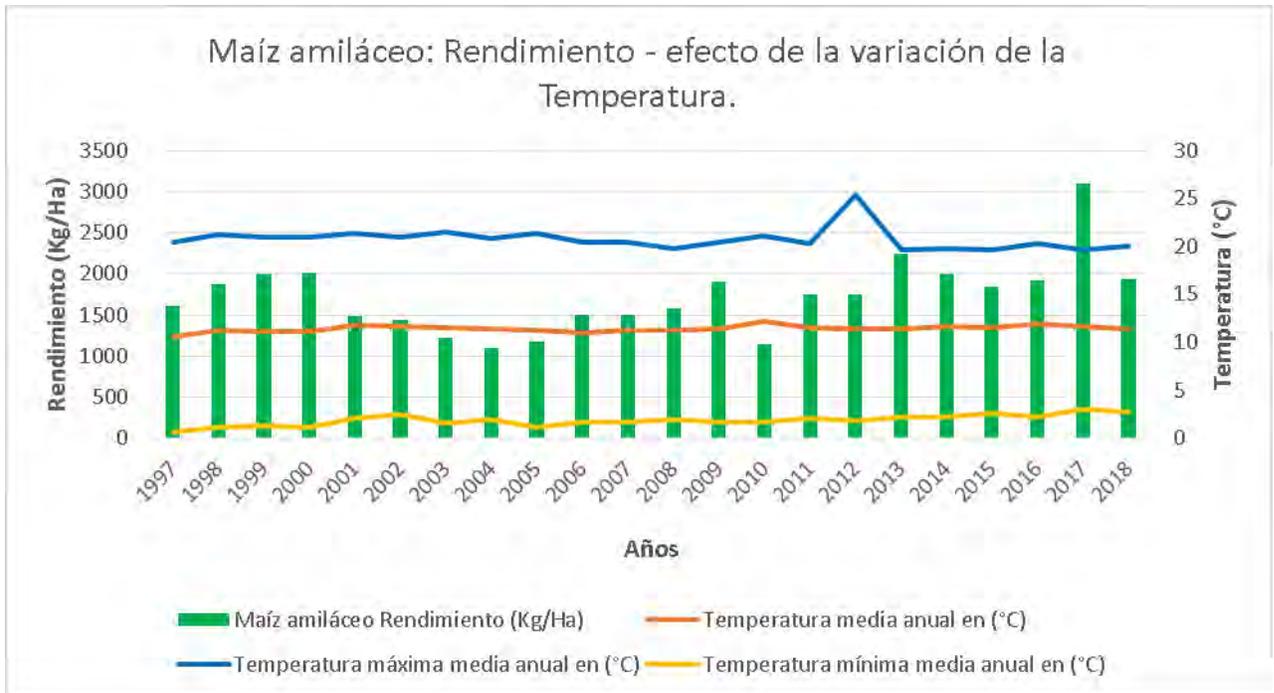


Figura 16. Rendimiento del Cultivo de Maíz Amiláceo: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.

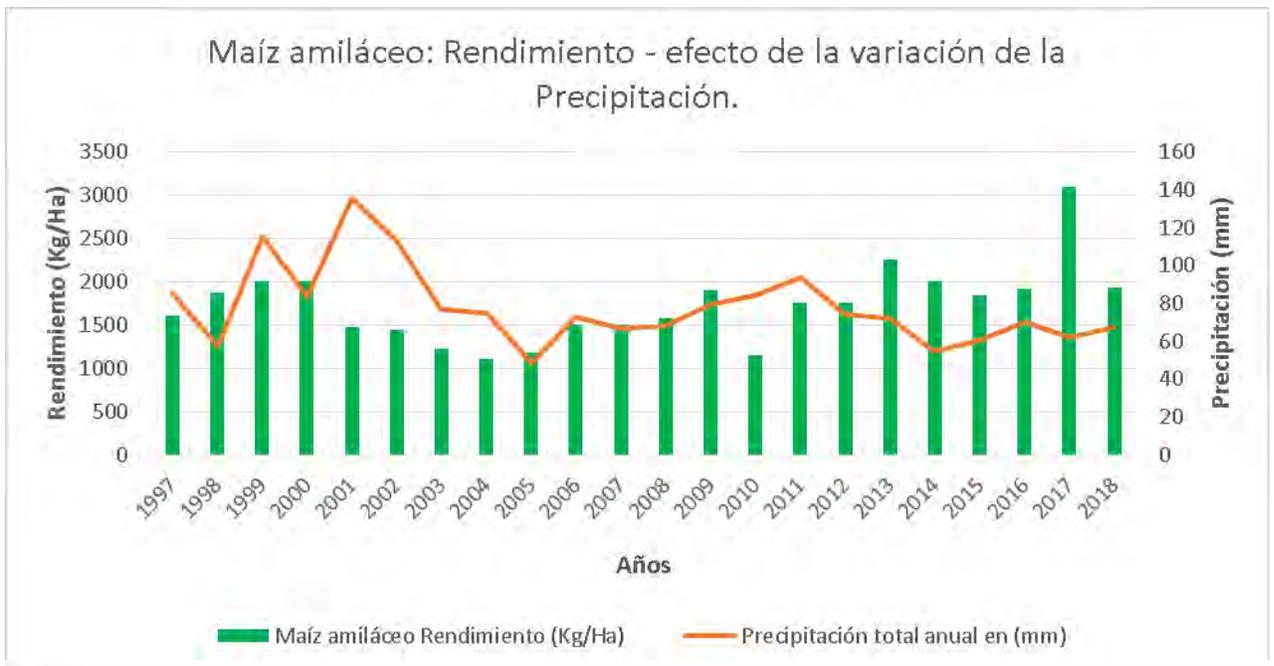


Figura 17. Rendimiento del Cultivo de Maíz Amiláceo: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

5.2.7. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Olluco.

En el ámbito de estudio, se observa que, existe correlación moderada entre la productividad de este cultivo con la Temperatura mínima media mensual (°C) observada en el periodo de estudio.

Se puede afirmar con un 95% de confianza (Sig. < 0.05) que existe una Relación Positiva moderada ($r = 0.515^*$) significativa entre el Olluco y la Temperatura mínima media mensual, es decir, que en los años más fríos disminuye el rendimiento del cultivo. (Tabla 12)

Tabla 12. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Olluco: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

	Olluco	Temperatura media mensual en (°C)	Temperatura máxima media mensual en (°C)	Temperatura mínima media mensual en (°C)	Precipitación total mensual en (mm)	
Olluco	Correlación de Pearson	1	.128	-.270	.515**	-.246
	Sig. (bilateral)		.569	.224	.014	.269
	N	22	22	22	22	22

** La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

Los años con menor rendimiento corresponden a los años: 1997, 1998 y 2003, con 6842 Kg/Ha, 5341 Kg/Ha y 5608 Kg/Ha respectivamente, dichos años presentan temperaturas bajas en el periodo de estudio con una temperatura mínima media anual de 0.6°C, 1.2°C y 1.5°C respectivamente, siendo el año 1997 el más frío en dicho periodo. (Figuras 18 y 19)

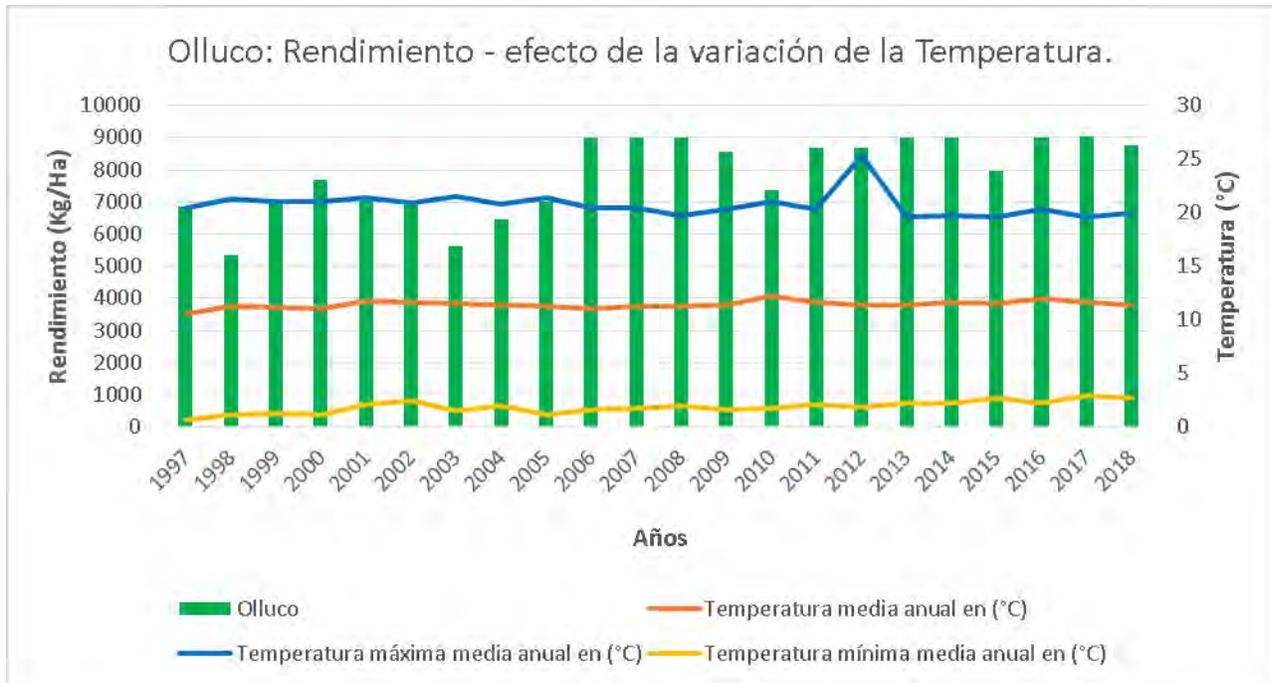


Figura 18. Rendimiento del Cultivo de Olluco: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.

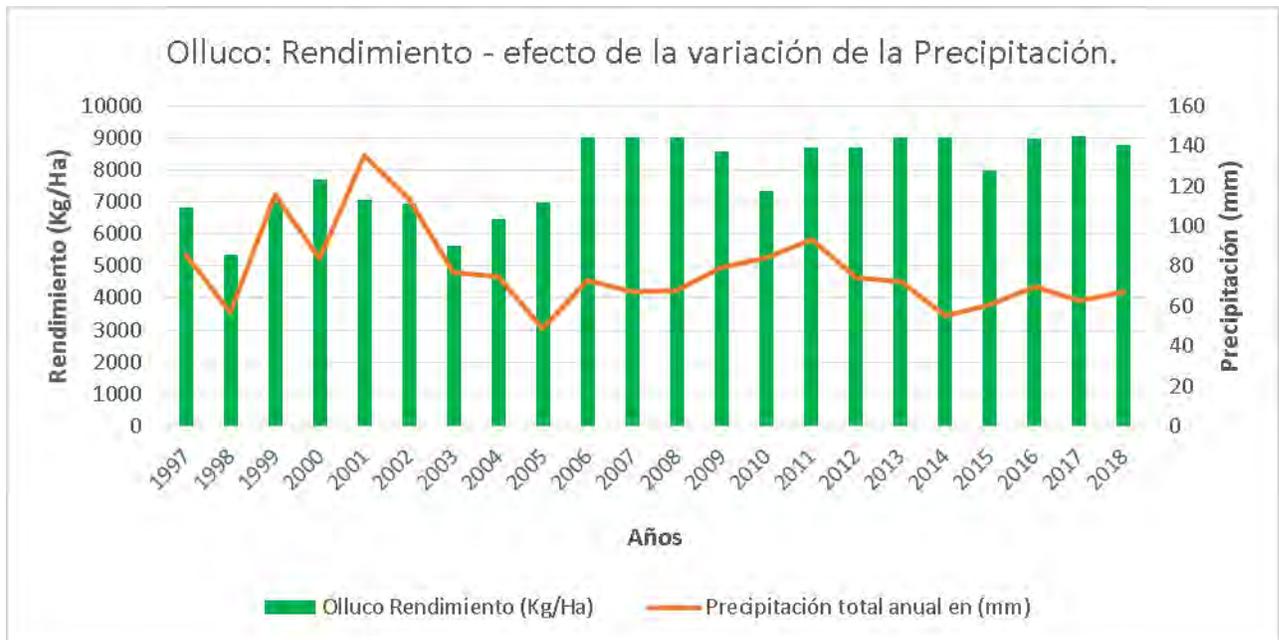


Figura 19. Rendimiento del Cultivo de Olluco: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

5.2.8. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Papa.

En el ámbito de estudio, se observa que, existe correlación alta entre la productividad de este cultivo con la Temperatura mínima media mensual (°C) observada en el periodo de estudio.

Se puede afirmar con un 99% de confianza (Sig. < 0.01) que existe una Relación Positiva alta ($r = 0.647^{**}$) muy significativa entre la Papa y la Temperatura mínima media mensual, es decir, que en los años más fríos disminuye el rendimiento del cultivo. (Tabla 13)

Tabla 13. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Papa: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

	Papa	Temperatura media mensual en (°C)	Temperatura máxima media mensual en (°C)	Temperatura mínima media mensual en (°C)	Precipitación total mensual en (mm)
Correlación de Pearson	1	.127	-.402	.647**	-.398
Sig. (bilateral)		.572	.064	.001	.067
N	22	22	22	22	22

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Los años con menor rendimiento corresponden a los años: 1998, 2003 y 2010, con 9472 Kg/Ha, 7468 Kg/Ha y 8203 Kg/Ha respectivamente, dichos años presentan temperaturas bajas en el periodo de estudio con una temperatura mínima media anual de 1.2°C, 1.5°C y 1.7°C respectivamente. (Figuras 20 y 21)

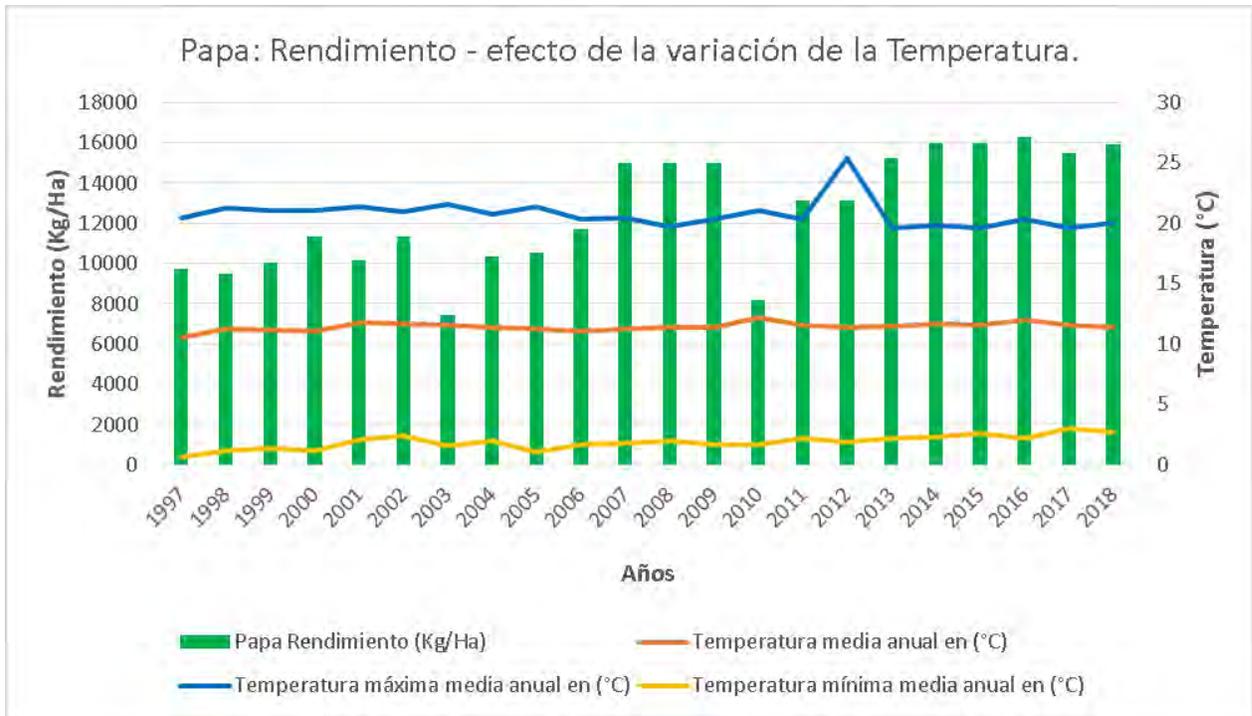


Figura 20. Rendimiento del Cultivo de Papa: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.

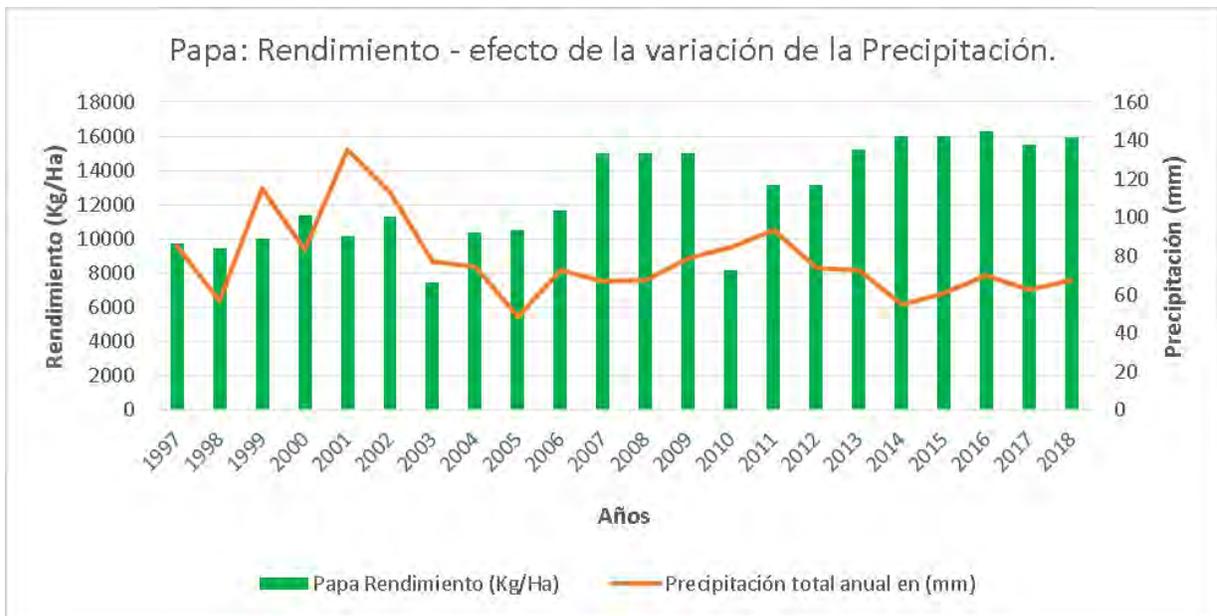


Figura 21. Rendimiento del Cultivo de Papa: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

5.2.9. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Quinua.

En el ámbito de estudio, se observa que, existe correlación moderada entre la productividad de este cultivo con la temperatura mínima media mensual (°C) observada en el periodo de estudio.

Se puede afirmar con un 95% de confianza (Sig. < 0.05) que existe una Relación Positiva Moderada ($r = 0.468^*$) significativa entre la Quinua y la Temperatura mínima media mensual, es decir, que en los años más fríos disminuye el rendimiento del cultivo. (Tabla 14)

Tabla 14. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Quinua: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

	Quinua	Temperatura media mensual en (°C)	Temperatura máxima media mensual en (°C)	Temperatura mínima media mensual en (°C)	Precipitación total mensual en (mm)
Quinua	1	.010	-.326	.468*	-.412
Correlación de Pearson					
Sig. (bilateral)		.966	.139	.028	.057
N	22	22	22	22	22

Los años con menor rendimiento corresponden a los años: 2001, 2004 y 2010, con 1129 Kg/Ha, 900 Kg/Ha y 950 Kg/Ha respectivamente, dichos años presentan temperaturas bajas en el periodo de estudio con una temperatura mínima media anual de 2.1°C, 2.0°C y 1.7°C respectivamente. (Figuras 22 y 23)

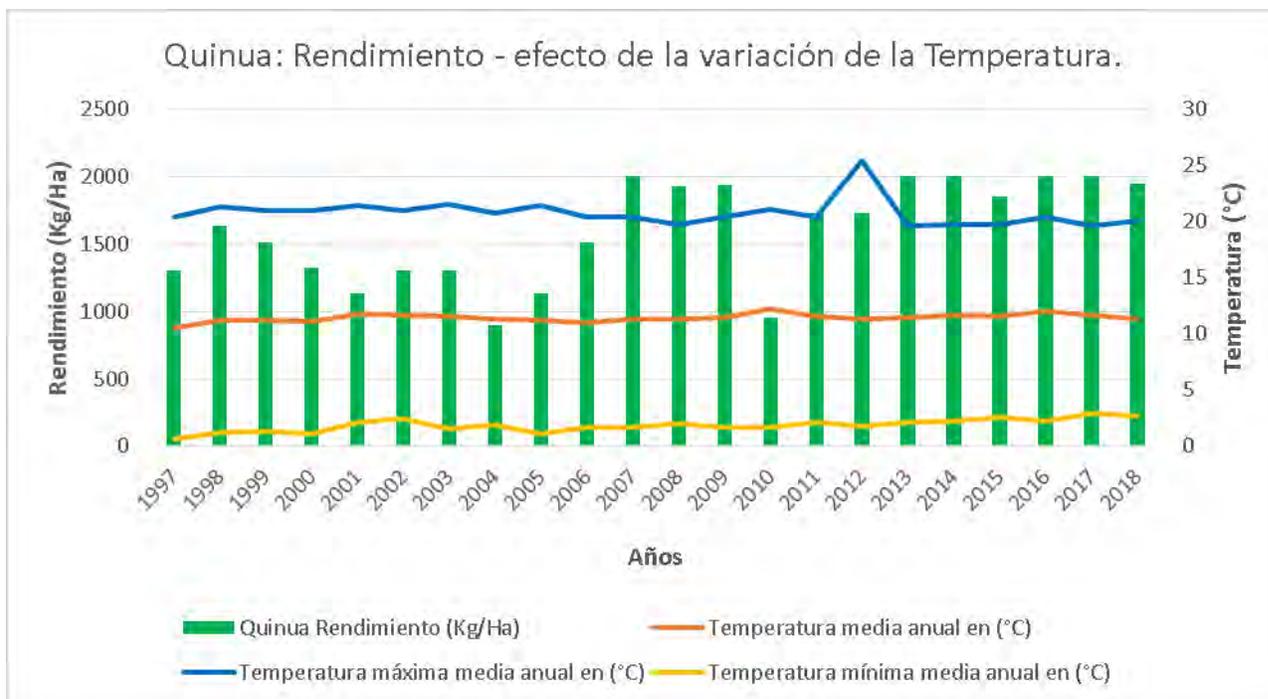


Figura 22. Rendimiento del Cultivo de Quinoa: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.

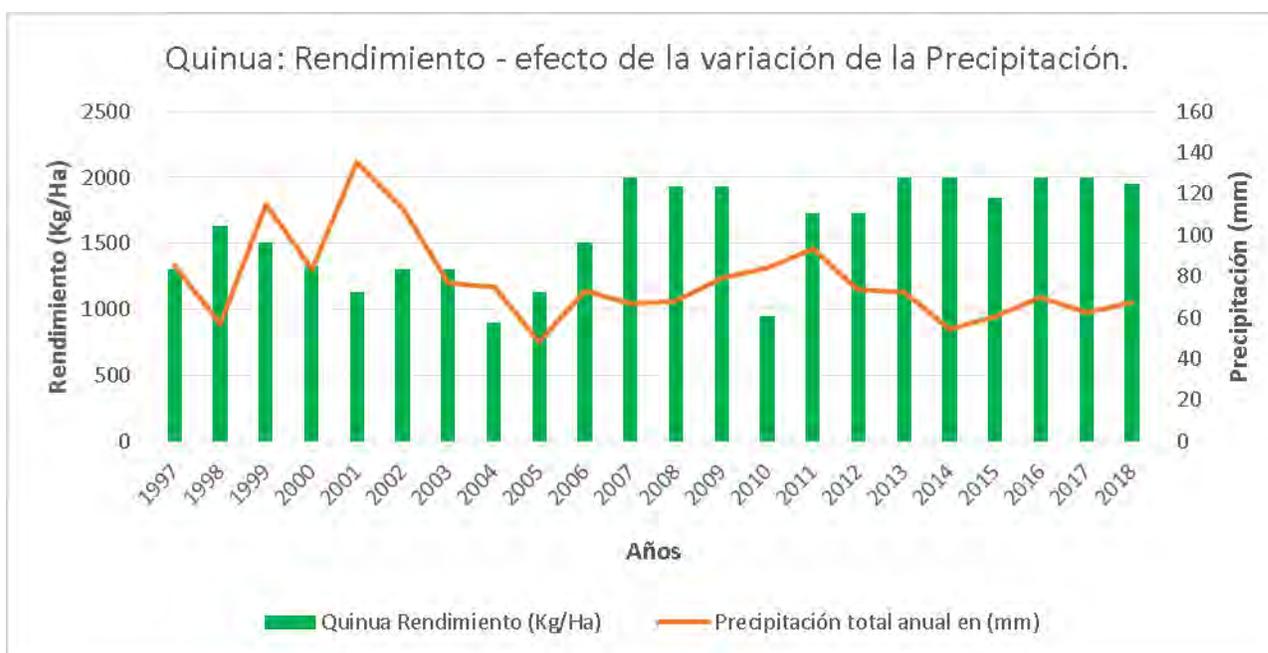


Figura 23. Rendimiento del Cultivo de Quinoa: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

5.2.10. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Tarwi.

En el ámbito de estudio, se observa que, existe correlación negativa moderada entre la productividad de este cultivo con la Temperatura Media Mensual (°C) y la Temperatura Mínima Media Mensual (°C) observada en el periodo de estudio.

Se puede afirmar con un 95% de confianza (Sig. < 0.05) que existe una Relación Negativa Moderada significativa entre el Tarwi y la Temperatura Media mensual (°C) ($r = -0.499^*$) y la Temperatura mínima media mensual ($r = -0.5158^*$), es decir, que en los años más fríos disminuye el rendimiento del cultivo. (Tabla 15)

Tabla 15. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Tarwi: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

	Tarwi	Temperatura media mensual en (°C)	Temperatura máxima media mensual en (°C)	Temperatura mínima media mensual en (°C)	Precipitación total mensual en (mm)
Correlación de Pearson	1	-.499*	.133	-.515*	.252
Sig. (bilateral)		.018	.556	.014	.257
N	22	22	22	22	22

** . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

Los años con menor rendimiento corresponden a los años: 2006, 2011 y 2012, con 900 Kg/Ha respectivamente para cada año, dichos años presentan temperaturas bajas en el periodo de estudio con una temperatura mínima media anual de 1.7°C, 2.2°C y 1.9°C respectivamente. (Figuras 24 y 25)

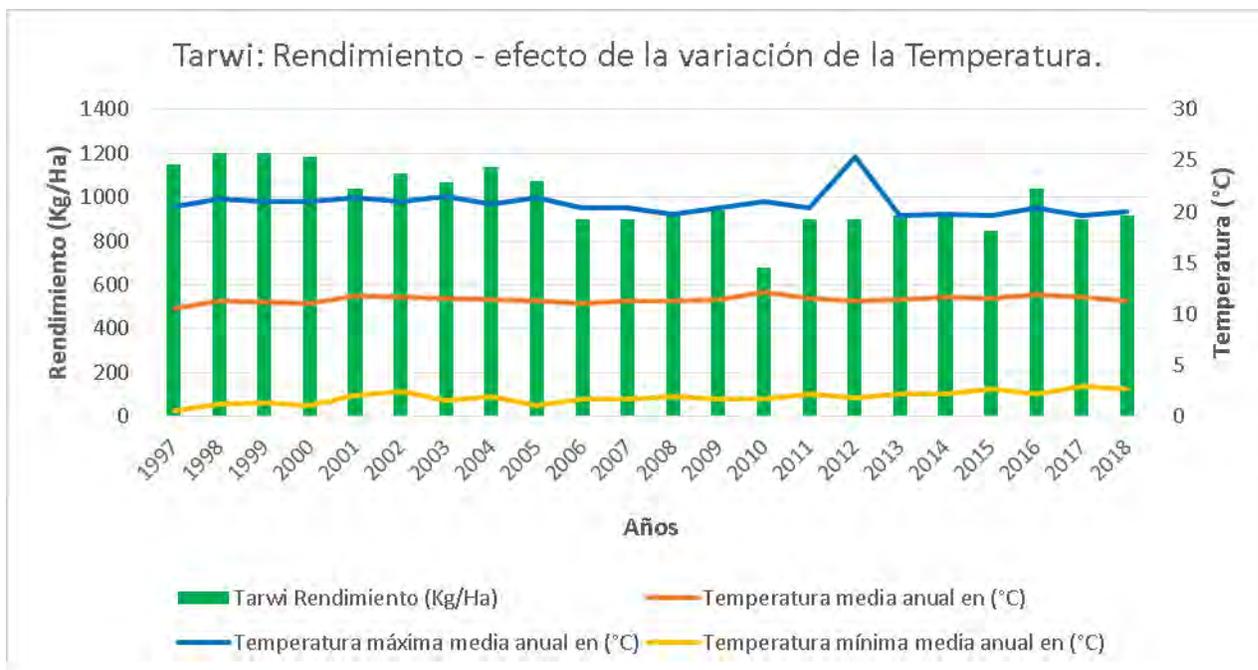


Figura 24. Rendimiento del Cultivo de Tarwi: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.

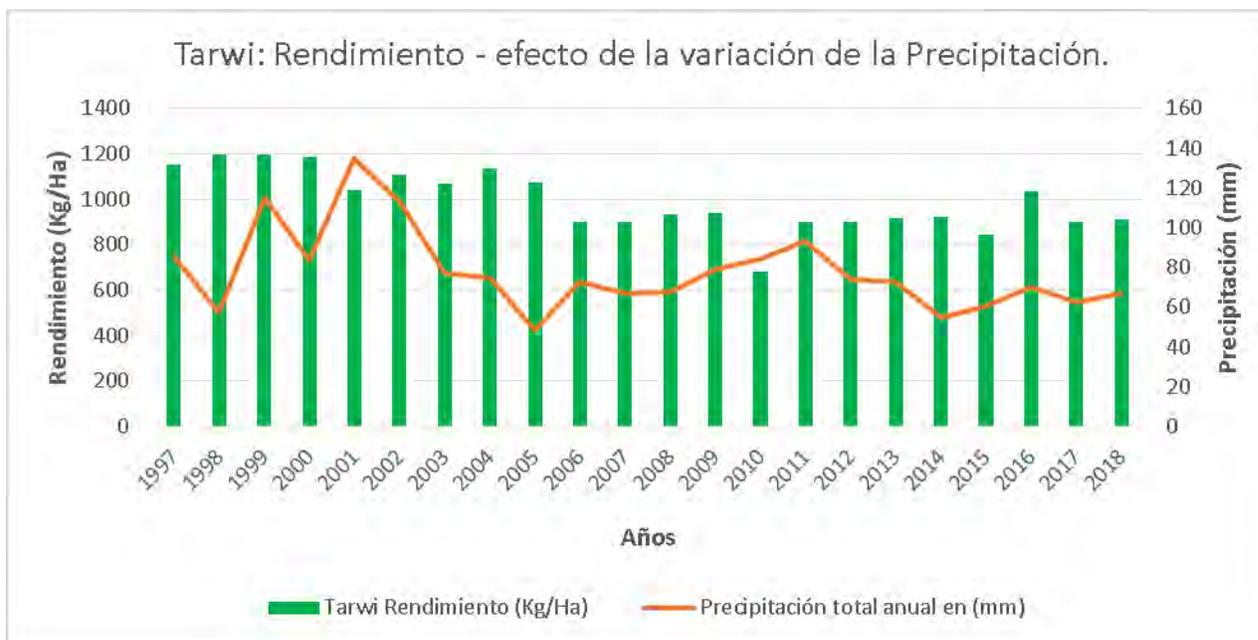


Figura 25. Rendimiento del Cultivo de Tarwi: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

5.2.11. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Trigo.

En el ámbito de estudio, se observa que, no existe correlación entre la productividad de este cultivo con los parámetros climatológicos observados en el periodo de estudio.

(Tabla 16)

Tabla 16. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Trigo: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

	Trigo	Temperatura media mensual en (°C)	Temperatura máxima media mensual en (°C)	Temperatura mínima media mensual en (°C)	Precipitación total mensual en (mm)	
Trigo	Correlación de Pearson	1	-.116	-.321	.362	-.284
	Sig. (bilateral)		.607	.145	.098	.200
	N	22	22	22	22	22

Los años con menor rendimiento corresponden a los años: 2004, 2005 y 2010 con 1171 Kg/Ha, 1182 Kg/Ha y 1000 Kg/Ha respectivamente. Dicho rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos. (Figuras 26 y 27)

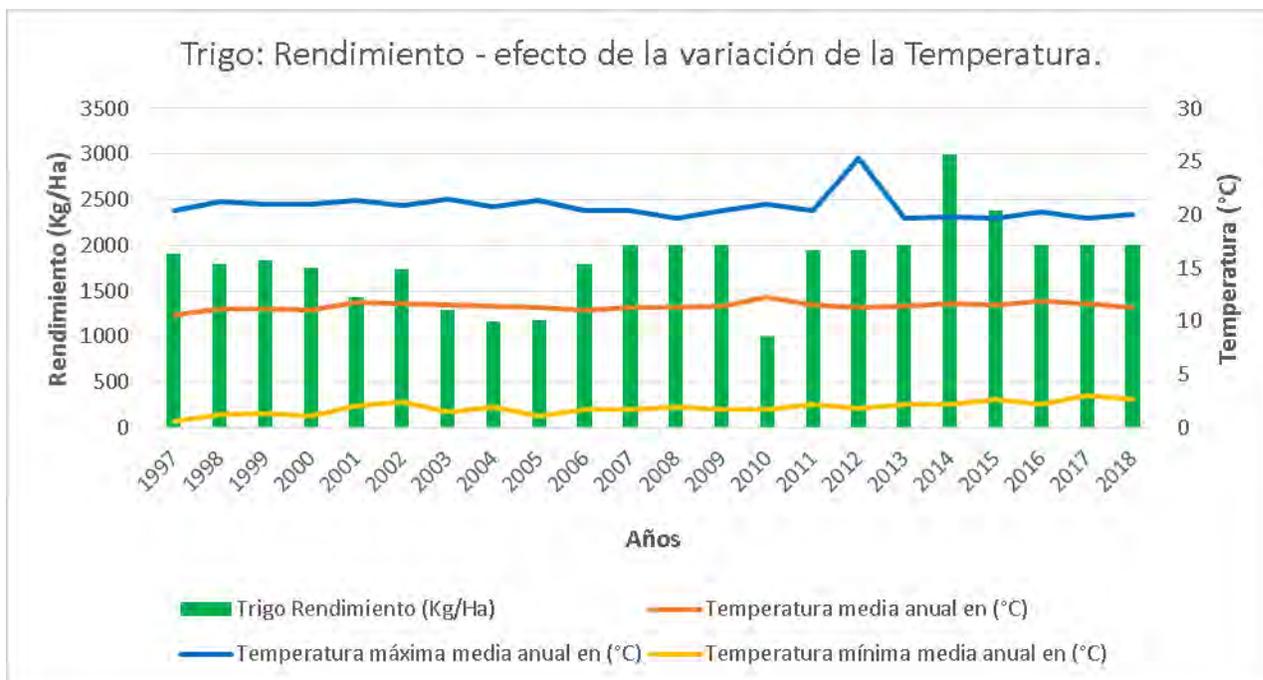


Figura 26. Rendimiento del Cultivo de Trigo: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.

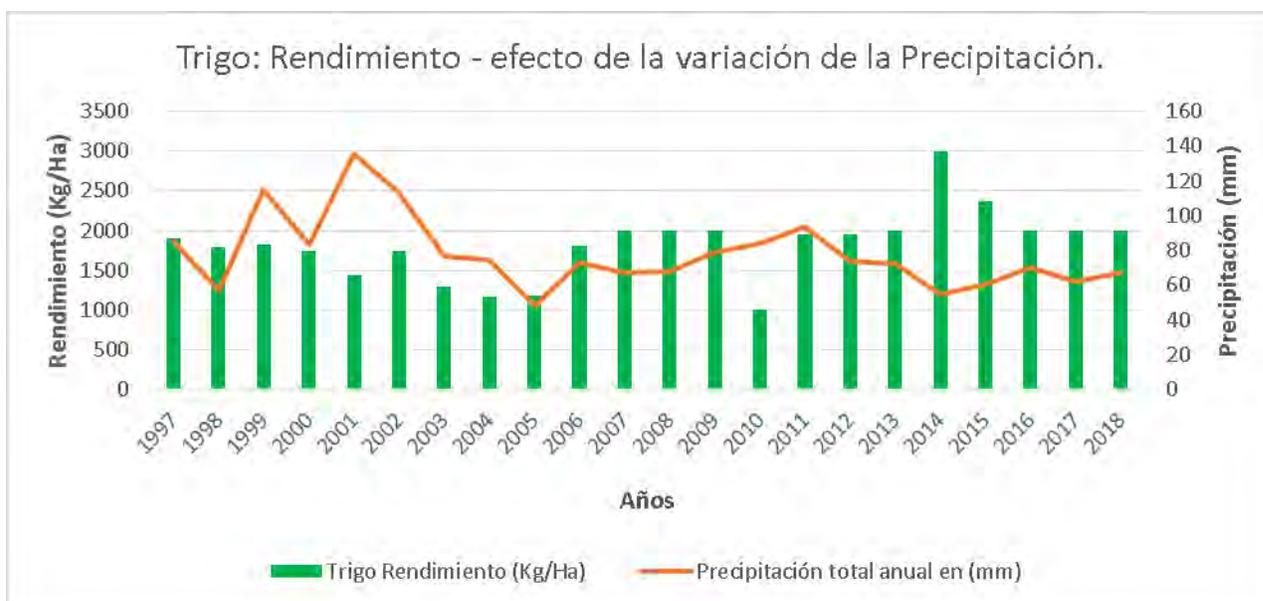


Figura 27. Rendimiento del Cultivo de Trigo: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

5.2.12. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Zanahoria.

En el ámbito de estudio, se observa que, no existe correlación entre la productividad de este cultivo con los parámetros climatológicos observados en el periodo de estudio.

(Tabla 17)

Tabla 17. Análisis de Correlación r de Pearson del Cultivo de Zanahoria: Efecto de la Variación de la Temperatura y la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

	Zanahoria	Temperatura media mensual en (°C)	Temperatura máxima media mensual en (°C)	Temperatura mínima media mensual en (°C)	Precipitación total mensual en (mm)
Zanahoria	1	-.149	-.133	-.098	-.058
Correlación de Pearson					
Sig. (bilateral)		.509	.554	.666	.797
N	22	22	22	22	22

Los años con menor rendimiento corresponden a los años: 2002, 2003 y 2004 con 7607 Kg/Ha, 7560 Kg/Ha y 7593 Kg/Ha respectivamente. Dicho rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos. (Figuras 28 y 29)

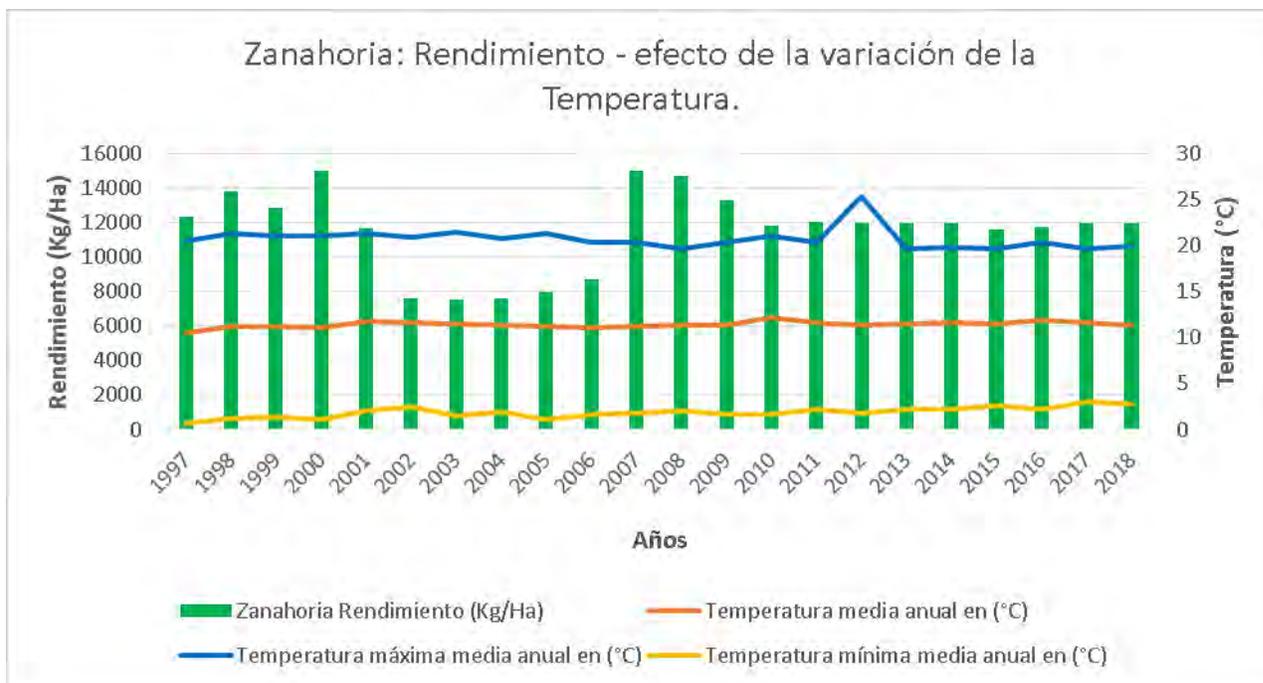


Figura 28. Rendimiento del Cultivo de Zanahoria: Efecto de la Variación de la Temperatura – Periodo: 1997 – 2018.

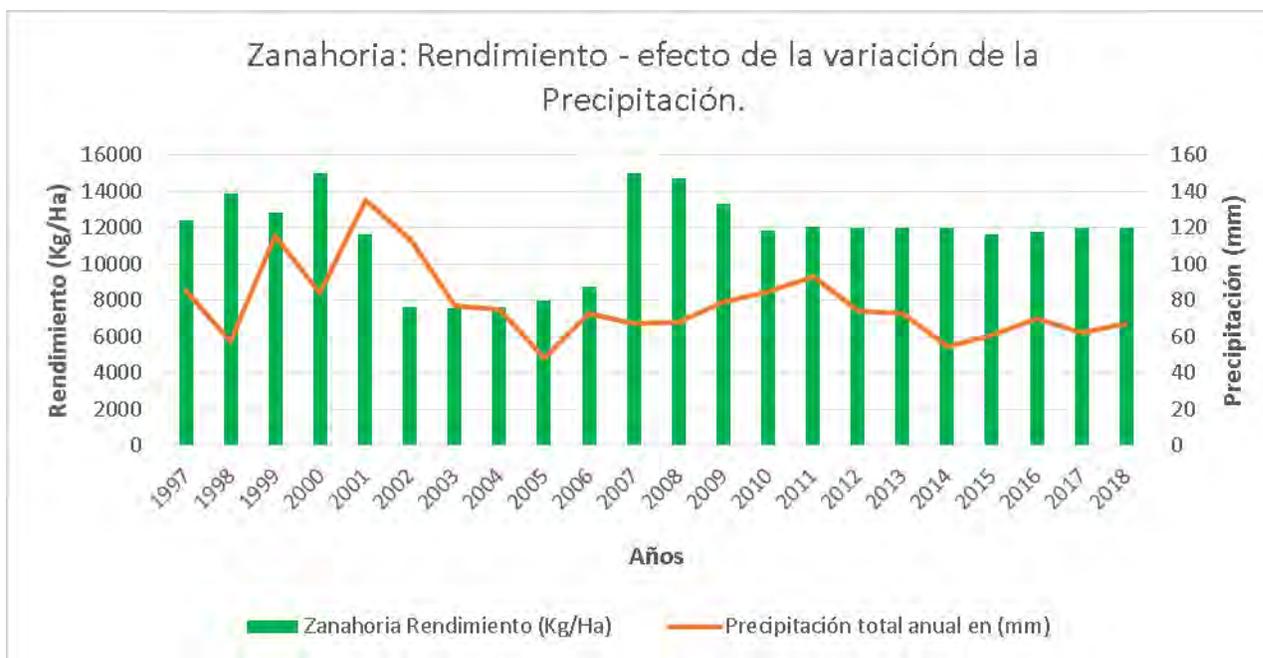


Figura 29. Rendimiento del Cultivo de Zanahoria: Efecto de la Variación de la Precipitación – Periodo: 1997 – 2018.

5.3. Climatodiagramas Quinquenales de la Pampa de Anta.

Se elaboraron Climatodiagramas Quinquenales de la Pampa de Anta, correspondiente a los años: 1997, 2003, 2008, 2013 y 2018.

5.3.1. Climatodiagrama correspondiente al año 1997.

La data meteorológica correspondiente al año 1997, muestra que los meses de junio y julio presentan las precipitaciones más bajas con 0.0 mm respectivamente y el mes de diciembre presenta la precipitación más alta con 362.8 mm, el mes de julio presenta la temperatura media más baja con 7.0°C y el mes de diciembre presenta la temperatura media más alta con 13.3°C, el mes de febrero presenta la temperatura máxima más baja con 18.9°C y el mes de junio presenta la temperatura máxima más alta con 21.7°C, el mes de julio presenta la temperatura mínima más baja con -7.1°C y el mes de diciembre presenta la temperatura mínima más alta con 5.7°C. (Tabla 18)

Tabla 18. Data Meteorológica de la Pampa de Anta: 1997.

Año	Meses	Precipitación total en (mm)	Temperatura media en (°C)	Temperatura máxima media en (°C)	Temperatura mínima media en (°C)
1997	ENE				
	FEB	126.9	12.3	18.9	5.4
	MAR	158.9	12.1	19.5	4.8
	ABR	26.4	10.8	20.2	1.5
	MAY	8.8	9.3	20.6	-2.0
	JUN	0.0	7.5	21.7	-6.8
	JUL	0.0	7.0	21.2	-7.1
	AGO	15.5	8.9	20.2	-2.5
	SET	7.1	10.5	20.4	0.6
	OCT	67.5	11.7	20.8	2.6
	NOV	165.3	12.7	20.9	4.6
	DIC	362.8	13.3	20.9	5.7

Fuente: Datos obtenidos del SENAMHI – Estación Meteorológica Ancachuro.

Con los datos de la Tabla 18 se elaboró el Climatodiagrama correspondiente. (Figura 30)

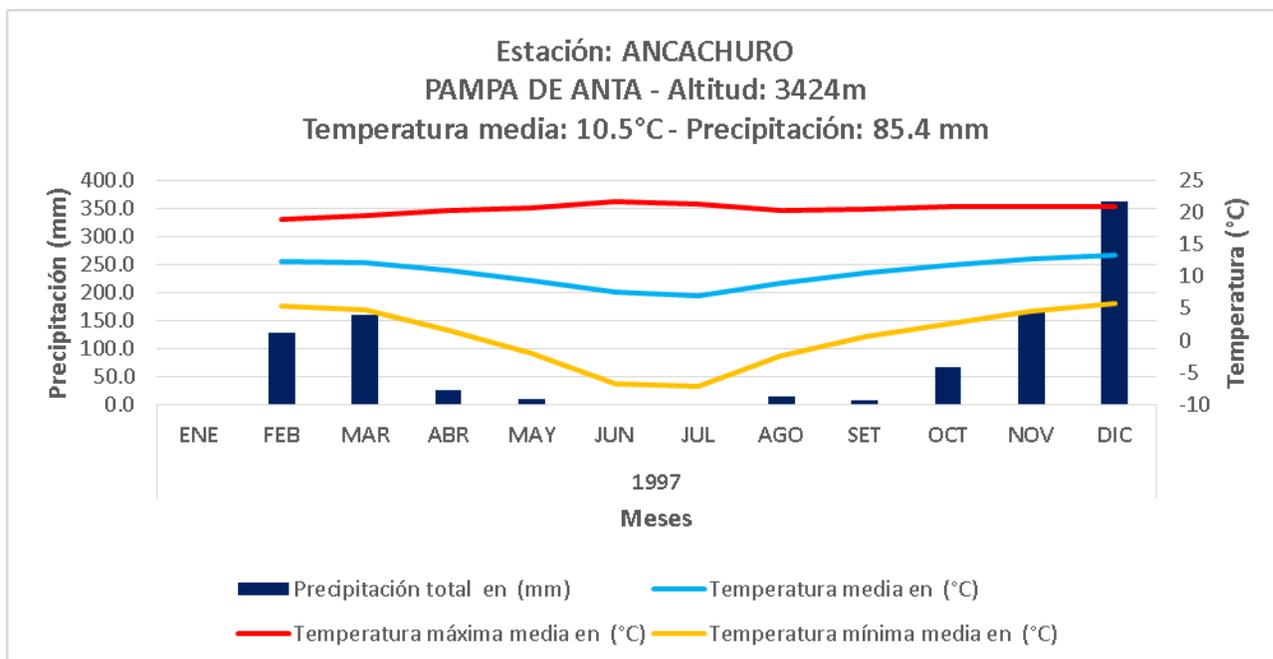


Figura 30. Climatodiagrama de la Pampa de Anta – 1997.

5.3.2. Climatodiagrama correspondiente al año 2003.

La data meteorológica correspondiente al año 2003, muestra que el mes de julio presenta la precipitación más baja con 0.0 mm y el mes de marzo presenta la precipitación más alta con 215.1 mm, el mes de julio presenta la temperatura media más baja con 8.4°C y el mes de febrero presenta la temperatura media más alta con 13.9°C, el mes de marzo presenta la temperatura máxima más baja con 20.4°C y los meses de mayo y junio presentan las temperaturas máximas más altas con 22.2°C, el mes de julio presenta la temperatura mínima más baja con -5.2°C y el mes de febrero presenta la temperatura mínima más alta con 6.7°C. (Tabla 19)

Tabla 19. Data Meteorológica de la Pampa de Anta: 2003.

Año	Meses	Precipitación total en (mm)	Temperatura media en (°C)	Temperatura máxima media en (°C)	Temperatura mínima media en (°C)
2003	ENE	170.3	13.7	21.3	6.1
	FEB	180.4	13.9	21.2	6.7
	MAR	215.1	13.2	20.4	6.0
	ABR	23.9	12.5	22.1	2.9
	MAY	7.0	10.8	22.2	-0.5
	JUN	7.5	9.6	22.2	-3.1
	JUL	0.0	8.4	22.0	-5.2
	AGO	31.2	9.5	21.0	-2.1
	SET	10.8	10.1	21.3	-1.0
	OCT	65.1	11.5	22.1	0.9
	NOV	39.1	12.4	22.0	2.8
	DIC	173.0	12.9	20.8	5.0

Fuente: Datos obtenidos del SENAMHI – Estación Meteorológica Ancachuro.

Con los datos de la Tabla 19 se elaboró el Climatodiagrama correspondiente. (Figura 31)

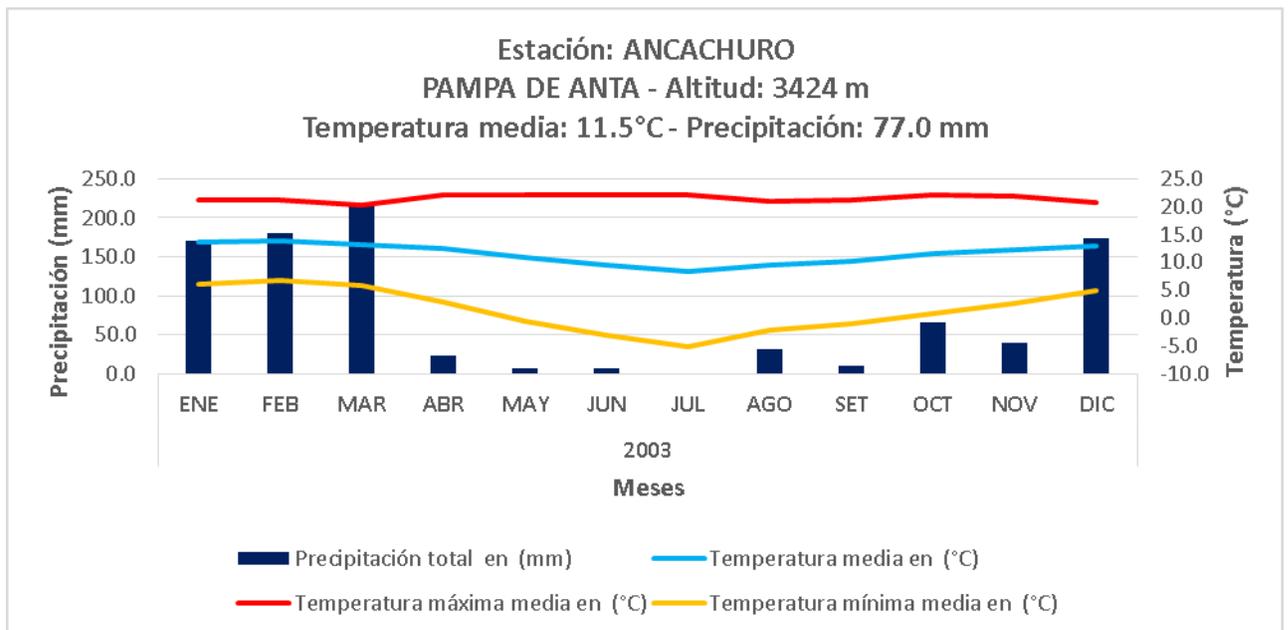


Figura 31. Climatodiagrama de la Pampa de Anta – 2003.

5.3.3. Climatodiagrama correspondiente al año 2008.

La data meteorológica correspondiente al año 2008, muestra que el mes de julio presenta las precipitación más baja con 0.0 mm y el mes de noviembre presenta la precipitación más alta con 161.0 mm, el mes de junio presenta la temperatura media más baja con 8.1°C y los meses de febrero, octubre, noviembre y diciembre presentan las temperaturas medias más altas con 12.9°C, el mes de enero presenta la temperatura máxima más baja con 18.2°C y el mes de setiembre presenta la temperatura máxima más alta con 21.0°C, el mes de junio presenta la temperatura mínima más baja con -4.9°C y el mes de enero presenta la temperatura mínima más alta con 7.6°C. (Tabla 20)

Tabla 20. Data Meteorológica de la Pampa de Anta: 2008.

Año	Meses	Precipitación total en (mm)	Temperatura media en (°C)	Temperatura máxima media en (°C)	Temperatura mínima media en (°C)
2008	ENE	146.7	12.6	18.2	7.6
	FEB	124.4	12.9	19.4	5.8
	MAR	89.7	12.2	19.1	4.9
	ABR	18.1	11.6	20.0	2.2
	MAY	8.2	9.2	19.8	-1.8
	JUN	1.5	8.1	20.2	-4.9
	JUL	0.0	8.2	19.8	-4.5
	AGO	8.5	10.4	20.4	-1.7
	SET	14.6	12.0	21.0	0.6
	OCT	122.8	12.9	20.1	4.9
	NOV	161.0	12.9	19.7	4.8
	DIC	117.7	12.9	18.9	6.3

Fuente: Datos obtenidos del SENAMHI – Estación Meteorológica Ancachuro.

Con los datos de la Tabla 20 se elaboró el Climatodiagrama correspondiente. (Figura 32)

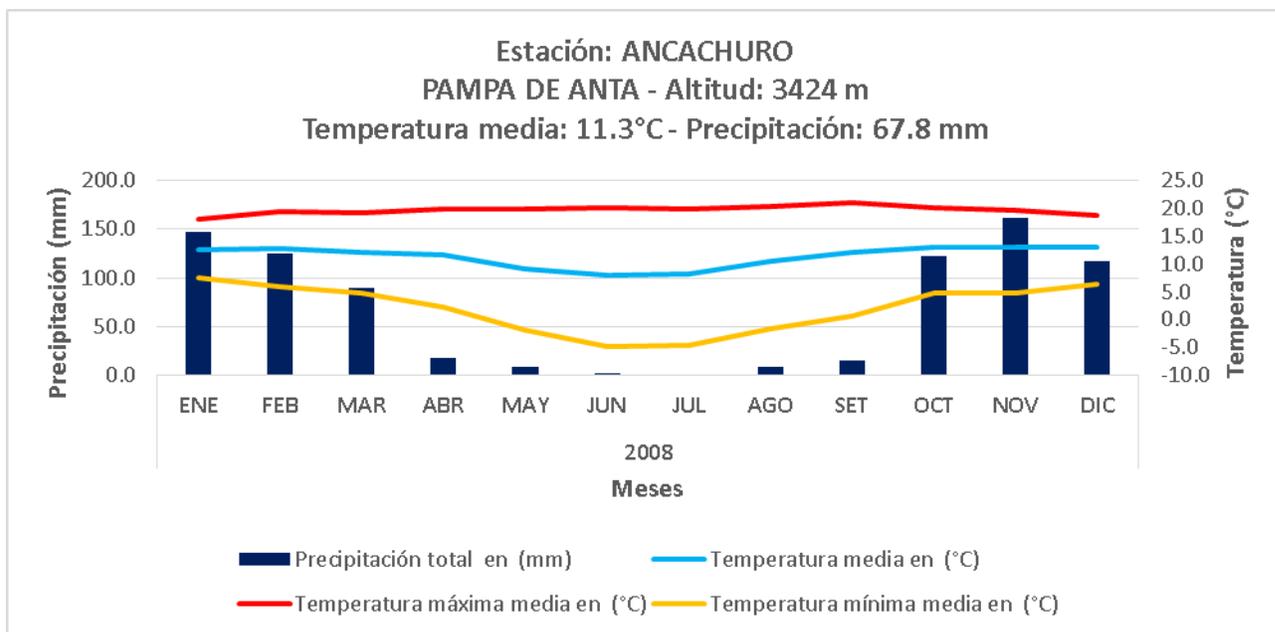


Figura 32. Climatodiagrama de la Pampa de Anta: 2008.

5.3.4. Climatodiagrama correspondiente al año 2013.

La data meteorológica correspondiente al año 2013, muestra que el mes de julio presenta las precipitación más baja con 0.1 mm y el mes de enero presenta la precipitación más alta con 161.6 mm, el mes de julio presenta la temperatura media más baja con 8.7°C y el mes de noviembre presenta las temperatura medias más alta con 13.4°C, los meses de febrero y junio presentan las temperaturas máximas más bajas con 18.6°C respectivamente y el mes de setiembre presenta la temperatura máxima más alta con 21.7°C, el mes de julio presenta la temperatura mínima más baja con -3.7°C y el mes de febrero presenta la temperatura mínima más alta con 6.7°C. (Tabla 21)

Tabla 21. Data Meteorológica de la Pampa de Anta: 2013.

Año	Meses	Precipitación total en (mm)	Temperatura media en (°C)	Temperatura máxima media en (°C)	Temperatura mínima media en (°C)
2013	ENE	161.6	12.2	18.9	5.3
	FEB	151.1	12.6	18.6	6.7
	MAR	75.6	12.4	19.2	6.2
	ABR	7.0	11.6	20.1	1.8
	MAY		10.4	20.3	-0.5
	JUN	6.1	8.9	18.6	-2.6
	JUL	0.1	8.7	19.4	-3.7
	AGO	18.3	10.2	20.2	-1.7
	SET	3.2	12.2	21.7	-0.1
	OCT	104.5	12.3	19.7	3.8
	NOV	110.3	13.4	20.6	5.1
	DIC	158.9	12.6	18.7	6.0

Fuente: Datos obtenidos del SENAMHI – Estación Meteorológica Ancachuro.

Con los datos de la Tabla 21 se elaboró el Climatodiagrama correspondiente. (Figura 33)

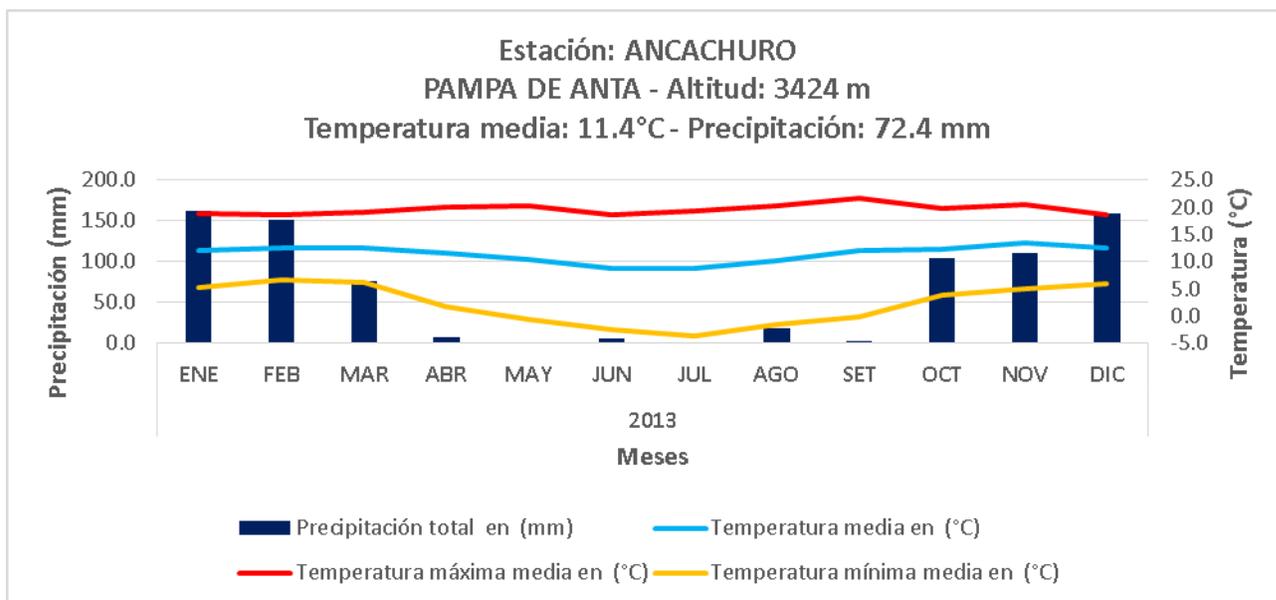


Figura 33. Climatodiagrama de la Pampa de Anta: 2013.

5.3.5. Climatodiagrama correspondiente al año 2018.

La data meteorológica correspondiente al año 2018, muestra que el mes de mayo presenta la precipitación más baja con 3.1 mm y el mes de febrero presenta la precipitación más alta con 191.6 mm, el mes de junio presenta la temperatura media más baja con 8.3°C y el mes de noviembre presenta las temperatura media más alta con 13.9°C, el mes de junio presenta la temperatura máxima más baja con 18.3°C y el mes de setiembre presenta la temperatura máxima más alta con 22.7°C, el mes de julio presenta la temperatura mínima más baja con -3.1°C y el mes de febrero presenta la temperatura mínima más alta con 6.9°C. (Tabla 22)

Tabla 22. Data Meteorológica de la Pampa de Anta: 2018.

Año	Meses	Precipitación total en (mm)	Temperatura media en (°C)	Temperatura máxima media en (°C)	Temperatura mínima media en (°C)
2018	ENE	145.0	11.9	18.7	6.0
	FEB	191.6	12.6	19.2	6.9
	MAR	139.6	12.3	18.6	6.8
	ABR	37.8	11.7	19.4	3.3
	MAY	3.1	10.1	20.0	-1.2
	JUN	24.2	8.3	18.3	-2.5
	JUL	20.2	8.7	19.9	-3.1
	AGO	27.5	9.8	19.7	0.2
	SET	8.5	12.0	22.7	1.4
	OCT	75.1	12.3	20.5	5.3
	NOV	62.7	13.9	22.3	6.1
	DIC	71.9	12.6	21.1	3.5

Fuente: Datos obtenidos del SENAMHI – Estación Meteorológica Ancachuro.

Con los datos de la Tabla 22 se elaboró el Climatodiagrama correspondiente. (Figura 34)

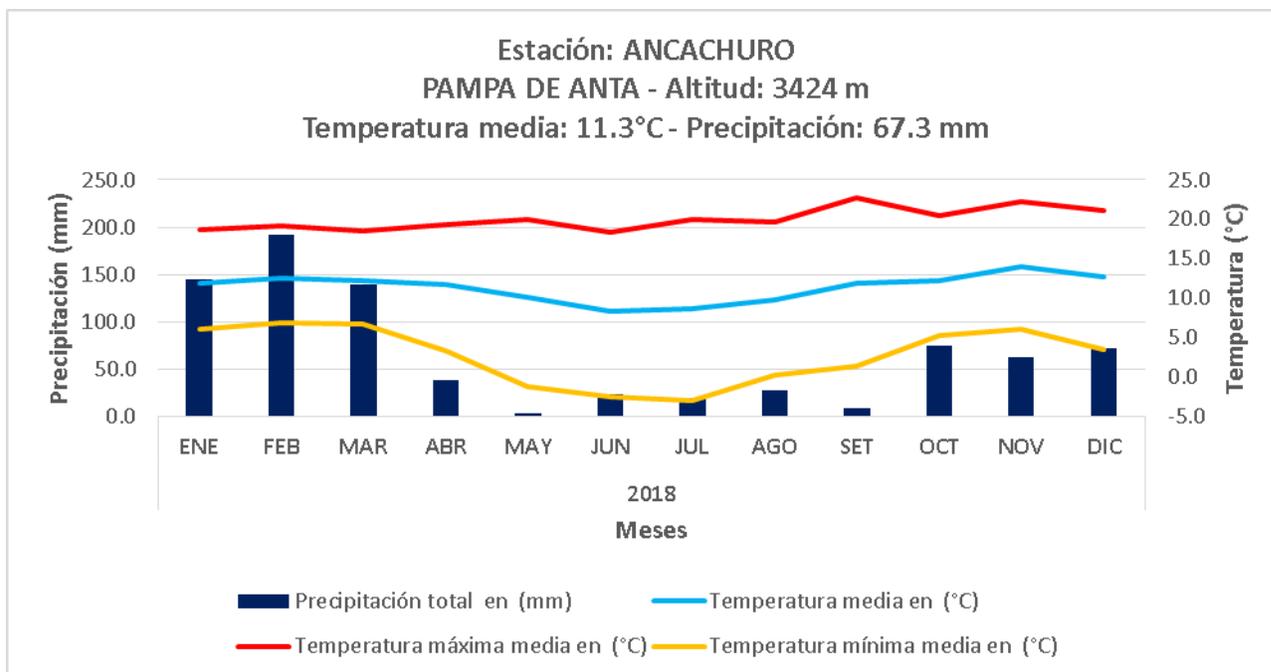


Figura 34. Climatodiagrama de la Pampa de Anta: 2018.

5.3.6. Climatodiagrama quinquenal general.

La data meteorológica correspondiente a los años: 1997, 2003, 2018, 2013 y 2018, muestra que el año 2018 fue el año menos lluvioso con una precipitación de 67.3 mm y el año 1997 fue el año más lluvioso con una precipitación de 85.4 mm, el año 1997 presenta la temperatura media más baja con 10.6°C y los años 2003 y 2013 presentan la temperatura media más alta con 11.5°C respectivamente, los años 2008 y 2013 presentan la temperatura máxima más baja con 19.7°C respectivamente y el año 2003 fue el año más cálido con una temperatura máxima de 21.5°C, el año 1997 fue el año más frío con una temperatura mínima de 0.6°C y el año 2018 presenta la temperatura mínima más alta con 2.7°C. (Tabla 23)

Tabla 23. Data Meteorológica Quinquenal General de la Pampa de Anta.

Años	Precipitación total anual en (mm)	Temperatura media anual en (°C)	Temperatura máxima media anual en (°C)	Temperatura mínima media anual en (°C)
1997	85.4	10.6	20.5	0.6
2003	77.0	11.5	21.5	1.5
2008	67.8	11.3	19.7	2.0
2013	72.4	11.5	19.7	2.2
2018	67.3	11.4	20.0	2.7

Fuente: Datos obtenidos del SENAMHI – Estación Meteorológica Ancachuro.

Con los datos de la Tabla 23 se elaboró el climatodiagrama correspondiente. (Figura 35)

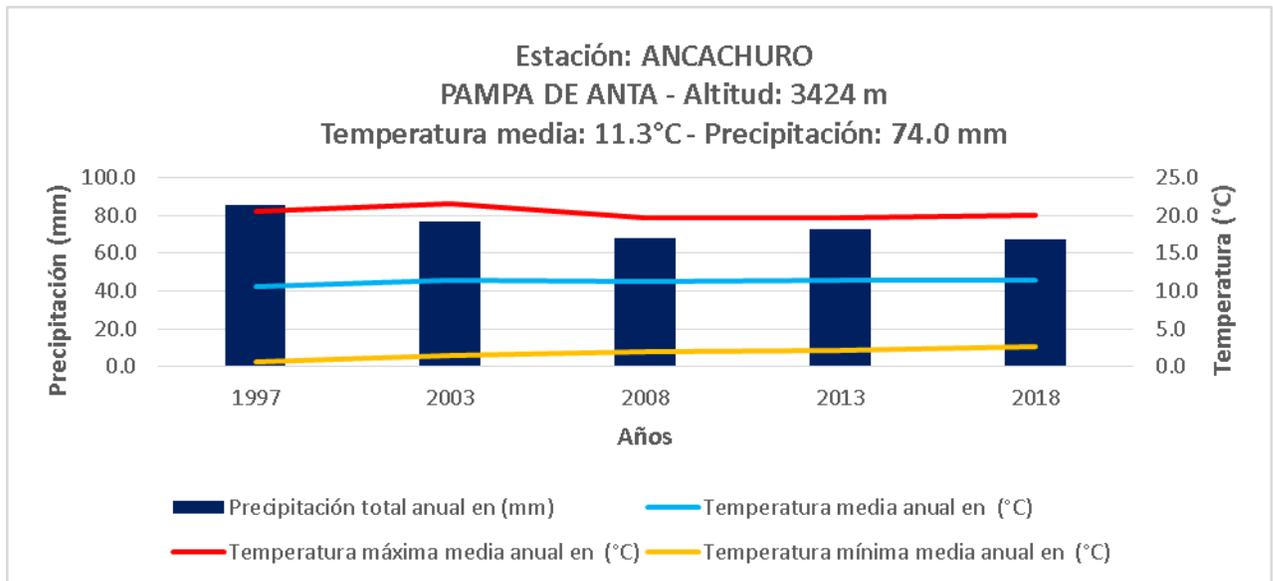


Figura 35. Climatodiagrama Quinquenal General de la Pampa de Anta.

5.4. Análisis de Tendencias de la Temperatura – Precipitación y la Producción Agrícola en la Pampa de Anta.

5.4.1. Análisis de Tendencia de la Temperatura Media Mensual en (°C).

Se realizó el Análisis de Tendencia de la Temperatura Media Mensual en (°C), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 24)

Tabla 24. Análisis de Tendencia de la Temperatura Media Mensual en (°C).

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Temperatura media mensual en (°C)	10.56	11.53	11.33	11.45	11.35

Con los datos de la Tabla 24, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = 0.15x + 10.794$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia de este indicador es positiva, lo que significa un incremento de la temperatura media mensual en el periodo de estudio, lo cual muy probablemente sea como consecuencia del cambio climático. (Figura 36)

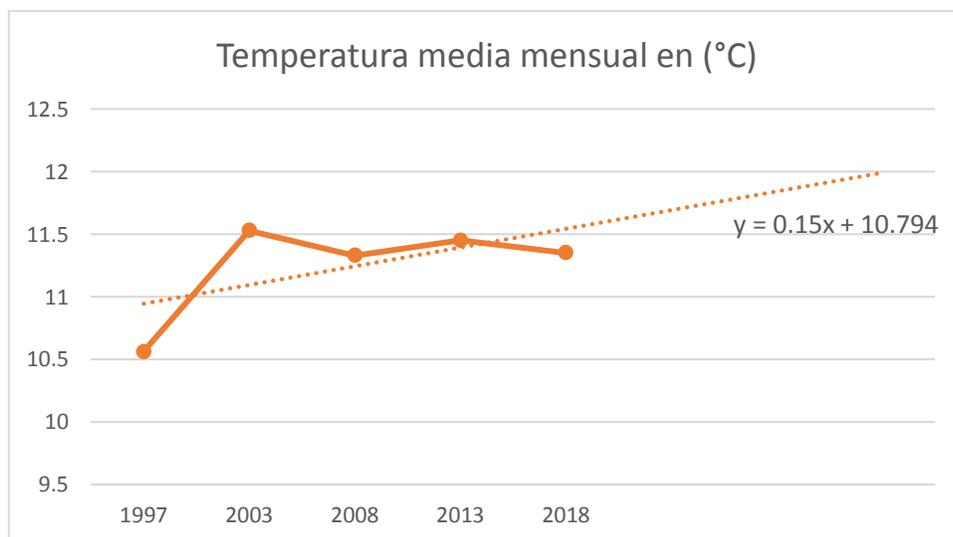


Figura 36. Línea de Tendencia de la Temperatura Media Mensual en (°C).

5.4.2. Análisis de Tendencia de la Temperatura Máxima Media Mensual en (°C).

Se realizó el Análisis de Tendencia de la Temperatura Máxima Media Mensual en (°C), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 25)

Tabla 25. Análisis de Tendencia de la Temperatura Máxima Media Mensual en (°C).

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Temperatura máxima media mensual en (°C)	20.46	21.53	19.71	19.66	20.02

Con los datos de la Tabla 25, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = -0.275x + 21.101$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia de este indicador es negativa, lo que significa una disminución de la temperatura máxima media mensual en el periodo de estudio, aproximándose a la temperatura media. (Figura 37)

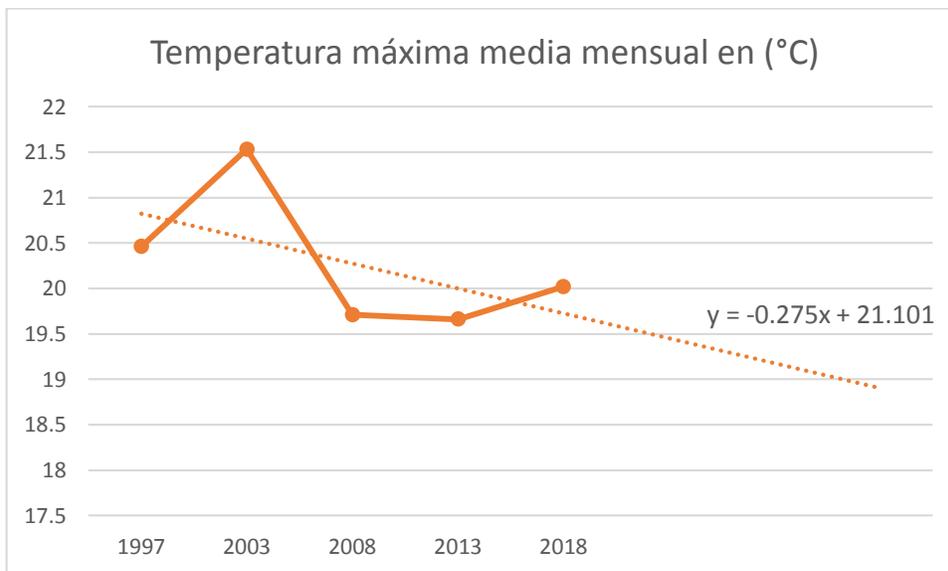


Figura 37. Línea de Tendencia de la Temperatura Máxima Media Mensual en (°C).

5.4.3. Análisis de Tendencia de la Temperatura Mínima Media Mensual en (°C).

Se realizó el Análisis de Tendencia de la Temperatura Mínima Media Mensual en (°C), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 26)

Tabla 26. Análisis de Tendencia de la Temperatura Mínima Media Mensual en (°C).

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Temperatura mínima media mensual en (°C)	0.63	1.53	2.01	2.19	2.73

Con los datos de la Tabla 26, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = 0.486x + 0.36$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia de este indicador es positiva, lo que significa un incremento de la temperatura mínima media mensual en el periodo de estudio, aproximándose a la temperatura media. (Figura 38)

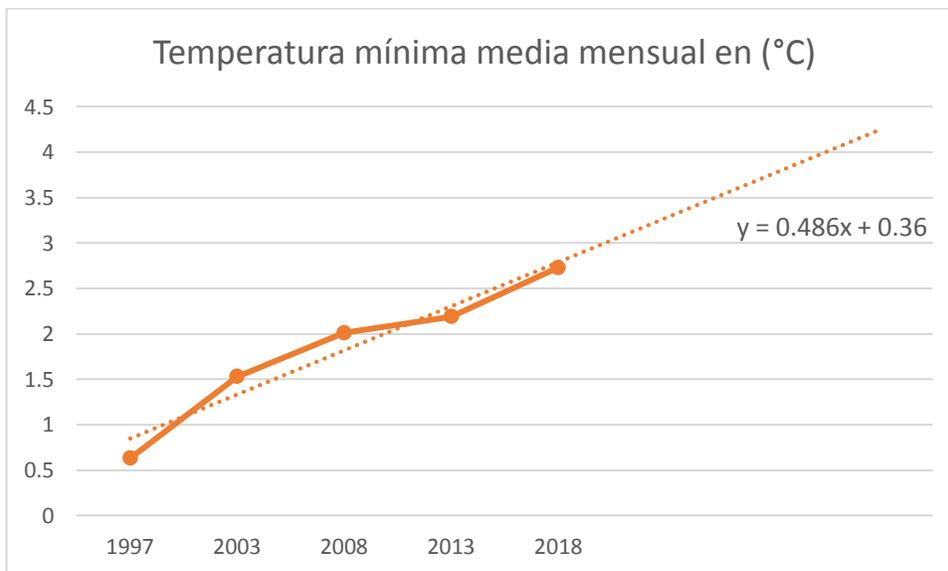


Figura 38. Línea de Tendencia de la Temperatura Mínima Media Mensual en (°C).

5.4.4. Análisis de Tendencia de la Precipitación Total Mensual en (mm).

Se realizó el Análisis de Tendencia de la Precipitación Total Mensual en (mm), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 27)

Tabla 27. Análisis de Tendencia de la Precipitación Total Mensual en (mm).

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Precipitación total mensual en (mm)	85.38	76.95	67.77	72.43	67.27

Con los datos de la Tabla 27, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = -4.074x + 86.182$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia de este indicador es negativa, lo que significa una disminución de la precipitación total mensual en la Pampa de Anta en el periodo de estudio. (Figura 39)

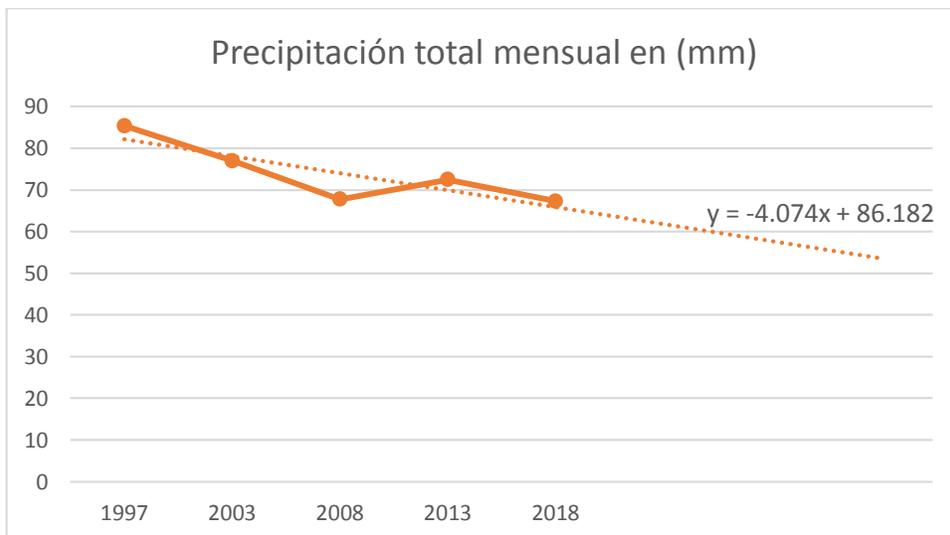


Figura 39. Línea de Tendencia de la Precipitación Total Mensual en (mm).

5.4.5. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Arveja Grano verde.

Se realizó el Análisis de Tendencia del rendimiento del cultivo de arveja grano verde (Kg/Ha), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 28)

Tabla 28. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Arveja Grano Verde.

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Arveja grano verde	7000	3758	8000	7000	5343

Con los datos de la Tabla 28, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = -7.2x + 6241.8$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia del rendimiento de este cultivo es negativa, dada la pendiente negativa de la línea de tendencia observamos datos que se reducen en el tiempo, lo que significa una disminución en el rendimiento del cultivo de arveja grano verde en el periodo de estudio, el bajo rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos, podría deberse a otros factores como presencia de plagas y enfermedades en el cultivo, calidad de suelo con poca materia orgánica, riego no tecnificado, uso inadecuado de insumos agrícolas como semillas, fertilizantes y otros. (Figura 40)

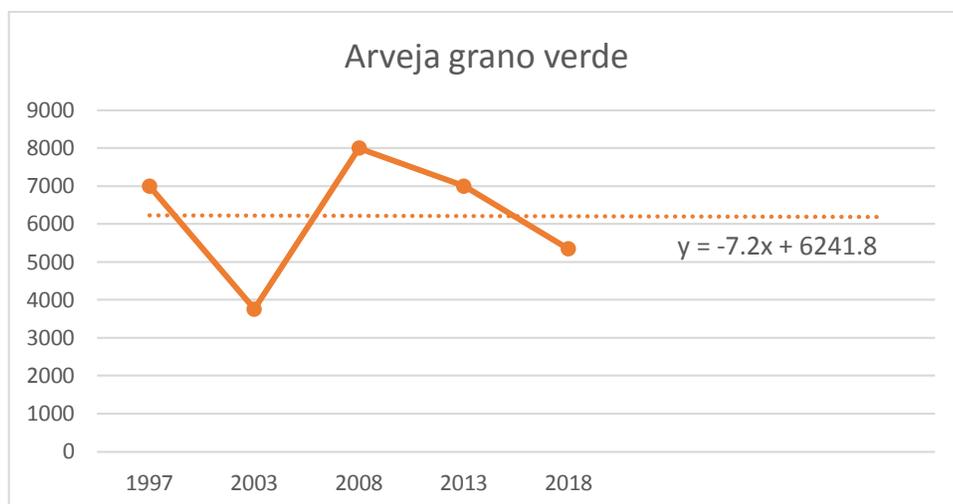


Figura 40. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Arveja Grano Verde.

5.4.6. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Cebada Grano.

Se realizó el Análisis de Tendencia del rendimiento del cultivo de cebada grano (Kg/Ha), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 29)

Tabla 29. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Cebada Grano.

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Cebada grano	1507	1186	1713	2000	2000

Con los datos de la Tabla 29, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = 180x + 1141.2$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia del rendimiento de este cultivo es positiva, dada la pendiente positiva de la línea de tendencia observamos datos que se incrementan en el tiempo, lo que significa un incremento en el rendimiento del cultivo de cebada grano en el periodo de estudio, el incremento del

rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos, podría deberse a otros factores como la presencia de riego tecnificado, la calidad del suelo con un buen porcentaje de materia orgánica y la siembra del cultivo en suelos descansados. (Figura 41)

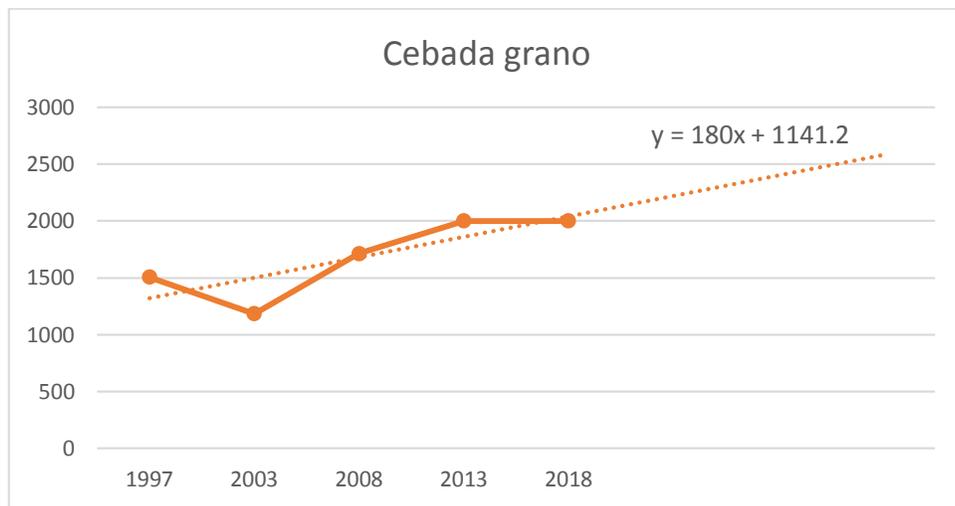


Figura 41. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Cebada Grano.

5.4.7. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Cebolla.

Se realizó el Análisis de Tendencia del rendimiento del cultivo de cebolla (Kg/Ha), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 30)

Tabla 30. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Cebolla.

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Cebolla	12872	7617	15000	15000	11667

Con los datos de la Tabla 30, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = 497.3x + 10939$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia del rendimiento de este cultivo es positiva, dada la pendiente positiva de la línea de tendencia

observamos datos que se incrementan en el tiempo, lo que significa un incremento en el rendimiento del cultivo de cebolla en el periodo de estudio, el incremento del rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos, podría deberse a otros factores como la presencia de riego tecnificado, la calidad del suelo con un buen porcentaje de materia orgánica, la siembra del cultivo en suelos descansados y el uso adecuado de insumos agrícolas como semillas de buena calidad. (Figura 42)

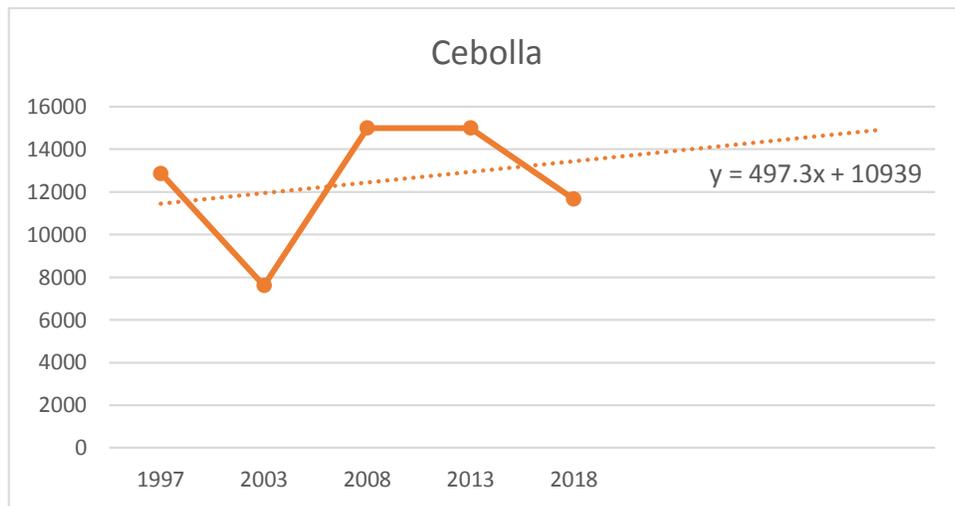


Figura 42. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Cebolla.

5.4.8. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Haba Grano Seco.

Se realizó el Análisis de Tendencia del rendimiento del cultivo de haba grano seco (Kg/Ha), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 31)

Tabla 31. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Haba Grano Seco.

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Haba grano seco	1448	1231	2000	2000	1985

Con los datos de la Tabla 31, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = 184.3x + 1179.9$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia del rendimiento de este cultivo es positiva, dada la pendiente positiva de la línea de tendencia observamos datos que se incrementan en el tiempo, lo que significa un incremento en el rendimiento del cultivo de haba grano seco en el periodo de estudio, el incremento del rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos, podría deberse a otros factores como la presencia de riego tecnificado, la calidad del suelo con un buen porcentaje de materia orgánica, la siembra del cultivo en suelos descansados y el uso adecuado de insumos agrícolas como semillas de buena calidad. (Figura 43)

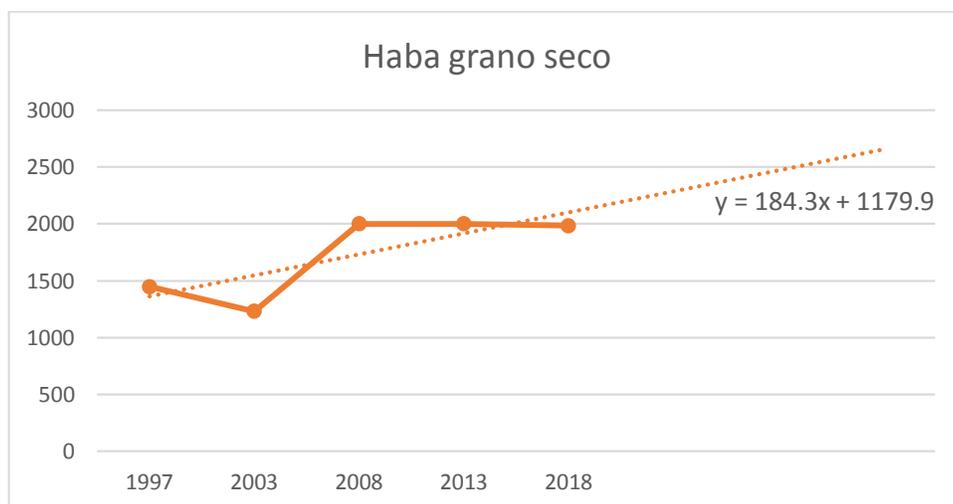


Figura 43. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Haba Grano Seco.

5.4.9. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Haba Grano Verde.

Se realizó el Análisis de Tendencia del rendimiento del cultivo de haba grano verde (Kg/Ha), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 32)

Tabla 32. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Haba grano Verde.

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Haba grano verde	7691	4269	9000	7012	6055

Con los datos de la Tabla 32, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = -52.9x + 6964.1$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia del rendimiento de este cultivo es negativa, dada la pendiente negativa de la línea de tendencia observamos datos que se reducen en el tiempo, lo que significa una disminución en el rendimiento del cultivo de haba grano verde en el periodo de estudio, el bajo rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos, podría deberse a otros factores como presencia de plagas y enfermedades en el cultivo, calidad de suelo con poca materia orgánica, riego no tecnificado, uso inadecuado de insumos agrícolas como semillas, fertilizantes y otros. (Figura 44)

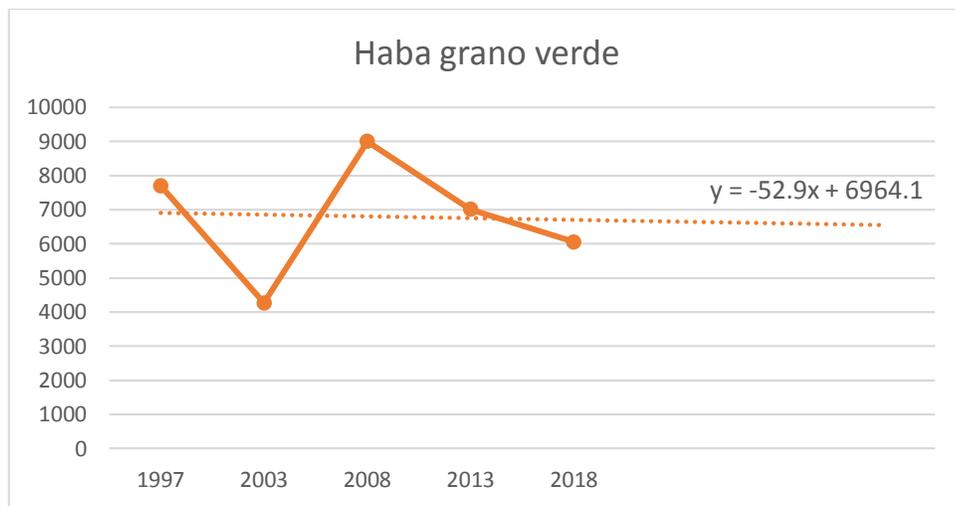


Figura 44. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Haba Grano Verde.

5.4.10. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Maíz Amiláceo.

Se realizó el Análisis de Tendencia del rendimiento del cultivo de maíz amiláceo (Kg/Ha), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 33)

Tabla 33. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Maíz Amiláceo.

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Maíz amiláceo	1609	1222	1585	2250	1932

Con los datos de la Tabla 33, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = 167.4x + 1217.4$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia del rendimiento de este cultivo es positiva, dada la pendiente positiva de la línea de tendencia observamos datos que se incrementan en el tiempo, lo que significa un incremento en el rendimiento del cultivo de maíz amiláceo en el periodo de estudio, el incremento del rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos, podría deberse a otros factores como la presencia de riego tecnificado, la calidad del suelo con un buen porcentaje de materia orgánica, la siembra del cultivo en suelos descansados y el uso adecuado de insumos agrícolas como semillas de buena calidad. (Figura 45)

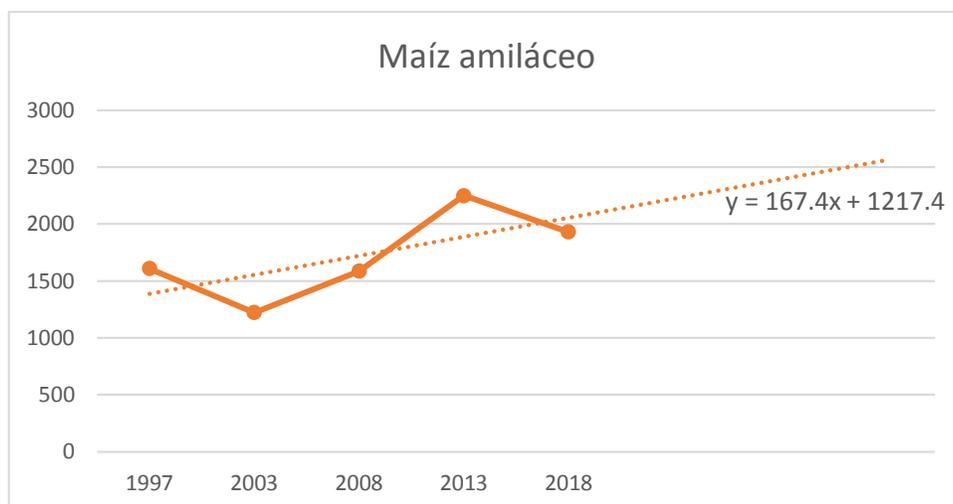


Figura 45. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Maíz Amiláceo.

5.4.11. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Olluco.

Se realizó el Análisis de Tendencia del rendimiento del cultivo de olluco (Kg/Ha), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 34)

Tabla 34. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Olluco.

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Olluco	6842	5608	9000	9000	8754

Con los datos de la Tabla 34, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = 721.6x + 5676$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia del rendimiento de este cultivo es positiva, dada la pendiente positiva de la línea de tendencia observamos datos que se incrementan en el tiempo, lo que significa un incremento en el rendimiento del cultivo de olluco en el periodo de estudio, el incremento del rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos, podría deberse a otros factores como la presencia de riego tecnificado, la calidad del suelo con un buen porcentaje de materia

orgánica, la siembra del cultivo en suelos descansados y el uso adecuado de insumos agrícolas como semillas de buena calidad. (Figura 46)

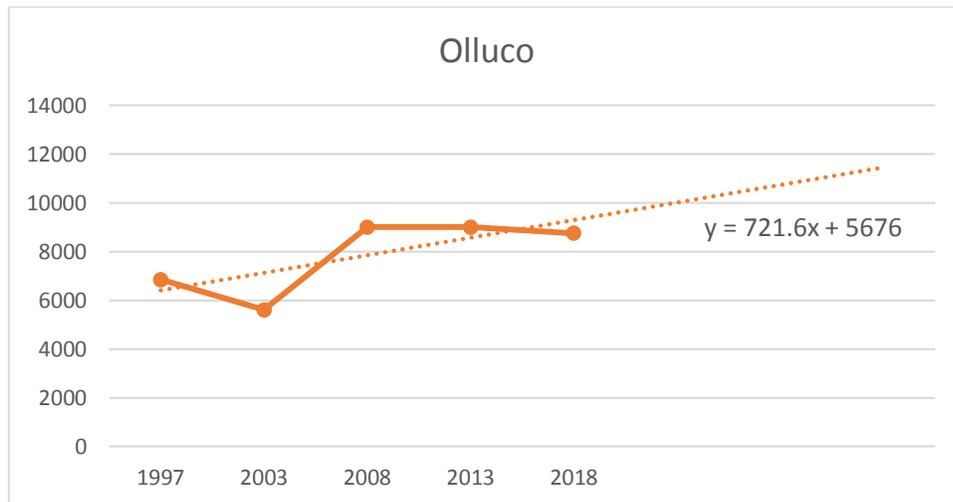


Figura 46. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Olluco.

5.4.12. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Papa.

Se realizó el Análisis de Tendencia del rendimiento del cultivo de papa (Kg/Ha), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 35)

Tabla 35. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Papa.

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Papa	9738	7468	15000	15249	15899

Con los datos de la Tabla 35, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = 2010.3x + 6639.9$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia del rendimiento de este cultivo es positiva, dada la pendiente positiva de la línea de tendencia observamos datos que se incrementan en el tiempo, lo que significa un incremento en el

rendimiento del cultivo de papa en el periodo de estudio, el incremento del rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos, podría deberse a otros factores como la presencia de riego tecnificado, la calidad del suelo con un buen porcentaje de materia orgánica, la siembra del cultivo en suelos descansados y el uso adecuado de insumos agrícolas como semillas de buena calidad. (Figura 47)

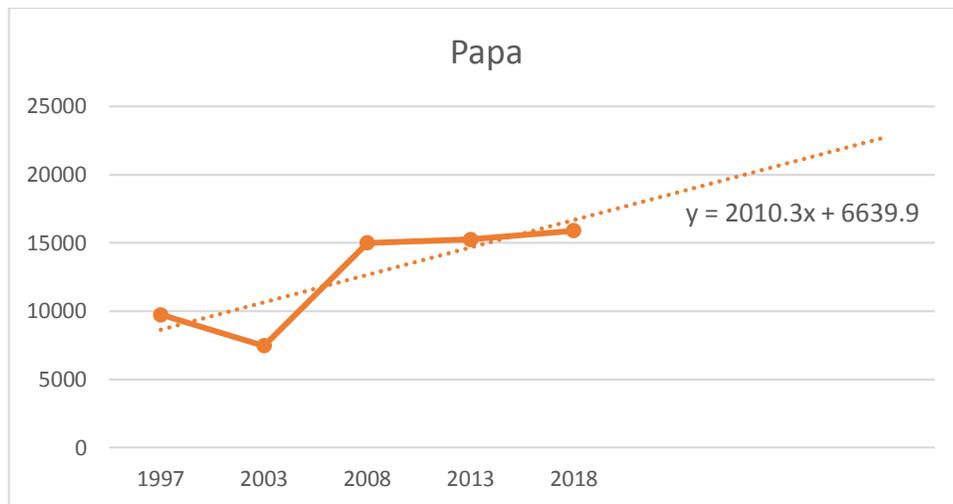


Figura 47. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Papa.

5.4.13. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Quinua.

Se realizó el Análisis de Tendencia del rendimiento del cultivo de quinua (Kg/Ha), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 36)

Tabla 36. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Quinua.

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Quinua	1307	1300	1929	2001	1950

Con los datos de la Tabla 36, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = 198.7x + 1101.3$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia del rendimiento de este cultivo es positiva, dada la pendiente positiva de la línea de tendencia

observamos datos que se incrementan en el tiempo, lo que significa un incremento en el rendimiento del cultivo de quinua en el periodo de estudio, el incremento del rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos, podría deberse a otros factores como la presencia de riego tecnificado, la calidad del suelo con un buen porcentaje de materia orgánica, la siembra del cultivo en suelos descansados y el uso adecuado de insumos agrícolas como semillas de buena calidad. (Figura 48)

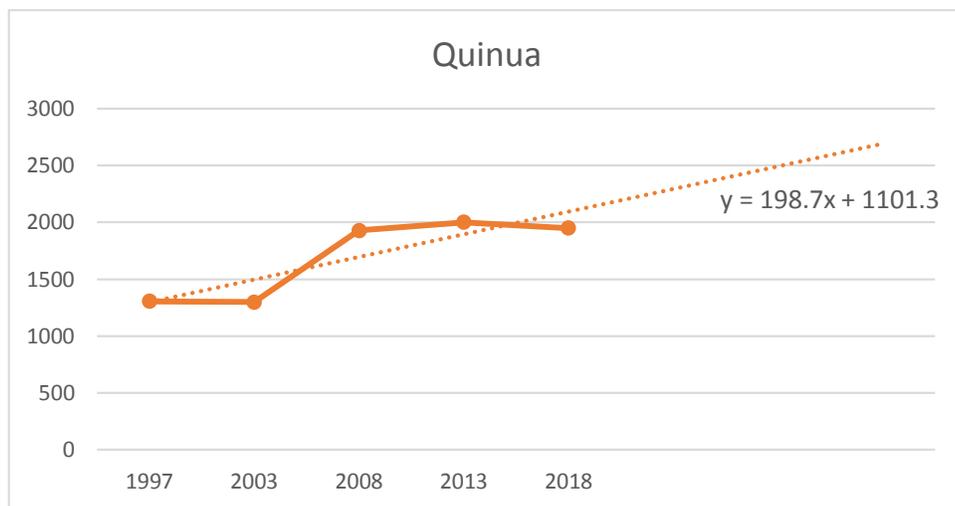


Figura 48. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Quinua.

5.4.14. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Tarwi.

Se realizó el Análisis de Tendencia del rendimiento del cultivo de tarwi (Kg/Ha), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 37)

Tabla 37. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Tarwi.

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Tarwi	1150	1067	934	918	914

Con los datos de la Tabla 37, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = -62.1x + 1182.9$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia del

rendimiento de este cultivo es negativa, dada la pendiente negativa de la línea de tendencia observamos datos que se reducen en el tiempo, lo que significa una disminución en el rendimiento del cultivo de tarwi en el periodo de estudio, el bajo rendimiento el bajo rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos, podría deberse a otros factores como presencia de plagas y enfermedades en el cultivo, calidad de suelo con poca materia orgánica, riego no tecnificado, uso inadecuado de insumos agrícolas como semillas, fertilizantes y otros. (Figura 49)

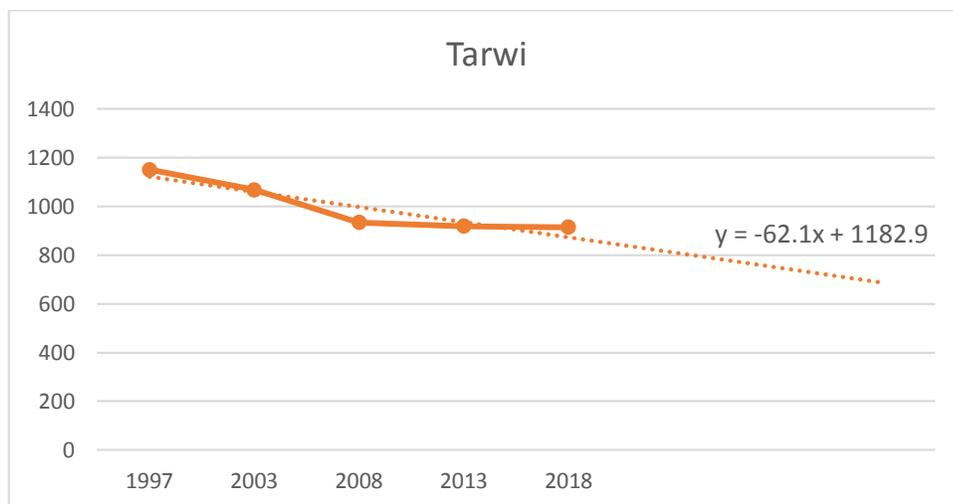


Figura 49. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Tarwi.

5.4.15. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Trigo.

Se realizó el Análisis de Tendencia del rendimiento del cultivo de trigo (Kg/Ha), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 38)

Tabla 38. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Trigo.

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Trigo	1904	1296	2000	2000	2000

Con los datos de la Tabla 38, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = 89.6x + 1571.2$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia del rendimiento de este cultivo es positiva, dada la pendiente positiva de la línea de tendencia observamos datos que se incrementan en el tiempo, lo que significa un incremento en el rendimiento del cultivo de trigo en el periodo de estudio, el incremento del rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos, podría deberse a otros factores como la presencia de riego tecnificado, la calidad del suelo con un buen porcentaje de materia orgánica, la siembra del cultivo en suelos descansados y el uso adecuado de insumos agrícolas como semillas de buena calidad. (Figura 50)

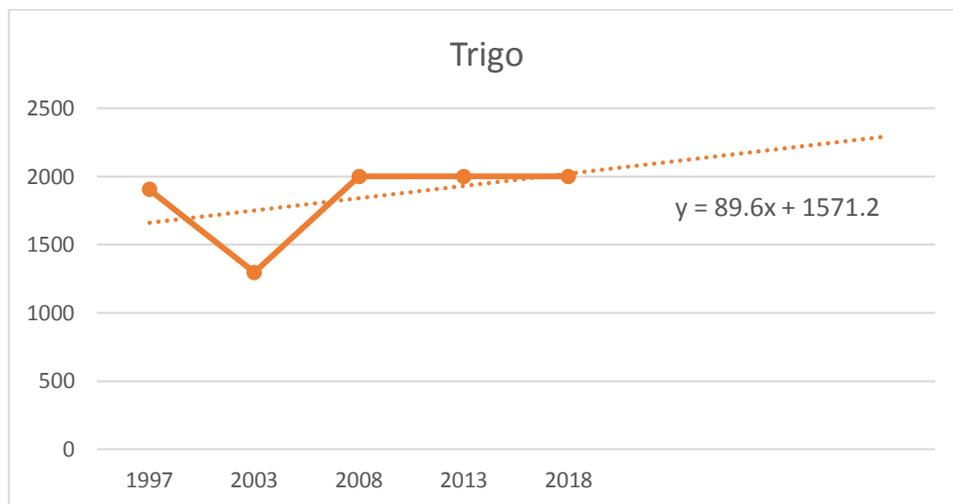


Figura 50. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Trigo.

5.4.16. Análisis de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Zanahoria.

Se realizó el Análisis de Tendencia del rendimiento del cultivo de zanahoria (Kg/Ha), se tomó los datos quinquenales que van desde 1997 hasta el 2018. (Tabla 39)

Tabla 39. Análisis de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Zanahoria.

Año	1997	2003	2008	2013	2018
Zanahoria	12377	7560	14682	12000	11993

Con los datos de la Tabla 39, se obtuvo la Línea de Tendencia con la ecuación: $y = 367.2x + 10621$, se puede observar que la pendiente de la línea de tendencia del rendimiento de este cultivo es positiva, dada la pendiente positiva de la línea de tendencia observamos datos que se incrementan en el tiempo, lo que significa un incremento en el rendimiento del cultivo de zanahoria en el periodo de estudio, el incremento del rendimiento es independiente de los parámetros climatológicos, podría deberse a otros factores como la presencia de riego tecnificado, la calidad del suelo con un buen porcentaje de materia orgánica, la siembra del cultivo en suelos descansados y el uso adecuado de insumos agrícolas como semillas de buena calidad. (Figura 51)

Línea de Tendencia del Rendimiento del Cultivo de Zanahoria (Kg/Ha).

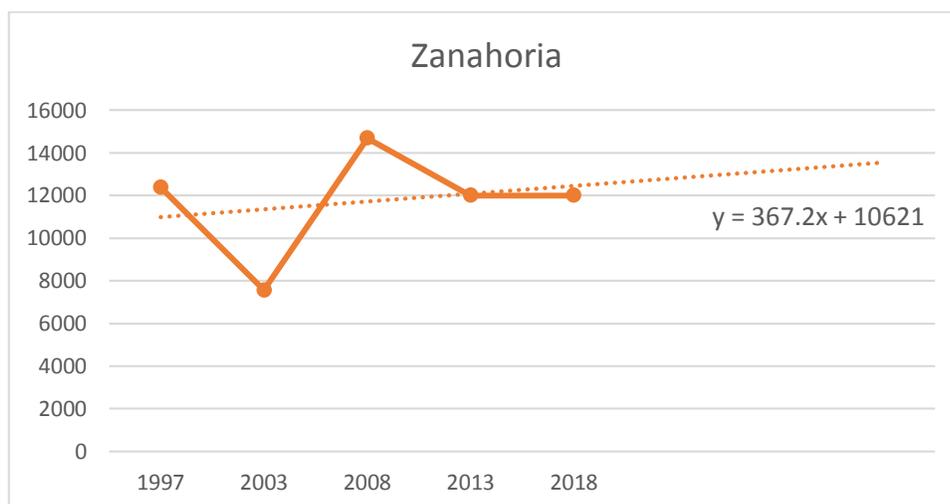


Figura 51. Línea de Tendencia del Rendimiento (Kg/Ha) del Cultivo de Zanahoria.

5.5. Pruebas de Hipótesis.

5.5.1. Pruebas de Hipótesis del Objetivo Específico 1:

El Primer Objetivo Específico no requiere prueba de hipótesis estadística porque es un objetivo descriptivo.

5.5.2. Pruebas de Hipótesis del Objetivo Específico 2:

Planteamiento de hipótesis:

- Ho: La variación de la temperatura No tiene efecto sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta en el periodo 1997 – 2018.
- Ha: La variación de la temperatura tiene efecto sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta en el periodo 1997 – 2018.

El valor del Nivel de Significancia (Sig) es menor a 0.05 para una parte importante de la cédula de los cultivos seleccionados (haba grano seco, olluco, papa, quinua y tarwi) lo que significa que existe relación entre la variable temperatura mínima y la producción agrícola en la Pampa de Anta en el periodo de estudio. El cultivo de haba grano seco presenta una correlación positiva moderada muy significativa con un nivel de confianza del 99% (Sig. < 0.01), el cultivo de olluco presenta una correlación positiva moderada significativa con un nivel de confianza del 95% (Sig. < 0.05), el cultivo de papa presenta una correlación positiva alta muy significativa con un nivel de confianza del 99% (Sig. < 0.01), el cultivo de quinua presenta una correlación positiva moderada significativa con un nivel de confianza del 95% (Sig. < 0.05) y el cultivo de tarwi presenta una correlación negativa moderada significativa con un nivel de confianza del 95% (Sig. < 0.05). Por lo tanto, se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alterna. (Tabla 40)

Tabla 40. Análisis de Correlación *r* de Pearson del Rendimiento de los Cultivos Seleccionados y el Efecto de la Variación de la Temperatura Mínima Media Mensual en (°C).

	Temperatura mínima media mensual en (°C)		
	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
Temperatura mínima media mensual en (°C)	1		22
Arveja grano verde	.014	.950	22
Cebada grano	.298	.178	22
Cebolla	.000	.999	22
Haba grano seco	.545**	.009	22
Haba grano verde	-.232	.300	22
Maíz amiláceo	.011	.962	22
Olluco	.515*	.014	22
Papa	.647**	.001	22
Quinua	.468*	.028	22
Tarwi	-.515*	.014	22
Trigo	.362	.098	22
Zanahoria	-.098	.666	22

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

5.5.3. Pruebas de Hipótesis del Objetivo Específico 3:

Planteamiento de hipótesis:

- Ho: La variación de la precipitación No tiene efecto sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta en el periodo 1997 – 2018.
- Ha: La variación de la precipitación tiene efecto sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta en el periodo 1997 – 2018.

El valor del Nivel de Significancia (Sig) es mayor a 0.05 para los doce cultivos seleccionados, lo que significa que no existe relación entre la variable precipitación y la

producción agrícola en la Pampa de Anta en el periodo de estudio. Por lo tanto, se acepta la Hipótesis nula y se rechaza la Hipótesis alterna. (Tabla 41)

Tabla 41. Análisis de Correlación r de Pearson del Rendimiento de los Cultivos Seleccionados y el Efecto de la Variación de la Precipitación Total Mensual en (mm).

	Precipitación total mensual en (mm)		
	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
Precipitación total mensual en (mm)	1		22
Arveja grano verde	-.061	.787	22
Cebada grano	-.171	.447	22
Cebolla	-.050	.826	22
Haba grano seco	-.258	.246	22
Haba grano verde	-.236	.289	22
Maíz amiláceo	-.145	.520	22
Olluco	-.246	.269	22
Papa	-.398	.067	22
Quinua	-.412	.057	22
Tarwi	.252	.257	22
Trigo	-.284	.200	22
Zanahoria	-.058	.797	22

A partir de los resultados encontrados en la presente investigación, **se acepta la hipótesis alterna del objetivo específico 2** que establece que: La variación de la temperatura tiene efecto sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta en el periodo 1997 al 2018. Considerando que el coeficiente de correlación de Pearson requiere ser validado por el Nivel de Significancia (Sig), se observa que dicho Nivel es < 0.05 , por lo tanto, se evidencia que existe una relación significativa entre la variable temperatura mínima y la producción agrícola en la Pampa de Anta en el periodo de estudio, así, el cultivo de haba grano seco presenta una correlación positiva moderada ($r = 0.545^{**}$) muy significativa (Sig < 0.01); el cultivo de olluco presenta una correlación positiva moderada ($r = 0.515^{*}$) significativa (Sig < 0.05); el cultivo de papa presenta una correlación positiva alta ($r = 0.647^{**}$) muy significativa (Sig < 0.01); el cultivo de quinua presenta una correlación positiva moderada ($r = 0.468^{*}$) significativa (Sig < 0.05); el cultivo de tarwi presenta una correlación negativa moderada ($r = -0.499^{*}$) significativa (Sig < 0.05) con la temperatura media mensual y la temperatura mínima ($r = -0.5158^{*}$), por lo tanto, en los años más fríos disminuye el rendimiento de dichos cultivos. Por otro lado, los cultivos de arveja grano verde, cebada grano, cebolla, haba grano verde, maíz amiláceo, trigo y zanahoria presentan un Nivel de Significancia Sig > 0.05 , lo cual evidencia que no existe relación significativa entre la variable temperatura mínima y la producción de dichos cultivos.

El análisis de tendencias de la temperatura media mensual muestra una línea de tendencia positiva significando un incremento de la temperatura media de 0.15°C en la Pampa de Anta durante el periodo de estudio, esta tendencia observada se encuentra dentro del rango estimado por el Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú

(SENAMHI) que reporta que en los últimos 35 años en nuestro país la tendencia de la temperatura media tiene un incremento entre 0.1 – 0.4°C por década. Asimismo, el análisis de tendencias del rendimiento de los cultivos de arveja grano verde, haba grano verde y tarwi, muestran líneas de tendencia negativas, significando una disminución en el rendimiento de dichos cultivos, lo cual no solo se debe a factores climáticos, sino podría deberse también a otros factores como presencia de plagas y enfermedades en el cultivo, calidad de suelo con poca materia orgánica, riego no tecnificado, uso inadecuado de insumos agrícolas como semillas, fertilizantes y otros. Los cultivos de cebada grano, cebolla, haba grano seco, maíz amiláceo, olluco, papa, quinua, trigo y zanahoria, presentan líneas de tendencia positivas, lo que significa un aumento en el rendimiento de estos cultivos, independiente de los parámetros climáticos. podría deberse a otros factores como la presencia de riego tecnificado, la calidad del suelo con un buen porcentaje de materia orgánica, la siembra de cultivos en suelos descansados, el uso adecuado de insumos agrícolas como semillas de óptima calidad genética permitiendo una mayor pureza varietal, buena calidad fisiológica permitiendo uniformidad en la germinación, emergencia y desarrollo de la planta y un buen rendimiento potencial, así como la utilización de semillas de buena calidad física y sanitaria. Asimismo, en la Pampa de Anta se aplican técnicas agrícolas ancestrales y contemporáneas para la adaptación al cambio climático, el conocimiento de los saberes ancestrales respecto a la variabilidad climática permite mejorar las prácticas para la producción agrícola.

Estos resultados tienen relación con lo que sostiene Barragán, R. (2019), sostiene que con la variación de la temperatura disminuirá la producción de cultivos de maíz, arroz y soya en el sur de Quevedo, Ecuador; Noya, M. (2016), señala que el aumento de la

temperatura máxima y mínima provocó un adelanto en la floración y desfases fisiológicos, lo que incide en una baja producción de durazno en el departamento de Chuquisaca, Bolivia; Escudero, V. (2017), señala que dado que existen correlaciones negativas entre temperatura y producción, determinó que la variabilidad de la temperatura incide negativamente en la producción de papa en las Provincias de Casma, Pomabamba y Recuay en el departamento de Ancash; Torres (2016) sostiene que, en el futuro cercano 2071-2100, se espera un efecto negativo de la variable temperatura, lo que se traduce en mayores demandas de agua y requerimientos de riego durante las campañas agrícolas para los cultivos de papa y quinua en las localidades de Huancané y Juliaca, departamento de Puno; Clemente, J. & Dipas, E. (2014), reportan que la tasa de crecimiento de la producción de papa en el Valle del Mantaro, departamento de Junín, se vería seriamente afectada por un aumento de la temperatura; Chaiña, L. (2021), evidencia un efecto negativo en la agricultura de subsistencia en los hogares agrícolas de la región Cusco y a mediano plazo muestra una gran variabilidad en la producción agrícola y los ingresos por efecto de la temperatura; Carreño, K. & Urbina, A. (2020), sostienen que la variable temperatura incide negativamente en la producción agrícola de los cultivos de maíz amiláceo, cebolla, repollo, coliflor y zanahoria durante el periodo de análisis en la provincia de Urubamba, distrito de Yucay, departamento del Cusco.

Los resultados no coinciden con lo señalado por Arizaca, J. (2013), quien sostiene que existe una relación directa entre la producción de papa y quinua con las temperaturas, en ambos cultivos los coeficientes de determinación son muy buenos, a medida que aumenta la tendencia de la temperatura aumenta la producción de ambos cultivos en la vertiente del lago Titicaca, departamento de Puno.

A partir de los resultados encontrados, **se acepta la hipótesis nula del objetivo específico 3** que establece que: La variación de la precipitación no tiene efecto sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta en el periodo 1997 - 2018, el Nivel de Significancia es mayor a 0.05 ($\text{Sig} > 0.05$) para los doce cultivos seleccionados, lo cual indica que no existe una relación significativa entre la producción agrícola y la variable precipitación. Asimismo, el análisis de tendencias de la precipitación total mensual muestra una línea de tendencia negativa significando una disminución en el patrón de las precipitaciones en la zona y periodo de estudio, a pesar de la disminución de las precipitaciones, los cultivos de cebada grano, cebolla, haba grano seco, maíz amiláceo, olluco, papa, quinua, trigo y zanahoria, muestran líneas de tendencia positivas, significando un incremento en el rendimiento de dichos cultivos, lo cual es independiente de los parámetros climatológicos y podría deberse a otros factores como la presencia de riego tecnificado en la zona de estudio.

Estos resultados coinciden con lo observado por Escudero, V. (2017), indica que la variación de la precipitación no tiene un impacto significativo en la producción de papa en Casma, Pomabamba y Recuay. Asimismo, Arizaca, J. (2013), señala que la precipitación media mensual no es significativa entre la producción de papa y quinua en la vertiente del lago Titicaca.

VI CONCLUSIONES

- El cambio climático tiene efecto sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta en el periodo 1997 al 2018.
- Se encontró 27 cultivos, de los cuales los cultivos predominantes con mayor área cultivada en hectáreas son el maíz amiláceo con 16 710 Ha y la papa con 8439 Ha.
- Se afirma que la variación de la temperatura tiene efecto sobre la producción agrícola, existe una relación significativa entre la producción agrícola y la temperatura mínima, esto se valida con el resultado del Nivel de Significancia (Sig) el cual es menor a 0.05 para los cultivos de haba grano seco, olluco, papa, quinua y tarwi, es decir en los años fríos disminuye el rendimiento de dichos cultivos. Asimismo, el análisis de tendencias de la temperatura media mensual muestra una línea de tendencia positiva significando un incremento en la temperatura media de 0.15°C en la Pampa de Anta en el periodo de estudio.
- Se afirma que la variación de la precipitación no tiene efecto sobre la producción agrícola, no existe una relación significativa entre la producción agrícola y la precipitación, esto se valida con el resultado del Nivel de Significancia (Sig) el cual es mayor a 0.05 para los doce cultivos seleccionados. Asimismo, el análisis de tendencias de la precipitación total mensual muestra una línea de tendencia negativa significando una disminución en el patrón de las precipitaciones en la zona y periodo de estudio.

VII RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar este estudio como referencia para futuras investigaciones, así como para la toma de decisiones sobre políticas de adaptación y/o mitigación del cambio climático, con el fin de reducir los efectos adversos de este fenómeno en los niveles productivos de los distintos cultivos en la Pampa de Anta.
- Se sugiere realizar nuevas investigaciones utilizando el diseño experimental para evaluar la interacción conjunta del efecto de la variación de la temperatura y precipitación sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta.
- Investigaciones futuras podrían evaluar el efecto fisiológico en el crecimiento y desarrollo de cada uno de los cultivos en la Pampa de Anta, como consecuencia de las variaciones climáticas.
- Realizar investigaciones en fitomejoramiento de especies cultivadas que puedan presentar mayor tolerancia frente a las variaciones climáticas como temperaturas extremas y sequías.

VIII BIBLIOGRAFÍA

Ahrens, D., & Henson, R. (2018). *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate and the Environment*. Colorado, Estados Unidos: Cengage Learning. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=9vRaswEACAAJ&dq=ahrens+meteorology+today&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y

Arizaca, J. (2013). *Efectos del Cambio Climático en la Producción de Cultivos en la Vertiente del Lago Titicaca. (Tesis para optar el grado Académico de Doctoris Scientiae. Univ. Nacional del Altiplano)*. Puno, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/249>

Assan, M., & Gorosito, S. (2018). *Relación Agua Suelo Planta*. Obtenido de Universidad Nacional de Catamarca, Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina: <http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CUADERNOS%20DE%20CATEDRA/Guia%20didactica%20RASPAS%20Assan.pdf>

Ayllón, T. (2013). *Elementos de Meteorología y Climatología*. México: Trillas. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=ovqiAQAACAAJ&dq=ayll%C3%B3n+elementos+de+meteorolog%C3%ADa+y+climatolog%C3%ADa&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y

Barragán, R. (2019). *Vulnerabilidad de los Cultivos de Ciclo Transitorios al Sur de Quevedo frente al Cambio Climático, 2018. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental. Universidad Técnica Estatal de Quevedo)*.

Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3746/1/T-UTEQ-0089.pdf>

BID. (2016). *Banco Interamericano de Desarrollo*. Obtenido de La Economía del Cambio Climático en el Perú: Impactos en el Sector Agricultura: <https://publications.iadb.org/es/publicacion/15616/la-economia-del-cambio-climatico-en-el-peru-impactos-en-el-sector-agricultura>

Bonet, R., Bautista, M., & Rojas, M. (2018). *Plan de Gestión del Riesgo de Desastres del Sector Agrario en Contexto de Cambio Climático, Cusco al 2030*. Lima, Perú: CARE Perú.

Carreño, K., & Urbina, A. (2020). *Impacto Económico de las Precipitaciones Pluviales y la Temperatura Ambiental en los Productores Agrícolas de la Provincia de Urubamba, Distrito de Yucaj, Periodo 2015 - 2019. (Tesis para optar el Título Profesional de Economista. UAC). Cusco, Perú*. Obtenido de https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/3654/Kuculy_Abigail_Tesis_bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castro, D., & Carvajal, Y. (2013). Análisis de Tendencia en la Precipitación Pluvial Anual y Mensual en el Departamento del Valle del Cauca. *Desarrollo Regional*, 11(20). Obtenido de <https://xdoc.mx/documents/analisis-de-tendencia-en-la-precipitacion-pluvial-anual-y-mensual-en-60878ea48054c>

Chaiña, L. (2021). *El Impacto de la Temperatura en el Desarrollo Económico de los Hogares Agrícolas de la Región del Cusco, 1997 - 2019. (Tesis para optar el Título Profesional de Economista. Universidad Andina del Cusco). Cusco, Perú*.

Obtenido de
https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/4151/Leyde_Tesis_bachiller_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Clemente, J., & Dipas, E. (2014). *Efectos del Cambio Climático sobre la Tasa de Crecimiento de la Producción de Papa en el Valle del Mantaro. 2000 - 2014. (Tesis para optar el Título Profesional de Economista. Univ. Nacional del Centro del Perú)*. Huancayo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3312>

EPA. (2021). *Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos*. Recuperado el Octubre de 2021, de Indicadores de Cambio Climático: <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-us-and-global-temperature>

Escudero, V. (2017). *Impacto Ambiental de la Variabilidad de la Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación en la Producción de la Papa entre Casma, Pomabamba y Recuay, 2012 - 2015, ante los Efectos del Cambio Climático. (Univ. Nacional. Santiago Antúnez de Mayolo)*. Ancash, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1899>

Espinosa, A. (2017). *Impacto del Cambio Climático en el Rendimiento de los Cultivos de maíz duro seco, banano, frejol seco, cacao y café: Un Análisis Provincial, Periodo 2000 - 2012. (Tesis para optar el Título Profesional de Economista. Universidad Católica de Loja)*. Ecuador. Obtenido de

<https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/21447/1/Espinosa%20Maldonado%2c%20Andrea%20del%20Cisne..pdf>

FAO. (1997). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Obtenido de La Agricultura y los Cambios Climáticos: La Función de la FAO.: <https://www.fao.org/noticias/1997/971201-s.htm>

Fernández, M. (2013). *Efectos del Cambio Climático en la Producción y Rendimiento de Cultivos por Sectores*. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM): <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>

Figuroa, R., Félix, R., & Figuroa, R. (2018). *Cambio Climático y Producción del Café en el Valle de La Convención, Cusco: 2000 - 2016. (Trabajo de Investigación. Universidad Global del Cusco). Cusco, Perú*. Obtenido de <http://repositorio.uglobal.edu.pe/bitstream/handle/uglobal/21/Cambio%20Climatico%20y%20Produccion%20de%20Caf%c3%a9.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fleischer, A., Litchman, I., & Mendelsohn, R. (2007). *Climate Change, Irrigation and Israeli Agriculture*. Obtenido de World Bank: <http://catalogo.iep.org.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=25571%20thumbnail-shelfbrowser>

Galindo, L., Samaniego, J., Alatorre, J., Ferrer, J., & Reyes, O. (2014). *Cambio Climático, Agricultura y Pobreza en América Latina: Una Aproximación Empírica*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL): <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/37045?show=full>

Gerald, N. (2009). *Cambio Climático: El Impacto de la Agricultura y los Costos de Adaptación*. Obtenido de Instituto Internacional de Investigación Sobre Políticas Alimentarias (IFPRI): https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/costo%20adaptacion.pdf

Goya, H. (2021). *Incidencia del Cambio Climático en la Producción de Arroz en la Zona Costera del Ecuador Periodo 2009 - 2019. (Tesis para optar el Grado Académico de Magister en Finanzas y Economía Empresarial. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil). Ecuador*. Obtenido de <http://201.159.223.180/bitstream/3317/16618/1/T-UCSG-POS-MFEE-243.pdf>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw - Hill/ Interamericana Editores, S.A. de C.V. 6° Edición. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

IPCC. (2021). *Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático*. Obtenido de AR6 Cambio Climático 2021: La Base de la Ciencia Física: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#TS>

Landeo, S. (2021). *Impactos Potenciales de la Variabilidad y Cambio Climático en la Producción de Uva, Ica, Región Ica: 2010 - 2030. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniera Ambiental. Universidad César Vallejo). Lima, Perú*. Obtenido de

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/70724/Landeo_LSP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

López, L. (2019). *Efecto del Cambio Climático sobre la Producción de Arroz en los últimos 20 años en la Provincia Moyobamba, Región San Martín. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de San Martín). Tarapoto, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3549>*

Lynd, A. (2005). *Preparing for the Impacts of Climate Change in California: Opportunities and Constraints for Adaptation*. California: California Energy Commission. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=E-jRjwEACAAJ&dq=luers+y+moser+preparing++for+the+impacts+of+climate+change+in+california&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y

Masson, V. (2020). *El Cambio Climático y la Tierra: Informe Especial del IPCC sobre el Cambio Climático. Grupos de Trabajo I, II y III*. Obtenido de Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático (IPCC): https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL_SPM_es.pdf

Matthews, R. (2018). *Glosario: Informe Especial del IPCC sobre los Impactos del Calentamiento Global de 1,5°C*. Obtenido de Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático (IPCC): https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_spanish.pdf

Mauricio, D. (2015). *Impacto del Cambio Climático en la Producción de Caña de Azúcar en los Departamentos de Cauca y del Valle del Cauca. (Tesis para optar el Título*

Profesional de Economista. Universidad de los Andes). Colombia. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17994/u728465.pdf?sequence=1>

MINAG. (2008). *Ministerio de Agricultura. Obtenido de Seminario: Agricultura y Competitividad en un Contexto de Cambio Climático: http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/bioenergia/cambio_climatico/avances.pdf*

MINAM. (2016). *Ministerio del Ambiente. Obtenido de El Perú y el Cambio Climático. Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicaci%C3%B3n.pdf>*

Montealegre, J. (2009). *Estudio de la Variabilidad Climática de la Precipitación en Colombia Asociada a Procesos Oceánicos y Atmosféricos de Meso y Gran Escala. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM): <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21789/Estudio+de+la+variabilidad+clim%C3%A1tica+de+la.pdf/643c4c0e-83d7-414f-b2b4-6953f64078d3>*

Naciones Unidas. (2010). *Agricultura y Cambio Climático: Instituciones, Políticas e Innovación. Memoria del Seminario Internacional realizado en Santiago, Chile. Obtenido de <https://digitallibrary.un.org/record/726341?ln=es>*

Noya, M. (2016). *Efectos del Cambio Climático en la Producción del durazno en Villa Serrano Provincia Belisario Boeto del Departamento de Chuquisaca - Bolivia.*

(Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Cambio Global. Universidad Andina Simón Bolívar). Bolivia. Obtenido de <http://104.207.147.154:8080/bitstream/54000/895/1/2016-005T-MA01.pdf>

OMM. (1997). *Organización Meteorológica Mundial*. Obtenido de Técnicas Agrometeorológicas en la Agricultura Operativa de América Latina: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=6337

OMM. (2012). *Organización Meteorológica Mundial*. Obtenido de Glosario Hidrológico Internacional: <http://unescoguatemala.org/wp-content/uploads/2014/11/glosario.pdf>

OMM. (2017). *Organización Meteorológica Mundial*. Obtenido de Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre la Generación de un Conjunto Definido de Productos Nacionales de Vigilancia del Clima. OMM N° 1204: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4215

OMM. (2018). *Organización Meteorológica Mundial*. Obtenido de Guia de Prácticas Climatológicas. OMM N° 100: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10027

OMM. (2021). *Organización Meteorológica Mundial*. Obtenido de Un Nuevo Informe sobre El Clima Reclama la Adopción de Medidas Urgentes: <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/organizaci%C3%B3n-meteorol%C3%B3gica-mundial-un-nuevo-informe-sobre-el-clima>

Ordaz, J., Mora, J., Acosta, A., Serna, B., & Ramírez, D. (2010). *Costa Rica: Efectos del Cambio Climático Sobre la Agricultura*. Obtenido de Comisión Económica para

América Latina y El Caribe (CEPAL):
<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/25921?locale-attribute=en>

Pachauri, R. (2014). *Cambio Climático 2014: Informe de Síntesis*. Obtenido de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación:
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

Parra, M., Inzunza, F., Solano, C., Guadarrama, C., & Zizumbo, D. (1986). *El Proceso de Producción Agrícola*. Obtenido de https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1659/1/1986_Parra_Proceso.pdf

Quereda, J. (2005). *Curso de Climatología General*. Castelló, España: Universitat Jaume I. Servei de Comunicació y Publicacions Campus del Riu Sec. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=mW89MHwce-wC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Rodriguez, N., Bernal, N., Martínez, J., & Pabón, J. (2010). *Cambio Climático y su Relación con el Uso del Suelo en los Andes Colombianos*. Bogotá, Colombia: Bogotá, D. C.

Rosas, G. (2007). *Escenarios de Cambio Climático en la Cuenca del Río Mantaro para el año 2100*. Obtenido de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI):
https://www.senamhi.gob.pe/usr/cmn/pdf/PRAA_est_fin_cuenca_MANTARO.pdf

Rosas, G. (2009). *Escenarios Climáticos en el Perú para el año 2030. Resumen Técnico.*

Obtenido de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI):

[https://idesep.senamhi.gob.pe/portalesidesep/files/tematica/cambio_climatico/Esce
narios_climaticos_en_el_Peru_para_el_ano_2030.pdf](https://idesep.senamhi.gob.pe/portalesidesep/files/tematica/cambio_climatico/Esce
narios_climaticos_en_el_Peru_para_el_ano_2030.pdf)

Saavedra, K. (2020). *Impacto del Cambio Climático en la Producción de Granos de Café*

*en Sistemas Agroforestales en el Caserío San Vicente, 2018. (Tesis para optar el
Título Profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de San Martín).*

Tarapoto, Perú. Obtenido de

[http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3907/ING.%20AMBIENTA
L%20-](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3907/ING.%20AMBIENTA
L%20-)

[%20Katherin%20Esthefany%20Saavedra%20Del%20Castillo.pdf?sequence=1&i
sAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3907/ING.%20AMBIENTA
L%20-%20Katherin%20Esthefany%20Saavedra%20Del%20Castillo.pdf?sequence=1&i
sAllowed=y)

Salazar, E., & Flores, S. (2010). Efectos del cambio Climático en el Rendimiento de los

Cultivos. *HortiCultivos*. Recuperado el Octubre de 2021, de

[https://www.horticultivos.com/innovacion/medio-ambiente/efectos-del-cambio-
climatico-en-el-rendimiento-de-los-cultivos-2/](https://www.horticultivos.com/innovacion/medio-ambiente/efectos-del-cambio-
climatico-en-el-rendimiento-de-los-cultivos-2/)

SENAMHI. (2018). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú*. Obtenido de

Un Buen Clima: Glosario de Términos Meteorológicos:

<https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/255>

Stocker, T. (2013). *Cambio Climático 2013 Bases Físicas: Resumen para Responsables*

de Políticas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación.

Obtenido de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

(IPCC):

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SPM_brochure_es.pdf

Torres, S. (2016). *Impacto del Cambio Climático en el Cultivo de Papa (Solanum tuberosum) y Quinoa (Chenopodium quinoa Will) en el Departamento de Puno. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental. Univ. Nacional Agraria La Molina)*. Lima, Perú. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2581>

Villar, L. (2019). *Efectos de la Variabilidad Climática (Temperatura y Precipitación) en la Seguridad Alimentaria en Acomayo - Cusco. (Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Nutrición Pública. Univ. Nacional Agraria La Molina)*. Lima, Perú. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3866>

Zárate, Á., & Miranda, G. (2017). Impacto del Cambio Climático en la Seguridad Alimentaria en Zonas Campesinas Vulnerables de los Andes del Perú. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1). Recuperado el Octubre de 2021, de <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/371>

IX ANEXOS

9.1. ANEXO 1: Matriz de Consistencia.

TÍTULO: CAMBIO CLIMÁTICO: EFECTO DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LA PAMPA DE ANTA, CUSCO: 1997 – 2018.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES/ DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>Problema General: ¿Cuál es el efecto del cambio climático sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta, Cusco: 1997 – 2018?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar el efecto del cambio climático sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta, Cusco: 1997 – 2018.</p>	<p>Hipótesis General: El cambio climático tiene efecto sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta, Cusco: 1997 – 2018.</p>	<p>Variables independientes:</p> <p>Temperatura Dimensiones: -Temperatura media mensual (°C) -Temperatura máxima (°C) -Temperatura mínima (°C)</p> <p>Precipitación Dimensión: -Precipitación total mensual (mm)</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Producción agrícola Dimensión: -Rendimiento anual (Kg/Ha)</p>	<p>Tipo de investigación: No experimental de corte longitudinal retrospectiva.</p> <p>Nivel de investigación: Descriptivo correlacional.</p> <p>Población: cédula de cultivo de 27 cultivos. N = 27 cultivos.</p> <p>Muestra: cédula de cultivo de 12 cultivos. n = 12 cultivos.</p> <p>Técnicas de selección de muestra: por conveniencia, cultivos con data completa para todo el periodo de análisis.</p>
<p>Problemas Específicos:</p> <p>PE1: ¿Cuál es la variación de la cédula de cultivos?</p> <p>PE2: ¿Cuál es el efecto de la variación de la temperatura sobre la producción agrícola?</p> <p>PE3: ¿Cuál es el efecto de la variación de la precipitación sobre la producción agrícola?</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>OE1: Describir la variación de la cédula de cultivos.</p> <p>OE2: Determinar el efecto de la variación de la temperatura sobre la producción agrícola.</p> <p>OE3: Determinar el efecto de la variación de la precipitación sobre la producción agrícola.</p>	<p>Hipótesis Específicas:</p> <p>HE1: En el periodo 1997 – 2018 varió la cédula de cultivos.</p> <p>HE2: La variación de la temperatura tiene efecto sobre la producción agrícola.</p> <p>HE3: La variación de la precipitación tiene efecto sobre la producción agrícola.</p>		

				<p>Técnicas de recolección de información:</p> <p>Análisis documental, utilizándose como instrumentos dos registros anuales de recojo de información:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Registro anual de la Data Hidrometeorológica del SENAMHI. -Registro anual de la Data de la Producción Agrícola de la Pampa de Anta, GERAGRI – Cusco. <p>Técnicas de análisis e interpretación de la información:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Programa informático IBM SPSS 23 (análisis estadístico del Coeficiente de Correlación r de Pearson). -Microsoft Excel 2013 (edición de tablas, gráficos y análisis de Tendencias). -Microsoft Word 2013 (análisis de la información obtenida).
--	--	--	--	---

9.2. ANEXO 2: Registro Histórico de la Temperatura Media Mensual / Anual en °C – Estación Meteorológica Ancachuro, Anta – Cusco (1997 – 2018).

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1997		12.3	12.1	10.8	9.3	7.5	7.0	8.9	10.5	11.7	12.7	13.3	10.6
1998	13.8	13.7	13.5		8.6	8.0	8.2	10.2	10.3	11.8	12.7	12.9	11.2
1999	13.1	12.5	13.2	12.4	10.8	7.9	7.0	9.0	10.3	12.8	12.8	12.4	11.2
2000	12.7	13.4	12.4	12.2	10.1	7.8	8.2	9.4	9.4	12.4	11.6	13.3	11.1
2001	12.4	13.2	13.3	12.3	10.1	8.4	8.7	9.1	12.7	13.7	13.9	13.5	11.8
2002	13.5	12.6	12.9	12.7	10.0	9.0	10.3	8.9	11.8	12.6	13.0	12.9	11.7
2003	13.7	13.9	13.2	12.5	10.8	9.6	8.4	9.5	10.1	11.5	12.4	12.9	11.5
2004	13.2	14.0	13.1	12.1	10.0	8.6	8.0	8.4	10.5	12.7	12.9	13.2	11.4
2005	13.4	13.5	13.7	12.1	9.2	7.8	8.2	9.1	9.8	12.4	12.6	13.4	11.3
2006	12.8	12.8	13.0	11.8	8.4	7.7	7.2	9.6	11.4	12.4	12.9	12.5	11.0
2007	13.5	12.5	12.9	12.0	10.1	8.9	8.5	9.5	9.6	12.0	12.6	13.3	11.3
2008	12.6	12.9	12.2	11.6	9.2	8.1	8.2	10.4	12.0	12.9	12.9	12.9	11.3
2009	12.5	12.4	12.2	11.6	9.5	9.5	9.3	9.9	10.7	13.0	13.2	13.1	11.4
2010	12.8	12.7	12.7	13.1	12.0	10.7	10.7	11.0	11.6	12.7	13.3	13.3	12.2
2011	13.3	12.4	12.4	12.6	11.3	8.4	9.1	10.1	11.3	12.4	13.4	12.6	11.6
2012	12.3	11.7	12.0	11.9	10.4	9.0	8.5	10.1		13.0	13.3	12.7	11.4
2013	12.2	12.6	12.4	11.6	10.4	8.9	8.7	10.2	12.2	12.3	13.4	12.6	11.5
2014	12.4	12.3	12.1	13.7	9.6	9.8	8.8	9.8	10.8	13.1	14.1	13.2	11.7
2015	12.0	12.6	12.2	11.2	10.0	9.8	8.8	10.4	12.0	13.0	13.6	12.7	11.5
2016	13.9	13.2	13.7	12.3	10.5	9.3	9.4	10.6	12.1	12.2	13.4	12.8	12.0
2017	12.6	12.5	12.5	11.4	10.2	9.4	9.8	10.5	12.1	12.5	13.3	12.8	11.6
2018	11.9	12.6	12.3	11.7	10.1	8.3	8.7	9.8	12.0	12.3	13.9	12.6	11.4

Fuente: Datos obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI.

9.3. ANEXO 3: Registro Histórico de la Temperatura Máxima Media Mensual / Anual en °C – Estación Meteorológica Ancachuro, Anta – Cusco (1997 – 2018).

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1997		18.9	19.5	20.2	20.6	21.7	21.2	20.2	20.4	20.8	20.9	20.9	20.5
1998	21.2	20.8	21.3		22.2	21.0	22.0	21.5	20.7	20.3	21.8	21.2	21.3
1999	20.5	19.4	21.0	20.8	21.5	22.0	21.3	21.7	20.7	21.4	21.8	20.3	21.0
2000	20.0	20.5	20.2	21.2	21.1	20.8	21.1	21.5	20.7	21.4	22.5	21.5	21.0
2001	19.5	20.8	20.6	22.1	21.6	22.2	21.8	21.9	21.9	21.4	21.9	21.3	21.4
2002	21.6	19.9	20.5	21.5	20.9	20.6	20.1	20.9	21.1	21.4	21.6	21.4	21.0
2003	21.3	21.2	20.4	22.1	22.2	22.2	22.0	21.0	21.3	22.1	22.0	20.8	21.5
2004	20.6	21.3	21.7	21.5	22.1	20.6	19.1	19.8	19.9	21.1	20.8	20.9	20.8
2005	21.3	20.5	21.5	21.5	22.5	22.1	22.4	22.0	21.3	20.5	21.0	20.4	21.4
2006	18.9	20.1	20.1	19.7	20.4	20.2	21.5	20.4	21.6	21.1	20.4	20.3	20.4
2007	20.6	19.4	19.2	20.1	20.0	21.1	19.4	22.1	20.2	21.0	21.7	20.6	20.4
2008	18.2	19.4	19.1	20.0	19.8	20.2	19.8	20.4	21.0	20.1	19.7	18.9	19.7
2009	18.7	19.2	19.6	19.7	20.5	21.0	19.6	21.4	21.4	22.6	20.4	20.6	20.4
2010	19.3	19.6	20.2	21.3	21.4	22.2	22.0	22.3	21.1	20.4	22.4	20.5	21.0
2011	20.7	19.0	19.2	20.8	21.5	21.0	19.9	20.9	19.4	21.3	21.7	19.0	20.4
2012	19.5	17.7	18.9	19.7	21.5	19.9	20.4	21.9	19.8	21.7	84.7	18.8	25.4
2013	18.9	18.6	19.2	20.1	20.3	18.6	19.4	20.2	21.7	19.7	20.6	18.7	19.7
2014	18.9	19.2	19.5	19.3	18.7	20.2	19.0	20.1	19.8	20.6	21.9	20.2	19.8
2015	18.6	19.6	19.3	18.0	18.6	19.5	19.7	20.3	20.6	21.2	21.0	19.6	19.7
2016	21.0	19.6	21.4	20.3	20.5	19.7	20.3	20.4	20.9	19.4	21.1	19.7	20.4
2017	19.4	19.7	19.0	18.4	18.3	19.5	20.3	20.4	20.1	20.5	20.7	19.7	19.7
2018	18.7	19.2	18.6	19.4	20.0	18.3	19.9	19.7	22.7	20.5	22.3	21.1	20.0

Fuente: Datos obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI.

9.4. ANEXO 4: Registro Histórico de la Temperatura Mínima Media Mensual / Anual en °C – Estación Meteorológica Ancachuro, Anta – Cusco (1997 – 2018).

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1997		5.4	4.8	1.5	-2.0	-6.8	-7.1	-2.5	0.6	2.6	4.6	5.7	0.6
1998	6.4	6.7	5.8		-5.5	-5.0	-5.6	-0.8	-0.1	3.2	3.5	4.7	1.2
1999	5.7	5.7	5.4	4.0	0.1	-6.3	-7.3	-3.7	-0.1	4.1	3.8	4.5	1.3
2000	5.4	6.3	4.7	3.2	-1.0	-5.1	-4.6	-2.6	-1.8	3.3	0.9	5.1	1.1
2001	5.3	5.7	5.9	3.0	-1.4	-5.2	-5.1	-3.7	3.6	6.0	6.0	5.6	2.1
2002	5.4	5.4	5.2	3.9	-1.0	-2.5	0.9	-3.2	2.5	3.8	4.5	4.4	2.4
2003	6.1	6.7	6.0	2.9	-0.5	-3.1	-5.2	-2.1	-1.0	0.9	2.8	5.0	1.5
2004	5.8	6.7	4.5	2.7	-2.1	-3.5	-3.2	-3.1	1.0	4.4	5.0	5.4	2.0
2005	5.5	6.5	5.9	2.6	-4.1	-6.6	-6.0	-3.8	-1.6	4.4	4.1	6.4	1.1
2006	6.7	5.5	5.9	4.0	-3.7	-4.7	-7.1	-1.2	1.1	3.8	5.4	4.6	1.7
2007	6.7	6.5	7.1	3.6	-0.9	-3.7	-4.0	-4.1	-1.7	2.2	3.7	5.7	1.7
2008	7.6	5.8	4.9	2.2	-1.8	-4.9	-4.5	-1.7	0.6	4.9	4.8	6.3	2.0
2009	6.4	6.0	5.2	3.1	-2.0	-5.2	-4.5	-2.5	-0.6	2.6	6.0	5.6	1.7
2010	5.7	5.7	5.0	3.6	-0.1	-3.7	-3.6	-3.1	-0.2	3.0	3.5	4.9	1.7
2011	5.2	5.7	5.6	4.2	-0.6	-4.1	-3.2	-3.9	3.0	3.8	5.0	5.2	2.2
2012	5.4	5.7	5.1	3.7	-2.0	-3.8	-5.2	-3.8		3.7	4.8	6.7	1.9
2013	5.3	6.7	6.2	1.8	-0.5	-2.6	-3.7	-1.7	-0.1	3.8	5.1	6.0	2.2
2014	6.3	5.8	4.9	3.1	-0.5	-2.4	-3.7	-2.7	1.8	4.0	4.5	6.2	2.3
2015	6.0	6.3	5.6	4.8	0.5	-1.8	-3.5	-1.6	1.7	2.9	5.1	5.8	2.7
2016	6.5	7.9	6.2	3.1	-1.6	-3.6	-4.1	-1.5	0.9	4.2	3.5	5.6	2.3
2017	6.7	5.8	7.1	5.0	1.4	-2.6	-3.4	-1.4	2.9	3.4	5.0	6.0	3.0
2018	6.0	6.9	6.8	3.3	-1.2	-2.5	-3.1	0.2	1.4	5.3	6.1	3.5	2.7

Fuente: Datos obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI.

9.5. ANEXO 5: Registro Histórico de la Precipitación Total Mensual / Anual en (mm) – Estación Meteorológica Ancachuro, Anta – Cusco (1997 – 2018).

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1997		126.9	158.9	26.4	8.8	0.0	0.0	15.5	7.1	67.5	165.3	362.8	85.4
1998	163.7	128.6	131.6		0.0	3.4	0.0	0.3	11.5	62.8	60.6	65.1	57.1
1999	294.2	341.0	193.1	73.3	0.8	0.0	0.2	6.2	60.9	91.5	110.4	211.3	115.2
2000	188.0	210.7	143.8	40.8	1.6	18.5	0.6	5.4	13.9	147.7	43.6	189.7	83.7
2001	514.5	186.2	404.9	33.7	11.4	0.0	40.0	37.0	19.4	150.1	89.3	135.4	135.2
2002	185.4	296.7	220.1	78.5	25.6	16.9	76.0	9.9	59.8	105.8	114.8	170.8	113.4
2003	170.3	180.4	215.1	23.9	7.0	7.5	0.0	31.2	10.8	65.1	39.1	173.0	77.0
2004	251.7	182.5	53.4	47.8	2.5	26.9	25.7	11.1	35.2	51.9	86.2	122.8	74.8
2005	109.3	97.3	88.6	35.6	1.8	0.0	4.0	11.8	9.0	30.6	64.6	129.6	48.5
2006	212.6	143.8	143.5	68.8	0.3	13.6	0.0	1.6	5.4	68.4	100.9	116.3	72.9
2007	121.3	114.8	92.7	95.1	30.4	0.0	0.8	0.0	2.6	71.0	89.9	184.4	66.9
2008	146.7	124.4	89.7	18.1	8.2	1.5	0.0	8.5	14.6	122.8	161.0	117.7	67.8
2009	162.9	173.1	96.3	11.0	14.9	0.0	19.3	0.0	17.5	34.8	288.7	132.3	79.2
2010	289.0	194.2	148.5	26.4	1.2	5.2	3.4	3.5	12.1	89.6	54.7	184.9	84.4
2011	139.5	269.3	214.8	78.9	13.6	10.3	11.0	16.6	52.2	89.4	72.8	152.5	93.4
2012	136.3	177.8	110.6	47.5	1.8	2.8	4.4	0.0	45.1	26.8	135.3	197.7	73.8
2013	161.6	151.1	75.6	7.0		6.1	0.1	18.3	3.2	104.5	110.3	158.9	72.4
2014	134.5	122.0	71.1	46.3	8.9	0.0	0.0	1.3	11.5	62.9	37.6	160.8	54.7
2015	180.9	101.4	81.5	79.2	2.9	2.3	6.2	7.2	31.5	50.9	75.4	110	60.8
2016	146.5	240.1	70.9	25.0	7.3	0.3	3.0	17.7		71.6	88.1	98.8	69.9
2017	107.9	116.5	166.9	69.2	7.5	0.0	1.8	17.4	11.0	71.9	86.0	92.1	62.4
2018	145.0	191.6	139.6	37.8	3.1	24.2	20.2	27.5	8.5	75.1	62.7	71.9	67.3

Fuente: Datos obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI.

9.6. ANEXO 6: Registro Histórico del Área Cultivada en Ha de los cultivos seleccionados– Pampa de Anta (1997 – 2018).

Años	Arveja grano verde	Cebada grano	Cebolla	Haba grano seco	Haba grano verde	Maiz amilaceo	Olluco	Papa	Quinua	Tarwi	Trigo	Zanahoria
1997	3	62	18	16	21	124	13	210	219	29	96	10
1998	7	209	20	43	11	102	16	308	101	15	101	17
1999	10	82	22	30	30	174	39	118	60	16	90	16
2000	14	166	23	46	9	267	20	238	81	15	171	24
2001	16	157	18	67	13	470	35	206	81	11	181	14
2002	7	576	16	114	12	486	31	291	38	25	203	12
2003	15	254	11	137	15	456	25	263	20	27	84	15
2004	33	328	16	266	22	828	41	289	4	35	65	13
2005	22	161	18	198	28	743	39	339	8	25	84	21
2006	13	276	16	209	21	1018	49	374	14	23	364	20
2007	22	276	15	199	55	922	32	384	12	13	200	19
2008	25	273	15	239	38	938	35	394	13	13	219	14
2009	51	308	13	309	18	907	35	463	13	14	245	15
2010	29	252	7	219	22	917	35	424	20	17	224	11
2011	25	303	8	253	42	1115	48	583	26	22	308	15
2012	30	315	9	236	52	1114	50	595	30	17	306	15
2013	29	238	16	213	27	1104	40	481	78	17	217	19
2014	13	265	8	251	21	1009	37	523	52	20	220	11
2015	25	386	10	249	25	984	32	517	106	11	159	8
2016	10	183	20	185	10	973	62	440	129	62	125	39
2017	28	167	22	198	35	950	57	488	92	143	122	35
2018	57	227	14	225	50	1113	71	515	92	80	135	41
TOTAL	480	5462	335	3899	574	16710	841	8439	1285	648	3917	402

Fuente: Datos obtenidos de la Dirección de Estadística e Información Agraria – Gerencia Regional de Agricultura (GERAGRI – Cusco).

9.7. ANEXO 7: Base Productiva Agrícola Total Anual de los Cultivos Seleccionados en (Kg/Ha) – Temperatura y Precipitación – Pampa de Anta (1997 – 2018).

Años	Arveja grano verde	Cebada grano	Cebolla	Haba grano seco	Haba grano verde	Maíz amiláceo	Olluco	Papa	Quinua	Tarwi	Trigo	Zanahoria	Precipitación total anual en (mm)	Temperatura media anual en (°C)	Temperatura máxima media anual en (°C)	Temperatura mínima media anual en (°C)
1997	7000	1507	12872	1448	7691	1609	6842	9738	1307	1150	1904	12377	85.38	10.56	20.46	0.63
1998	5285	1697	13700	934	8855	1877	5341	9472	1636	1200	1798	13844	57.05	11.24	21.28	1.19
1999	4667	1737	13444	1378	6644	2000	7000	10050	1511	1200	1831	12843	115.24	11.18	21.03	1.33
2000	8000	1870	15085	1512	9700	2012	7696	11347	1325	1186	1750	14979	83.69	11.08	21.03	1.14
2001	6676	1620	11899	1365	5137	1480	7076	10189	1129	1038	1438	11653	135.16	11.78	21.41	2.13
2002	3339	1467	8222	1214	3981	1446	6932	11313	1304	1110	1737	7607	113.36	11.68	20.95	2.43
2003	3758	1186	7617	1231	4269	1222	5608	7468	1300	1067	1296	7560	76.95	11.53	21.53	1.53
2004	3470	1210	7214	1222	4063	1105	6452	10367	900	1136	1171	7593	74.81	11.38	20.77	1.97
2005	3549	1202	7394	1027	4168	1175	7000	10545	1133	1075	1182	8000	48.52	11.26	21.4	1.11
2006	4810	1600	11529	1599	8636	1500	9000	11686	1508	900	1800	8755	72.93	11.04	20.39	1.68
2007	8000	2000	15000	2000	9000	1500	9000	15000	2000	900	2000	15000	66.92	11.28	20.44	1.74
2008	8000	1713	15000	2000	9000	1585	9000	15000	1929	934	2000	14682	67.77	11.33	19.71	2.01
2009	6508	1692	14492	2000	7982	1897	8571	15000	1933	941	2008	13339	79.23	11.4	20.38	1.67
2010	6224	1354	15000	1244	8250	1150	7358	8203	950	680	1000	11861	84.39	12.22	21.04	1.72
2011	7154	1057	14904	1742	8112	1750	8688	13121	1725	900	1950	12067	93.41	11.59	20.36	2.15
2012	7154	1057	14904	1742	8112	1750	8688	13121	1725	900	1950	12000	73.84	11.35	25.38	1.85
2013	7000	2000	15000	2000	7012	2250	9000	15249	2001	918	2000	12000	72.43	11.45	19.66	2.19
2014	7000	2000	15000	2000	8729	2000	9000	15995	2000	922	3000	12000	54.74	11.65	19.78	2.26
2015	6955	1555	13056	1775	7460	1845	7968	15983	1848	844	2375	11632	60.78	11.53	19.67	2.65
2016	6262	2000	13228	1986	6000	1912	8991	16257	1999	1036	2000	11730	69.94	11.96	20.35	2.25
2017	5373	2050	11988	2000	5798	3102	9039	15486	2000	901	2000	11968	62.35	11.63	19.66	2.99
2018	5343	2000	11667	1985	6055	1932	8754	15899	1950	914	2000	11993	67.27	11.35	20.02	2.73

Fuente: Datos obtenidos de la GERAGRI – Cusco y del SENAMHI.

9.8. ANEXO FOTOGRÁFICO.



Vista panorámica de la Pampa de Anta.



Riego tecnificado en la Pampa de Anta.



Cultivo de hortalizas en la Pampa de Anta – San Nicolás de Bari.



Siembra de papa en la Pampa de Anta – Zurite.



Cultivo de papa en la Pampa de Anta – Zurite.



Cultivo de maíz amiláceo en la pampa de Anta – Tambo Real.



Cultivo de maíz amiláceo en la Pampa de Anta – Compone.



Cosecha de papas nativas en la Pampa de Anta – Zurite.