

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN NUTRICIÓN PÚBLICA



**“EFECTOS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA (TEMPERATURA
Y PRECIPITACIÓN) EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN
ACOMAYO - CUSCO”**

Presentada por:

LUCÍA VILLAR BERNAOLA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICIÓN PÚBLICA**

Lima - Perú

2019

DEDICATORIA

De manera especial a Guido pues él fue quién en todo momento apoyó mi decisión de seguir profundizando los estudios en Nutrición Pública como un aporte importante en mi compromiso con la población y sobre todo con los más pobres del Perú.

Con profundo cariño a mi hermano Saturnino y hermanas Filia y América por siempre animar la superación y dedicación a mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

Darle gracias a Dios por bendecir nuestro trabajo y estudio para brindarle un mejor servicio a nuestro pueblo.

Agradecer al M.S. Walter F. Salas Valerio Patrocinador y el Dr. Andrés Estrada Copatrocinador de la tesis, por su atención y valiosa asesoría por mejorar el nivel profesional.

A los miembros del Jurado, Mg. Sc. Elva Ríos Ríos y el Mg. Sc. Miguel Ángel Alcántara por sus sugerencias para hacer de éste, un trabajo de calidad.

A los maestros de la Escuela de Posgrado en Nutrición Pública, por impartir sus conocimientos, experiencias y aportes en el fortalecimiento de los maestrandos en Nutrición Pública.

Agradecer al Ministerio de Agricultura y Riego por facilitar la información referida a la producción agroalimentaria y al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú por brindar la información de temperatura y precipitación de la provincia de Acomayo.

Dar las gracias a los Alcaldes Provincial y Distritales así como a los agricultores de la Provincia de Acomayo por su disposición para el desarrollo de la entrevista y el recojo de la información cualitativa de este estudio.

Un especial agradecimiento al Lic. Lucio Huamán Espino por sus enseñanzas y apoyo en la consecución de este estudio.

Agradecerle profundamente a la Sra. Edith Gómez Méndez por su paciencia, apoyo y facilitación incondicional en los momentos más cruciales.

A Guido mi compañero de vida, por ser como es, por estar cuando más lo necesito y por compartir un proyecto de vida que me permite brindar lo mejor de nosotros a quienes nos necesitan.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Marco teórico	3
Clima	3
Temperatura de la superficie mundial	3
Precipitación	5
Predicción climática	6
Predicción de producción de alimentos	6
Cambio climático.....	7
Variabilidad climática	7
Superficie agrícola en secano	7
Cosecha o Superficie cosechada	7
Tierras en descanso	7
Seguridad Alimentaria.....	8
Disponibilidad de alimentos	8
Disponibilidad de alimentos relacionados a la temperatura y precipitación	9
Resiliencia	12
Capacidad de adaptación y resiliencia	12
2.2 Antecedentes	12
La agricultura y los fenómenos meteorológicos extremos	12
Vulnerabilidad de la agricultura a la variación de la temperatura y precipitación	13
Efectos del cambio climático en la seguridad alimentaria	14
Seguridad Alimentaria en un mundo con creciente escasez de recursos naturales	15
Estrategias de adaptación y resiliencia para la seguridad alimentaria.....	16
III. METODOLOGÍA	19
3.1 Área de estudio	19
3.2 Tipo de investigación	21
3.3 Hipótesis	21
3.3.1 Hipótesis general	21
3.3.2 Hipótesis específicos	21
3.4 Diseño de la Investigación.....	21

3.5 Población y Muestra	23
Población objetivo	23
Criterios de inclusión y exclusión	23
Tamaño de muestra	23
3.6 Análisis estadístico	24
3.7 Consideraciones éticas.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1 Dinámica de la producción agroalimentaria - Acomayo en los años 2000-2017.....	28
4.2 Variabilidad Climática en Acomayo en los años 2000 al 2017.....	32
4.3 Efectos de la variabilidad climática en la producción agroalimentaria	39
Acomayo.....	
4.4 Proyección de la producción agroalimentaria al año 2050 en Acomayo	51
4.5 Estrategias de adaptación y resiliencia de los agricultores de Acomayo frente	57
al cambio climático	
V. CONCLUSIONES	78
VI. RECOMENDACIONES.....	81
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
VIII. ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Requerimiento de temperatura en el cultivo de papa de acuerdo a su etapa de desarrollo	4
Tabla 2: Requerimiento de temperatura °C para la producción de maíz.....	4
Tabla 3: Requerimiento de temperatura °C para la producción de cebada	5
Tabla 4: Periodos de siembras y cosechas promedio establecidos en la Región Cusco.....	22
Tabla 5: Valor monetario referencial de la producción de papa en Acomayo	43

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Cambios en la temperatura y precipitación media	10
Figura 2: Escenarios de vulnerabilidad ante el cambio climático en el territorio	11
Peruano	
Figura 3: Mapa político administrativo de la provincia de Acomayo	19
Figura 4: Características climatológicas de Acomayo - Cusco	20
Figura 5: Dinámica de producción anual de papa en la provincia de Acomayo	29
Figura 6: Dinámica de producción anual de maíz en la provincia de Acomayo	30
Figura 7: Dinámica de producción anual de cebada en la provincia de Acomayo.....	31
Figura 8: Dinámica de producción anual de quinua en la provincia de Acomayo.....	32
Figura 9: Precipitación (mm) promedio anual 2000-2017 en la provincia de Acomayo	33
Figura 10: Temperatura (°C) promedio anual 2000-2017 en la provincia de Acomayo.....	34
Figura 11: Índices climáticos durante la producción de papa Acomayo - Cusco.....	36
Figura 12: Índices climáticos durante la producción de maíz Acomayo- Cusco	37
Figura 13: Índices climáticos durante la producción de cebada Acomayo-Cusco.....	38
Figura 14: Índices climáticos durante la producción de quinua Acomayo - Cusco	39
Figura 15: Producción de papa en condiciones de precipitación y temperaturas	42
2000 – 2017 Acomayo - Cusco	
Figura 16: Producción de maíz en condiciones de precipitación y temperaturas	46
2000 – 2017 Acomayo - Cusco	
Figura 17: Producción de cebada en condiciones de precipitación y temperaturas	49
2000 – 2017 Acomayo - Cusco	
Figura 18: Producción de quinua en condiciones de precipitación y temperaturas	51
2000 – 2017 Acomayo - Cusco	
Figura 19: Pronóstico de la producción de papa al año 2050 Acomayo - Cusco.....	53
Figura 20: Pronóstico de la producción de maíz al año 2050 Acomayo - Cusco.....	54

Figura 21: Pronóstico de la producción de cebada al año 2050 Acomayo - Cusco 55

Figura 22: Pronóstico de la producción de quinua al año 2050 Acomayo - Cusco..... 56

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Modelo Causal	89
Anexo 2: Modelo Causal de estudio.....	90
Anexo 3: Guía de entrevista en profundidad: Percepciones y experiencias de los Agricultores sobre los efectos de la variabilidad climática y la producción agroalimentaria	91
Anexo 4: Consentimiento informado de entrevista en profundidad	95

RESUMEN

El cambio climático representa una creciente amenaza para la seguridad alimentaria sobre todo en países en desarrollo. El incremento de las temperaturas, escasez de agua, degradación de la tierra, podrían comprometer seriamente la capacidad de la agricultura para alimentar a las poblaciones más vulnerables, poniendo en peligro la disponibilidad y acceso a los alimentos orientados fundamentalmente al consumo familiar y limitando la mejora de los niveles de pobreza y malnutrición. El estudio determinó los efectos de la variabilidad climática en la producción agroalimentaria en la provincia de Acomayo-Cusco del 2000 al 2050 teniendo en cuenta las variables meteorológicas de temperatura y precipitación. Para ello se analizó la información de la producción agroalimentaria proporcionada por el Ministerio de Agricultura y Riego y la información de las variaciones climatológicas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, de los años 2000 al 2017, utilizando la regresión lineal simple con la información de cada variable independiente cosecha, temperatura y precipitaciones y se analizó la influencia de los factores que intervienen en la producción agroalimentaria con el análisis de regresión lineal múltiple. Para el pronóstico de producción de los años 2018 al 2050, se calculó en función de la información retrospectiva aplicando la regresión lineal múltiple con las variables explicativas. Los resultados expresan un incremento progresivo en la producción de papa, maíz, cebada y quinua, siendo las variables temperatura y superficie cosechada las que determinaron dicho incremento. La variabilidad climática expresa el incremento de temperatura y la disminución progresiva de las precipitaciones. Las predicciones al año 2050 indican que probablemente haya un incremento en la producción de papa, maíz, cebada y quinua dependiendo del incremento de las temperaturas (que no deben exceder a los límites requeridos para la producción) y la disminución de las precipitaciones. Las estrategias de adaptación y/o resiliencia aplicadas son numerosas; sin embargo ellas requieren de asistencia técnica e infraestructura así como, la presencia de los sectores competentes y de las autoridades locales, regionales y nacionales.

Palabras clave: Variabilidad climática, temperatura, precipitación, producción agroalimentaria, seguridad alimentaria, resiliencia.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the effects of climatic variability on agrifood production in the province of Acomayo-Cusco from year 2000 to 2050 taking into account the meteorological variables of temperature and precipitation. To this end, the information on agri-food production provided by the Ministry of Agriculture and Irrigation and information on the climatological variations of the National Meteorology and Hydrology Service of Peru - SENAMHI, from 2000 to 2017, was analyzed using simple linear regression with the information of each independent variable harvest, temperature and rainfall and the influence of the factors involved in agrifood production was analyzed with the multiple linear regression analysis. For the production forecast from 2018 to 2050, it was calculated based on the retrospective information by applying multiple linear regression with the explanatory variables. The results express a progressive increase in the production of potatoes, corn, barley and quinoa, being the temperature and surface harvested variables that determined the increase. The climatic variability expresses the increase in temperature and the progressive decrease in rainfall. The predictions to the year 2050 indicate that there is probably an increase in the production of potatoes, corn, barley and quinoa depending on the increase in temperatures (which should not exceed the limits required for production) and the decrease in rainfall. The strategies of adaptation and / or resilience applied are numerous; however, they require technical assistance and infrastructure, as well as the presence of competent sectors and local, regional and national authorities.

Keywords: Climate variability, temperature, precipitation, agro-food production, food security, resilience.

I. INTRODUCCIÓN

El clima de nuestro planeta está sufriendo importantes alteraciones desde hace varias décadas, el calentamiento del sistema climático es inequívoco y en su mayor parte provocado por actividades humanas. Hay un incremento de inundaciones, olas de frío y calor, períodos de sequía, aumento de la erosión del suelo, desplazamiento de cultivos, pérdida de la biodiversidad agrícola, que repercuten en la disminución de la productividad de alimentos y la seguridad alimentaria IPCC (2007) Ortiz et al. (2102)

América Latina y el Caribe son vulnerables a los efectos de la variabilidad climática. Afectan en la cantidad y calidad del agua, en la producción agroalimentaria y pecuaria, en la disponibilidad de alimentos que unido al crecimiento demográfico acrecienta la demanda de alimentos SESPAS (2010), FAO (2016) y Vergara *et al.* (2014). La variabilidad y las condiciones extremas del clima están afectando negativamente a todas las dimensiones de la seguridad alimentaria (disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad de la alimentación), y otras causas subyacentes de la malnutrición. El riesgo de inseguridad alimentaria es mayor en las poblaciones más pobres por la gran dependencia de la agricultura destinada a la alimentación familiar, así como la vulnerabilidad y exposición a las variaciones climáticas.

La agricultura es extremadamente vulnerable a los cambios de clima (IFPRI, 2009; FAO, 2016) por una disminución en la producción de alimentos en áreas de secano, disminución del agua de riego y agua de consumo humano, es vulnerable a adquirir enfermedades y plagas en los cultivos generando más pobreza y exclusión social (SPDA, 2015).

En el Perú 1,4 millones de personas viven en los andes (altamente vulnerables a los efectos del cambio climático), cuya producción está ligada a la agricultura familiar de subsistencia (MINAM, 2016). El 46 % de la población está en condiciones de vulnerabilidad muy alta a los eventos extremos del cambio climático, entre ellos el Cusco. Los eventos recurrentes fueron las heladas, sequías intensas e inundaciones (CEPES, 2010; MINAGRI, 2012 y MINAM, 2016).

El análisis de vulnerabilidad y riesgo en Perú establece que Cusco tiene la prioridad de atención en agricultura, sistemas de recursos hídricos y atención a los efectos del cambio climático, por lo que se han implementado algunas estrategias de adaptabilidad y resiliencia; sin embargo estas aún no son suficientes para lograr la seguridad alimentaria de la población.

En Cusco y Apurímac se ha evidenciado los efectos del cambio climático y son amenazas reales para la agricultura, ganadería y la seguridad alimentaria, que sumada a la situación de pobreza extrema generan un deterioro en las condiciones de salud y nutrición de la población. MINAM *et al.* (2016), PACC *et al.* (2012). Acomayo, entre el 2003 y 2009 reportó cinco emergencias de inundaciones y la presencia de heladas así como movimiento de masa en porcentajes elevados. Situación que motivó el diseño de estrategias de adaptación y resiliencia considerando los niveles de exposición a las alteraciones climáticas y dar protección a la producción y disponibilidad de alimentos durante el año.

El trabajo tuvo como **objetivo general** fue determinar el impacto de la variabilidad climática (temperatura y precipitación) en la producción agroalimentaria (seguridad alimentaria) durante el periodo del 2000 al 2050 en la Provincia de Acomayo – Cusco. Cuyos **objetivos específicos** fueron:

- Evaluar las variaciones climáticas en la Provincia de Acomayo en el periodo de 2000 al 2017.
- Determinar el efecto de la variabilidad climática en la producción de papa, maíz y cereales, en la Provincia de Acomayo – Cusco durante el periodo 2000 al 2017.
- Determinar la producción de papa, maíz y cereales para el periodo 2018 - 2050 en la Provincia de Acomayo de mantenerse la variabilidad climática.
- Proponer medidas de adaptación y resiliencia en base a las estrategias implementadas por los agricultores de Acomayo para hacer frente a los efectos de la variabilidad climática en el período 2000 - 2017

La finalidad del estudio fue elaborar e implementar políticas públicas locales en pro de la Seguridad Alimentaria a partir del conocimiento y comprensión de los efectos de la variabilidad climática en la producción agroalimentaria en territorios específicos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MARCO TEÓRICO

Clima: El clima es el “estado medio del tiempo” o una descripción estadística del tiempo, en términos de valores medios y variabilidad de las cantidades pertinentes durante meses a miles o millones de años. La Organización Meteorológica Mundial (OMM) indica que el período normal es de 30 años. Generalmente se refiere a la temperatura, precipitación o viento, aunque el “clima” es una descripción del estado del sistema climático (IPCC, 2007; IPCC, 2014).

Temperatura de la superficie mundial: Es la media mundial con ponderación de i) la temperatura de la superficie marina de los océanos (temperatura de la sub-superficie en los primeros metros del océano), y ii) la temperatura del aire en la superficie terrestre a 1,5 m por encima del nivel del suelo (IPCC, 2007).

Los últimos 150 años muestran que las temperaturas de la superficie se han elevado en todo el mundo pero con variaciones regionales, el calentamiento fue de (0,35°C), entre 1910 y 1940 y desde de la década del 70 a la fecha 0,55°C. Hay un aumento cada vez mayor de calentamiento en los últimos 25 años. El promedio mundial es de unos 0,74°C en los últimos cien años en las temperaturas con variaciones en las estaciones y localidades (IPCC, 2007).

Según (INTAGRI S.C., 2017) la temperatura para el cultivo de la papa, no debe ser inferior a 10 °C ni superiores a 30 °C ya que pueden afectar de manera irreversible en el desarrollo del cultivo, la temperatura óptima es de 17 a 23°C para lograr una buena producción. Por ello, la papa se siembra en el mes de setiembre o inicios de la primavera en zonas templadas y al finalizar el invierno en las regiones más calurosas, como se muestra en la Tabla 1.

La papa necesita de una variación de las temperaturas entre el día y la noche, esta debe ser entre 10 a 25 °C. Para el buen desarrollo de los tubérculos, el suelo debe contar con una temperatura de 10 a 16 °C durante la noche y de 16 a 22° C en el día. Cuando la variación es menor a las temperaturas antes mencionadas, el crecimiento y tuberización de la papa se verán afectados.

Tabla 1: Requerimiento de temperatura en el cultivo de papa por etapa de desarrollo

Etapa	Temperatura
En el ambiente	
2 semanas después de la siembra	13 °C
Desarrollo foliar	12 a 14°C
Elongación de tallo y floración	18 °C
Formación de tubérculos	16 a 20 °C.
En el suelo	
Emergencia y crecimiento foliar	21 a 24 °C
Formación de tubérculos	15 a 24°C

FUENTE: INTAGRI S.C. (2017) citado por Rubio *et.al* 2000

Para el maíz (INTAGRI S.C., 2016) refiere que las temperaturas menores a 10 °C provocan el retardo en la germinación, por lo que es vital no sembrar en estas estas condiciones como se indica en la Tabla 2. Las temperaturas altas favorecen a una rápida germinación que puede ser de 5 a 7 días, siempre y cuando tenga con la humedad adecuada.

Para la siembra de maíz se necesita una temperatura media del suelo de 10°C y esta va en aumento. De ser mayor la temperatura a 30 °C se presentarán problemas de actividad celular disminuyendo la capacidad de absorción de agua por las raíces (MINAGRI, 2013).

Tabla 2: Requerimiento de temperatura °C para la producción de maíz

Etapa	Mínima	Óptima	Máxima
Germinación	10 a 15	15 a 20	>20
Crecimiento	5 a 15	15 a 20	20 a 30
Floración	8 a 15	15 a 20	

FUENTE: PAAC (2012) Lesur, (2005); INDAP, (2001) Berger (1967); Alted, (2006) Manrique (1988) UNALM (1974)

El requerimiento de temperatura para la producción de cebada se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3: Requerimiento de temperatura (°C) para la producción de Cebada

Etapa	Mínima	Óptima	Máxima
Germinación		15 a 22	
Crecimiento	5 a 15	15 a 25	25 a 34
Floración		16 a 21	
Maduración		18 a 21	

FUENTE: PAAC (2012), Menacho (1992)- Gómez (2005) – Collantes (2007)

La quinua, por su alta variabilidad genética, se adapta a diferentes climas, puede ir desde los más calurosos y secos hasta los más lluviosos o secos, fríos y lluviosos o secos como la sierra alta del altiplano.

El crecimiento y desarrollo, va a depender de las variedades, la temperatura óptima se encuentra de 15 a 25°C. , como se muestra en la Tabla 3. Durante el desarrollo vegetativo y la formación de la inflorescencia puede tolerar las heladas y temperaturas altas sin embargo no será posible su tolerancia en la floración hasta el estado de grano pastoso. Las temperaturas extremas (bajas y altas) generan problemas de esterilidad de polen por tanto afectan el desarrollo y crecimiento de la planta y dan lugar a granos inmaduros, arrugados o de bajo peso; dependiendo del momento en que se produce el estrés de temperatura (FAO y UNALM, 2016).

La precipitación: Son las lluvias, nevadas y otras formas de agua líquida o congelada que cae de las nubes. La precipitación es irregular y depende fundamentalmente de las condiciones del tiempo y la temperatura (IPCC, 2007). En la medida en que cambia el clima, se ven alteradas la cantidad, intensidad, frecuencia y tipo de precipitación. El calentamiento incrementa la posibilidad de incidencia y severidad de las sequías, que se ha dado en muchas partes del mundo. Sin embargo, una ley física bien establecida (la relación Clausius-Clapeyron) determina que la capacidad de retención de agua de la atmósfera se incrementa en un 7% por cada 1°C de aumento en la temperatura (IPCC, 2007).

INTAGRI SC, (2017) determina que las necesidades de agua varían entre los 600 a 1000 milímetros por etapa de producción de papa, que dependerá de la temperatura, capacidad de almacenamiento del suelo y de la variedad de papa. Ya que las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos requieren de mayor cantidad de agua, por lo que será necesario el riego secundario. Sobre todo cuando no hay lluvias.

INTAGRI SC, (2016) indica que para la producción de maíz se requiere de humedad adecuada y uniforme. La humedad del suelo puede estar cerca de la capacidad de campo. La distribución de la humedad estará en función de las características físico-químicas del suelo, patrones de labranza, condiciones climáticas y profundidad de siembra. Se recomienda una profundidad de 3 a 5 cm, o 6.5 a 7.5 cm, donde se encuentra la humedad uniforme.

Para la producción de maíz se necesitan lluvias que van de 200 a 500 mm mínima, de 500 a 700 mm como óptima y de 700 a 1000 mm como máxima. Mientras que para la producción de cebada va de 240 a 600 como precipitación mínima y de 600 a 1100 mm de precipitación óptima. (PAAC, 2012).

La quinua se cultiva dentro de un rango de precipitación de 300 mm a 1000 mm, se considera que el rango de precipitación óptima es de 500 a 800 mm. En los Andes Peruanos la precipitación anual total varía de 500 – 800 mm. (FAO, 2016; UNALM, 2016).

Predicción climática: Es el resultado de la obtención de una estimación de la evolución real en el tiempo del clima en el futuro, por ejemplo a escalas de tiempo por estaciones, interanuales o decenales. Como la evolución futura del sistema climático puede ser muy sensible a las condiciones iniciales, estas predicciones suelen tener carácter probabilístico (IPCC, 2013).

Predicción de producción de alimentos: Es augurar la posible cantidad de alimentos que se producirá en el futuro. Para FAO y OCDE (2016) el principal desafío del sector agrícola es producir más de cinco mil millones de toneladas de alimentos para 2050 en condiciones de escasas de agua, suelos y biodiversidad, por lo que se hace necesario pensar en cambiar la producción de alimentos con nuevas tecnologías para adaptarse y hacer frente al cambio climático.

Cambio Climático: Es la variación del estado del clima identificable mediante pruebas estadísticas en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos periodos de tiempo. Son la consecuencia de la contaminación ambiental y se evidencia en las alteraciones de precipitación, temperatura y eventos como la granizada, sequía que se van repitiendo año tras año (IPCC, 2014).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), define cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (IPCC, 2007; IPCC, 2015).

Según el IPCC (2014), se tiene la seguridad hasta en un 95% que la causa principal del calentamiento global es la acción humana. Cuanto más varíe el clima los riesgos son mayores y de impactos graves, generalizados e irreversibles en las personas y los ecosistemas.

Variabilidad Climática: Se atribuye a causas naturales, son las variaciones del clima, estadísticamente se mide el estado medio y otras características como la desviación típica de sucesos extremos, se da en forma interanual, como El Niño o La Niña etc. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales o a variaciones ocasionadas por eventos violentos externos naturales o generados por los seres humanos (IPCC 2013).

Superficie agrícola en seco: Áreas de cultivo que son abastecidos de agua directa y exclusivamente por las lluvias y la retención de la humedad en los suelos (MINAGRI, 2012).

Cosecha o Superficie cosechada: Es toda área o superficie de la cual se obtiene la producción de un determinado cultivo (MINAGRI, 2012).

Tierras en descanso: Llamados muyuy, son tierras agrícolas con más de un año sin uso, que se dejan de trabajar por un tiempo suficiente para recuperar su fertilidad y trabajadas nuevamente. La rotación varía de acuerdo a los turnos establecidos en la comunidad estos pueden ser de 5, 8, 10, o más años (MINAGRI, 2012).

Seguridad Alimentaria: La Cumbre Mundial sobre la Alimentación de 1996 acordó la definición de seguridad alimentaria, utilizada por la FAO: “Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana” (Gordillo *et al.*, 2013; IPCC, 2014; FAO 2016).

La definición abarca cuatro dimensiones:

- Referida fundamentalmente a la disponibilidad interna o producción en cantidades suficientes de alimentos de calidad adecuada, o las importaciones (incluida la ayuda alimentaria).
- Acceso a suficientes recursos para adquirir los alimentos apropiados para una dieta nutritiva.
- Utilización de los alimentos a través de una dieta adecuada, agua limpia, saneamiento y asistencia médica para alcanzar un estado nutricional en el que se satisfacen todas las necesidades fisiológicas.
- Estabilidad de la disponibilidad de alimentos y del acceso a los mismos, a través del tiempo, sin considerar épocas críticas económica o climática como la escasez estacional de alimentos (IPCC, 2014; FAO, 2016).

En el marco de la Seguridad Alimentaria, la disponibilidad de alimentos debe ser estable de forma que existan alimentos suficientes e inocuos durante todo el año. Debe ser cultural y socialmente adecuados. Los alimentos deben estar disponibles, física y económicamente, a toda la población. Las hojas de balance de alimentos son uno de los principales instrumentos para medir la seguridad alimentaria en el orden nacional (CONEVAL, 2010).

Disponibilidad de alimentos. La disponibilidad de alimentos es un requisito esencial para la seguridad alimentaria y el bienestar nutricional de la población que crece constantemente. En los Países en desarrollo como en el Perú y en las zonas rurales, hay una dependencia de la producción de alimentos para el consumo familiar. La disponibilidad de alimentos, también depende de la reducción de pérdidas post cosechas; de las políticas comerciales; del volumen de las importaciones y exportaciones; de los precios internacionales de los alimentos y la ayuda alimentaria (Pedraza, 2005).

Disponibilidad de alimentos relacionados a la temperatura y precipitaciones. Las alteraciones de la temperatura y precipitaciones tienen efectos directos sobre la seguridad alimentaria y nutricional, por ello impacta en sus cuatro dimensiones. Tradicionalmente los efectos del cambio climático suelen vincularse a la dimensión estabilidad, por la sostenibilidad en el tiempo de las otras dimensiones. Sin embargo, es fundamental entender que la variabilidad climática limita y afecta los niveles de producción a nivel local y nacional, el acceso al agua, la variabilidad climática también altera los sistemas productivos por los cambios en las precipitaciones y los patrones de temperatura, o la aparición e incremento de plagas y enfermedades, por lo tanto repercute en la disminución de la cantidad física y la variedad de alimentos **disponibles**, más aún cuando estas variaciones de precipitación y temperatura son después de la cosecha. (FAO, 2016).

Según Geral *et al.* (2009) IFPRI, las temperaturas cada vez más elevadas y el cambio en de la temporada de lluvias afectan directamente en el rendimiento de los cultivos, que determina la poca disponibilidad de alimentos. En los países en vías de desarrollo, predominan las reducciones en el rendimiento para la mayoría de cultivos sin considerar el efecto fertilización por CO₂. Los alimentos que son cultivados bajo riego se ven especialmente afectados caso del trigo y el arroz.

Las proyecciones señalan que la temperatura en superficie va a continuar aumentando a lo largo del siglo XXI. Es muy probable que las olas de calor ocurran con mayor frecuencia y duren más, y que las lluvias extremas sean cada vez más intensas y frecuentes en muchas regiones tal como se muestra en la Figura 1 (IPCC, 2014).

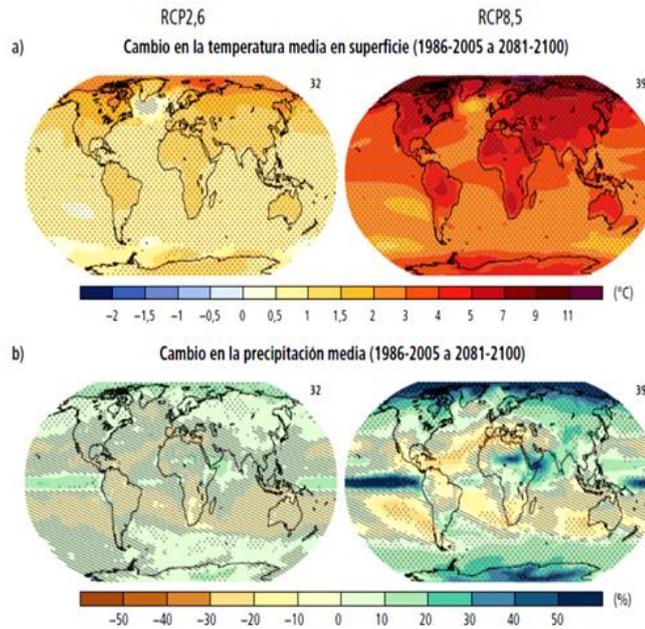


Figura 1: Cambios en la temperatura y precipitación media
 FUENTE: IPCC (2014).

En la producción regional y mundial de alimentos, el agua es vital ya que aproximadamente más del 80% de las tierras agrícolas del mundo dependen de precipitaciones suficientes para satisfacer la demanda y la distribución de humedad del suelo (FAO, 2003; IPCC, 2008). La escasez excesiva al igual que el exceso de agua puede tener efectos negativos sobre la productividad de los cultivos (IPCC *et al.*, 2008).

CEPAL (2009) refiere que la posible disminución de la productividad de algunos cultivos y de la ganadería tendría consecuencias adversas en la seguridad alimentaria. Es probable que los efectos del cambio climático generen una disminución en la oferta mundial de alimentos, debido a los efectos de la adaptación económica a las nuevas condiciones globales de productividad. Por su parte, el IPCC (2007) calcula, con un nivel medio de confianza, que un aumento de 1° a 3°C de la temperatura daría lugar a un incremento global de producción de alimentos; sin embargo, si el incremento de la temperatura es superior a estas cifras habrá una reducción en la producción.

Los efectos negativos de la variabilidad climática y la ocurrencia de nuevos eventos climáticos extremos afectan a todo el sistema alimentario, disminuye la productividad del sector agrícola y afectan directamente en la alimentación de la población que vive en las zonas rurales e indirectamente de la población urbana (FAO, 2012).

Por ello es importante que la gestión de riesgo para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional y una agricultura sostenible, cobren más fuerza en la agenda pública dado que se tiene la probabilidad de incremento de la variabilidad climática y los fenómenos extremos del clima (FAO, 2016).

Además se debe remarcar que los efectos del cambio climático no son homogéneos en todo los sectores, desde ya; las poblaciones más afectadas son aquellas que ya se encuentran en situación de vulnerabilidad, mostrada en la Figura 2, la pobreza existente expone a la población a que las condiciones sociales, económicas y ambientales puedan agravarse con los efectos del cambio climático (FAO, 2012).

En Perú, debido al aumento de precipitación y humedad que conlleva El Niño, se han observado diversas micosis del maíz, papa, del trigo y de los frijoles. Sin embargo se ha conocido impactos positivos en la producción de soya, maíz, trigo y girasol en la Pampa de Argentina (IPCC et al., 2008).



Figura 2: Escenarios de vulnerabilidad ante el Cambio Climático en el Territorio Peruano
 FUENTE: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental – SPDA (2012).

Resiliencia: Capacidad de respuesta de los hogares para mantener un nivel de bienestar resistiendo conmociones y adversidades” (Comisión Europea). Dependerá de la disponibilidad de alimentos en condiciones de sobrevivencia y su capacidad de los hogares para manejar los riesgos. Son las medidas de prevención que reducen el riesgo de sufrir inseguridad alimentaria (Food Security Information Network – FSIN, 2016).

Capacidad de adaptación y resiliencia: Se refiere a la capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y las organizaciones para adaptarse ante posibles daños, prevenirlas y aprovechar las oportunidades para afrontar las consecuencias (IPCC, 2014).

El grupo de alto nivel de Seguridad Alimentaria (2012) indica que la falta de sostenibilidad en la producción de alimentos se constituye en una gran amenaza para la capacidad de resistencia y por tanto debe ponerse en práctica las modificaciones en las formas de producción, disminuyendo la producción de aquellos alimentos que causan daño al medio ambiente y formulando nuevas formas de dirección de los sistemas alimentarios. La adopción de medidas para la adaptación a estos cambios, señala:

- Plantar diferentes variedades o especies de cultivos; sembrar los cultivos en diferentes épocas del año;
- Cambiar las prácticas de riego, aplicar medidas de conservación de agua que asegure tiempos de sequía, aumentar la captación del agua de lluvia.
- Modificar las prácticas agronómicas y otras técnicas de uso de la tierra incorporar estiércol y compost, producir cultivos de cobertura que mejore de la materia orgánica del suelo.
- Adaptar las estrategias de manejo de plagas, malas hierbas y enfermedades.
- Cambiar las prácticas post cosecha, secado y almacenamiento.
- Modificar las prácticas ganaderas estacionales para adaptarse a los diferentes regímenes climáticos, criar diferentes razas o especies de ganado. (Lobell et al., 2008; FAO, 2007)

2.2 ANTECEDENTES

La agricultura y los fenómenos meteorológicos extremos: Históricamente, la agricultura se ha adaptado a los cambios del clima, sin embargo los fenómenos extremos son una gran amenaza para este sector. En el caso de El Niño 1997-1998, los daños en el sector

agropecuario de la región andina alcanzaron cerca del 20% del total: en el Perú un 17% (CEPAL, 2009).

El Ministerio de Agricultura indica que además de los eventos climáticos las prácticas agrícolas inadecuadas, tienen efectos negativos en la producción. Desde la campaña agrícola 1995-1996 hasta la de 2007-2008 se han perdido un equivalente a 397 mil hectáreas, sólo por efectos del Fenómeno El Niño y La Niña (Eguren, 2012).

Por otro lado, según datos de (ONERN), alrededor de la mitad de las tierras de cultivo de la sierra están erosionadas; más de un tercio de las tierras de la costa están salinizadas; la deforestación de los bosques amazónicos continúa a pesar de las normas de protección. Por ello la producción de alimentos se hace más vulnerable (Eguren, 2012).

Vulnerabilidad de la agricultura a la variación de la temperatura y precipitaciones:

Los impactos de Cambios Ambientales Globales de precipitaciones y temperatura, como las heladas son difíciles de prevenir y causan más daño cuando suceden en momentos críticos del crecimiento de los cultivos. Las consecuencias serán la disminución del agua de riego, la granizada y las heladas que también impactan considerablemente en la vulnerabilidad de los productores (Mussetta *et al.*, 2015). Los cambios en los patrones actuales de la temperatura podrían ocasionar grandes efectos en la demanda hídrica de los cultivos, en el manejo de los cultivos y en la planeación de los recursos hídricos de las zonas de riego (Ojeda *et al.*, 2011).

Con el aumento de las temperaturas medias globales, los cultivos están siendo cada vez más expuestos a calor extremo en el período reproductivo aumentando el riesgo de daño o falla en el rendimiento (Gourdjil *et al.*, 2013). Las proyecciones climáticas del Altiplano para finales de siglo incluyen aumentos de temperatura, frecuencia de eventos extremos, cambio en el tiempo de lluvia y reducción de la humedad del suelo (Valdivia *et al.*, 2013).

La disponibilidad de agua aumentará en algunas partes del mundo y tendrá su propio efecto sobre la eficiencia del uso y la asignación de agua. El aumento en la precipitación beneficiará el rendimiento de los cultivos por su sensibilidad a la precipitación que a la temperatura (Yinhong Kang *et al.*, 2009). Con el aumento de la temperatura y las fluctuaciones de la precipitación, es posible que disminuyan la disponibilidad de agua y la producción de

cultivos (Yinhong Kang *et al.*, 2009). También los bajos niveles de productividad y competitividad de los sistemas ganaderos tropicales se dan como consecuencia de la pérdida de los recursos naturales que a su vez es recrudescido por el cambio climático (Murgueitio *et al.*, 2009; Acosta, 2012).

Existe relación entre los factores del clima, fundamentalmente la temperatura ambiente y el crecimiento de todos los organismos vivos. La fecha de siembra modifica su desarrollo, es decir, la fecha de ocurrencia de los estados fenológicos, la duración de las etapas y, por ende, la duración del ciclo del cultivo (Hernández *et al.*, 2012). Muchos cultivos tendrán pérdidas de rendimiento por una mayor frecuencia de estrés a la alta temperatura, período de enfriamiento invernal, inadecuado para una fructificación óptima en primavera, aumento de malezas, insectos o enfermedades invasivas, u otros factores (Wolfe *et al.*, 2007). En este contexto habrá sectores de la economía agrícola que crecerán y otros que se reducirán o desaparecerán dependiendo cuanto ha afectado el cambio climático, la duración de la etapa de crecimiento, de las temperaturas altas y bajas y otros factores que perjudican a los cultivos y al ganado. Las plantaciones, las malezas y las plagas serán diferentes de los que se tiene actualmente. (Wolfe *et al.*, 2007).

Efectos del cambio climático en la seguridad alimentaria. Las consecuencias del cambio climático y la severidad con la cual acomete la producción agrícola son profundas para los agricultores que viven de alimentos básicos como el maíz, frijoles, papas, arroz (Altieri *et al.*, 2009). El impacto de los eventos extremos relacionados con el cambio climático deteriora la rentabilidad de la actividad agrícola (Piselli, 2009) IEP. Las regiones quechua (2500-3500 msnm), y luego la suni (3500-4000 msnm), son las más afectadas por las heladas, inundaciones, granizo, lluvias, nevadas, sequías, que afectan la producción agraria (INDECI, 2012). Son regiones predominantemente campesinas, con alto nivel de pobreza, dependiente de la actividad agropecuaria, y muy vulnerables a la inseguridad alimentaria (Eguren, 2012).

La agricultura es especialmente vulnerable al cambio climático; debido a la aparición y proliferación de plagas y enfermedades, al que se le añade el estrés hídrico que empeora la situación. Si el incremento de la temperatura supera el estándar de seguridad climática, los rendimientos posiblemente disminuyan (Ocampo, 2011). El maíz es particularmente vulnerable en todo el mundo, el trigo en Asia Central y del Sur y el arroz en todo el Sur y

Este de Asia. El calor extremo durante el período reproductivo podría dañar a cultivos completos y por lo tanto es arriesgado para los agricultores (Gourdjil *et al.*, 2013).

El efecto del cambio climático afecta sobre todo al campesinado andino y pequeños productores por tanto afecta la agricultura y la alimentación. En América Latina, las regiones más pobres son vulnerables al hambre y la desnutrición y el cambio climático podría repercutir enormemente los aspectos económicos y sociales (Maletta, 2009). Se han realizado pruebas de variedades de frijol y estas disminuyen en su rendimiento cuando fueron sometidas en condiciones de sequía, respecto de los cultivos con riego (Antomarchi *et al.* 2015) Los agricultores perciben mayor frecuencia de eventos: heladas (32,3 %), granizadas (29,8 %), lluvias intensas en periodos cortos (19,8 %) y sequías y veranillos (9,2 %), eventos que perjudican las fases de crecimiento vegetativo, floración y maduración de los cultivos (MINAM-SENAMHI, 2013; MINAM 2013 y 2106). Sin embargo cuando incrementa la temperatura del aire, el rendimiento promedio del cultivo de papa blanca ha incrementado, igualmente ha favorecido el desplazamiento del cultivo entre los 3 400 m.s.n.m. y 3 700 m.s.n.m. De seguir la migración a mayores altitudes se tendría el riesgo de que los cultivos sufran los efectos de las heladas (MINAM SENAMHI, 2013; MINAM 2013 y 2016).

Según Maletta (2009) en la agricultura latinoamericana y particularmente la agricultura campesina tradicional, incluso en la sierra del Perú, sufrirán los daños de los procesos de transformación que vienen operando desde hace décadas, y no de los efectos del cambio climático.

En el departamento de Huancavelica, los riesgos climáticos son determinantes de la agricultura familiar; perder la producción por la helada, hace más crítica la pobreza, sosteniéndose en su organización y sus relaciones ancestrales de reciprocidad como la ayuda mutua dentro del *Ayllu* (Crespeigne *et al.*, 2011)

Seguridad Alimentaria en un mundo con creciente escasez de recursos naturales. La población mundial llegó a 7000 millones el año 2011 y se espera que llegue a 9000 millones al 2050. Crecimiento que estará concentrado en países de bajos ingresos, que ya enfrentan serios problemas para satisfacer sus necesidades básicas, como el alimento, agua, y energía. En un contexto de variabilidad climática, entre 2005 y 2050 la población necesitara producir

casi 80 % más carnes, 52 % más cereales y 40 % más tubérculos y raíces, probablemente con precios mayores y consecuencias fatales para las poblaciones pobres y vulnerables del mundo. Los precios del maíz, arroz y trigo aumentarían significativamente entre 2005 y 2050 y los habitantes en condición de sufrir hambre en el mundo crecería de **881** millones en 2005 a **1031** millones de personas en el 2050 (IFPRI, 2014).

Durante los años 1990 a 1992 en América Latina y el Caribe se ha disminuido el nivel de subalimentación en 5.5% (FAO, FIDA y PMA, 2015). Sin embargo, estos avances podrían retroceder si la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos va seguir afectando la disponibilidad y abastecimiento de los alimentos (estabilidad) por la disminución de áreas de cultivo e incremento de los precios y la reducción del acceso físico y económico de las familias a los alimentos (FAO, 2016). Por ello es necesario aumentar la producción de alimentos sin dañar el ambiente para atender los efectos del cambio climático, el incremento de los precios de los alimentos, y el limitado avance de mejora de la seguridad alimentaria (IFPRI, 2014).

Estrategias de adaptación y resiliencia para la seguridad alimentaria. Las estrategias de adaptación deben ser definidas mediante un proceso de gestión de riesgos que involucra los impactos, las actitudes ante el riesgo y la capacidad de adaptación (Ocampo, 2011). Una adaptación exitosa a estos cambios necesita el conocimiento de productores y científicos y la capacidad de anticiparse a los eventos, con alternativas que minimicen la vulnerabilidad (Valdivia *et al.*, 2013). Para contrarrestar el efecto de impactos negativos en la rentabilidad de la actividad agrícola, es importante la asistencia técnica y el financiamiento. Y que los agricultores elijan los cultivos, el tipo de riego, tengan acceso a crédito y/o asistencia técnica (Piselli, 2009).

La modificación en las fechas de siembra, pueden ayudar a mejorar estos impactos (Gourdjil *et al.*, 2013). Restringir el periodo de siembra a los periodos fríos, y usar variedades de ciclo largo, resistentes al estrés térmico e hídrico, y soporten temperaturas mayores a las que se presentan actualmente (Ojeda *et al.*, 2011). Contrarrestar el riesgo de la exposición extrema al calor reproductivo, por ejemplo el maíz y el arroz, que ponen en riesgo la seguridad alimentaria mundial, con medidas de adaptación y transformación, incluida el crecimiento de las fronteras agrícolas de los cultivos a lugares más frescos (Gourdjil *et al.*, 2013). Reforzar los lagos para la captación del agua para mejorar la agricultura, continuar con la

construcción o mejora de pequeños o medianos sistemas de riego, sobre todo en los Andes (Maletta, 2009).

Los más vulnerables a sufrir las consecuencias del cambio climático son los agricultores familiares, de comunidades y pueblos indígenas (Morton, 2007). Sin embargo ellos han desarrollado sistemas diversos y resilientes en respuesta a las diversas restricciones que han enfrentado a través del tiempo. Muchos de estos sistemas agrícolas sirven como modelos de sostenibilidad (Altieri *et al.*, 2008) así como:

- Uso de variedades/especies adaptadas localmente según el clima, cultivos intercalados, cultivos asociados con frijoles, agroforestería e integración animal
- Recuperación del contenido de materia orgánica de suelos a través de la aplicación de estiércol, abonos verdes, cultivos de cobertura, etc.
- Uso amplio de tecnologías de “cosecha” de agua, conservación de la humedad del suelo y uso más eficiente del agua de riego, uso de zanjas de infiltración. Manejo del agua para prevenir la inundación, reducir la erosión, y lixiviación de nutrientes cuando la precipitación aumenta.
- Prevención de plagas, enfermedades e infestaciones de malezas, desarrollo y uso de variedades y especies resistente a plagas y enfermedades.
- Uso de indicadores naturales para el pronóstico del clima para reducir riesgos en la producción, protección de la biodiversidad de las papas nativas y uso de policultivos
- Revaloración del uso de la tecnología tradicional. Introducción de técnicas de conservación de suelos, mejorar o mantener la capacidad productiva de los suelos, mejorar los rendimientos de los granos básicos y contribuir así a la seguridad alimentaria.
- Incorporación de barreras vivas de distintas especies que ayudan en la retención de suelo y agua durante las sequías (Altieri *et al.*, 2008; 2009; Pérez, 2009 y MINAM, 2013).

Muchos campesinos enfrentan estos cambios cultivando con semillas nativas y tecnología tradicional ancestral con modificaciones propias en el sistema de producción. La agricultura campesina promueve la biodiversidad, prosperan dejando de utilizar productos químicos, utilizando poca biomasa y sostienen producciones todo el año (Nicholls y Altieri, 2012)

La rotación de cultivos consiste en alternar la siembra con diferentes productos evitando que el suelo se agote y que las plagas y enfermedades que afectan a un tipo de plantas se incrementen en un tiempo determinado. Por ejemplo, es bueno sembrar papas en una

campana y en la siguiente, trigo, cebada o quinua (MINAGRI, 2011). Es importante la rotación de cultivos, porque se aprovecha mejor la fertilidad del suelo y se optimiza el uso de los abonos, debido a que las plantas tienen diferentes necesidades de nutrientes y sistemas radiculares desiguales; además, se controlan mejor las malas hierbas y disminuyen los problemas de plagas y enfermedades, (al no encontrar un huésped tienen más dificultad para sobrevivir) (Karleen *et al.*, 1991; Karleen *et al.*, 1994).

En el Perú, la mitigación debe hacerse con un ordenamiento territorial y posibilidades de retomar formas tradicionales de producción y su viabilidad en el contexto actual (Calvo, 2010). Entre las prácticas y las estrategias se tiene la conservación de las especies nativas, mejorando la difusión y comercialización de estos cultivos, uso de tecnología que reduzca las alteraciones del clima, incremento de materia orgánica en el suelo, y eficiencia en el uso del agua para la agricultura (Valdivia *et al.*, 2013).

Los ganaderos proponen planificar el uso de la tierra por sitio, proteger, almacenar y usar en forma eficiente el agua, desarrollar prácticas de conservación de suelos, incrementar la cobertura vegetal, promover las prácticas agroecológicas, reducir los insumos agroquímicos y erradicar las prácticas del fuego y la deforestación, incrementar la productividad primaria del agroecosistema ganadero que contribuye a mitigar el cambio climático. (Murgueitio *et al.*, 2009).

La diversificación de actividades económicas agrícolas y no agrícolas como las migraciones temporales o permanentes, son una respuesta a las situaciones adversas causadas por problemas climáticos económicos y sociales (Eguren, 2012). Para mitigar el impacto de los eventos climáticos extremos las familias migran temporalmente para buscar trabajo, debido a que el trabajo en la chacra disminuye, además los más pobres o los que no tienen cosechas suficientes, no tienen acceso al allapakuy (Crespeigne *et al.*, 2011).

De los antecedentes señalados en ámbitos regionales y analizados en términos generales, la presente investigación pone en relieve los efectos de la variabilidad climática en la producción de los alimentos destinados al consumo familiar en un ámbito provincial específico, donde los saberes y prácticas positivas de los agricultores para hacer frente a esta situación pueden ser fortalecidos a través de capacitaciones y asistencia técnica de los sectores correspondientes en pro de la seguridad alimentaria.

III. METODOLOGÍA

3.1 AREA DE ESTUDIO

El estudio fue realizado en la Provincia de Acomayo del Departamento de Cusco, se encuentra ubicada en el sureste del departamento del Cusco, tiene siete distritos: Acomayo, Acopía, Acos, Mosocllacta, Pomacanchi, Rondocan y Sangarará. Siendo la capital Acomayo, mostradas en la figura 3, la población está a la margen izquierda del río del mismo nombre y a una altitud de 3,219 m.s.n.m.

Según INEI (2015) cuenta con una población aproximada de 27,693 entre varones y mujeres. Sus habitantes se dedican, fundamentalmente, a la producción de papa, maíz, cebada y trigo, así como al pastoreo de ovinos y camélidos. Su clima es seco y frío. (ASIS, 2015).

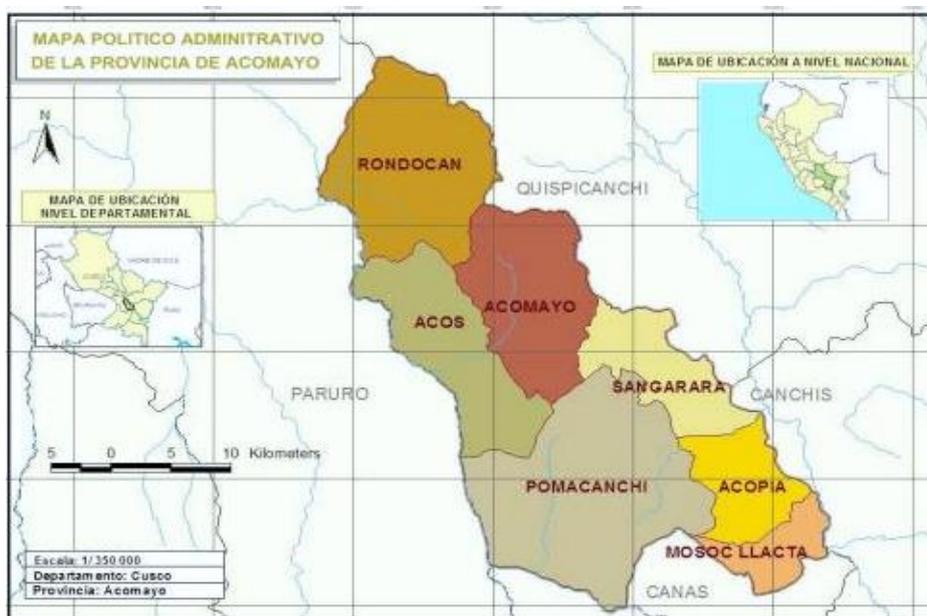


Figura 3: Mapa político administrativo de la Provincia de Acomayo

FUENTE: <https://mapas.deperu.com/cusco/acomayo>

La Provincia de Acomayo se encuentra expuesta a diferentes peligros por fenómenos naturales generadores de desastres que ocasionan pérdidas de recursos naturales, humanos y perjudican las actividades. Está expuesto a las lluvias torrenciales, sequías, granizadas y heladas (ASIS, 2015).

El clima de Acomayo varía entre templado y frío, por la diversidad de las altitudes; el agua es escaso, debido a que no llueve la mayor parte del año y la superficie es muy accidentada, factores que hacen que la vegetación sea dispersa y escasa. La temperatura media anual es 13.2 °C., siendo los meses de mayo a julio los que registran menores temperaturas, la precipitación pluvial promedio en año normal está por encima de los 1,000 mm y la humedad relativa es de 62% (ASIS, 2015).



Figura 4: Características climatológicas de Acomayo – Cusco.
FUENTE: SENAMHI. Mapa climático del Perú (2018)

Las características climatológicas de Acomayo son las que corresponde a la región de Sierra de entre los 3,000 a 4,000 m.s.n.m., y se caracteriza por las precipitaciones anuales promedio de 700 mm y sus temperaturas medias anuales de 12°C, presenta veranos lluviosos e inviernos secos con fuerte heladas tal como se muestra en la Figura 4 (SENAMHI, 2018).

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El estudio es Observacional, de corte transversal, descriptivo y analítico de series temporales, retrospectivas y prospectivas.

3.3 HIPÓTESIS.

3.3.1 Hipótesis General

“Existe una asociación directa entre variabilidad climática (temperatura– precipitación) y la producción de papa, maíz y cereales en la provincia de Acomayo - Cusco.”

3.3.2 Hipótesis específicos

- a. El incremento de la temperatura en la provincia Acomayo - Cusco en el período de tiempo 2000 – 2017 repercute negativamente en la producción agroalimentaria.
- b. La producción de papa, maíz y cereales ha disminuido durante el período de tiempo de 2000 – 2017 en la provincia de Acomayo - Cusco como consecuencia de la escasa precipitación.
- c. De mantenerse la variabilidad climática al año 2050, la producción de papa, maíz y cereales se verán severamente afectadas en la Provincia de Acomayo - Cusco.
- d. Frente a los efectos de la variabilidad climática, los agricultores han adoptado estrategias de adaptación y resiliencia para la producción de papa, maíz y cereales en Acomayo - Cusco.

3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

La información de producción agroalimentaria en la provincia de Acomayo de los años 2000-2017 fue solicitada a la Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos - Área de Generación Estadística Agraria del Ministerio de Agricultura y Riego en Lima, quienes nos facilitaron los reportes sobre la producción (TM) y cosecha o superficie cosechada

(Ha) de papa, maíz, cebada y quinua. El reporte en mención señala: **Producción:** Cantidad de producto obtenido en toneladas métricas (TM) por año. **Cosecha:** Área o superficie de cosecha en hectáreas (Ha) por año, de la cual se obtiene la producción de un determinado cultivo (MINAGRI, 2012).

Igualmente la información de temperatura mínima y máxima así como la de precipitación de las estaciones de la provincia de Acomayo, fueron obtenidas de la Dirección General del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI.

- a. Se empleó la regresión lineal simple con la información de cada variable independiente, y se analizó la influencia de los factores que intervienen en la producción con el análisis de regresión lineal múltiple.

- b. Para el cálculo de la información se tomó en consideración el calendario agrícola, también llamado periodo agrícola, que es una herramienta de investigación, monitoreo y planificación de las actividades agrícolas. El calendario agrícola, generalmente se inicia con las actividades de siembra y finaliza con las cosechas, lapso en los que se ejecutan las diversas labores agrícolas y que están relacionadas a las condiciones meteorológicas de la zona. Para ello se tomó los meses correspondientes del periodo como se muestra en la tabla 4 (MINAGRI, 2017).

Tabla 4: Periodos de siembras y cosechas promedio establecidos en la Región Cusco.

Producto	Siembra(meses)	Cosecha (meses)	Periodo
Papa	Octubre	Mayo	Octubre (año anterior) - Mayo (año de producción)
Maíz	Octubre-Noviembre	Mayo	Octubre (año anterior) - Mayo (año de producción)
Cebada	Noviembre-Diciembre	Junio - Julio	Noviembre (año anterior) - Julio (año de producción)
Quinua	Setiembre-Octubre	Mayo	Setiembre (año anterior) - Mayo (año de producción)

FUENTE: MINAGRI (2017) SIEA Calendario Nacional de Siembras y Cosechas.

- c. El pronóstico de producción de los años 2018 al 2050, se calculó en función de la información retrospectiva aplicando la regresión lineal simple y múltiple con las variables explicativas.

La técnica de análisis Regresión Lineal Múltiple (RLM) está basada en el ajuste de una ecuación lineal a un conjunto de datos y es una de las más empleadas y usuales en todas las ciencias (Bosque y Moreno, 1994).

- d. Las entrevistas en profundidad a los agricultores se realizaron con la ayuda de una Guía de entrevista en profundidad: Percepciones y experiencias de los Agricultores sobre los efectos de la variabilidad climática y la producción agroalimentaria (Anexo 3). Estas entrevistas fueron previamente validadas por dos expertos para la obtención de aportes en relación a los temas que se abordaron (contenidos). Y con el fin de guardar la fidelidad de la información, las entrevistas fueron grabadas previa autorización de los entrevistados. Estas grabaciones fueron escuchadas, transcritas y procesadas a través del Software para análisis de datos cualitativos ATLAS Ti.

3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

a. Población Objetivo: Fueron los Agricultores con unidades agropecuarias de la Provincia de Acomayo de la Región Cusco.

b. Criterios de inclusión y exclusión

- **Criterios de inclusión:**

- Agricultores mayores de 18 años de edad con unidades agropecuarias que producen papa, maíz, y otros cereales

- **Criterios de exclusión:**

- Agricultores que no tienen unidades agrarias en la zona
- Agricultores que residen menos de tres (3) meses en la unidad agropecuaria.

c. Tamaño de Muestra

Muestra y cálculo del tamaño de muestra:

La información de la producción agroalimentaria de papa, maíz, cebada y quinua fueron obtenidas de la Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos - Área de Generación Estadística Agraria del Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI (fuentes secundarias).

La información de temperatura mínima y máxima así como de precipitación de las estaciones de la provincia de Acomayo, fue obtenida de la Dirección General del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI (fuente secundaria).

La entrevista en profundidad fue realizada con una guía de percepciones y experiencia de los agricultores sobre efectos de variabilidad climática y la producción agroalimentaria. Los agricultores entrevistados fueron 33 de los cuales se consideró 31 tomando el principio de saturación de datos (punto en el que ya no se obtiene nueva información y ésta comienza a ser redundante).

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

- a. En primer lugar se empleó la regresión lineal simple utilizando información de cada variable independiente, todas ellas referidas al producto en el periodo espacial geográfico como unidad de observación. En segundo lugar se analizó la influencia de los factores que intervienen en la producción con el análisis de regresión lineal múltiple.

Respecto a la regresión lineal simple y validez de los resultados se considera como uno de los procedimientos más utilizados para determinar la relación entre variables, capaces de explicar el comportamiento de una variable “dependiente” a través de otra variable “independiente” (WILLKS, 1995).

Usando esta técnica se puede identificar 3 elementos en la relación de las variables: la existencia de correspondencia entre las variables cuando se aprecia un ajuste lineal; dispersión en torno a la recta ajustada indicado qué tan bueno es el ajuste a través del coeficiente y el grado de asociación entre variables (razón de cambio de una respecto a la otra) por medio de la pendiente. El método de regresión lineal simple se realizó en forma independiente para cada producto con cada variable explicativa. Para analizar la validez estadística de los resultados del método de regresión lineal simple, se verificó el cumplimiento de tres requisitos: Distribución normal - Homocedasticidad y Autocorrelación:

- **Distribución normal:** Que los residuos del modelo de regresión lineal tengan una distribución normal. Para ello se usó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S), que determina la máxima diferencia encontrada entre la distribución teórica normal y la

distribución proporcionada de los datos de la muestra. La hipótesis nula plantea que los datos provienen de una distribución normal.

- **Homocedasticidad:** Que los residuos presenten una varianza constante. Para probar ello, se realizaron gráficas entre los residuos normalizados y los valores pronosticados, evaluando que la distribución de los residuos sea visualmente constante.
- **Autocorrelación:** La serie de residuos deben ser independientes (sin autocorrelación). Se usó la prueba de Durbin Watson que evalúa la independencia de los residuos (Spiegel, 1970).

Las bases de datos de los productos, fueron construidas con la información de la producción agroalimentaria de cada producto en el año y la información de las variaciones climatológicas utilizando como variables explicativas la cosecha o superficie cosechada por año (Ha), el promedio de temperatura en cada año (se consideró el periodo del ciclo de producción de cada producto) así como el total de precipitaciones en el año (del periodo de cultivo) información que se obtuvo de tres estaciones Pomacanchi, Paruro y Acomayo.

El modelo de regresión propuesto fue el siguiente:

$$P_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4$$

Donde P_i denota la producción anual de cada producto y β_i representa los parámetros a estimar del modelo.

X_1 = Cosecha (Año)

X_2 = Precipitación (Año)

X_3 = Temperatura promedio (Año)

X_4 = Año

Para ajustar el modelo, se empleó el paquete estadístico STATA 11.0. Se analizaron los residuales para verificar el grado de cumplimiento de las hipótesis de homogeneidad de varianzas y normalidad de los residuales (Montgomery *et al.* 2006). El modelo incluyó la cosecha o superficie cosechada anual, precipitaciones anuales, temperatura promedio del

año, como variables que explican la producción. Igualmente se realizó la regresión lineal simple con las variables explicativas en los años para tener los datos y estimar en el tiempo la producción de cada producto.

El cálculo de la información tomó como referencia el calendario agrícola adaptado a la provincia de Acomayo.

- b. El pronóstico de producción de los años 2018 al 2050, se calculó en función de la información retrospectiva aplicando la regresión lineal simple y múltiple con las variables explicativas.

La regresión lineal múltiple y validez de los resultados: El método de regresión lineal múltiple tendrá la función de predecir la variable dependiente (producción), como una función lineal de una familia de variables (parámetros) que puedan explicar el fenómeno de interés (Wilks 1995). Este ajuste va mejorando a medida que se integran más variables que ayuden a modelar el proceso completo. Las ecuaciones ajustadas son del tipo:

$$P_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4$$

Donde P_i es el valor estimado de la variable a predecir para la i ésimo producto. $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ Son las constantes estimadas en la regresión para X_1, X_2, X_3, X_4 variables explicativas o predictoras seleccionadas en el método de regresión.

Para identificar las variables que influyen más significativamente en la producción de cada producto se realizaron ajustes de ecuaciones de regresión lineal múltiple para cada producto, tomando como variable dependiente la producción, y variables independientes la temperatura media, precipitación anual, cosecha (Ha) y el año. En este proceso se incluyó el aspecto de colinealidad de las variables independientes.

- c. Se utilizó el precio referencial en chacra promedio nacional ponderado tomado del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI 2017 Boletín, Mayo 2017).
- d. La encuesta en profundidad fue procesada en ATLAS.ti. cuyo proceso típico de análisis, es el recorrido hacia la reducción y búsqueda del significado de los datos para la

elaboración de modelos teóricos sustantivos. Los Códigos fueron la unidad básica de análisis. Se desarrolló agrupaciones de las Citas, lo que implicó un segundo nivel de reducción de datos. (Muñoz y Sahagún, 2017).

La entrevista en profundidad, se realizó a agricultores que manifestaron libremente y en forma detallada sus motivaciones, creencias, experiencias y sentimientos sobre los efectos de la variabilidad climática en relación con la producción de alimentos, así como sus expectativas y proyecciones de producción en los próximos 30 años de tener las condiciones climáticas actuales para su hogar, comunidad y localidad. Para ello se utilizó una guía con temas no estandarizados (Navarrete, 2000).

3.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para obtener información de la producción agroalimentaria de papa, maíz, cebada y quinua de la provincia de Acomayo, se solicitó la información y autorización de uso en la investigación a la Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos - Área de Generación Estadística Agraria del Ministerio de Agricultura y Riego en Lima

Para la información referida a la temperatura y precipitación de las estaciones de la provincia de Acomayo, se solicitó la autorización e información a la Dirección General del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI.

Del mismo modo se solicitó el consentimiento informado de los agricultores de la provincia de Acomayo para la entrevista y recojo de sus percepciones sobre el cambio climático, los efectos en la producción agroalimentaria así como las medidas de resiliencia o estrategias de adaptación que utilizaron para hacer frente a este cambio, dando a conocer el carácter de confidencialidad de la información reportada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DINÁMICA DE LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN ACOMAYO EN LOS AÑOS 2000 AL 2017

La Figura 5 muestra que la producción de papa en Acomayo ha tenido variaciones sustanciales durante los años 2000 al 2017, en ese contexto se observa que desde el año 2005, ha tenido una mejora importante en la cantidad (TM) pasando aproximadamente de 8.002.50 (TM) en el año 2001 a 12.834 (TM) en el año 2009 y llegando a 18,650 (TM) en el año 2012, luego presenta un descenso en los años 2014 con 13,916.50 (TM), disminuyendo a 11.539 (TM) al año 2017. Del mismo se han presentado variaciones en relación a la superficie cosechada, siendo 825.50 (Ha) en el año 2000, incrementando esta cantidad progresivamente: el año 2002 se tenía un área de 1,395 (Ha), el 2003 1,602 (Ha) llega a 1,769 en el año 2015, para disminuir en el 2016 a 1,227 (Ha) de superficie cosechada.

La producción de papa en Acomayo se caracteriza por ser desarrollada en pequeñas parcelas, en zonas de laderas, pata patas y andenes, son áreas de secano que dependen de las lluvias. En general son áreas de rotación para la siembra de los diferentes cultivos, los que se realizan con la participación y decisión de la organización comunal. Son denominados Muyuy, entradas o laymes, los períodos de descanso van a depender fundamentalmente de la cantidad de tierras disponibles para el cultivo del año, variando este de 3 a 5 años aproximadamente.

Situación similar de producción de papa en Acomayo se evidencia en algunas Regiones como Piura y Lambayeque, estos apenas llegan a 9,5 TM/Ha. y 6,6 TM/Ha, respectivamente. Mientras que en Arequipa se obtiene un rendimiento promedio de 33,5 TM/Ha. y en Ica 32,2 TM/Ha, (MINAGRI, 2017), Estas diferencias están relacionadas directamente con el manejo del cultivo en áreas bajo riego o bajo secano; en las regiones de Huánuco, Junín, Cusco, Ayacucho, Apurímac y Huancavelica, los rendimientos son más bajos, porque la mayoría proviene de áreas bajo secano y en una pequeña proporción de áreas bajo riego (MINAGRI, 2017).

La superficie cosechada de este cultivo en el año 2016 fue de 311, 2 mil hectáreas (Ha) a nivel nacional, ocupando el segundo lugar, después del arroz, en el conjunto de cultivos transitorios que se siembran normalmente en el país (MINAGRI, 2017), la diferencia con Acomayo es que la producción de papa ocupa el primer lugar, por ser un alimento de primera necesidad en la población.

La disminución de la producción de papa en Acomayo en el año 2016 es un reflejo de lo que sucede a nivel de País, es así que la producción nacional del año 2016 llegó a 4 527,6 mil toneladas (TM), cantidad inferior en 4,0%, en comparación con la producción del año 2015 que fue de 4 715,9 mil (TM) (MINAGRI, 2017).

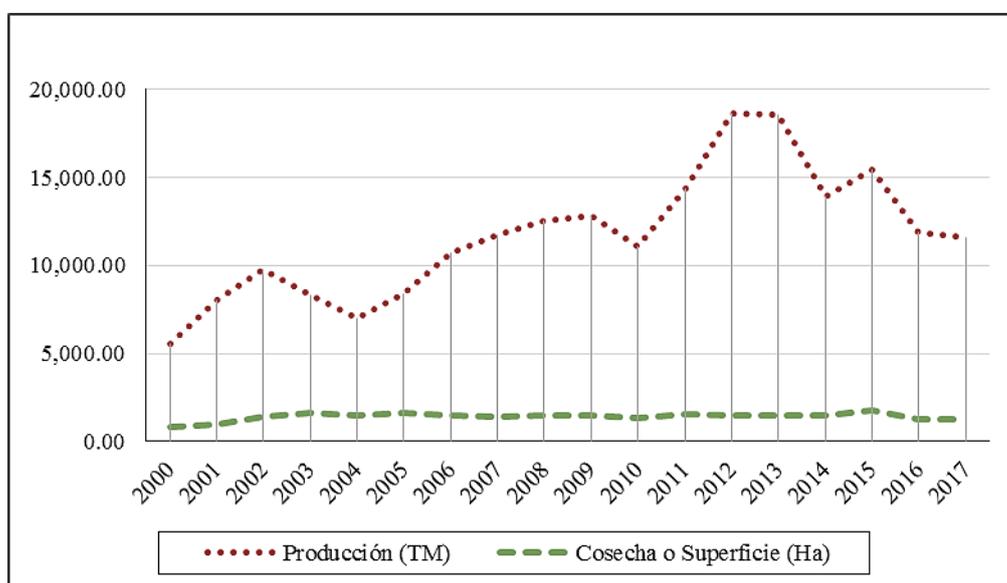


Figura 5: Dinámica de producción anual de papa en la Provincia de Acomayo

En la Figura 6 se muestra la producción del cultivo de maíz en Acomayo, la cual registra variaciones, durante los años del 2000 al 2017 entre 1,229 (TM) para el año 2000 disminuyendo para el 2001 a 681 (TM), e incrementándose posteriormente a 1,442.20 (TM) en el 2003, y llegar en el año 2015 a 1,839 (TM) cantidad más alta para luego volver a descender en el año 2016 a 1440.30 (TM). Simultáneamente se observa que la superficie de cosecha ha incrementado progresivamente es así que en el año 2000 se tuvo una cosecha de 824 (Ha), en el año 2003 hay incremento a 967 (Ha) sigue el año 2007 con 1,123 (Ha) a 947 (Ha) hasta llegar a los 1,268 (Ha) en el año 2015 para luego disminuir en el año 2016 a 996 (Ha).

Al igual que en la papa, el maíz se siembra en condiciones de secano dependiente fundamentalmente de las lluvias y de las condiciones de superficies cultivables. Por ello la siembra se realiza en el mes de octubre, por la presencia de lluvias.

La disminución en la producción de maíz tiene relación con lo sucedido en varias regiones y sobre todo en la región Cusco, disminuyendo la producción de maíz amiláceo el año 2016 de 65 mil toneladas a 60 mil toneladas. En Apurímac, se presentó una caída de -14,19% por la escasez de lluvias que originaron la aparición de diversas plagas. También disminuyeron la producción en Cajamarca (-9,73%), Huancavelica (-0,91%) y Ayacucho (-12,45%). (INEI, 2017)

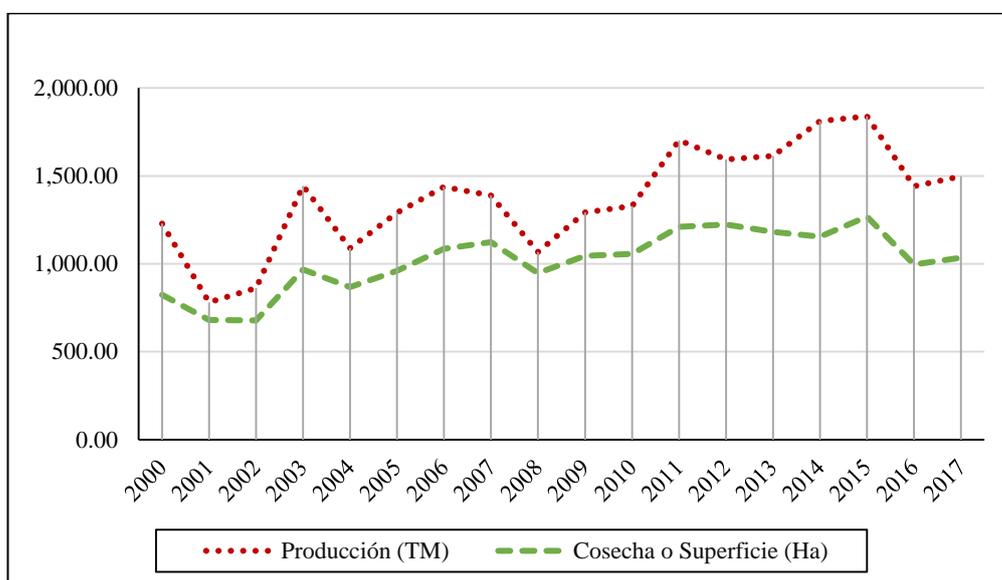


Figura 6: Dinámica de producción anual de maíz en la Provincia de Acomayo

Respecto a la producción de cebada, en la Figura 7 se muestra variaciones durante los años del 2000 al 2017, siendo el año de mayor producción el año 2002 que alcanza a 2,122 (TM), luego se presenta una disminución hasta 1261.20 (TM) en el 2003, e incrementándose en el año 2010 a 2,034.52 (TM), en los años del 2011 al 2017 la producción tuvo una disminución llegando la última cifra a 1,411.30 (TM). En este contexto se observa que la superficie de producción también ha ido disminuyendo permanentemente de 2,038 (Ha) en el año 2002 a 1,102 (Ha) en el año 2016.

La producción de cebada se realiza en condiciones de secano, en áreas generalmente de ladera por la capacidad de protección de erosión del suelo (MINAGRI, 2011), zonas que durante los años anteriores se sembraron haba o papa, por el aporte de nutrientes que quedan para su adecuada producción.

La producción de cebada en Acomayo presenta cierta similitud con la disminución de producción a nivel nacional ya que MINAGRI en su boletín estadístico de producción agrícola, pecuaria y avícola determina que la disminución de la superficie cosechada de cebada grano (-7%), fue en: La Libertad (-51%), Puno (-8%) y Ayacucho (- 19%) (MINAGRI, 2017).

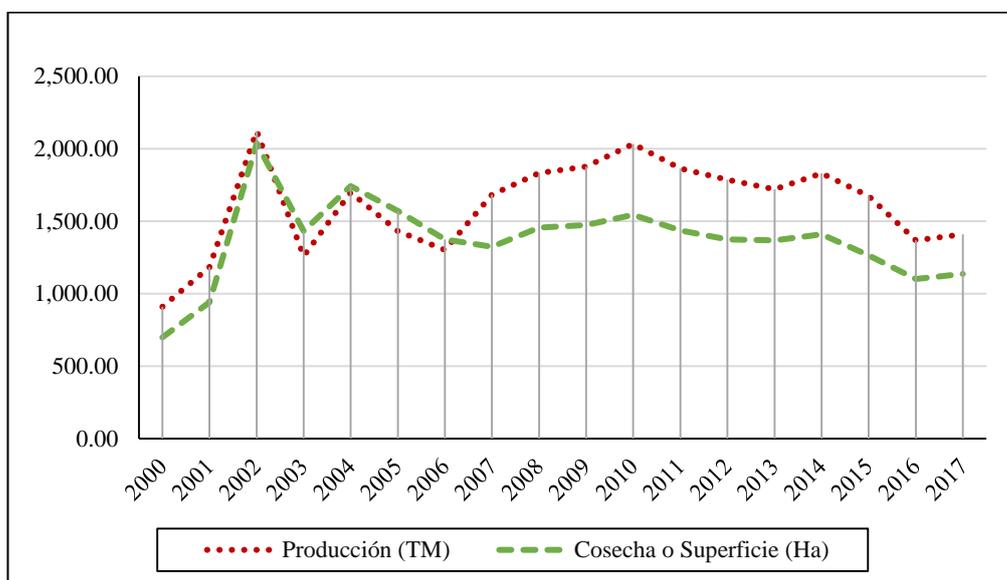


Figura 7: Dinámica de producción anual de cebada en la Provincia de Acomayo

La Figura 8 muestra que la producción de quinua es más o menos constante, desde el año 2000 al 2014 encontrándose entre 19.50 (TM) y 46 (TM) respectivamente. Sin embargo el año 2015 existe un incremento inusual de 153 (TM) sembrado en 145 (Ha) de superficie, para posteriormente disminuir en el 2016 a 119.80 (TM) en 122 (Ha) y en el 2017 a 114 (TM) en 117 (Ha). La producción de quinua en Acomayo se da en pequeña escala y es destinada fundamentalmente al consumo familiar. La siembra de este cereal generalmente se realiza en forma asociada con el maíz, por ello la producción son en cantidades menores de 50 (TM). El incremento de la producción en el año 2015 fue debido a la promoción de la quinua para la exportación por parte del gobierno de turno,

solo en esta época existieron extensiones de tierras destinadas a la producción como monocultivo.

En el informe emitido por (INEI, 2017). El nivel productivo de la quinua en el año 2016 retrocedió en -26,51% por menores áreas cosechadas (-8,03%) y sembradas (-2,99%) y bajos rendimientos (-20,09%), aunado a la variabilidad climática y al déficit de lluvias que ocasionaron estrés hídrico al cultivo. Siendo Puno el primer centro productor de quinua, mostró una disminución en su producción de -7,99%. También presentaron caídas los centros productores de Arequipa (-72,49%), Junín (-55,37%), Apurímac (-16,94%) y Cusco (-8,24%). Situación similar a la que se visualiza en la Figura 8.

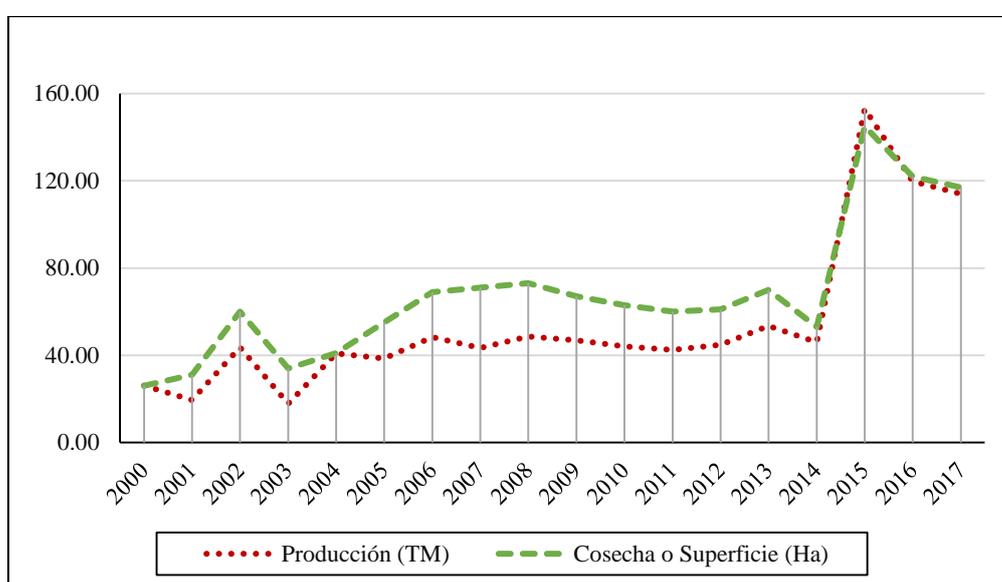


Figura 8: Dinámica de producción anual de quinua en la Provincia de Acomayo

4.2 VARIABILIDAD CLIMÁTICA (PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA) EN ACOMAYO EN LOS AÑOS 2000 AL 2017

Si se toma en cuenta que la precipitación promedio anual (ver Figura 4) es 700 mm en zonas de sierra según SENAMHI, y considerando que Acomayo cuenta con áreas de cultivo entre 3,000 a 4000 msnm se observa que hay variaciones de precipitación durante los años 2000 al 2017 habiendo llegado a precipitaciones superiores al promedio en los años 2002 con 975.87 mm, en el año 2010 con 984.82 mm, mientras que el año 2005 se tuvo una precipitación de 693.4 mm, en el 2009 de 689.95 mm y en el 2016 de 671.47

mm . De este modo se puede apreciar que algunos años han sido más lluviosos que otros y en ocasiones donde ha disminuido la precipitación se han presentado etapas de sequía.

Respecto de las precipitaciones Fernando Eguren (2012) en el estudio Vulnerabilidad de la seguridad alimentaria en el Perú y cambio climático dice que en los Andes, desde el norte hasta el centro de Perú las lluvias aumentarían en todas las estaciones del año. También las lluvias aumentarían significativamente en el sur del Perú (10-20 mm/mes), pero en la temporada seca - junio, julio y agosto (JJA)- variarían muy levemente (aumentando o disminuyendo menos de 3 mm por mes). Tema que ciertamente difiere de lo señalado en la Figura 9 por que existe una tendencia a la disminución de las precipitaciones.

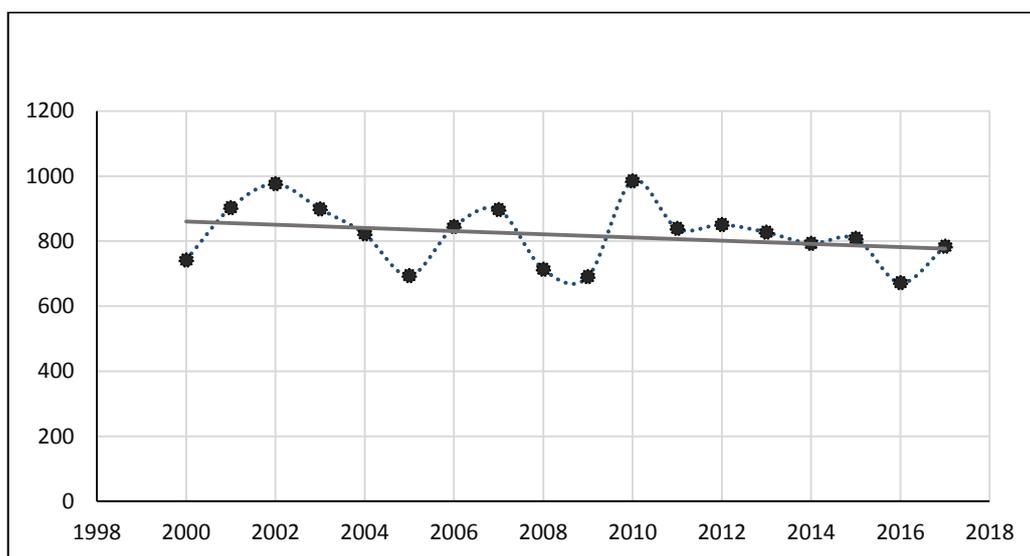


Figura 9: Precipitación (mm) promedio anual en la Provincia de Acomayo

La temperatura media anual (Figura 4) establecida para una zona de sierra según SENAMHI es de 12 °C en relación a ello, se puede observar que la temperatura promedio en Acomayo ha tenido un incremento casi sostenido partiendo de 12.63°C en el año 2000, para luego pasar a 13.84°C en el año 2010 y 14.3 °C en el año 2016.

Si bien la temperatura media anual no hace visibles las temperaturas mínimas ni máximas en Acomayo, de acuerdo a la información obtenida de las 3 estaciones de Paruro, Pomacanchi y Acomayo, existen días con temperaturas superiores a 12°C e inferiores a 0°C como muestra la Figura 10.

Eguren (2012) en el estudio Vulnerabilidad de la seguridad alimentaria en el Perú y cambio climático hace referencia a la temperatura e indica que según El IPCC proyecta el calentamiento global tomando como base el promedio de 1980-1999, hacia el promedio de los años 2090-2099. Los distintos escenarios prevén aumentos acumulados de temperatura entre 1,8°C y 4,0°C. Pero en las zonas frías, el calentamiento global reduciría las heladas, favoreciendo la agricultura. En los Andes cada grado centígrado de temperatura significa un desplazamiento de 100 a 150 m hacia arriba. Los cultivos se desplazarían hacia zonas más altas. Situación que confirma en relación a la temperatura presentada en la Figura 10.

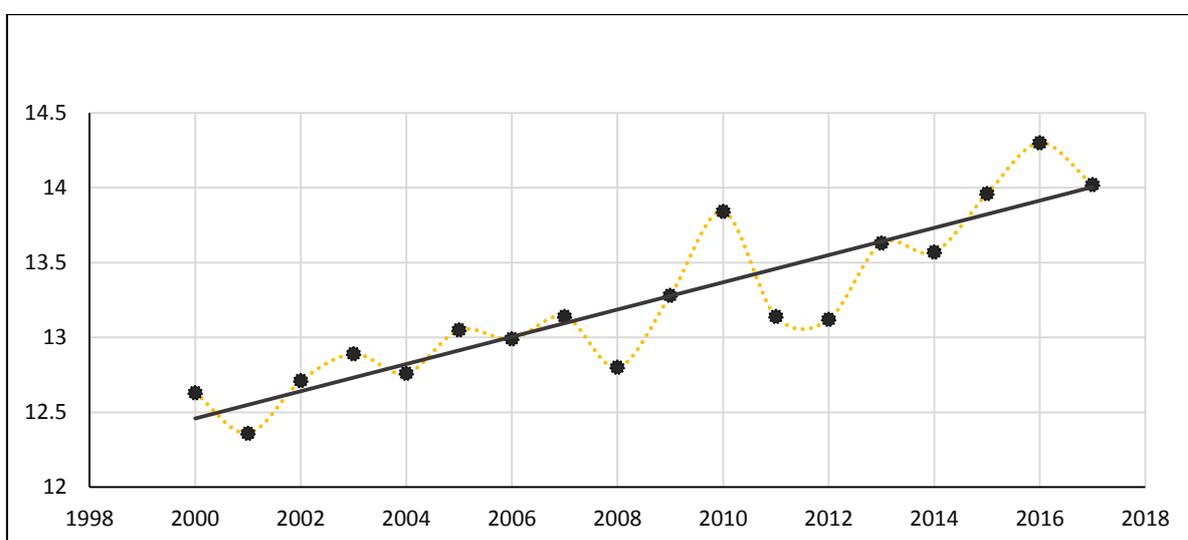


Figura 10: Temperatura (°C) promedio anual en la Provincia de Acomayo

Considerando que el mes de octubre concentra la mayor proporción de agricultores que siembran la papa (ver Figura 11), se observa que la precipitación ha sido escasa durante los meses de octubre y noviembre, llegando como máximo a 101,08 mm por mes.

La temperatura promedio día llega a 14.11°C en octubre y 14.74 °C en noviembre, y lo resaltante es que las temperaturas máximas llegaron entre 28, 29 y 30 °C., situación que probablemente ha sido determinante para el retraso de la siembra del producto.

Igualmente se puede apreciar que a partir del mes de diciembre las lluvias empiezan a mejorar llegando en algunos casos a ser meses muy lluviosos, es el caso de los meses de enero y febrero de los años 2000 al 2011 los que llegan hasta 181 mm y 184 mm respectivamente, mientras que durante los años 2012 al 2017 las lluvias tienden a disminuir, llegando a 156 mm en enero y 146 mm en febrero.

Del mismo modo se puede observar que la precipitación disminuye en el mes de abril entre los años 2005 al 2011 llegando a 61.05 mm y en el mes de mayo a 11.91 mm en los años del 2000 al 2005. Posteriormente las precipitaciones son menores. Meses en los que la temperatura mínima llega a $-1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ en abril y en mayo $-5.4\text{ }^{\circ}\text{C}$., así mismo las temperaturas máximas llegan de $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ respectivamente. Temperaturas que probablemente hayan facilitado la floración y tuberización adecuada de la papa.

Las temperaturas observadas para el cultivo de papa tienen cierta similitud con las temperaturas que considera INTAGRI S.C. (2017) ya que la temperatura óptima para una mejor producción va de 17 a $23\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La época de siembra de papa también coincide con lo señalado en la Figura 11 realizándose a principios de la primavera en zonas templadas. La papa, necesita una variación de las temperaturas entre el día y la noche. Dicha variación debe ser entre 10 a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el aire. La temperatura del suelo adecuada para el desarrollo de tubérculos debe ser de 10 a $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante la noche y de 16 a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el día. Cuando la oscilación de estas temperaturas es menor, se ve afectado el crecimiento y tuberización de la papa (INTAGRI S.C., 2017).

Los requerimientos de agua según menciona INTAGRI S.C. (2017) varían entre los 600 a 1000 milímetros por ciclo de producción, lo cual dependerá de las condiciones de temperatura, capacidad de almacenamiento del suelo y de la variedad. Las mayores necesidades se dan en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos, por lo que requiere de riego en los periodos más críticos del cultivo, cuando no se presenta precipitación. Las etapas finales del desarrollo del cultivo son las más susceptibles a la deficiencia de agua en las cuales se puede reducir el rendimiento considerablemente en relación a que si esta deficiencia ocurre en etapas iniciales. Los cuales concuerdan con los requerimientos establecidos en Acomayo.

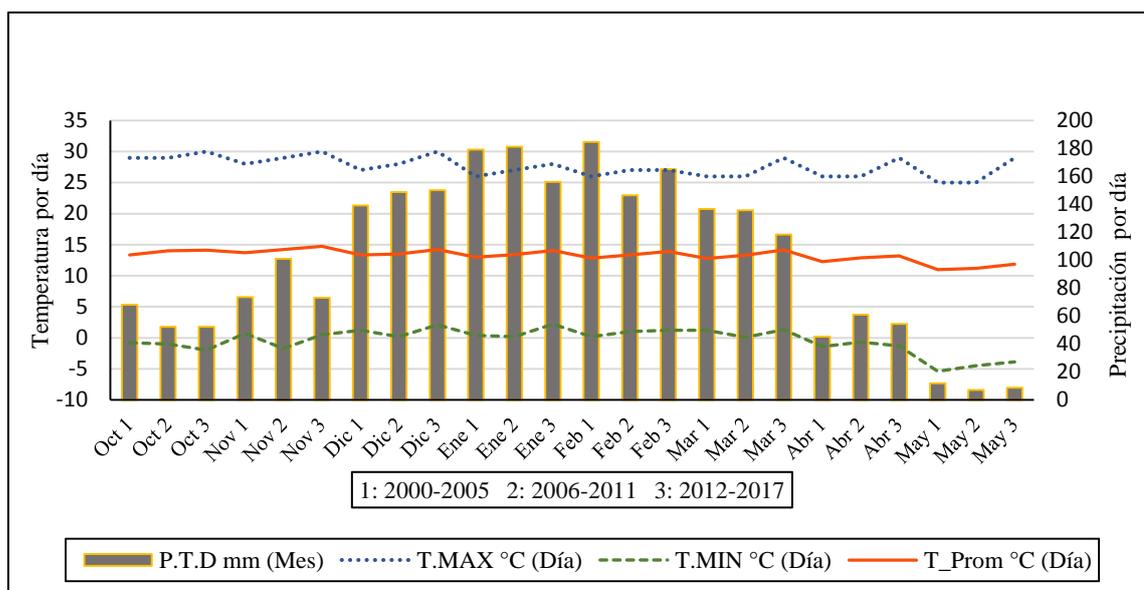


Figura 11: Índices climáticos durante la producción de papa Acomayo – Cusco 2000-2017

Similar condición climática a la producción de papa se presenta en la producción de maíz, iniciándose la siembra entre los meses de octubre y noviembre con la presencia de pocas lluvias teniendo un máximo de 101.08 mm por mes y una temperatura promedio por día de 14.11°C en octubre y 14.74 °C en noviembre, las temperaturas máximas llegaron entre 28, 29 y 30 °C., que en alguna medida hace que la preparación de los terrenos requieran de riego según disponibilidad y en ocasiones sea postergada el inicio de la siembra.

En la Figura 12 se observa que en los meses posteriores existe una mayor presencia de lluvias, dando lugar a la presencia de algunos meses muy lluviosos, durante el proceso de crecimiento del maíz, como es el caso de los meses de enero y febrero de los años 2000 al 2011 llegando a 181 mm y 184 mm respectivamente, mientras que durante los años 2012 al 2017 las lluvias tienden a disminuir a 156 mm en enero y 146 mm en febrero.

Así mismo en la Figura 12 se observa que en el mes de abril de los años 2005 al 2011 disminuye fuertemente la presencia de lluvias hasta llegar a 61.05 mm y en el mes de mayo de los años 2000 al 2005 llega a 11.91mm. Posteriormente las lluvias son menores, meses en los que la temperatura mínima llega a - 1.4 °C en abril y en mayo - 5.4 °C., así mismo las temperaturas máximas llegan de 26 °C y 29°C respectivamente. Que en alguna medida favorecen a la producción adecuada del maíz.

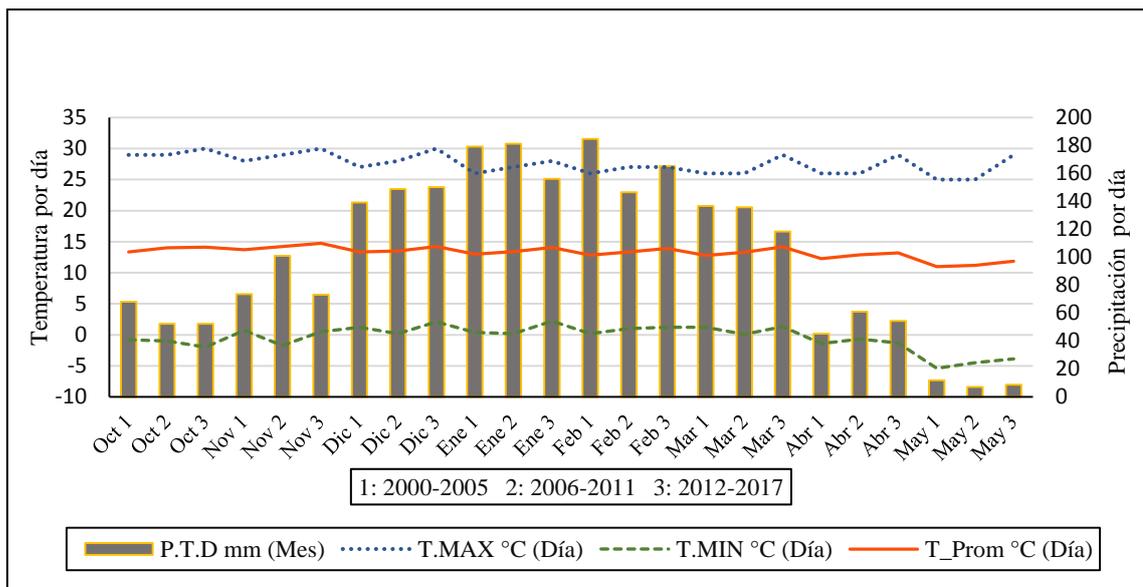


Figura 12: Índices climáticos durante la producción de maíz Acomayo – Cusco 2000 – 2017

La producción de cebada en Acomayo (ver Figura 13) presenta temperaturas más o menos acordes con los que se requiere para una producción adecuada, es así que durante la germinación tenemos temperaturas promedio entre 13 y 14 °C y precipitaciones entre 73 a 101.08 mm en los meses de noviembre de los años 2000 al 2005, incrementándose progresivamente esta temperatura promedio cercano a 15 °C en los meses de crecimiento y floración, así como las lluvias en los meses de diciembre con 148 mm y febrero con 184 mm para luego empezar a disminuir hasta llegar en mes de marzo a 118.27 mm y en abril a 61.05, disminuyendo fuertemente en la etapa de cosecha que generalmente se da entre los meses de mayo y junio. Sin embargo se pueden observar meses muy lluviosos y temperaturas superiores a 25 °C los que en alguna medida estarían afectando en la producción normal de la cebada.

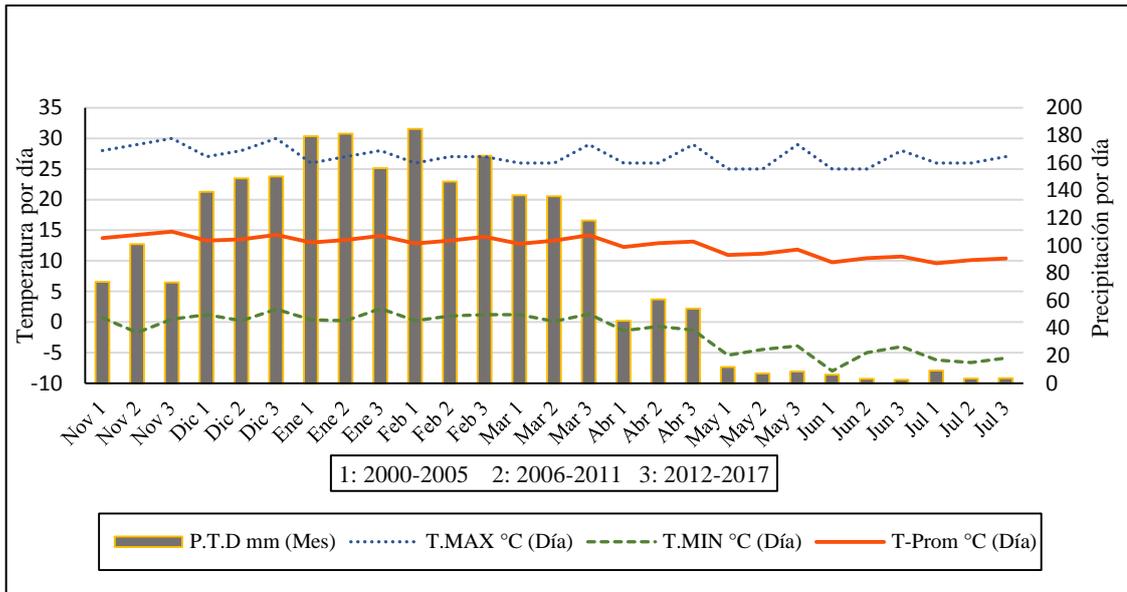


Figura 13: Índices climáticos durante la producción de cebada Acomayo – Cusco 2000 – 2017

La siembra de quinua en Acomayo es en pequeña escala, la quinua es un producto menos sensible a los cambios de temperatura y precipitación, es así que la producción se realiza en forma asociada fundamentalmente con el maíz que genera sombra y humedad para su crecimiento.

La Figura 14 muestra que la siembra de la quinua se inicia con las primeras lluvias y a una temperatura promedio día de 12.31 °C y una temperatura máxima de 28 °C sin embargo, la precipitación va en aumento hasta llegar a una precipitación promedio de mes de 181.3 mm en el mes de enero y 184 en el mes de febrero para de ahí en adelante disminuir. La temperatura máxima se mantuvo entre los 26 a 29 °C.

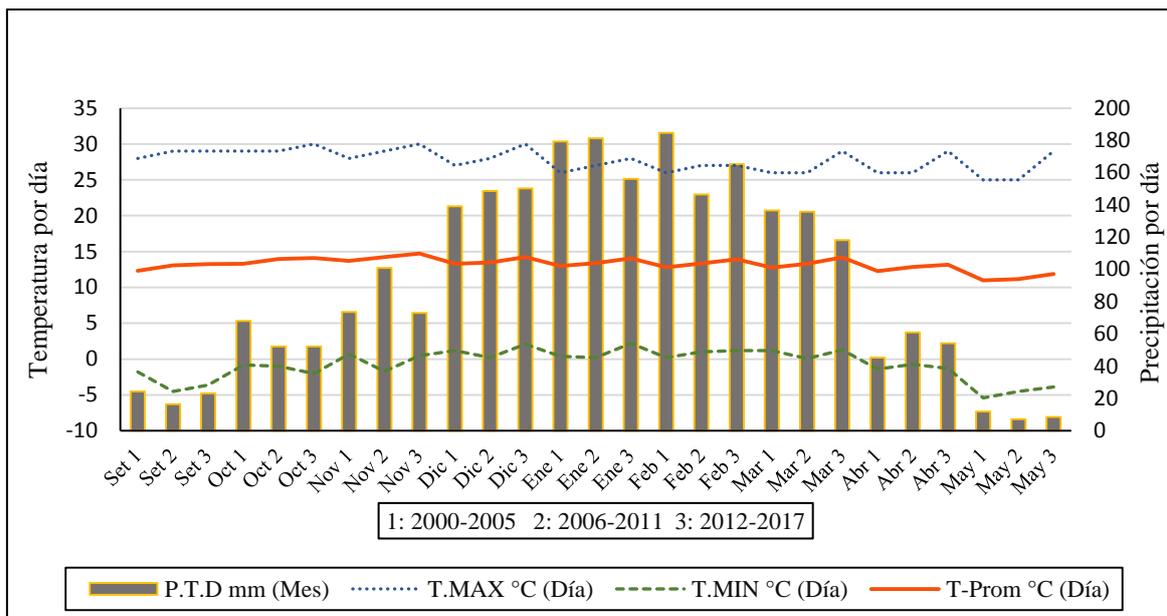


Figura 14: Índices climáticos durante la producción de quinua Acomayo – Cusco 2000 – 2017

4.3 EFECTOS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA – ACOMAYO EN LOS AÑOS 2000 AL 2017

Las pruebas estadísticas muestran que existe una relación estadísticamente significativa entre la producción de papa y la temperatura con un nivel de confianza del 95 % ya que la probabilidad de F es 0.0006 menor a 0.05 por tanto el modelo si explica a la variable producción.

En ese contexto el estadístico R^2 (R-squared) indica que el 75.93 % de la producción de papa es explicada por el modelo compuesta por (4) cuatro variables: cosecha (área o superficie de producción), temperatura, precipitación y año.

Los coeficientes de correlación se resumen en la siguiente ecuación.

$$Y_{PAPA} = 2.96 X_1 + 7.86X_2 - 5399.54X_3 + 990.98X_4 - 19117867$$

X_1 = Cosecha (Año)

X_2 = Precipitación (Año)

X_3 = Temperatura promedio (Año).

X_4 = Año

La desviación estándar de los residuos es 2122.265, y el valor-P es 0,024 cifra menor a 0.05 el mismo que indica que el coeficiente temperatura es estadísticamente significativa, el resto de las variables no fueron significativas, entonces se puede expresar que por cada punto que suba la temperatura la producción de papa aumentaría en 5399.54 TM (correlación moderada) siendo este valor estadísticamente significativo y habiendo sido ajustado por las variables cosecha, precipitación y año.

La Figura 15 muestra que en los años del 2000 al 2017 la producción de papa ha presentado variaciones en la cantidad (TM) sin embargo tiende a incrementar progresivamente, aunque no en forma muy marcada. Es así que la producción de papa en el año 2000 fue de 5,520 (TM) pasando por 8,002.50 (TM) en 2001 y llegando al 2002 con 9771 (TM), la superficie cosechada fue incrementando desde 825.5 (Ha) en el año 2000 a 989 (Ha), en el año 2001, llegando al año 2003 con 1602 (Ha). En este contexto la temperatura es uno de los elementos que va de 12.36 °C en el 2001 y llega a 12.89 en el año 2003.

Entre los años 2004 y 2005 hay disminución probablemente por la disminución de superficie cosechada a 1508.60 ha. en el 2004; sin embargo en el 2005 la superficie cosechada alcanza a 1606 (Ha) y la precipitación disminuye a 693.4 mm por año, situación que probablemente haya influido en la disminución de la producción. Entre otros se observa el incremento progresivo de la temperatura media anual teniendo en el año 2004 una temperatura media anual de 12.76 °C y reportándose al año 2009 la temperatura media anual de 13.28 °C

A partir del 2006 se tiene un incremento progresivo de la producción de papa hasta el año 2009 en el que se obtuvo 12,834 (TM) en una superficie cosechada de 1514 (Ha) con una precipitación anual de 689.95 y disminuir fuertemente en el año 2010 a 11,031 (TM) de papa en una superficie de 1309 (Ha) y una precipitación anual de 984.82 mm cantidad que probablemente haya sido marcada por el exceso de lluvias y la disminución de superficie cosechada así como el incremento de temperatura promedio anual a 13.84 °C respecto de los años anteriores.

Se observa que los años 2011, 2012 y 2013 han tenido un incremento importante en la producción de papa en Acomayo, el año 2011 se obtuvo la cantidad de 14,303 (TM) en

una superficie cosechada de 1,531 (Ha) para el año 2102 arroja 18,650 (TM) de papa en una superficie de 1507 (Ha) en el año 2013 se reporta 18,528 (TM) en una superficie de 1512 (Ha). La precipitación promedio anual fue algo similar durante estos 3 años, siendo la precipitación anual de 838 mm para el año 2011, 850.47 mm para el año 2012 y 827.07 mm para el año 2013. Del mismo modo la temperatura promedio fluctuó entre 13.14 °C en el año 2011, 13.12 °C en el año 2012 y 13.63 °C en año 2013. Condiciones climáticas que probablemente han favorecido en el incremento de producción de este alimento.

Los años 2014 al 2017 se evidencian un incremento de temperatura promedio que van desde 13.57 °C en el año 2104 y 13.96 °C en el año 2015 llegando a 14.3° C en el año 2016 y 14.02 °C en el año 2017. Es importante manifestar que mientras se mantenía la temperatura promedio en el rango de 13 °C la producción en alguna medida se mantenía incrementada, reportándose entre 13, 916.50 (TM) para el año 2014 y 15,448.05 (TM) en el año 2015. Que al subir al rango 14 °C disminuyó fuertemente llegando a producir 11,832.50 (TM) en el año 2016 y en el año 2017 la cantidad de papa es 11,539.50 (TM).

En relación a la precipitación también ha sufrido una disminución es así que en el año 2014 se tuvo una precipitación anual de 792.83 mm y en el año 2015 una precipitación anual de 808.02 mm, en el año 2016 se registra una disminución a 671.47 mm y en el año 2017 una precipitación de 783.1 mm, entre tanto también se identificó la disminución de superficie cosechada en el 2016 a 1227 (Ha) y en el 2017 1,239 (Ha) reportes que probablemente tengan relación con la disminución de la producción a 11,832.50 (TM) en el año 2016 y 11,539.50 (TM) en el año 2017.

Torres (2016) en el trabajo “Impacto de Cambio Climático en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa* Will) en el departamento de puno” – UNALM para determinar el impacto en el cultivo de papa en Huancané indica que la temperatura crítica para el cultivo de papa varía de 14°C a 30°C. La temperatura máxima proyectada hacia el 2071-2100 es de 19°C y la temperatura mínima proyectada es de 5.9°C, durante los meses del periodo vegetativo, consideró que el impacto de cambio climático no será negativo. Respecto a la precipitación óptima, fue de 350 a 650mm, y el pronóstico de la Precipitación efectiva (Pe) es de 566. 2 mm para el escenario más severo B2, mayor al actual que es de 575. 6 mm Según la Dirección Regional de Puno en los

últimos dos periodos 2013-2014, 2014-2015 la producción de papa ha aumentado en 12% y 19%, siendo las producciones de 14,212 y 16,901 (TM) respectivamente, muy mayores a otros años como por ejemplo a inicios del año 2000 en los que la producción era de 7,284 (TM) ; por lo que ante la mega del efecto negativo del cambio climático en dicho cultivo, se deduce que la producción en crecimiento, se vería afectada de manera negativa, y debido a las altas tasas de producción puede afectarse la población en su seguridad alimentaria así como en su fuente de ingreso para los productores

Similar es la situación de la producción de papa en Acomayo por lo que el impacto del cambio climático estaría favoreciendo en el incremento de la producción por depender fundamentalmente de la temperatura y de la precipitación.

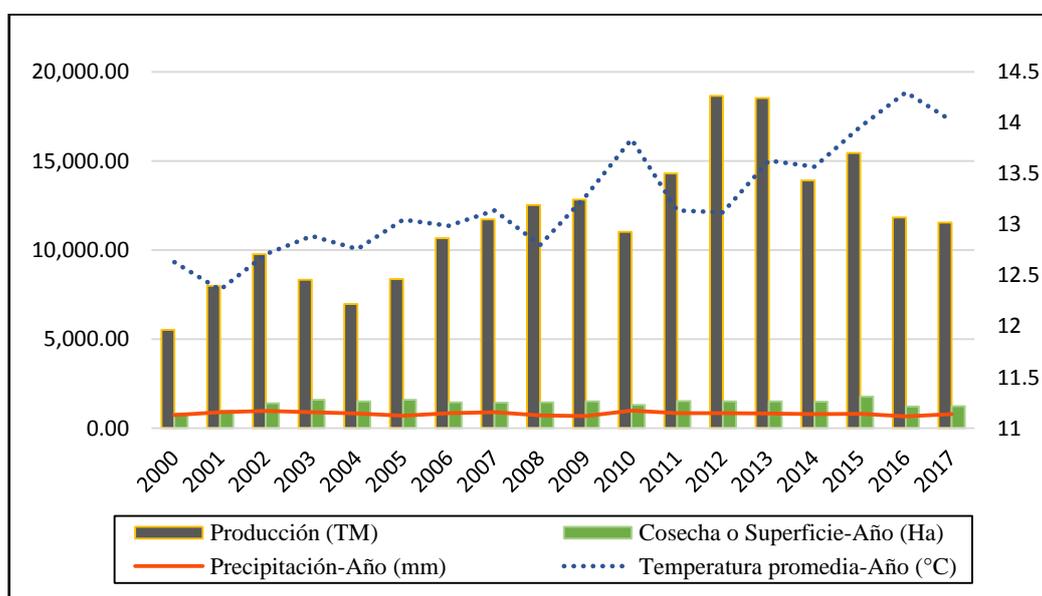


Figura 15: Producción de papa en condiciones de precipitación y temperatura 2000-2017 Acomayo – Cusco

Complementando el análisis, el incremento en la producción de papa favorecido en alguna medida con el incremento de la temperatura, también se ha visto favorecido simbólicamente con el precio en el mercado que va en ascenso progresivo. Considerando que la papa en Acomayo es destinada fundamentalmente al consumo familiar, es posible que este incremento haya dado lugar a las familias a abastecerse y disponer del alimento, un tiempo adicional y contribuir con la seguridad alimentaria (Ver tabla 5).

Tabla 5: Valor monetario referencial de la producción de papa en Acomayo

Año	Precio de papa por kilo (S/.) *	Producción de papa (TM) Acomayo	Valor Monetario de la papa en Acomayo (S/.)
2007	0.45	11,720.40	5,274.18
2008	0.59	12,525.50	7,390.05
2009	0.66	12,834.00	8,470.44
2010	0.62	11,031.72	6,839.67
2011	0.68	14,303.00	9,726.04
2012	0.72	18,650.40	13,428.29
2013	0.77	18,528.00	14,266.56
2014	0.73	13,916.50	10,159.05
2015	0.89	15,448.05	13,748.76
2016	1.03	11,832.50	12,187.48
2017	0.92	11,539.50	10,616.34

* Precio en chacra promedio nacional ponderado obtenido de Boletín Mayo 2007 MINAGRI

Las pruebas estadísticas muestran que existe una relación estadísticamente significativa entre la producción de maíz y la cosecha (superficie cosechada en Ha) con un nivel de confianza del 95 % ya que la probabilidad de F es 0.000 menor a 0.05 por tanto el modelo si explica a la variable producción.

En ese contexto el estadístico R² (R-squared) indica que el 86.41 % de la producción de maíz es explicada por el modelo compuesta por (4) cuatro variables: cosecha (área o superficie de producción), temperatura, precipitación y año.

Los coeficientes de correlación se resumen en la siguiente ecuación.

$$Y_{MAIZ} = 1.48 X_1 - 0.14X_2 + 138.16X_3 - 8.18X_4 + 14573$$

X_1= Cosecha (Año)

X_2 = Precipitación (Año)

X_3 = Temperatura promedio (Año)

X_4 = Año

La desviación estándar de los residuos es 0.2687255, y el valor-P es 0,0 cantidad menor a 0.05 el mismo que indica que el coeficiente cosecha o superficie de cosecha es estadísticamente significativa, el resto de las variables no fueron significativas, entonces se puede manifestar que por cada punto que suba la superficie cosechada la producción de maíz aumentará en 0.27 (TM) (correlación débil) siendo este valor estadísticamente significativo y habiendo sido ajustado por las variables temperatura, precipitación y año.

La Figura 16 muestra que durante los años del 2000 al 2017 el maíz ha presentado variaciones en la cantidad (TM) producida; sin embargo se evidencia una tendencia de incremento no muy contundente, debido a la frecuencia de variaciones siendo seis (6) los años de mayor producción entre ellos el año 2000, 2003, 2006, 2011, 2014 y 2015.

La producción de maíz en el año 2000 fue de 1229, en el año 2003 de 1444.20 (TM) en el año 2006 fue 1436 (TM) en el año 2011 se tuvo 1711 (TM) en el año 2014 se reportó 1811.49 (TM) llegando al año 2015 con 1839 (TM) la superficie cosechada fue incrementando en los años citados desde 824 (Ha) en el año 2000, 967 (Ha) en el año 2003, para el año 2011 se tuvo 1211(Ha) para el año 2014 se registró 1155 (Ha) y para el año 2015 un área 1268 (Ha).

Las cifras reportadas en temperatura media anual y precipitación indican una variación mínima que va desde los 12.63 °C y de 741 mm en el año 2000, para el año 2003 se tuvo una temperatura media anual de 12.89 °C y una precipitación de 898 mm, para el año 2006 la temperatura media anual de 12.99 °C, y de precipitación 844.52 mm en el año 2011 una temperatura media anual de 13.14 °C, y una precipitación media anual de 838.8 mm., para el año 2014 una temperatura media anual de 13.57 °C y una precipitación de 792.83 mm y para el año 2015 una temperatura media anual de 13.96 °C y una precipitación media anual de 808.02 mm, factores que posiblemente hayan permitido el incremento en la producción de este producto.

Los años que muestran menor producción del maíz son fundamentalmente tres (3), estos fueron los años 2001, 2002 y 2004. Durante estos años la producción fue de 780.90 (TM) para el año 2001, con una superficie cosechada de 681 (Ha) y en condiciones de clima con una temperatura de 12.36 °C y precipitación anual de 902.48, en el año 2002 la producción fue de 861.90 (TM) con una superficie cosechada de 678 (Ha) bajo una

temperatura promedio anual de 12.71 °C y una precipitación anual de 975.87 mm, y en el año 2004 la producción de maíz fue de 1089.40 (TM) con un área de 867 (Ha) en condiciones de temperatura de 12.76 °C y una precipitación anual de 822 mm .

Entre otros, los años 2010, 2016 y 2017 muestran que la temperatura ha sido superior a los 12 °C observándose para el año 2010 una temperatura de 13.84 °C y una precipitación anual de 984 para una superficie de 1056 (Ha) y una producción de 1329 (TM) en el año 2016 tenemos una temperatura media anual de 14.3°C , una precipitación de 671.47 mm con una superficie de cosecha de 996 (Ha) y una producción de 1441.30 (TM) para el año 2017 se tuvo una temperatura media anual de 14.02 °C y una precipitación anual de 783.1 mm para un área de 1035 (Ha) y una producción de 1497.05 (TM).

La Figura 16 aparentemente muestra que mientras hay un incremento de temperatura hay una ligera disminución de las lluvias que podrían ser las razones por las cuales la producción de maíz se vea algo disminuida, pese al ligero incremento de áreas de cultivo destinados para este producto.

Según Ortiz (2012) en su documento El cambio climático y la producción agrícola indica que la temperatura de la tierra aumentó entre los años 1850 y 2010 a razón de 0,5 °C por siglo, pero dicha marca aumentó a 0,7 °C a partir de 1900, a 1,3 °C a partir de 1950 y a 1,8 °C durante los últimos 35 años. Las últimas dos décadas se encuentran entre las más calurosas desde que se comenzó a llevar registro de las temperaturas. Desde 1981, se han perdido 40 millones de toneladas anuales de cebada, maíz y trigo debido al calentamiento global (lo que al año 2002 equivale a USD 5 mil millones).

Se estima que las temperaturas podrían aumentar entre 0,4 °C y 1,8 °C para el año 2020, y este incremento se acentuaría aún más en las zonas tropicales. Las altas temperaturas (en especial cuando los aumentos superan los 3 °C) afectarán considerablemente la productividad agrícola, los ingresos de los productores y la seguridad alimentaria. Diversos cultivos que representan fuentes esenciales de alimentación para grandes poblaciones que padecen inseguridad alimentaria verán seriamente afectados sus rendimientos, por ejemplo, el rendimiento del grano de arroz disminuye un 10 por ciento por cada incremento de 1 °C en la temperatura al aproximarse la estación seca, en tanto que se espera una pérdida del 10 por ciento en la producción de maíz para el año 2055.

Por otro lado, el calentamiento global podría resultar beneficioso para el trigo en algunas regiones, aunque este cultivo podría ver reducida su productividad en forma considerable en aquellas zonas donde actualmente ya se registran temperaturas óptimas o bien podría extenderse a ámbitos más fríos o templados en donde aún no se desarrolla. Asimismo, la presencia de numerosos insectos y ácaros perjudiciales para los cultivos podría ir en aumento, con motivo de las crecientes temperaturas y las mayores concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera (Ortiz, 2012).

Aspectos que probablemente tenga relación con los resultados obtenidos ya que por el momento la producción de maíz y cebada en Acomayo dependen de la superficie cosechada.

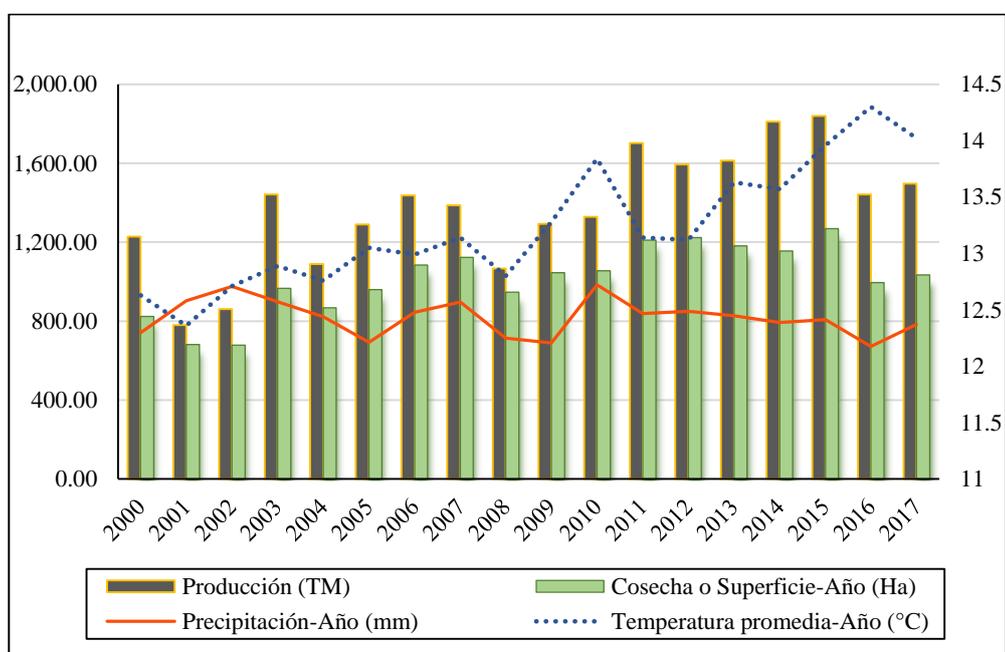


Figura 16: Producción de maíz en condiciones de precipitación y temperaturas 2000-2017 Acomayo – Cusco

Las pruebas estadísticas muestran que existe una relación estadísticamente significativa entre la producción de cebada y las variables de cosecha y año con un nivel de confianza del 95 % ya que la probabilidad de F es 0.0005 menor a 0.05 por tanto el modelo si explica a la variable producción.

En ese contexto el estadístico R^2 (R-squared) indica que el 76.3 % de la producción de cebada es explicada por el modelo compuesta por (4) cuatro variables: cosecha (área o superficie de producción), temperatura, precipitación y año.

Los coeficientes de correlación se resumen en la siguiente ecuación.

$$Y_{CEBADA} = 0.77 X_1 + 0.69X_2 - 185.85X_3 + 41.75X_4 - 81521.32$$

X_1 = Cosecha (Año)

X_2 = Precipitación (Año)

X_3 = Temperatura promedio (Año)

X_4 = Año

La desviación estándar de los residuos es 0.1615041, y el valor-P es 0,0 menor a 0.05 el mismo que indica que el coeficiente cosecha o superficie de cosecha que se constituyen en estadísticamente significativas, el resto de las variables no fueron significativas, entonces podemos expresar que por cada punto que suba la superficie cosechada la producción de cebada aumentará en 0.16 (TM) (correlación débil) y siendo este valor estadísticamente significativo y habiendo sido ajustado por las variables temperatura y precipitación.

La Figura 17 presenta la producción de cebada, en ella se observan algunas variaciones en la producción y en la superficie cosechada, resaltando los años 2002 y 2010 en los que se tuvieron una producción de 2,122 (TM) en una superficie cosechada de 2,038 (Ha) y en condiciones de temperatura promedio anual de 11.94 °C y una precipitación de 929.87 mm, para el año 2002, mientras que el año 2010 se reportó una producción de 2,034.52 (TM) en un área de 1545 (Ha), bajo la temperatura de 13.14 °C y una precipitación de 965.87 mm, la diferencia es que la producción en el año 2010 fue mayor dada la menor cantidad de superficie cosechada, y ello probablemente se deba al incremento de temperatura durante este año entre otros.

Los años de menor producción de cebada fueron 2000, 2001, 2003, 2005, 2006, 2016 y 2017. En este marco los años en los que se presentó una precipitación menor a 700 mm se evidencian una mayor producción es así que en el año 2001 hubo una producción de

1184.20 (TM) cosechada en un área de 941 (Ha) bajo la precipitación de 659 mm y una temperatura media anual de 11.3 °C, en el año 2005 se tuvo una producción 1431.35 (TM) para una superficie de 1572 (Ha), con una precipitación anual de 634 mm y una temperatura media anual de 12.4 °C y el año 2016 se tuvo una producción de 1369.15 para una superficie de 1102 (Ha), con una precipitación de 654 mm y una temperatura media anual de 13.44 °C años en los que se puede apreciar una disminución pese al incremento de área de producción. La misma que podría tener relación aparentemente con la falta de lluvias.

El año 2000 la producción fue de 910 (TM), en una superficie cosechada de 699 (Ha) con una precipitación anual de 825.65 mm y una temperatura media anual de 12.23 °C, en el año 2003 se incrementó la producción a 1261.20 (TM), en una superficie cosechada de 1433 (Ha) una precipitación de 846 mm y una temperatura media anual de 12.13 °C, en el año 2006 se tuvo una producción de 1303.30 para una extensión de 1376 (Ha) con una precipitación de 792.53 mm y una temperatura media anual de 12.27°C y en el 2017 se tuvo una producción de 1411.30 (TM) para un área de 1136 (Ha) con una precipitación de 708 mm y una temperatura media anual de 13.31°C. Información que da lugar a pensar que entre otros factores la producción se ha visto disminuida con la mayor presencia de lluvias y una mayor variación de la temperatura.

Otra evidencia se presenta entre los años 2004 y 2005, aparentemente el área de producción fue mayor a la producción propiamente dicha es así que en el 2004 se tiene una producción de 1698.92 (TM) en una superficie cosechada de 1741.85 (Ha) con una precipitación anual de 786.38 mm y una temperatura media anual de 11.85 °C, similar situación ocurre en el año 2005 en que se obtuvo una producción 1431.35 (TM) para una superficie de 1572 (Ha) con una precipitación anual de 634 mm y una temperatura media anual de 12.4 °C. Esta situación podría deberse a otros factores en vista de que tanto la precipitación como la temperatura varían.

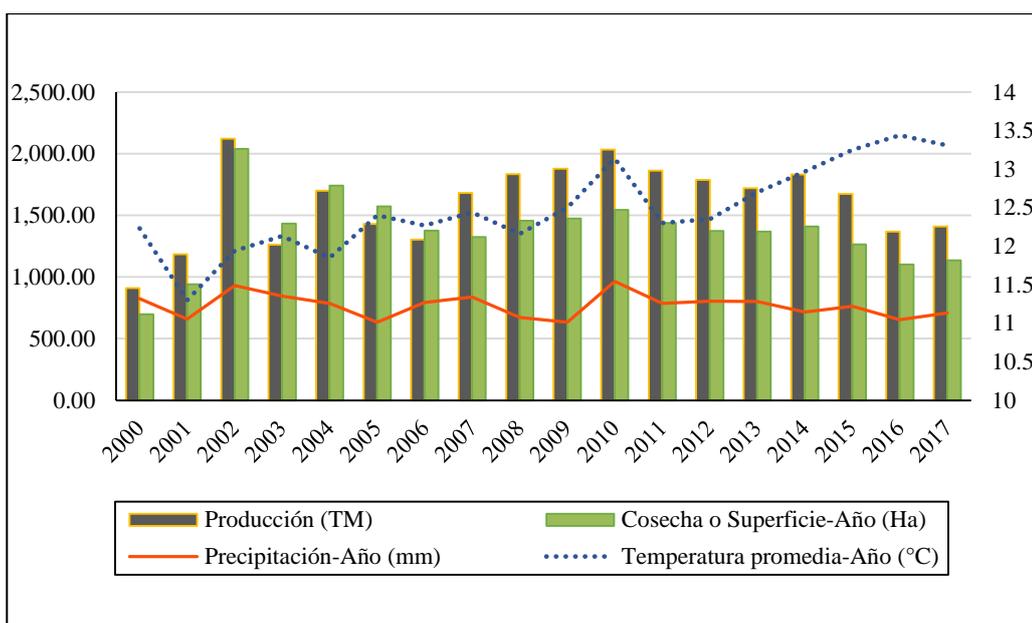


Figura 17: Producción de cebada en condiciones de precipitación y temperaturas 2000-2017 Acomayo – Cusco.

Las pruebas estadísticas muestran que existe una relación estadísticamente significativa entre la producción de quinua y la variable cosecha con un nivel de confianza del 95 % ya que la probabilidad de F es 0.000 menor a 0.05 por tanto el modelo si explica a la variable producción. En ese contexto el estadístico R^2 (R-squared) indica que el 94.13 % de la producción de quinua es explicada por el modelo compuesto por (4) cuatro variables: cosecha (área o superficie cosechada), temperatura, precipitación y año.

Los coeficientes de correlación se resumen en la siguiente ecuación.

$$Y_{QUINUA} = 1.08 X_1 - 0.02X_2 + 8.41X_3 - 0.80X_4 + 1500.137$$

X_1 = Cosecha (Año)
 X_2 = Precipitación (Año)
 X_3 = Temperatura promedio (Año)
 X_4 = Año

La desviación estándar de los residuos es 0.1350059, y el valor-P es 0,0 menor a 0.05 el mismo que indica que la coeficiente cosecha (superficie de cosechada) cifra menor a 0.05 que se constituye en estadísticamente significativa, el resto de las variables no fueron significativas, entonces se puede expresar que por cada punto que suba la superficie cosechada la producción de cebada aumentará en 0.14 (TM) (correlación débil) y siendo

este valor estadísticamente significativo y habiendo sido ajustado por las variables temperatura y precipitación.

La producción de quinua en Acomayo como se indicó, es en pequeña escala y destinado fundamentalmente al consumo familiar, por ello los agricultores cultivan en forma asociada fundamentalmente con el maíz.

La Figura 18 muestra que los años de menor producción de quinua fueron el año 2003 con 17.80 (TM) de producción en un área de 34 (Ha) con 939.83 de precipitación y 12.8 °C, en el año 2001 una producción 19.50 (TM) en una superficie cosechada de 31 (Ha) una precipitación anual de 919.45 y una temperatura media anual de 12.4 °C y el año 2000 con una producción de 26 (TM) en una superficie cosechada de 26 (Ha) y la presencia de 758.72 mm de precipitación anual y una temperatura de 12.64 °C. Los años posteriores hasta el 2014 llegan a una producción de entre 38.50 (TM) en el año 2005 en un área de 55 (Ha) en presencia de una precipitación de 750.95 y 12.93 °C y 53.50 (TM) en el año 2013 en una superficie de 70 (Ha) con una precipitación de 861.7 mm y una temperatura anual 13.52 °C.

Es importante manifestar que la mayor producción fue durante los años 2105 con 153 (TM), con una superficie cosechada de 145 (Ha) una precipitación de 831.82 mm y una temperatura de 13.91 °C, en el año 2016 se tuvo una producción de 119 (TM) en una extensión de 122 (Ha) con una precipitación de 692 mm y una temperatura anual de 14.23 °C y en el año 2107 con una producción de 114 (TM) en un área de 177 (Ha), con una precipitación anual de 797.8 mm y 14.23 °C. La producción de estos años fueron por la implementación de políticas públicas en producción y comercialización establecidas por el gobierno de turno, época en la que se promocionó la exportación de quinua.

Torres (2016) en el trabajo “Impacto de Cambio Climático en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa* Will) en el departamento de puno” – UNALM en relación al impacto climático en el cultivo de Quinua en Juliaca indica que la temperatura crítica para el cultivo de quinua es de 3°C a 25°C, considerando los meses de las etapas fenológicas del cultivo, en todos los casos las proyecciones de las temperaturas 58 no implican efectos negativos que impacten drásticamente en el rendimiento del cultivo de quinua. La temperatura máxima proyectada hacia el 2071-2100

es de 21.8°C y la temperatura mínima proyectada es de 1°C, debido a que la quinua soporta hasta -10°C, no se esperaría algún efecto negativo sobre el rendimiento del cultivo, sobre todo por su tolerancia a las condiciones climáticas extremas. Respecto a la precipitación óptima, es de 500 a 700mm, y el pronóstico de la precipitación efectiva (Pe) es de 529.2 mm para el escenario más severo A2 B2, mayor al actual que es de 514.6 mm

Según la Dirección Regional de Puno en los últimos dos periodos 2013-2014, 2014-2015 la producción de quinua ha aumentado en 0.17% y disminuido en 0.03%, siendo las producciones de 1,214 y 1, 177 (TM) respectivamente.

Hay semejanzas en la deducción que realiza la autora debido a que tanto la temperatura como los niveles de precipitación hasta el momento no afectan en la producción de la quinua, el incremento en la producción está relacionada con la superficie a sembrar.

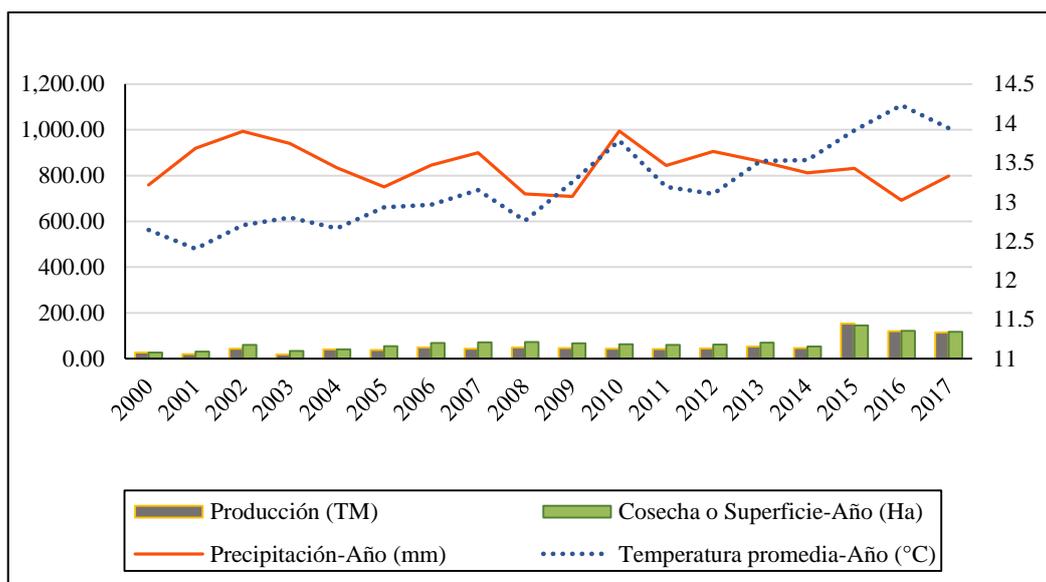


Figura 18: Producción de quinua en condiciones de precipitación y temperaturas 2000-2017 Acomayo – Cusco.

4.4 PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN ACOMAYO AL AÑO 2050.

La Figura 19 muestra el pronóstico de incremento progresivo en la producción de papa del año 2018 al 2050 cuya producción es de 13,258. 75 (TM) en el 2018 y con una superficie cosechada de 1522.48 (Ha) una precipitación de 771.89 mm y una temperatura

media anual de 14.04 °C al año 2050 con una producción aproximada de 30076.02 (TM) un área de cosecha que se incrementa a 1992.55 (Ha) con una precipitación de 614.91 y una temperatura media anual de 16.95 °C.

En este contexto se denota que habrá un incremento de producción de papa aproximado de 12 (TM), mientras que la superficie cosechada aumentará en 450 (Ha) aproximadamente, además indica que habrá una disminución progresiva de lluvias cercano a 156.99 mm y un incremento de temperatura aproximado de 2.91 °C esperándose algunas temporadas de sequía, la posibilidad de que el tiempo de producción de papa disminuya y las temperaturas mínimas tengan una variación ascendente, viéndose la necesidad de incorporar sistemas de riego que faciliten el desarrollo de las etapas de producción.

En el estudio Impacto del cambio climático y medidas de adaptación para los cultivos de papa y maíz amiláceo en la subcuenca del río Shullcas, Junín (MINAM, 2013) determinan para el período comprendido entre 1997 a 2003 el rendimiento promedio de papa blanca varió entre los 9,0 TM/Ha. a 15,0 TM/Ha. Bajo un escenario de clima futuro (2015-2039) el rendimiento promedio del cultivo de papa blanca presenta una tendencia a incrementarse. Situación similar al pronóstico de producción de papa en Acomayo. Así mismo el rendimiento promedio de 12 TM/Ha. a 15 TM/Ha tiende a ganar mayores áreas hacia las partes más bajas; asimismo, las condiciones climáticas tienden a favorecer el desplazamiento del cultivo entre los 3400 a 3700 msnm y lograr mayores rendimientos (15 TM/Ha. a 18 TM/Ha), incluso con posibilidades de registrar valores superiores a 18 TM/Ha. Sin embargo, es importante considerar que el probable desplazamiento del cultivo hacia mayores altitudes podría incrementar el riesgo de ser impactado por eventos como heladas (MINAM, 2013).

En el estudio Cambio climático y sistemas productivos rurales con énfasis en la gestión del agua y el manejo de los recursos naturales Eduardo Calvo (2010) Para el 2020 y el 2030, no evidencian grandes cambios en la distribución espacial de las lluvias, que están muy relacionadas con su climatología. Para el 2030, las precipitaciones anuales muestran deficiencias mayormente en la sierra, entre -10 y -20%.

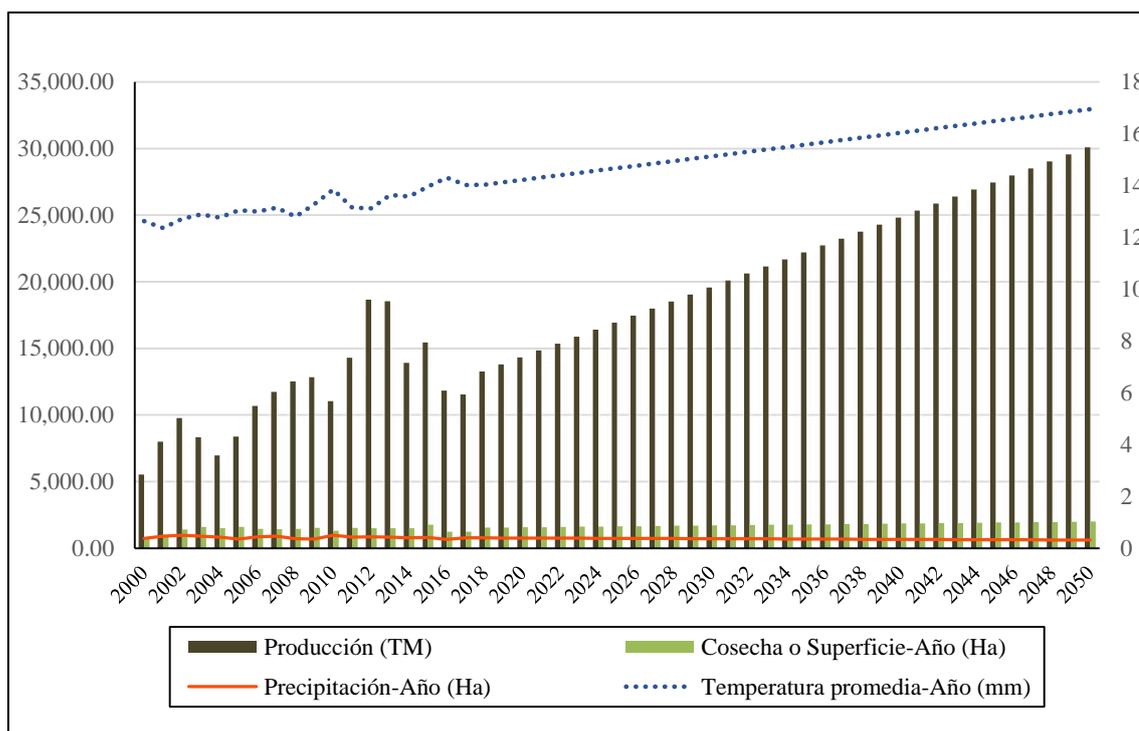


Figura 19: Pronóstico de la producción de papa al año 2050 Acomayo - Cusco

La predicción de producción de maíz del año 2018 al año 2050 (ver Figura 20) muestra que habrá un incremento de producción de maíz de 1749.51 (TM) cosechada en una superficie de 1244.07 (Ha) con una precipitación de 771.89 mm y una temperatura de 14.04 °C, el incremento considera que para el año 2050 tendría una producción de 3051.63 (TM) en una superficie cosechada de 2012.20 (Ha), una precipitación anual de 614.91 mm y una temperatura de 16.95 °C.

La Figura 20 conduce a pronosticar que mientras incrementa la temperatura en aproximadamente 2.91 °C, disminuye la precipitación en aproximadamente 157 mm lo que implicaría tiempos de sequía y mayor necesidad de agua de riego para la producción de este producto. Por otra parte también muestra que habrá un incremento la producción aproximadamente en 1,302.12 (TM) con el incremento del área de producción en aproximadamente 768.13 (Ha) lo que supone la ampliación de la frontera agrícola para la producción de maíz extendiéndose la posibilidad de producción hacia la parte alta.

En el cultivo de maíz descrito en la Figura 20 presenta una similitud con lo sostenido por el MINAM (2013) en el estudio Impacto del cambio climático y medidas de adaptación para los cultivos de papa y maíz amiláceo en la subcuenca del río Shullcas, Junín que

expone que para el período 1997-2003 el rendimiento del cultivo de maíz amiláceo se estimó en promedio entre 1,3 TM/Ha. a 1,5 TM/Ha. Ante un escenario de cambio climático futuro (2015 a 2039) el rendimiento promedio tiende a incrementarse ligeramente en la zona, más no la frontera agrícola. Los mayores valores de rendimiento de maíz amiláceo a futuro (1,5 TM/Ha. a 1,6 TM/Ha.) se aprecian entre los 3300 a 3400 msnm.

Según Calvo las próximas décadas, el SENAMHI pronostica un aumento de las temperaturas máximas y mínimas, y que habrá un incremento de los días cálidos y la variabilidad regional en cuanto a las noches cálidas, también habrá irregularidades en el comportamiento de las lluvias con tendencia a disminuir en gran parte del país, exceptuando la región norte (Calvo, 2010).

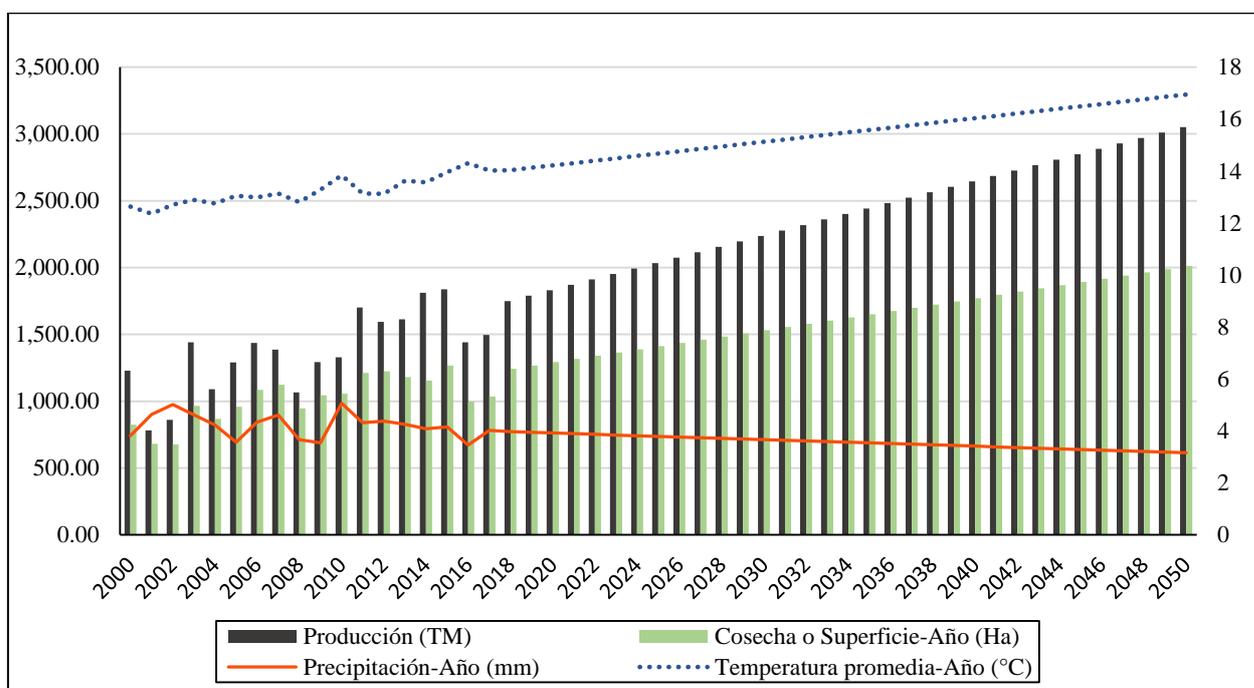


Figura 20: Pronóstico de la producción de maíz al año 2050 Acomayo - Cusco

La Figura 21 permite visualizar el pronóstico para la producción de cebada en los años 2018 al 2050, indica que posiblemente habrá un incremento en la producción de cebada de 1787.68 (TM) en una superficie de cosecha de 1331.15 (Ha) con una precipitación anual 728.13 mm y una temperatura media anual de 13.35 °C en el año 2018 a una producción de 2393.14 (TM) en una superficie cosechada de 1192.41 (Ha), una precipitación de 595.21 mm y una temperatura de 16.21°C.

De ello también se puede observar que mientras existe la posibilidad de incremento de producción en aproximadamente 605.46 (TM) el área de producción irá disminuyendo en aproximadamente 138.75 (Ha) por otra parte se tiene la probabilidad de que la temperatura incremente en un aproximado de 2.86 °C la precipitación disminuiría en aproximadamente 132.92 mm

La cebada actualmente se utiliza como forraje para los animales y sobre todo para su transformación en afrecho para la crianza de animales menores (cuy), por lo que es posible que este incremento facilite a los agricultores la diversificación de sus actividades agropecuarias.

A nivel nacional, existiría una marcada tendencia al incremento de los días cálidos, siendo este fenómeno más intenso en la sierra sur del territorio con la proyección de los cambios positivos en la temperatura mínima al 2030 y con la tendencia actual de aumento de las noches cálidas. En el caso de las precipitaciones máximas para el 2030, la tendencia es a la disminución en gran parte del país, y se incrementarían solo en forma localizada respecto a los valores actuales. Tendencia que se asemeja al contenido de la Figura 21 del presente estudio (Calvo, 2010).

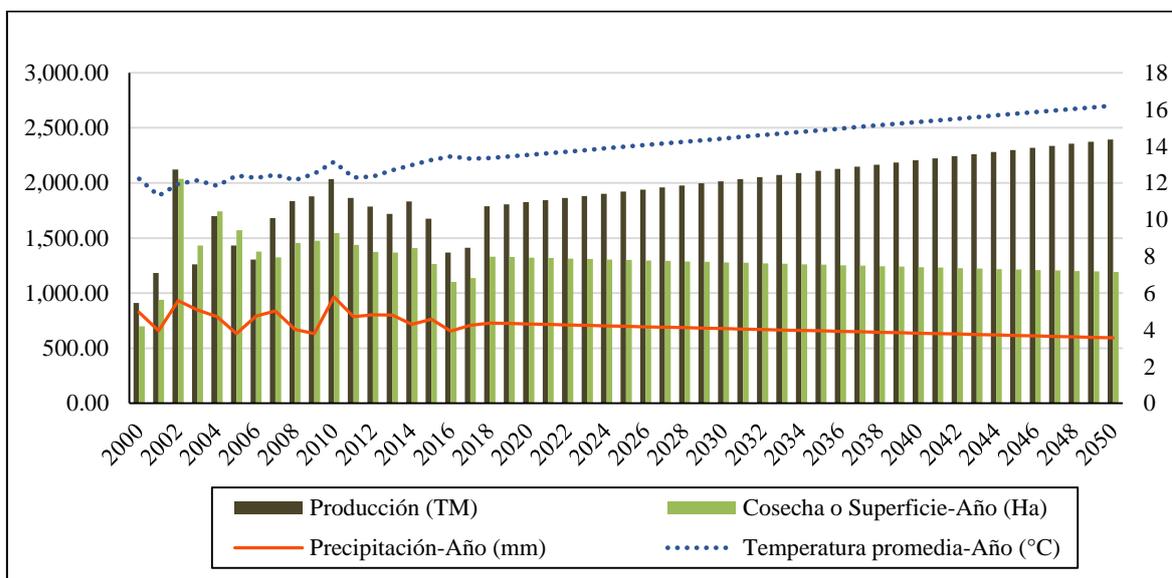


Figura 21: Pronóstico de la producción de cebada al año 2050 Acomayo - Cusco

La Figura 22 permite visualizar la proyección de la producción de quinua del año 2018 al 2050 demostrando que posiblemente habrá un incremento en la producción siendo esta de 102.49 (TM) en una superficie cosechada de 111.34 (Ha) bajo una precipitación anual de 794.05 mm y una temperatura media anual de 14 °C para el año 2018, incremento que podría darse para el año 2050 con una producción de 263.07 (TM) en una superficie cosechada de 258.42 (Ha) en condiciones de precipitación anual de 640.19 mm y una temperatura media anual de 16.84 °C.

En este caso también denota que el incremento de la producción es de 160.58 (TM) la que va de la mano con el incremento del área de producción que llegaría a ser 147.09 ha. sin embargo mientras la precipitación disminuye en 153.86 mm, la temperatura incrementa aproximadamente en 2.83 °C, lo que implicaría meses de sequía y la necesidad de establecer estrategias de cosecha de agua para riego.

Es posible que la quinua que actualmente se siembra en forma asociada, pase a sembrarse como un monocultivo con posibilidades de exportación como lo fueron realizando los últimos años, y para ello se deberá asegurar el control de la calidad del producto así como de las labores culturales que favorezcan a la mejora en la calidad y cantidad del producto.

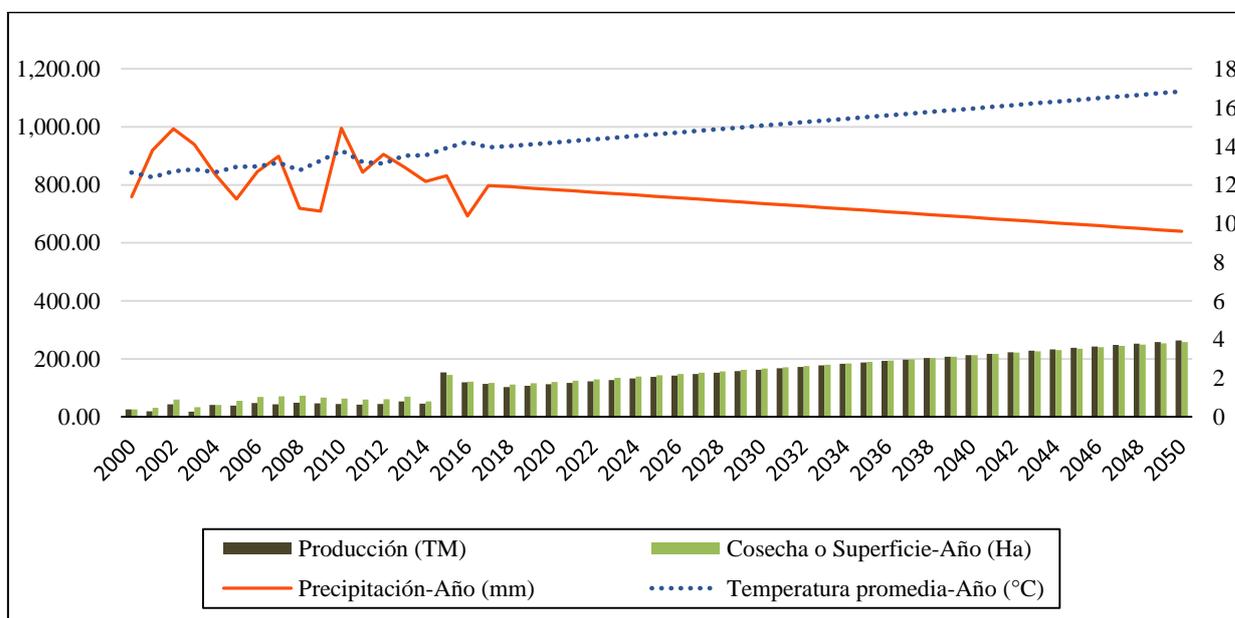


Figura 22: Pronóstico de la producción de quinua al año 2050 Acomayo –Cusco.

4.5 ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN Y RESILIENCIA DE LOS AGRICULTORES – ACOMAYO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO.

Tomaremos como referencia algunos testimonios sobre las percepciones, creencias, sentimientos y prácticas de los agricultores en relación al efecto del cambio climático en la producción de sus alimentos en Acomayo.

a. Percepciones, creencias y prácticas de los agricultores de Acomayo, respecto de la producción de alimentos

- Producción Agroalimentaria en Acomayo – Cusco.

Los agricultores de Acomayo perciben que la producción de papa, maíz cebada y quinua ha disminuido tanto en calidad como en cantidad. Creen que la disminución fue porque algunos terrenos han sido abandonados, otros han perdido su capacidad productiva por encontrarse en zonas de ladera y las lluvias han arrastrado las tierras quedando las zonas pedregosas. Así mismo asumen que la falta de agua de riego es una de las grandes razones para que la producción haya disminuido.

Antes daba la papa arto, por lo menos de cada mata sacábamos, un kilo y medio, dos kilos promedio hasta tres kilos, pero ahora no sale ni medio kilo por eso la agricultura no está bien (Ramón Huamán Ayma – Sangarará)

La producción de papa ha cambiado mucho tanto en cantidad como en calidad, antes sacaban más cantidad ahora ha disminuido, en calidad la papa eran más grandecitos, ahora las papa son más chiquitos, igual en el maíz por el clima cambia no? A veces llueve, a veces no y con eso será también pues no? (Yolmer Yauri Pari – Corma – Acomayo)

Los agricultores indican que los costos de producción son altos y no se recuperan, la mano de obra es escasa y hay limitaciones en el ayni y la minka, además del tiempo disponible para el trabajo en la chacra.

Los costos de producción no son recuperados, todo los productos han bajado mucho, el maíz estaba bien hace unas semanas y luego ha bajado, la haba estaba 35 o 40 soles la arroba y ha llegado a diez soles, para que ya tendríamos que seguir trabajando así, muchas de las personas contratamos

gente para trabajar y no llegamos a recuperar ni lo que se ha pagado por el trabajo (Victoria Orozco Cutiri - Huayrachapi- Acopia)

- Uso de semilla de papa, maíz, cebada y quinua.

En la experiencia mayoritaria de los agricultores la semilla se obtiene de la producción del año, en el caso de la papa se hace una selección en chacra, son papas con características especiales que son separadas para ser almacenadas hasta la siguiente campaña. En el caso del maíz generalmente en casa, se seleccionan las mejores mazorcas y luego se desgrana la parte media del maíz para su almacenamiento en costales o vasijas. La cebada, trigo y quinua generalmente no son seleccionadas, estas semillas son separadas en la cantidad necesaria para la campaña venidera.

Del maíz escogemos, seleccionamos primero las mejores mazorcas, madurito y después desgranamos los que esta parejitos con buenos granos. En papa también de la misma producción escogemos y se guarda para la siembra (Luciano Paucar Paucar – Tanccanayoc – Acomayo)

La semilla de papa, luego de escarbar al cabo de una semana se escoge, a un lado para la semilla, otro lado para hacer chuño y otro lado para comer así, en la cebada no, solo se escoge del nabo su semilla con zaranda nomás, y en el caso del maíz se desgrana de la parte media del choclo, los cantos lo sacan, no lo ponen todo el maíz, y eso sirve para la próxima campaña. (Elvis Huanca Ayma - Maracaonga).

Algunos de los agricultores compran semilla para renovarla, en otros casos son debido a que la semilla fue consumida por la familia por falta de alimentos en el hogar.

Sí, porque escojo bonito para la semilla y al próximo año ya no sale igual, digamos yo escojo, hay un qompis medio blanquiso con rojo, medio peruanita y en un año, dos años ya toma el color rojo, comienza a perder sus características normales (Adolfo Taco Cjuno – Acopia).

El maíz se vende todo, y con eso compramos otra semilla, eso hacemos todos los años para sembrar, porque ya no da bien por eso compramos siempre. (Alex Huallpa Huma – Limacpampa – Rondocan).

Compramos la semilla como es el caso del maíz, habas, por que en algún momento no los hemos comido (Rufino Condori Choque – Mosocllacta)

- **Tecnologías utilizadas para la producción de alimentos.**

Los agricultores manifiestan que la tecnología utilizada varía según la actividad y el producto a cultivar. El tractor para la preparación del terreno en zonas planas, la chaquitacla en altura, el allachu, asarron, ganado y la yunta para la siembra; la chaquitacla, el huancaño y el pico para la siembra en altura, la lampa para el primer y segundo aporques.

Primeramente trabajamos con la máquina, para chacmear eso lo hace la máquina, todo lo fuerte lo hace la máquina y después sembramos con mano de obra con el Huancayno, la chaquitacla, la mayoría utilizamos el Huancayno. Ya no utilizamos la yunta. (Elvis Huanca Ayma- Marcaconga).

Trabajamos con asarron, el pico, con ganado, con chaquitacla también se utiliza tractor para la siembra de maíz. (Yolmer Yauri Pari – Corma – Acomayo).

Para las diferentes actividades agrícolas aplican el sistema de trabajo de reciprocidad familiar entre los miembros de la comunidad que son el Ayni y la mink'a como principal fuente de mano de obra para la producción de alimentos, limitado pago de jornales.

Nosotros trabajamos así normal nomás, con gente nomás en ayni siempre en ayni, la papa trabajamos con chaquitacla y con pico (Donato Llocle Cutipa – checche –Acomayo).

No hay nadie en especial, nosotros nomás entre vecinos nos ayudamos en el trabajo, hacemos permanentemente el ayni, yo puedo pagar el ayni tanto de hombres como de mujeres. (Victoria Orozco Cutir i- Huayrachapi – Acopia).

- **Uso del agua de riego para la producción de alimentos**

La modalidad de riego aplicada por los agricultores es variada, actualmente va cobrando fuerza el uso de aspersores optimizando el uso del agua para el riego de papa mahuay, maíz y pastos; sin embargo algunos siguen utilizando el sistema de riego por gravedad, cuya distribución es desde una fuente o canal de riego o dejando discurrir el agua.

Si tengo un poquito de agua para regar mi chacra de maíz, jalamos por la acequia y luego solo riego con aspersores, prácticamente todos tienen aspersores incluso en las comunidades vecinas tienen aspersores. (Cirilo Luna Huanca- Llansa corma – Acomayo).

El uso del aspersor es mejor, pero algunos dicen que es mejor por gravedad, pero para mí es mejor por aspersión por que cae como la lluvia, en el riego por gravedad no llega a cubrir las hojas, solamente se remoja y así (Paolo Cesar Marquez Choque Mamani- Pomacanchi).

Digamos nosotros más que todo tenemos riego, y no tenemos suficiente agua solo regamos el maíz, no nos abastece el agua, es poco ha secado un poco el agua por eso usamos los aspersores (Hugo Raúl Huananco Salinas – Chillcani – Mosocllacta).

- Uso de fertilizantes para la producción de alimentos

En la percepción de los agricultores sobre el uso de fertilizantes, hay un buen número de agricultores que aun utilizan fertilizantes como UREA NPK etc., sin embargo muchos de ellos manifiestan utilizar guano de corral de ganado vacuno, ovino y camélidos (alpaca) y cuyes para abonar las tierras antes, durante la siembra, y en el aporque. Algunos utilizan el compost y el guano producto de la lombricultura.

Nosotros no ponemos fertilizante, para sembrar nomas abonamos con guano de corral (Berrio Holgado Sabino- Collpa – Acomayo).

No usamos fertilizantes, nosotros abonamos la tierra con guano de corral, utilizamos el guano de oveja. (Isidro Condori Holgado – Collpa – Acomayo).

Yo utilizo abono natural, abono del ganado y del cuy para todas mis chacras utilizamos abono natural, no utilizamos fertilizantes (Ramón Huamán Ayma - Sangarará).

Además manifiestan que en la altura abonan siempre que van a sembrar papa, de modo que los dos siguientes años en los que se siembra cebada, trigo o haba no lo creen tan necesario.

No, para la cebada no abonamos, donde hemos hecho papa un año, al próximo año se pone cebada allí, para el haba más bien utilizamos guano y compost. (Daniel Ccahuana Llavilla - Chanchamayo - Pomacanchi).

- Destino de los alimentos producidos en la campaña

La producción de alimentos según la experiencia y manifestación de los agricultores es destinada fundamentalmente al consumo de la familia, sobre todo la papa, sólo en pocas

ocasiones venden este producto para cubrir gastos en la educación, para la compra de otros alimentos como sal, azúcar y fideo.

No, nosotros no vendemos solo es para nuestro consumo sobre todo en el caso de papa, vendemos solo la cebada, pero en el caso de papa como muchas veces es afectada por la granizada la producción es poca por tanto solo lo destinamos al consumo de la familia. (Emilio Santos Holgado Condori- Collpa – Acomayo).

No, no la papa no vendemos, solo es para consumo nomas, claro pero si vendemos la haba y la cebada. Eso es para sustentarnos nosotros pues, para comprar arrocito, azuquitar, salcito, esas cositas pues (Berrio Holgado Sabino – Collpa – Acomayo).

Los agricultores manifiestan que la cebada es el producto destinado a la venta y una pequeña cantidad para el consumo, sin embargo aquellas familias que se dedican a la crianza de cuyes, transforman la cebada en afrecho para alimentar a los cuyes.

No, porque nosotros trabajamos ganadería y cuando necesitamos vendemos nuestro ganado que lo engordamos antes, casi ya no vendemos productos agrícolas, ahora la mayor parte de la población hace crianza de cuyes, entonces de la cebada hacemos afrecho para el cuy (Ramón Huamán Ayma - Sangarará).

También indican que el maíz y la quinua son destinados al consumo familiar y, a la venta en pequeñas cantidades, llegando estas a 10 arrobas de maíz aproximadamente.

En general nosotros producimos para comer, solo cuando hay un poco demás vendemos 4 o 5 arrobas, pero cuando no hay no vendemos, asi es. (Víctor Mamani Salinas – Llapaypampa - Acomayo).

b. Percepciones, creencias y prácticas de los agricultores de Acomayo, en relación a la variabilidad climática

- Sobre los cambios de temperatura y precipitación percibidos por los agricultores.

Los agricultores perciben y sienten que el clima ha cambiado mucho, que ahora hay mucho calor, mucho frío y al mismo tiempo las lluvias son excesivas. También están presentes la sequía, las heladas y la granizada.

Ha cambiado demasiado, antes llovía en su tiempo, ahora pues cuando estamos en sembrío no llueve más bien la helada está presente y en tiempo de cosecha está lloviendo, ha cambiado el clima, es un desorden total (Ramón Huamán Ayma – Sangarará).

Ellos indican que a diferencia de los años pasados las lluvias están cada vez más retrasados, antes se iniciaba entre los meses de setiembre y octubre, en la actualidad la lluvia empezó a fines de octubre, noviembre e incluso diciembre, por lo que la siembra de los alimentos se ve afectada por la falta de agua, siendo escaza para el riego. Por otro lado las heladas de los meses de abril y mayo, en ocasiones se adelanta y en otros se retrasa, ellos dicen es un desorden porque el tiempo es impredecible

Antes en la época de siembra ya llovía, por ejemplo en agosto, setiembre, ahora recién en noviembre está empezando a llover, por eso tenemos que regar para sembrar, y el problema es que no nos alcanza el agua, ... (Elvis Huanca Ayma – Marcaconga).

Antes todo era mejor, la lluvia también en su tiempo venía, la helada también para hacer chuño, ahora en tiempo de helada está lloviendo, hay variación del temporal, antes normalmente la helada se daba en el mes de mayo incluso un poco más antes en abril, entonces se hacía el chuño, lo que se llama el chuño verde (ccolla chuño) eso ya había, en tiempo de mayo entrábamos a escarbar y normal la helada, era entre mayo y junio y para el mes de agosto la producción ya está guardadito en una despensa. Germán Ccorahua – Pomacanchi).

Los agricultores dicen que estos cambios se deben a los cambios climáticos, la sequía por un lado y por otro lado el exceso de lluvias, las granizadas y heladas son frecuentes y afectan en la producción de los alimentos.

Sí, todos los años tenemos sequía, granizada, helada, sin embargo algunos años fracasamos y otros años no, da bueno el producto también, claro que no es igual cada año. (Valentín Quiqo Quispe – Huayqui- Campi –Acos).

Ahora esta regular, porque hay mucha lluvia y eso está afectando, estando muy bien la papa, el exceso de lluvia esta que los tumba, las plantas están sobre barro y agua, y lo detiene en el crecimiento, hace poco la semana pasada a nevado y eso también ha afectado a todas las chacras (Victoria Orozco Cutiri - Huayrachapi - Acopía).

- **Causas del cambio climático:**

Algunos de los agricultores no identifican con facilidad las causas del cambio climático, ellos creen que es la decisión de Dios para que ello ocurra. Algunos indican que es por la contaminación del ambiente y en otros casos dicen no saberlo, nunca han escuchado la razón.

Yo creo que sí, solo Dios puede hacer que haya granizo, helada, mucha lluvia. (Leonarda Ayma Huillca – Accha Accha – Acomayo)

Que hay mucho calor será pues por la contaminación, la capa de ozono ya no es como debe ser no (Yolmer Yauri Pari – Corma – Acomayo).

Tanta contaminación que hay pues, hay veces quemamos siempre en el campo no, cocinamos con leña, pero esas grandes empresas que existen en el mundo, ellos son los que contaminan, ahora nos mandan tanto plástico todo está contaminado, antes no conocíamos plástico, claro había para taparnos pero ahora, cualquier cosa que compras con bolsas y bolsas de plástico (Ramón Huamán Ayma – Sangarará).

- **Manifestaciones del cambio climático en la producción de alimentos**

Los agricultores perciben que las manifestaciones del cambio climático se evidencian por el tipo de cultivo y la producción a una altura determinada, aparentemente los cultivos que daban en la parte baja ahora pueden dar a una mayor altura.

Antes nosotros acá, teníamos más de 200, 300 plantones de durazno ya?, durazno cantidad, ahora ya no podemos tener duraznos porque está contaminado, tiene una enfermedad yo pienso que el problema es climatológico, que el durazno está saliendo a las partes altas, por ahí ahora nosotros estamos empezando a plantar paltos, uvas, ya productos de la ceja de selva ya. (Percy Loayza Luna-Llanquepampa – Acomayo).

El clima bastante ha cambiado, años anteriores era frígido parte de arriba, acá nomás crecía maíz, ahorita crece ya pero poco ya ha cambiado, hasta frutales están poniendo por la zona alta (José Ollachique Cáceres- Chosecani – Pomacanchi).

La manifestación del cambio climático también evidencia por la disminución del periodo de producción de la papa, la aparición de nuevas plagas y enfermedades tanto en los cultivos

como en los animales debido al exceso de frío, granizada, heladas, exceso de lluvias y de calor.

Ahora hay nuevas enfermedades han aparecido, anteriormente había sarna ahora ya no existe, otras enfermedades han aparecido. (César Quispe Qolque –Huadhua – Acomayo).

Según la percepción de los agricultores la cantidad de agua ha ido disminuyendo año a año, esto debido al cambio climático, al inadecuado uso del agua, a las prácticas de riego por gravedad o inundación y el desperdicio de agua.

El agua cada vez está menos, los riachuelos se están secando cada vez más. Solo tenemos algunas plantaciones de árboles para cultivar el agua, se hace sombra y utilizamos tenemos riego por aspersión. (Emilio Santos Holgado Condori – Collpa – Acomayo).

El agua ha disminuido, ya no hay como antes, los manantiales se están secando, antes había bastante agua para regar hasta no querer, ahora es todo medido, por aspersión nomas se riega ya no hay riego por gravedad, claro unos cuantos hacen todavía eso. (Paolo Cesar Marquez Choque Mamani – Pomacanchi).

c. Percepciones, creencias y prácticas de los agricultores de Acomayo, sobre los efectos de la variabilidad climática en la producción agroalimentaria

- Efecto del clima en la Agricultura.

Según la percepción de los agricultores el clima ha ido variando, hay exceso de lluvias y fuera de tiempo que generan problemas de aguachinamiento o amarillamiento de los productos, dando lugar a pérdidas cuantiosas en su producción.

Cuando llueve en tiempo de cosecha de cebada, y la cebada está cortado para trillar, con la lluvia la cebada empieza a crecer, entonces nos malogra la cosecha, a la haba todo eso lo malogra, en tiempo de sequía se cosecha la cebada, haba, en cambio cuando se remoja ya pues inmediatamente se malogra (Adolfo Taco Cjuno - Acopia).

Los agricultores perciben que la cantidad de producción ha disminuido y se debe a la falta de agua y la aparición de plagas como la ranca, el huayttu, según ellos son consecuencia de la variación del clima.

La producción ha disminuido debe ser por el exceso de calor, poca lluvia, falta de irrigación, no hay agua para regar, hay agua pero nos quitamos, sobre todo los que tienen pastos y verduras, sin embargo la cantidad de agua ha bajado a una cuarta parte de lo que había antes. (Julian Piima Alcca - Huascar - Acomayo).

Los agricultores perciben que la granizada, la helada y el exceso de lluvias han generado serios problemas en la producción de alimentos en cantidad y calidad.

Para nosotros el mayor problema son las granizadas y heladas, mientras que la lluvia si nos beneficia, para nosotros es bueno que llueva, sin embargo cuando llueve mucho como en algunos años atrás también es un problema por que arrastra la tierra y caen los huaycos (lloclla) (Donato Llocle Cutipa -Checche – Acomayo).

La granizada lo parten las plantitas y dejan de crecer y no da frutos, todo lo detiene ya no crece igual (Cirilo Luna Huanca- Llansa Corma – Acomayo).

- Presencia de plagas en la producción de alimentos

Los agricultores indican de que la producción de alimentos, además de ser afectados por los embates del cambio climático en ocasiones como la sequía, el exceso de lluvia, las granizadas o las heladas, según los agricultores, los productos son infestados por las plagas como el gorgojo de los andes, la ranca, el huaytu o barreno, la papa curu, tutta curu el acchu, el piqui piqui en la papa; mientras que al maíz le afecta el puca poncho, el silvi y a la cebada le afecta la ranca y uchú uchú pero en menor proporción que los dos primeros productos, y la quinua no presenta mayores problemas porque la siembra es en menor cantidad y generalmente se encuentran en siembras asociadas al maíz.

Si claro, el gorgojo de los andes (k'ara casaca), pulguilla de papa (piqui piqui) esas plagas hay en la papa. En el maíz, no en general no hay en mi chacra pero lo que malogra fuerte es la sequía o sino la granizada cuando cae o cuando hay helada. (Valentín Quiqo Quispe – Huayqui – Campi – Acos).

En el maíz se presenta el puca poncho y se caracteriza por que en cada planta de maíz se tiene 6, 7 u 8 choclitos chiquitos y solo son marlo no tienen grano, eso es una enfermedad ya, porque cuando no tienen esa enfermedad normal da el maíz, una mazorca grande normal (Luciano Paucar Paucar-Tanccanayoc – Acomayo).

Ahorita en la producción de papa está habiendo mucho problema con las plagas, tenemos el barrenado, hay un gusanito verde, el accho después así como la polilla, tutta, nos afecta tanto en la casa como en la chacra, en el almacenamiento (Vicente Soto Cancha –Sangarará).

- Efecto del clima en los animales

Según la percepción de los agricultores el cambio climático afecta la vida de los animales, la falta de agua en épocas de sequía, genera la muerte de los animales, del mismo modo, en la altura por el efecto del frío mueren las alpacas y ovejas. Los animales además contraen una serie de enfermedades como la fiebre, neumonía, el ganado vacuno y otros animales son afectados con parásitos como fasciola hepática, garrapata el piki y la salmonelosis en los cuyes.

Si actualmente las alpacas tienen enfermedades enterotoxemia más que todo en esta temporada y en tiempo de sequía ya también no hay agua y por falta de agua mueren casi la mayor parte de las alpacas y en casi todo sitio (César Quispe Qolque – Huadhua –Acomayo).

Sí, hay pues, uno tiene que cuidar mucho, sino lo ataca la salmonelosis, o de lo contrario ataca coxidiosis, hay también otras enfermedades como chupo le dicen creo que se contamina con el aire, pero generalmente proviene como consecuencia de las heces del perro (José Ollachique Cáceres-Chosecani – Pomacanchi).

Si, cuando no hay lluvias, no hay pastos y los animales se enflaquecen (Lucas Astete Zavaleta – Ccorimiray – Acomayo).

d. Percepciones y prácticas sobre los efectos de la variabilidad climática en la Seguridad Alimentaria

Desde la experiencia de muchos agricultores de Acomayo ellos disponen de alimentos para comer todo el año, ya que la producción en secano les da la posibilidad de almacenar

alimentos por varios meses, sin embargo hay meses en los que disminuye el stock, por tanto disminuye la disponibilidad del alimento para el consumo familiar, hasta llegar a la cosecha de la siembra temprana de papa (mahuay o mishka). Otros manifiestan que hay meses como enero, febrero incluso marzo que no cuentan con alimentos para el consumo familiar.

Para eso hemos hecho el mahuay y ya estamos escarbando para comer, ya nos prevenimos, en julio, agosto ya empezamos a sembrar mahuay y esa papa ya sale para enero, febrero, ya sale ya, cuando se acaba nuestros productos ya tenemos el mahuay (Rufino Condori Choque- Mosocllacta).

En diciembre ya no hay productos, diciembre, enero ya no hay para comer, hacemos pues, sembramos papa de nuevo, como para mahuay, como para miska, eso ya también sacamos pues, siempre hacemos eso, tenemos un canchón, en el canchón se pone mahuay no en la chacra. (Berrio Holgado Sabino – Collpa – Acomayo).

En otros casos con el fin de disponer de los alimentos para todo el año dosifican la cantidad de alimentos a consumir en el día y varían la alimentación por producto.

En realidad, la comida si alcanza para todo el año, pero comemos todo medidito no en cantidad (Paolo Cesar Marquez Choque Mamani - Pomacanchi).

Claro nos alcanza por que no comemos diario un solo producto, porque lo combinamos, nosotros comemos carne también, matamos también nuestras ovejitas y eso comemos, tomamos leche y en ocasiones hacemos pan de harina de trigo y la cebada lo tuesto para pueda hacer las sopas. (Lucía Gutiérrez Quispe – Marcaconga).

Más que todo en esta temporada pues, ahorita ya no hay comida, los meses de enero, febrero y marzo, no hay comida es muy poco lo que se consigue. De todos modos tenemos lo que hemos guardado, comemos poco a poco, hay veces intercalado comemos chuño, mazamorra de maíz, mazamorra de trigo así comemos, así nos alcanza para todo el año. (Valentín Quiqo Quispe - Huayqui, anexo Campi – Acos).

Algunos agricultores manifestaron que los alimentos no son disponibles todo el año y con fines de abastecerse de alimentos venden otros productos, sus animales y en ocasiones migran de su comunidad hacia el pueblo u otras regiones para vender su mano de obra, y con ello aunque en pequeñas cantidades compran alimentos del mercado.

Si, nos alcanza, a veces puede faltar pero como tenemos triguino, cebada todo eso, hay veces un día domingo vendemos digamos trigo, otro haba, así combinadito, entonces no falta porque compramos lo que nos falta (Valentín Quiqo Quispe - Huayqui, anexo Campi – Acos).

Nosotros tenemos animalitos, eso vendemos y de allí tenemos para comprar otros alimentos, y a veces salimos a trabajar fuera de la chacra, en ocasiones salimos de viaje para buscar trabajo. (Isidro Condori Holgado- Collpa - Acomayo)

Entramos a trabajar a Acomayo, pero a veces viajamos a Maldonado, a la Selva Nosotros vamos por 90 días más o menos, nos vamos después de sembrar y luego regresamos para el aporque, así es como hacemos. (Víctor Mamani Salinas – Llapaypampa – Acomayo).

e. Percepciones, creencias y prácticas de los agricultores de Acomayo, de resiliencia y/o adaptación a los efectos de la variabilidad climática en la producción agroalimentaria.

- Alternativas frente a riesgos de producción agroalimentaria

Los agricultores de Acomayo se han organizado a nivel comunal para hacer frente a la granizada y la helada a través de acciones ancestrales como el reventar cohetes y humear el ambiente, quemando rastrojos y otros. Siguen la secuencia de rotación de cultivos a nivel comunal y en algunos sectores están protegiendo y cosechando el agua.

Estamos organizados en la comunidad para reventar cohetes espantar a la granizada” antes de que caiga la granizada tenemos que calcular en que momento va caer la granizada. Para la helada solo humeamos, quemamos el campo, calentamos el ambiente, desde las 3 de la mañana, eso ayuda a que la helada no caiga muy fuerte. (Domingo Quispe - Rondocan).

Nosotros pensamos ahorita cambiar la forma de sembrar, rotar la siembra por ejemplo donde estamos poniendo maíz poner papa o trigo (Lucas Astete Zavaleta – Ccorimiray – Acomayo).

Por otra parte han optado desarrollar otras actividades agropecuarias como la crianza de ganado vacuno y animales menores “cuy”, la comercialización de alimentos en chacra, de los derivados de leche como el queso y el yogurt en otras ciudades como Cusco y Arequipa.

Si, ahorita ya prácticamente la mayoría se están dedicando en mi zona a pecuario, algunos se dedican a leche y cuy ósea crían vaca y cuy los dos.(José Ollachique Cáceres- Chosecani – Pomacanchi).

“Para evitar los daños por lluvias por ejemplo vendemos el maíz en choclo y en chacra así también evitamos gastos.”(Percy Loayza - Acomayo).

Según la manifestación de algunos agricultores por los altos costos de producción de la papa y la quinua las tierras en las partes altas de la población han sido abandonadas, utilizándolas como zonas de pastoreo de “ovejas y alpacas” No obstante realizan la producción de papa y de cereales en áreas más pequeñas y no han sido reemplazadas en su totalidad por que son alimentos de primera necesidad.

Si pues están abandonados, solo están los animales, a criar animales nos dedicamos como la oveja, alpaca esos nomas, la gente mayormente cría alpacas en la parte alta, donde había chacras de papa, era papal nada más entonces prácticamente están los animales nomas, pero estamos pensando nuevamente roturar eso y poner alfa alfa, ya para los animales (José Ollaquiche Cáceres – Pomacanchi).

- Organización y participación comunal

La organización comunal se encuentra fortalecida en algunas comunidades, y ello obedece a necesidades concretas como el uso del agua para riego, la construcción de galpones para la crianza de cuyes y en otros para la consecución de obras de infraestructura. Entre otros realizan gestiones a instituciones públicas y privadas que les ayude a resolver los problemas relacionados con la producción de alimentos.

Los trabajos comunales se hacen mediante faenas pues, arreglo de sequias, por esta temporada esas sequias, nuestro canal es afectado por el rio, por los huaycos que vienen de arriba no de la altura (Percy Loayza Luna Llanquepampa –Acomayo).

Si estamos bien organizados, yo como presidente he ido a todas las instituciones, cuantas veces he caminado al ministerio de agricultura, llevado oficios y nunca nos han hecho caso (Emilio Santos Holgado Condori – Collpa – Acomayo).

Si, nosotros estamos organizados en la comunidad, hemos solicitado a los del ministerio de agricultura pero nunca han venido, por eso cansados de pedir y no ser escuchados ya no solicitamos, mejor nosotros mismos vemos cómo resolver nuestros problemas, entre nosotros nos ponemos de acuerdo (Valentín Quiqo Quispe-Huayqui – Campi).

- **Organización de comités de riego en la producción agroalimentaria.**

Los agricultores indican que todas las comunidades tienen Comités de Riego, organización que vela por la distribución equitativa del agua, el mantenimiento de los sistemas de riego y la gestión para la cosecha de agua. Ellos además recaudan fondos por los cobros de uso de agua por día.

Hay comités de riego en cada sector, ellos son los que administran el agua, el riego que utilizamos es el de gravedad, también por aspersión, en mi caso yo utilizo el riego por gravedad la mayor parte, en realidad utilizamos el agua de riego para casi todos los productos en tiempo de sembrío (Ramón Huamán Ayma - Sangarará).

Además exponen que algunas organizaciones comunales están mejorando los reservorios de agua, otros han hecho lagunas artificiales y están acumulando agua de lluvia, también están trabajando zanjas de infiltración y otros están plantando especies nativas como la queuña, el pino, el qolle etc., por último evitan plantar eucaliptos por ser una especie perjudicial para el agua y las áreas de cultivo.

Si estamos haciendo plantaciones de plantas nativas como la queuña, eso sobre todo para conservar el agua, ahora estamos plantando en casi todas las zonas plantas nativas (Ramón Huamán Ayma – Sangarará).

Si nosotros estamos cosechando agua, estamos acumulando el agua de lluvia sobre todo en los reservorios de altura, allí nomás llega el agua de lluvia y se junta todo, probablemente ahora ya está llenando el reservorio, solo así nos ayudamos para regar y eso nos abastece a la comunidad (Victoria Orozco Cutiri – Huayrachapi – Acopía).

- **Algunas estrategias prácticas para evitar la presencia de plagas en la producción agroalimentaria.**

Muchos de los agricultores manifiestan que han desarrollado algunas prácticas para enfrentar la presencia de plagas en sus cultivos, algunos utilizan productos químicos obtenidos de manera directa de la veterinaria, otros utilizan algunos productos caseros como la ceniza y otros hacen preparaciones “Biol” en base de hierbas, ajíes, agua de tarwi y otros con los

cuales fumigan. Algunos de ellos no saben cómo manejar el problema ocasionándoles más pérdidas en la producción.

Si a la papa le afecta el huayttu o el barreno que le llaman eso hace que no crezcan adecuadamente las plantas ahorita estoy tratándolo con ceniza los hecho como regándolo a toda la planta y eso hace que se mueran las plagas, yo no fumigo (Cirilo Luna Huanca- Llansa corma- Acomayo).

Antes utilizábamos insecticidas, pero ahora ya no utilizamos, ahora preparamos así como el Biol y con eso fumigamos, le echamos el agua del tarwi, hay otros que son con rocoto así, con eso fumigamos, es todo natural (Ramón Huamán Ayma - Sangarará).

- **Algunas decisiones de los agricultores para la diversificación de actividades agroalimentarias frente a los efectos de la variación climática**

Muchos agricultores indican que los precios de los productos en el mercado son bajos, los costos de producción no son cubiertos, por ello se adoptan diferentes estrategias a fin de que las pérdidas sean mínimas.

Porque los productos no tienen valor en el mercado, trabajamos solo para comer, no tiene valor para que podríamos vender en 7 soles, en 10 soles, la inversión no se recupera, no hay nada de ganancia, en realidad se fracasa, por eso trabajamos para comer nomas (Donato Llocle Cutipa – Checche – Acomayo).

Entre otros, algunos agricultores dicen estar poniendo en práctica nuevos conocimientos en la producción agroalimentaria que le pueda ayudar a resolver las condiciones de pobreza y la falta de alimentos para el consumo familiar, aun cuando la valoración de ese trabajo sea poco aceptado por los otros miembros de la comunidad, es así que están incorporando nuevas actividades productivas como la crianza de cuyes, que requiere de esfuerzo y entrega en el trabajo para obtener resultados satisfactorios para su familia, incluso sin disponer de tierras propias y estas son alquiladas.

A mi más que todo me ignoraban la gente de mi comunidad me decía este vago, este ocioso, no le importaba nada lo que yo hacía, de ahí poco a poco Arariwa me ha apoyado, para criar cuyes y yo lo hago como me enseña, viendo un poquito he ganado a la gente, antes tenía serios problemas económicos, no tenía para dar de comer a mis niños, ahora las cosas han cambiado (Daniel Ccahuana Llavilla-Chanchamayo – Pomacanchi).

Si, lo único es eso, es que una persona debe dedicarse a una o dos actividades no más, hay se puede ver el resultado, porque si se dedica a varias actividades no hay resultado, esa es la mira que tengo yo (José Ollachique Cáceres- Chosecani - Pomacanchi).

Si en realidad es un sacrificio, por ejemplo a pesar de que las chacras son alquiladas yo trabajo bien, una vez que se cosecha pago el alquiler y me queda muy bien la cantidad de productos (Domingo Quispe Huallpa - Rondocan).

- Estrategias de migración temporal

Los agricultores manifiestan que en ocasiones después de la siembra o durante las vacaciones de los niños salen a trabajar fuera de la comunidad a efectos de contar con fondos económicos para la compra de productos alimenticios y en otros casos para cubrir los gastos que implica la educación de los niños. Debido a que las parcelas de producción son relativamente pequeñas y la producción es destinada fundamentalmente al consumo familiar y no a la comercialización.

Entramos a trabajar a Acomayo, pero a veces viajamos a Maldonado, a la Selva. Trabajamos para otras personas, allí nos pagan y con eso compramos otros productos para comer (Víctor Mamani Salinas – Llapaypampa – Acomayo).

Y a veces salimos a trabajar fuera de la chacra, en ocasiones salimos de viaje para buscar trabajo (Isidro Condori Holgado – Collpa – Acomayo).

Nos ponemos a trabajar así en otro sitio, A veces hay trabajitos para arreglar casas así y allí trabajamos o en otras chacras también (Lucas Astete Zavaleta- Ccorimiray – Pomacanchi).

f. Expectativas de los agricultores para el futuro en relación a la producción agroalimentaria

Los agricultores creen que en 20 o 30 años más, habrá mayor escasez de agua, la producción de alimentos será igual en el mejor de los casos o disminuirá y no abastecerán a las personas en tanto la población crece. Los agricultores dicen no tener muchas esperanzas que la situación mejore por que el cambio climático va afectar en la cantidad de agua, en las lluvias.

No creo que las cosas vaya bien podríamos fracasar, y no vamos a tener alimentos para comer (Lucía Gutiérrez Quispe-Marcaconga).

No creo que se buena, de repente peor va bajar la producción, sobre todo por la lluvia, el tiempo ha cambiado totalmente, nosotros también estamos preocupados por eso como recién nos hemos dado cuenta por eso estamos guardando el agua (Julián Puma Alcca - Huáscar- Acomayo).

Como no tenemos agua podría empeorar, por eso es necesario que nos ayuden, nosotros podríamos trabajar (Luciano Paucar Paucar- Tanccanayoc-Acomayo).

Sin embargo algunos jóvenes agricultores indican que podrían informarse mejor y apoyar a la comunidad para saber cómo atacar a las plagas y mejorar el proceso de producción de alimentos. Además le ponen energía en la necesidad de estar organizados en la comunidad para enfrentar los problemas climatológicos y otros de infraestructura.

Como ahora hay información, entraría al internet a averiguar para saber qué productos podrían proteger a las plantas de las enfermedades así no, yo me actualizaría para saber qué hacer para mejorar la chacra, por ejemplo abonar la tierra con abono natural más que todo, con abono de isla, con guano de isla creo que sería mejor. Mejorar, hacer más reservorios, en esta temporada en la parte alta hacer como una laguna para que en época de sequía no falte agua, para eso, necesitaríamos reforzar la organización, con la comunidad se puede hacer, solo depende del presidente no? Pero si la organización funciona aquí (Elvis Huanca Ayma -Marcaconga).

Claro organizándonos podríamos hacer algo para prevenir que pase estos problemas y que las nuevas generaciones tengan condiciones de vida y asegurar la comida, sacar proyectos para mejorar y prevenir (Hugo Raúl Huananco Salinas –Chillcani - Mosocllacta).

g. Presencia de Instituciones Públicas y Privadas en Acomayo para hacer frente a la variabilidad climática en la producción agroalimentaria.

La precepción de los agricultores la presencia del Ministerio de Agricultura es muy limitada, han estado presentes en muy pocas oportunidades, solo cuando se presentaron problemas climatológicos como heladas y granizadas, a fin de hacer un empadronamiento para otorgar el apoyo en la siguiente campaña.

Los Agricultores dicen no haber recibido visitas de supervisión, capacitación y/o asistencia técnica, evaluación de cultivos, aplicación de labores culturales necesarias para una buena producción, en ocasiones han recibido capacitaciones de la ONG Arariwa y de Caritas.

No nunca, a mi casa ni a mi comunidad no, es posible que vaya a la parte baja pero a mi casa no, incluso cuando ha helado a estos lados ha venido pero no a nuestra comunidad, por eso en la parte baja han vuelto a sembrar (Leonarda Ayma Huillca – Accha accha – Acomayo).

No nunca han venido, hemos hecho gestiones pero ellos no han llegado (María Rosario Arbieta de Carrasco- Huacharenja – Acomayo).

Hay veces vienen, últimamente no han venido este año, el año pasado nos ha pasado el problema de la granizada y no han venido y ellos han venido a constatar, claro y un poquito de apoyo nos ha dado, biol, nada más nos han dicho fumiguen con eso (Ramón Huamán Ayma – Sangarará).

Los de INIA nos han enseñado a trabajar la quinua, pero también los de Arariwa han venido para ver los animales que estamos criando, ahora último también ha venido Cáritas, ellos nos están ayudando a saber cómo debemos criar los cuyes (Victoria Orozco Cutiri- Huayrachapi - Acopia).

A los agricultores les gustaría contar con el apoyo del Ministerio de Agricultura, de las autoridades de la Municipalidad y del gobierno Regional sobre todo en capacitación, asistencia técnica, en la mejora de semillas y el uso adecuado del agua, por ejemplo en riego por aspersión.

Nosotros quisiéramos que el ministerio de agricultura venga a asesorarnos, que vengan así cuando estamos en tiempo de siembra, que nos enseñen, que nos expliquen por qué es esto, como tenemos que sembrar, eso es lo que queremos nosotros (Lucas Astete Zavaleta – Ccorimiray – Acomayo).

h. Algunas expectativas de los agricultores para la participación del Estado en la producción agroalimentaria.

Las expectativas manifestadas por los agricultores están referidas a cubrir necesidades concretas relacionadas a la producción de alimentos. Entre otros mencionan la necesidad de contar con asistencia técnica o capacitación en todo lo que concierne al manejo de semillas, mejorar condiciones de siembra, cosecha, almacenamiento y comercialización de alimentos. Del mismo modo solicitan capacitación en el manejo y conservación del agua, riego por

aspersión, zanjas de infiltración, como combatir las plagas, qué acciones realizar cuando las plantas son afectadas por la granizada, crianza de animales menores y biohuertos.

Eso, que nos capaciten los que saben, para saber cómo sembrar, como podemos mejorar en semilla, atacar plagas así no? nos deberían de apoyar con técnicos así, que nos den capacitaciones (Berrio Holgado Sabino – Collpa – Acomayo).

Ellos quisieran el apoyo en la construcción de reservorios de agua, sistemas de riego que optimicen el manejo del agua. Igualmente contar con especies arbóreas nativas como la queuña, el pino, entre otros.

Nos gustaría que nos implementen el riego por aspersión, que se hagan represas para cosechar agua en las alturas, eso nos podría ayudar incluso en la crianza de animales, los animales ya tendrían para tomar agua (Donato Llocle Cutipa – Checche – Acomayo).

A nosotros nos gustaría que nos apoye con plantas como el pino para recuperar el agua, para hacer zanjas de infiltración, hay tantas cosas que podemos hacer en el campo, pero no hay ninguna autoridad que nos apoye, entre nosotros no mas no podemos hacer, necesitamos siempre de un técnico que nos enseñe para que hagamos bien las cosas (Paolo Cesar Marquez Choque Mamani – Pomacnachi).

Las medidas de resiliencia y/o medidas de adaptación establecidas en el estudio Impacto del cambio climático y medidas de adaptación para los cultivos de papa y maíz amiláceo en la subcuenca del río Shullcas, Junín (MINAM, 2013) han identificado un total de 24 medidas de adaptación, de las cuales 17 son técnicas agroambientales (70 %), 4 son medidas sociales (23,5%) y 3 son medidas económicas (17,6%), de las que existen algunas coincidencias con lo planteado en este estudio tales como:

- Promover la producción de papa orgánica en pequeña escala, con sistemas de policultivos, abonos orgánicos, manejo integrado de plagas.
- Mejorar la eficiencia del uso de agua-establecer sistemas de riego tecnificado.
- Instalar sistemas agrosilvoculturales para mejorar las condiciones microclimáticas y de captación del agua de lluvia en las laderas de la parte alta, promoción del uso de zanjas de infiltración.

Sin embargo las prioridades de mejora de implementación de estrategias de resiliencia y/o adaptación pasa por la necesidad de mejorar la organización comunal y de contar con asesoramiento técnico, capacitación para el manejo adecuado de los cultivos, mejorar la cosecha de agua así como la infraestructura, establecer otras actividades productivas que les permitan mejorar las condiciones de acceso y disponibilidad de alimentos por ejemplo.

Algunas de estas estrategias de adaptación planteadas por Miguel A. Altieri y Clara I. Nicholls (2009), en el estudio Cambio climático y agricultura campesina: Impactos y respuestas adaptativas

- Uso de variedades/especies adaptadas localmente mostrando adaptaciones más apropiadas al clima y a los requerimientos de hibernación o resistencia incrementada al calor y la sequía.
- Incremento del contenido de materia orgánica de los suelos a través de la aplicación de estiércol, abonos verdes, cultivos de cobertura, etc., para una mayor capacidad de retención de humedad.
- Un uso más amplio de tecnologías de “cosecha” de agua, conservación de la humedad del suelo mediante mulching, y un uso más eficiente del agua de riego.
- Manejo adecuado del agua para evitar las inundaciones, la erosión y lixiviación de nutrientes cuando la precipitación pluvial aumenta.
- Uso de estrategias de diversificación como cultivos intercalados, agroforestería, etc., e integración animal.
- Prevención de plagas, enfermedades e infestaciones de malezas mediante prácticas de manejo que promueven mecanismos de regulación biológica y otros
- Uso de indicadores naturales para el pronóstico del clima para reducir riesgos en la producción.
- El desafío ahora es cómo movilizar rápidamente este conocimiento de modo que pueda aplicarse en la restauración de áreas ya afectadas o para preparar aquellas áreas rurales con pronóstico de ser afectadas por el cambio climático

Son estrategias que tienen relación con lo planteado en el presente estudio debido a que se centra en la necesidad de recibir capacitaciones y asistencia técnica en el manejo de cultivos y la variabilidad climática

Maletta (2009) en su estudio *El pan del futuro: cambio climático, agricultura y alimentación en América Latina* indica que la agricultura latinoamericana en su conjunto, y particularmente la agricultura campesina tradicional, incluso la de la sierra peruana con todas sus dificultades (Caballero, 1981), no se verá dañada catastróficamente por el Cambio Climático, ni mucho menos. Seguirá en cambio afectada por los procesos de transformación que vienen operando desde hace décadas; probablemente hacia fines del presente siglo el sector agrícola dé empleo solo a una pequeña minoría (con ingresos más altos que en la actualidad) como ya ocurre en varios países.

Eguren (2012) En el mismo sentido que Maletta indica que la Met Office Hadley que agrupa varias universidades británicas concluye que la mayoría de estudios de escala global ofrecen una mirada positiva al impacto del cambio climático sobre la seguridad alimentaria en el Perú. Considerando la producción de alimentos de origen agrícola, los estudios estiman que en las próximas cuatro décadas el Perú no tendrá serias amenazas a su seguridad alimentaria.

Así mismo dice la adaptación a cambios ambientales es histórica en la región andina. Una de las adaptaciones a cambios en el clima es sustituir unos cultivos por otros, o reemplazar unas especies ganaderas por otras, o por lo menos variar las proporciones. Los programas orientados a aliviar los efectos del cambio climático requieren partir de estas iniciativas, luego estimularlas y difundirlas (Eguren, 2012).

V. CONCLUSIONES

1. Se ha determinado que la variabilidad climática registrada en los años 2000 al 2017 en la provincia de Acomayo ha tenido un efecto positivo en la producción de papa, con una superficie cosechada que incrementó aproximadamente en un 50 %.
2. La producción de maíz y cebada, han sufrido variaciones en la producción dependiendo fundamentalmente de la superficie sembrada y cosechada en la provincia de Acomayo.
3. Al año 2014 la producción de quinua fue en pequeña escala y destinada fundamentalmente al consumo familiar. En el año 2015 se amplía la superficie cosechada como monocultivo, en el marco de las políticas públicas de exportación establecidas por el gobierno de turno.
4. Del año 2000 al 2017 se presentaron variaciones climáticas, siendo las precipitaciones mensuales algo escasas en los meses programados para la siembra (octubre y noviembre) y con presencia de precipitaciones en los meses no programados (abril mayo y junio). Las variaciones de la temperatura tuvo como temperatura máxima de 30 °C en los meses de noviembre y diciembre y temperatura mínima de -5.4°C en los meses de abril, mayo y junio.
5. El incremento de producción de alimentos en la provincia de Acomayo durante los años 2000 al 2017 no garantizó la seguridad alimentaria, muchas familias no contaron con alimentos suficientes disponibles y accesibles en todo momento y durante el año para satisfacer sus necesidades nutricionales, existieron meses de carencia de alimentos, otros meses comían poco (medidito) según la cantidad disponible para el día. Los que no han cubierto los requerimientos diarios para llevar una vida activa y saludable.

6. Estadísticamente al año 2050 habrá un incremento en la producción de papa debido al incremento de temperatura media anual en al menos 2.91 °C, incremento de la superficie de siembra y cosecha y una disminución progresiva de precipitaciones.
7. La producción de maíz y quinua incrementará en función de la superficie de cosecha, lo que supone la ampliación de fronteras agrícolas para la producción de maíz extendiéndose la posibilidad de migración del cultivo a la parte alta, sin embargo la presencia de sequías, generará la necesidad de utilizar agua de riego. La quinua probablemente se desarrollaría como monocultivo.
8. Al año 2050 se prevé que la producción de cebada tendrá un incremento en un contexto de incremento de temperatura y disminución de precipitaciones, sin embargo habrá una ligera disminución de la superficie cosechada.
9. Los Agricultores de la Provincia de Acomayo han desarrollado e implementado una serie de estrategias de adaptación y resiliencia para hacer frente a los efectos de la variabilidad climática según sus percepciones y creencias, entre ellas:
 - Medidas preventivas ante la presencia inminente de heladas y granizadas como las “quemadas” de rastrojos para las heladas y explosión de cohetes para espantar las granizadas, una práctica que se hace de generación en generación y con respuesta organizada.
 - Uso de semillas seleccionadas y mantenimiento de características adecuadas para la siembra.
 - Uso de tecnologías ancestrales para las diferentes labores agrícolas como la chaquitacla, el allachu, el huancaíno, azarron el pico, la lampa.
 - Incremento en el uso de aspersores para el riego que optimiza el uso del agua y disminuye la erosión de los suelos y limitado uso de técnicas de riego por gravedad
 - Rotación de cultivos en las tierras de descanso a efectos de conseguir una fertilización natural
 - Fertilización de tierras con abonos naturales, abono de corral de ganado vacuno, ovino camélido, cuyes, etc. Y otros como compost y lombricultura.
 - Tratamiento de plagas con productos naturales como la ceniza, rocoto, agua de tarwi y preparaciones en base de hierbas naturales “Biol”

- Reforestación de áreas con especies nativas como queuña, qolle, pino entre otros de algunas comunidades organizadas.
- Recuperación de infraestructura de diques, reservorios y zonas de infiltración para la cosecha de agua por algunas comunidades organizadas.
- Labores de conservación de suelos y zanjas de infiltración para mantener la humedad del suelo.
- Protección de animales como ovejas, alpacas y cuyes de las temperaturas extremas a través del uso de cobertizos y generación de calor.
- Adopción de otras actividades productivas como la crianza de animales (ovejas y cuyes) y la producción de pastos y de afrecho de cebada para la alimentación de estos animales.
- Migración temporal de jefes de familia hacia centros poblados u otras regiones para la venta de mano de obra y la mejora económica para la educación de los niños y la seguridad alimentaria familiar.
- Limitada información otorgada a los agricultores de Acomayo sobre cambio climático, desconocimiento de las causas de la variabilidad climatológica y dificultades en el tratamiento del problema. Por ello demandan la presencia de las autoridades locales, regionales y de manera especial del sector Agricultura. Señalando la necesidad de:
 - Apoyo técnico, asesoramiento y capacitación en temas de cambio climático y su relación con la producción agroalimentaria.
 - Apoyo técnico en el manejo de semillas, enfermedades y plagas en los cultivos.
 - Asesoramiento para reforestación con especies nativas, manejo de cuencas y laderas.
 - Apoyo en la construcción de infraestructura de riego y uso de riego por aspersión, zanjas de infiltración, entre otros.

VI. RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda utilizar los resultados de esta investigación para el desarrollo y elaboración de documentos normativos (ordenanzas) para la Provincia de Acomayo, sobre el manejo del cambio climático y su relación con la producción agroalimentaria.
- b. Recomendar a los gobiernos locales y/o regionales la gestión ante SENAMHI para la instalación de mayor número de estaciones agrometeorológicas y ubicarlas estratégicamente a efectos de cubrir con la información de temperatura y precipitación más específica por distrito.
- c. Realizar investigaciones en áreas específicas de distrito o zona de estación agrometeorológica a efectos de contar con información más exacta de temperatura, precipitación, la producción de alimentos y su relación con los niveles de desnutrición crónica y anemia.
- d. A las autoridades locales, regionales y nacionales priorizar la presencia del estado en la Provincia de Acomayo a través de capacitación, asesoramiento y apoyo técnico en temas relacionados al cambio climático y la producción agroalimentaria.
- e. Tomar como base la organización comunal para el desarrollo de estrategias de adaptación y/o resiliencia y hacer frente a los efectos del cambio climático, orientado a la seguridad alimentaria.
- f. A la organización comunal, autoridades locales y regionales priorizar obras de infraestructura de riego, acompañadas de apoyo técnico para la siembra, cosecha, mantenimiento y conservación del agua., forestación y reforestación con especies nativas como la queña, el molle, el pino, el qolle etc. cercamiento de zonas de pastoreo, rotación de pastoreo, manejo de bofedales, entre otros. Que garanticen el uso del agua para la producción de alimentos, para el consumo animal y consumo humano.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altieri M. y Nicholls C. 2008. Los Impactos del Cambio Climático sobre las Comunidades Campesinas y de Agricultores Tradicionales y sus respuestas adaptativas Agroecología 3: 7-28, 2008.

Altieri, M. y Nicholls,C. 2009. Cambio climático y agricultura campesina: Impactos y respuestas adaptativas. Leisa revista de agroecología • marzo 2009.

ASIS. (2015) Análisis de la Situación de Salud - Provincia de Acomayo: Red de Servicios Cusco Sur – Micro Red Acomayo.

BID y CEPAL. 2014. La economía del cambio climático en el Perú. Monografía BID n°. 222 y CEPAL LC/W.640.

Calvo, E. 2010. “Cambio climático y sistemas productivos rurales con énfasis en la gestión del agua y el manejo de los recursos naturales”

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile). 2009. Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: Una reseña. Publicación de las Naciones Unidas, Chile.

CEPES. (Centro Peruano de Estudios Sociales). 2010. Cambio Climático y Desarrollo Sostenible en el Perú. Boletín n° 17 Agosto 2010.

CEPLAN (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico). 2016. Guía metodológica de la fase institucional del proceso de planeamiento estratégico.

CGIAR Research Program on policies Institutions and Markets led by IFPRI, Police note. UPDATED January 2014.

CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). 2010. Dimensiones de la seguridad alimentaria: Evaluación Estratégica de Nutrición y Abasto. México. Primera edición, febrero de 2010.

CONSORCIO SIG INGENIEROS – GTS GIS TEAM SOLUTIONS y VILLON. 2016. Resumen Ejecutivo. Identificación de las condiciones de riesgos de desastres y vulnerabilidad al Cambio Climático de la Región Cusco. Socializado en Abril 2016 en un taller organizado con el MINAM.

Crespeigne, E., Olivera, E. Ccanto, R. y Mayer, M. 2011. Exploración de las Estrategias y Prácticas de una Comunidad Campesina de los Andes Centrales frente los riesgos extremos asociados al Cambio Climático.

Eguren, F. 2012. Vulnerabilidad de la seguridad alimentaria en el Perú y cambio climático.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). 2014. Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe (2013). Hambre en América Latina y el Caribe acercándose a los Objetivos del Milenio.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). 2016. El estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria- Roma 2016.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y Universidad Nacional Agraria La Molina. 2016. Guía de Cultivo de la Quinua - Lima

Gordillo, G. y Méndez, O. 2013. Seguridad y Soberanía Alimentaria. FAO 2013. Documento base para discusión. Conceptos.

Gourdji1, S., Sibley, A. and Lobell, D. 2013. Global crop exposure to critical high temperatures in the reproductive period: historical trends and future projections. Department of Environmental Earth System Science, Stanford University, Stanford, CA 94305, USA 2.

Hernández, N.y Soto, F. 2012. Influencia de tres fechas de siembra sobre el crecimiento y rendimiento de especies de cereales cultivadas en condiciones tropicales. Parte I. Cultivo del Maíz (*Zea Mays L.*) Cultivos Tropicales, 2012 vol. 33, No. 2.

IFPRI (International Food Policy Research Institute). 2009. Cambio climático - El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. Política Alimentaria Informe. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias IFPRI Washington, D.C. Actualizado en Octubre 2009.

IFPRI (International Food Policy Research Institute). 2014. Seguridad Alimentaria en un mundo con creciente escasez de recursos naturales. El rol de las tecnologías agrícolas.

INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). 2012. Evaluación del Impacto Socioeconómico de la temporada de lluvias 2010 en la Región Cusco. Cuaderno Técnico 7

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2015 Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2017 Perú: Informe técnico n° 002-febrero 2017 Producción Nacional diciembre 2016.

INTAGRI S.C. 2017 (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura) Requerimientos de clima y suelo para el cultivo de la papa.

INTAGRI S.C. 2016 (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura) Procesos de germinación y emergencia en el cultivo de maíz.

International Trade Centre – TRADE IMPACT FOR GOOD. 2015. Climate Change and the Agri-Food Trade Perceptions of Exporters in Peru and Uganda.

IPCC, 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) 2008 OMM PNUMA. 2008. El cambio climático y el agua. Documento técnico VI del IPCC 2008. IPCC, 2013. Glosario en: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.

IPCC, 2014. Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs.

IPCC, 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad – resumen para responsables de políticas Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

IPCC. (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2015. Cambio Climático 2014 Mitigación del Cambio Climático. Resumen para Responsables de Políticas y Resumen Técnico. Revisado en febrero de 2015 por el IPCC, Suiza. Contribución del Grupo de trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del IPCC.

Kang, Khan y Ma. 2009. Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security –Progress in Natural Science 19 (2009).

Maletta, H. 2009 El pan del futuro: cambio climático, agricultura y alimentación en América Latina - Debates en Sociología N° 34 2009 ISSN 0254-9220

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2011. Manual técnico - Manejo y fertilidad de suelos “Cereales y granos Andinos”

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2012. Lineamientos Metodológicos II Estadística Agrícola” Investigación Estadística de las dependencias Regionales de Agricultura del País (SIEA-OEEE).

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2016. Boletín estadístico de producción agrícola, pecuaria y avícola. Dirección general de seguimiento y evaluación de políticas. Diciembre 2016.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2017 Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana (Boletín mayo 2017) Dirección General de políticas agrarias - Dirección de estudios económicos e información. Dirección General de Políticas Agrarias.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2017 SIEA Sistema Integrado de Estadística Agraria. Calendario Nacional de Siembras y Cosechas.

MINAM (Ministerio del Ambiente). 2013. Impacto del cambio climático y medidas de adaptación para los cultivos de papa y maíz amiláceo en la subcuenca del río Shullcas, Junín.

MINAM (Ministerio del Ambiente). 2016. El Perú y el Cambio Climático. Tercera Comunicación la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Primera Edición.

Muñoz, J. y Sahagún M. 2017 Hacer análisis cuantitativo con ATLAS.ti.7 Manual de Uso. Enero 2017.

Murgueitio, E., Chará, J., Solarte, A., Uribe, F. Zapata, C., y Rivera, J. 2013. Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. Rev Colomb Cienc Pecu 2013; 26:313-316. Memorias ENICIP 2013.

Mussetta, P. y Barrientos, M. 2015. Vulnerabilidad de Productores rurales de Mendoza ante el Cambio Ambiental Global: clima, agua, economía y sociedad. Rev. FCA UNCUYO 2015.

Nicholls, C. y Altieri M. 2012. Modelos Ecológicos y Resilientes de Producción Agrícola para el Siglo XXI .Agroecología 6: 28-37, 2012.

Nicholls, C. y Altieri M. 2017 Nuevos caminos para reforzar la resiliencia agroecológica al cambio climático. Agroecología y Cambio Climático Berkeley, California 2017

Ocampo, O. 2011. El cambio climático y su impacto en el agro. Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes. Bogotá D.C., Colombia. Enero - junio de 2011, pp. 115-123.

Ortiz R. 2012. El cambio climático y la producción agrícola Unidad de Salvaguardias Ambientales (VPS/ESG) NOTAS TÉCNICAS # ESG-TN-383 Febrero 2012.

PACC (Programa de Adaptación al Cambio Climático). 2012. Caracterización Agroclimática de la Región Cusco PACC - Serie de Investigación Regional 11

PACC (Programa de Adaptación al Cambio Climático). 2012. Caracterización Climática de las Regiones Apurímac y Cusco PACC - Serie de Investigación Regional 1.

Pedraza, D.F. 2005. Disponibilidad de alimentos como factor determinante de la Seguridad Alimentaria y Nutricional y sus representaciones en Brasil Nutr., Campinas, 18(1):129-143, jan./fev., 2005

Pérez, C. 2009. Barreras vivas para producción de granos básicos en zonas de laderas de América Central. Buenas prácticas agrícolas para la adaptación al cambio climático. Cap.4

Piselli, R. 2009. Impacto económico de fenómenos climáticos extremos sobre la actividad agrícola en la región Piura y el valle del Mantaro. Estudio realizado en el marco del Programa de Becas para Jóvenes Investigadores-SEPIA XIII del año 2009, y presentado en el seminario SEPIA XIII, agosto del 2009 en Cusco.

SENAMHI. 2010. Atlas de heladas del Perú

SENAMHI. 2018. Mapa Climático del Perú. www.senamhi.gob.pe/?mapa-climatico-del-peru.

SESPAS (Sociedad Española de Salud Pública) Tirado, M. 2010. Climate change and health. University of California-Los Angeles School of Public Health, Los Angeles, CA, EE.UU. Gac Sanit. 2010; 24 (Suppl 1):78–84

SPDA. (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental). 2015. Diversidad bajo presión: En busca de soluciones. Boletín Informativo n° 2

Torres, S. 2016 “Impacto de Cambio Climático en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa* Will) en el departamento de Puno” trabajo de titulación para optar el título profesional de ingeniero ambiental- UNALM – Lima – Perú

Valdivia, C.; Thibeault, J.; Gilles, J. L.; García, M.; Seth, A. 2013. Climate trends and projections for the Andean Altiplano Discussions and strategies for adaptation. Published by Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union. Received: 18 May 2011 – Revised: 16 September 2011 – Accepted: 1 October 2012 – Published 2 April 2013

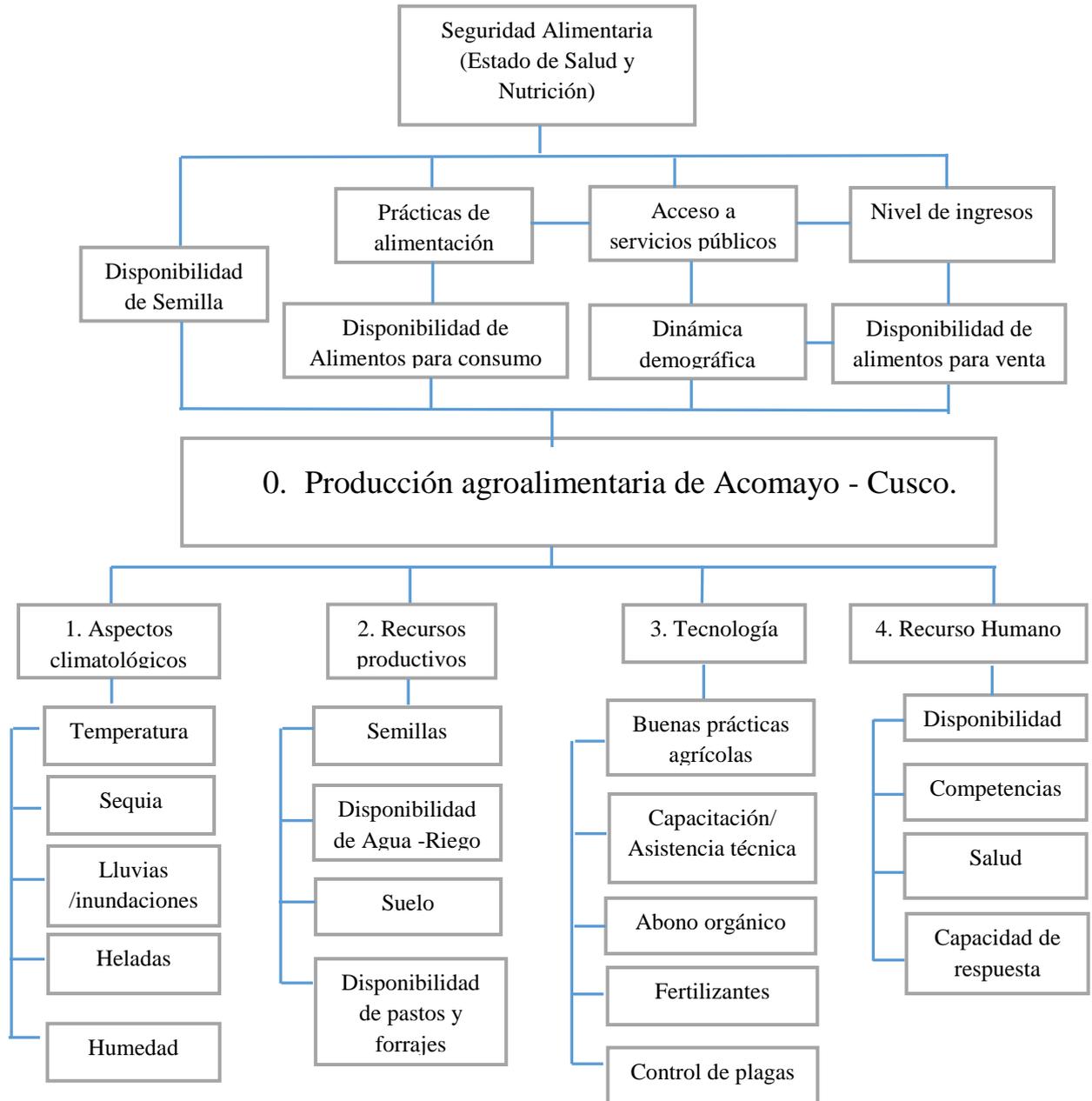
Vergara, W., Rios, A., Galindo, L., Gutman, P., Isbell, P., Suding, P., Samaniego, J. 2014 El Desafío Climático y de Desarrollo en América Latina y el Caribe. Opciones para un desarrollo resiliente al clima y bajo en carbono.

Vergara, W., Rios, A., Trapido, P., Malarin, H. 2014 Agricultura y Clima Futuro en América Latina y el Caribe: Impactos Sistémicos y Posibles Respuestas Documento de debate No. IDB-DP-329.

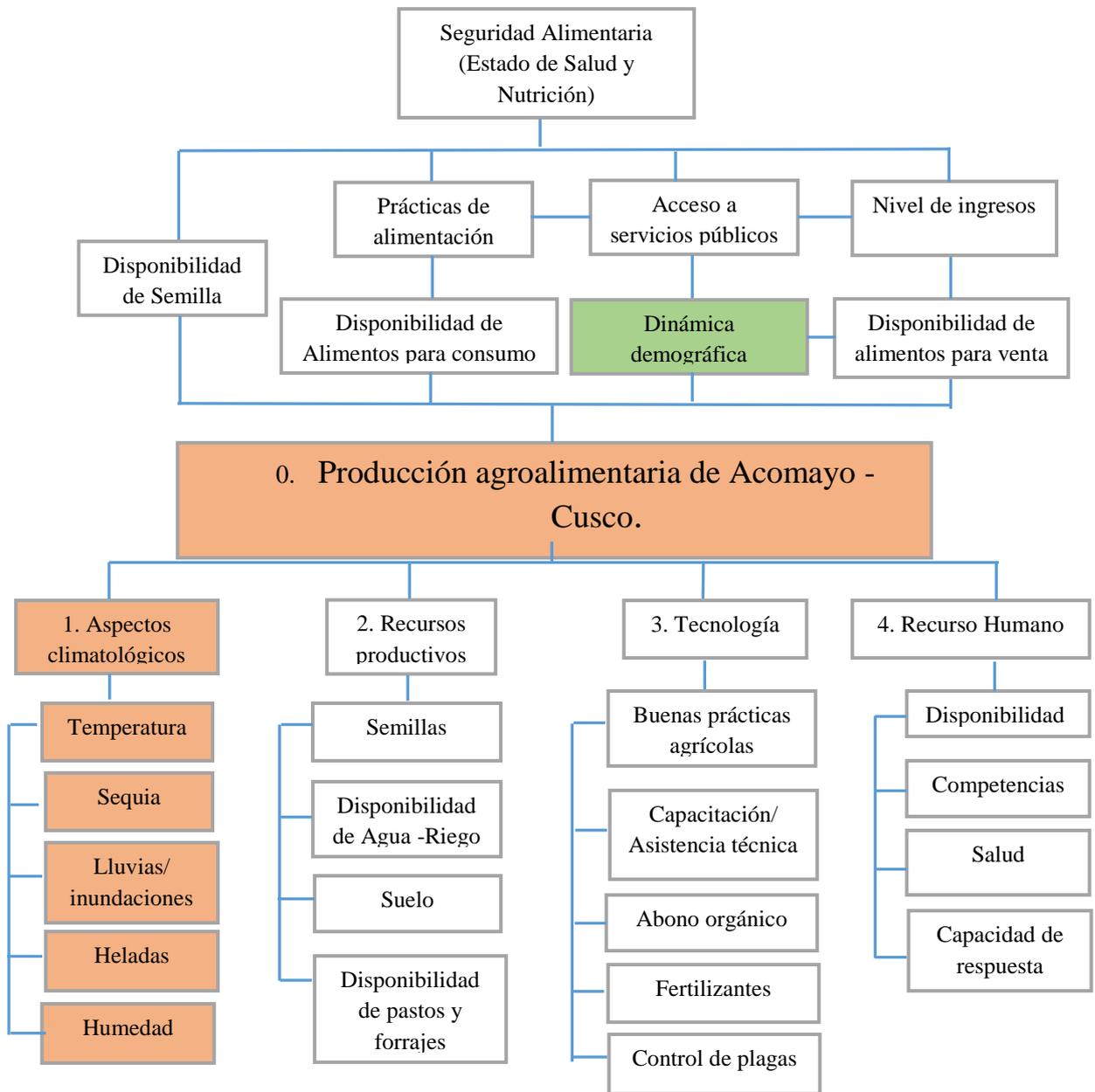
Wolfe, D., Ziska, L., Petzoldt, C., Seaman, A., Chase, L. y Hayhoe, K. 2007. Projected change in climate thresholds in the Northeastern U.S.: implications for crops, pests, livestock, and farmers. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change (2008). June 2008, Volume 13

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Modelo Causal



ANEXO 2: Modelo Causal de Estudio



**ANEXO 3: Guía de entrevista en profundidad:
Percepciones y experiencias de los Agricultores sobre los efectos de la variabilidad
climática y la producción agroalimentaria.**

Datos Generales

Fecha:...../...../.....	Lugar:	
Departamento:.....	Provincia:.....	Distrito:

Buenas días/tardes Sr. / Sra., queremos agradecerle por el tiempo que nos brinda para realizar esta entrevista. Queremos indicar que los comentarios e información que nos proporcione son confidenciales y serán muy valiosos para el proyecto de tesis que estoy presentando.

Perfil del Agricultor
¿Cuál es su nombre?
¿De dónde es? Cuantos años tiene usted?
¿Cuántos hijos tiene?
¿A qué actividad se dedica?
¿Cuantos años hace esta actividad?
¿Hasta que año a estudiado usted?
¿Tiene algún cargo en la comunidad o localidad?

Producción de alimentos

¿Tiene chacras?, cuantas chacras tiene? Más o menos cuantas hectáreas tendrá

¿Podría indicarme que productos está produciendo actualmente en sus chacras?

¿Cómo ha sido la producción de papa, maíz, quinua, cebada? En estos últimos años.

La producción de papa, maíz, quinua y cebada era igual, como era antes por qué?

Porque cree que ha variado la producción de los alimentos. Papa, maíz, quinua, cebada.

Ha aumentado o ha disminuido la cantidad de cosecha de productos porque?

Los terrenos de siembra siguen siendo iguales que hace 15 años ¿? Como ha variado y por qué?

¿El agua que utilizan para el riego de la papa, maíz, quinua y cebada sigue igual? ¿Cómo ha variado y por qué?

Cómo riega sus chacras?

¿Hay plagas?, que plagas se han encontrado en la papa, maíz, quinua, cebada, es igual que antes o hay alguna nueva plaga?

Sus tierras están bien para producir? Por qué cree que ha variado? Utiliza fertilizantes? Que fertilizante y cuando los utiliza?

Cómo trabaja en las chacras? Utiliza alguna herramienta?

Cría animales? Que animales tiene? Hace 15 años tenía la misma cantidad?

Los animales tienen alguna enfermedad, porque cree que han aparecido esas enfermedades

Los alimentos producidos alcanza para comer normal?

Me podría decir que cantidad de papa, maíz, quinua y cebada de la producción total vende?

Las semillas son de aquí? Son iguales a las que habían hace años?

Variabilidad Climática

¿En este tiempo ha notado cambios en el clima? Que ha pasado por qué cree que están habiendo estos cambios? Recuerda como era cuando usted era niño el clima era igual?

Podría indicarme, si estos cambios han afectado a la producción de papa, maíz, quinua, cebada?

Cuántas veces se han presentado las heladas, sequias, inundaciones, granizadas? Que ha pasado? En que años se han producido más estos problemas? Que consecuencias ha traído en la agricultura, ganadería, en la comunidad, salud, educación.

Todas las chacras han sido afectadas? O solo algunas?

La cantidad de agua sigue siendo la misma, alcanza para todas las chacras?

Han aparecido plagas, cuáles son?

Han tenido problemas de salud cuando se han presentado estos problemas, quienes se han enfermado

Los niños han ido al colegio normalmente o que ha pasado?

Resiliencia y/o adaptación climática

¿Qué ha hecho usted y su familia para que la siembra de papa, maíz, quinua y cebada no se vea afectada por la granizada, las lluvias, la sequía o las heladas.

La organización comunal ha hecho algo para resolver estos problemas, cuáles han sido las decisiones comunales.

Han recibido la visita del gobierno? Han tenido el apoyo del Ministerio de Agricultura, o alguna otra institución? Que hicieron, cómo les ayudaron?

Les ha faltado productos para su consumo en algún momento, en que año fue mayor el problema? Que han hecho cuando los alimentos no han alcanzado para el consumo de la familia?

Cuáles fueron las dificultades que han tenido para resolver estos problemas

Qué piensan hacer para mejorar la producción de sus alimentos en adelante

Cómo les gustaría que apoye el gobierno para no tener estos problemas?

ANEXO 4: Consentimiento Informado

Entrevista en profundidad: Efectos de la Variabilidad Climática en la Seguridad Alimentaria en Acomayo - Cusco

Señor, Señora:

La presente investigación es conducida por la Bióloga Lucía Villar Bernaola de la Maestría en Nutrición Pública – Instituto de Seguridad Alimentaria Nutricional, de la Universidad Nacional Agraria La Molina- Lima, Cuya meta es obtener información de los agricultores sobre la producción de alimentos y su relación con la variabilidad climática en la Provincia de Acomayo, Región Cusco

Si usted decide participar en este estudio, le pediremos responder a algunas preguntas sobre producción de alimentos como papa, maíz, quinua, cebada, otros y las variaciones del clima. La conversación será grabada y después será transcrita y analizada. Del mismo modo comunicamos a usted que la entrevista será aproximadamente de 30 minutos.

La participación en este estudio es voluntaria. La información que nos brinde, es completamente confidencial y sólo será utilizado para los fines de esta investigación.

Usted tiene la libertad de participar voluntariamente y/o interrumpir el proceso en cualquier momento.

Agradecemos su atención y colaboración

ESTOY DE ACUERDO CON LO ANTERIORMENTE DESCRITO Y ACEPTO PARTICIPAR EN LA ENTREVISTA VOLUNTARIAMENTE.

Nombre del Agricultor que autoriza:

DNI:

Lugar:

Huella digital	Firma
----------------	-------