

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN**



**“VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA Y CAPACIDAD DE  
ADAPTACIÓN DE PRODUCTORES DE QUINUA FRENTE A RIESGOS  
CLIMÁTICOS EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO, PERÚ”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR TÍTULO  
DE ECONOMISTA**

**LIZET KATERIN CRISTOBAL ROMERO**

**LIMA – PERÚ**

**2023**

# TSP\_Katerin Cristobal

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

9%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

---

< 1%

★ rcm.insmet.cu

Fuente de Internet

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN**

**“VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA Y CAPACIDAD DE  
ADAPTACIÓN DE PRODUCTORES DE QUINUA FRENTE A  
RIESGOS CLIMÁTICOS EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO,  
PERÚ”**

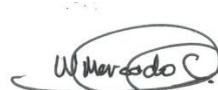
**PRESENTADO POR  
LIZET KATERIN CRISTOBAL ROMERO**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR  
TÍTULO DE ECONOMISTA**

**SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO**



.....  
Dr. Rosario Elizabeth Pérez Liu  
PRESIDENTE



.....  
Dr. Waldemar Fernando Mercado Curi  
ASESOR



.....  
Mg. Sc. Raquel Margot Gómez Ocorima  
MIEMBRO



.....  
Dr. José Miguel Sánchez Uzcátegui  
MIEMBRO

Lima – Perú  
2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN PRESENCIAL  
N° 002-2023

Los miembros del Jurado, reunidos en acto público para calificar la sustentación del **Trabajo de Suficiencia Profesional – TSP**, presentado por la Bachiller en Ciencias – Economía, señorita **LIZET KATERIN CRISTOBAL ROMERO**, titulado:

**“VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA Y CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN DE PRODUCTORES DE QUINUA FRENTE A RIESGOS CLIMÁTICOS EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO, PERÚ”**

Oídas las respuestas y las observaciones formuladas, declaramos: **APROBADO**

Con el calificativo de: **SOBRESALIENTE**

En consecuencia, queda en condición de ser calificado como APTO por el Consejo Universitario y recibir el Título Profesional de **ECONOMISTA** de conformidad con lo estipulado en el Artículo 89° del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Resolución N° 01-2015-AE-UNALM, del 23/02/15), el Artículo 150°, inciso b) del Reglamento General de la UNALM 2017 (Resolución N° 001-2017-AU-UNALM), y el anexo N° 4, punto N° 23 (Modalidad para obtener el título profesional: 2. Trabajo de Suficiencia Profesional (TSP), según el Reglamento del Registro Nacional de Grados y Títulos.

Dra. Rosario Elizabeth Pérez Liu  
PRESIDENTE

Lima, 29 de septiembre del 2023

Dr. Waldemar Fernando Mercado Curi  
ASESOR

Mg. Sc. Raquel Margot Gómez Ocorima  
MIEMBRO

Dr. José Miguel Sánchez Uzcátegui  
MIEMBRO

Nota: calificativo de la sustentación es nominal: bueno, muy bueno o sobresaliente. El calificativo de sobresaliente deberá aplicarse solo si existe unanimidad.

TR. N° 0208-2023/CF-FEP, del 04/05/2023 (jurado) y TR N° 0375-2023/CF-FEP, del 05/06/2023 (ejecución)  
Matrícula N° 20060189  
Merajad

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Clotilde Romero y Augusto Cristobal, quienes son mis ejemplos de vida y de superación.

A mi hija Mikaela y mi esposo Antony.

A mis hermanos: Kelly, Minoy, Mercedes, Lucero, Gloria, Efraín, José y Booz.

A mis abuelitos en el cielo, Cecilia y Pedro.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por absolutamente todo.

Agradezco especialmente a mis padres por su valioso esfuerzo y sacrificio que han hecho esto posible, por enseñarme a ser valiente y no rendirme ante la adversidad. A mi esposo y mis hermanos por su apoyo incondicional. A Mikaela por existir y ser mi mayor motivación.

Agradezco también a mis suegros, cuñados y a mis mejores amigos por su apoyo.

A mis profesores de la UNALM por ser parte y acompañarme en mi formación académica, especialmente al profesor Waldemar Mercado, por guiarme en esta travesía de la titulación.

Al SENAMHI, y especialmente al proyecto Climandes, que me brindó la oportunidad de ser parte del equipo de trabajo para desarrollar el estudio base para este TSP. Al equipo de MeteoSwiss, ETHZ y Dirección Zonal de Puno con quienes trabajamos arduamente para lograr los objetivos del proyecto.

A los productores e investigadores del cultivo de quinua del Departamento de Puno, por su tiempo y disposición para compartir sus valiosos conocimientos y experiencias.

## INDICE GENERAL

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| <b>I.</b>   | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1         | Problemática .....   | 1         |
| 1.2         | Objetivos .....  | 4         |
| 1.2.1       | Objetivo general .....   | 4         |
| 1.2.2       | Objetivos específicos .....  | 4         |
| <b>II.</b>  | <b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1         | Marco conceptual .....   | 5         |
| 2.1.1       | Agricultura familiar .....   | 5         |
| 2.1.2       | Pobreza y vulnerabilidad .....   | 6         |
| 2.1.3       | Seguridad alimentaria .....  | 7         |
| 2.1.4       | Variabilidad y cambio climático .....                                      | 8         |
| 2.1.5       | Incertidumbre y riesgo .....   | 9         |
| 2.1.6       | Gestión de riesgos de desastres .....                                      | 9         |
| 2.1.7       | Servicios climáticos .....   | 9         |
| 2.1.8       | La quinua .....  | 11        |
| 2.2         | Antecedentes .....   | 12        |
| 2.2.1       | Evaluación de vulnerabilidad, pobreza y peligros climáticos .....          | 12        |
| 2.2.2       | Evaluación económica de los servicios climáticos para la agricultura ..... | 13        |
| 2.2.3       | Exploración de los servicios climáticos .....                              | 14        |
| <b>III.</b> | <b>DESARROLLO DEL TRABAJO .....</b>  | <b>17</b> |
| 3.1         | Ámbito de estudio .....  | 17        |
| 3.2         | Diseño metodológico .....  | 18        |
| 3.3         | Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....                      | 18        |
| 3.3.1       | Información secundaria .....   | 18        |
| 3.3.2       | Entrevistas a informantes clave .....                                      | 18        |
| 3.3.3       | Encuestas a productores .....  | 19        |
| 3.4         | Población y muestra .....  | 20        |
| 3.5         | Marco operativo .....  | 23        |
| 3.6         | Materiales y métodos .....   | 24        |
| 3.7         | Aplicaciones del desempeño profesional .....                               | 28        |
| 3.7.1       | Contribución en la solución de la problemática .....                       | 28        |

|                    |  |            |
|--------------------|--|------------|
| 3.7.2              | Contribución en términos de las competencias y habilidades adquiridas durante la formación profesional.....  | 29         |
| 3.7.3              | Beneficios obtenidos por el centro laboral.....  | 30         |
| <b>IV.</b>         | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>  | <b>32</b>  |
| 4.1                | Información general de encuestados.....  | 32         |
| 4.2                | OE1: Identificar las características socioeconómicas de los productores de quinua .....  | 34         |
| 4.2.1              | Características socioeconómicas según provincias, zonas y sexo .....   | 34         |
| 4.2.2              | Construcción del índice socioeconómico.....  | 37         |
| 4.2.3              | Características demográficas según nivel socioeconómico .....  | 39         |
| 4.2.4              | Características productivas según nivel socioeconómico .....   | 40         |
| 4.2.5              | Ingresos según nivel socioeconómico .....  | 48         |
| 4.3                | OE2: Caracterizar la exposición al riesgo y la sensibilidad de los productores de quinua de Puno ante peligros climáticos y determinar su capacidad de adaptación y respuesta..... | 50         |
| 4.3.1              | Exposición y sensibilidad ante peligros climáticos .....   | 50         |
| 4.3.2              | Efectos de los eventos climáticos sobre la actividad productiva.....   | 53         |
| 4.3.3              | Capacidad de adaptación ante peligros climáticos .....   | 55         |
| 4.3.4              | Capacidad de afrontamiento o respuesta ante eventos climáticos .....   | 60         |
| 4.4                | OE3: Estimar indicadores de vulnerabilidad socioeconómica de los productores de quinua de Puno ante peligros climáticos y su relación con las condiciones de pobreza.....          | 63         |
| 4.4.1              | Desempeño de la actividad productiva .....   | 63         |
| 4.4.2              | Análisis de la pobreza.....  | 64         |
| 4.4.3              | Impactos en la actividad productiva .....  | 65         |
| 4.4.4              | Análisis de la seguridad alimentaria.....  | 70         |
| 4.5                | OE4: Determinar las barreras y el potencial del uso de la información climática por parte de los productores de quinua en Puno.....  | 73         |
| 4.5.1              | Línea base de la información climática .....   | 74         |
| 4.5.2              | Barreras de la información climática.....  | 75         |
| 4.5.3              | Potencial de la información climática.....   | 77         |
| 4.6                | Discusión .....  | 79         |
| <b>V.</b>          | <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>86</b>  |
| <b>VI.</b>         | <b>RECOMENDACIONES .....</b>   | <b>88</b>  |
| <b>VII.</b>        | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>  | <b>90</b>  |
| <b>ANEXOS.....</b> |  | <b>101</b> |

## INDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1 Barreras al uso de la información climática .....  | 15  |
| Tabla 2 Tópicos del cuestionario aplicado a los productores de quinua en Puno .....  | 19  |
| Tabla 3 Distribución de productores encuestados, según provincias y distritos y zonas .....  | 21  |
| Tabla 4 Total de productores encuestados, según provincias y zonas naturales.....  | 33  |
| Tabla 5 Características principales de las regiones naturales .....  | 34  |
| Tabla 6 Características socioeconómicas de productores por provincias.....   | 35  |
| Tabla 7 Características demográficas de productores según sexo .....   | 36  |
| Tabla 8 Resultados del ACP y los valores promedio para el ISE .....  | 38  |
| Tabla 9 Características demográficas de productores según nivel socioeconómico .....   | 40  |
| Tabla 10 Características productivas de agricultores según nivel socioeconómico.....   | 42  |
| Tabla 11 Ingresos de agricultores según nivel socioeconómico .....   | 49  |
| Tabla 12 Estrategias usadas por los productores para enfrentar restricciones financieras .....   | 61  |
| Tabla 13 Estrategias usadas por los productores para enfrentar pérdidas por eventos climáticos .....   | 62  |
| Tabla 14 Regresiones multivariantes para explicar el efecto sobre el desempeño agrícola .....  | 68  |
| Tabla 15 Barreras de la información climática .....  | 75  |
| Tabla 16 Servicios hipotéticos consultados .....   | 78  |
| Tabla 17 Equipo de trabajo del estudio .....   | 101 |
| Tabla 18 Lista detallada de productores por provincias, distritos y comunidades, según clasificación de ubicación y cultura, región natural y subunidad geográfica ..... | 103 |
| Tabla 19 Estaciones meteorológicas de referencia.....  | 106 |
| Tabla 20 Número de distritos por provincias, según intensidad de la sequías y niveles de riesgos .....   | 107 |
| Tabla 21 Número de distritos por provincias, según afectación de helada y niveles de riesgos .....   | 108 |

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 Componentes y áreas de intervención de políticas para lograr la seguridad alimentaria..... | 8  |
| Figura 2 Cadena de valor de los servicios climáticos.....   | 10 |
| Figura 3 Producción de quinua según principales departamentos, 2012-2022.....                       | 11 |
| Figura 4 Mapa de Departamento de Puno y distritos seleccionados para el estudio .....               | 22 |
| Figura 5 Marco operativo del estudio.....   | 23 |
| Figura 6 Correlación de variables de activos .....  | 37 |
| Figura 7 Posesión de activos por nivel socioeconómico .....   | 39 |
| Figura 8 Propiedad de la tierra y métodos de producción agrícola.....                               | 41 |
| Figura 9 Productores con acceso a riego y sus fuentes .....   | 41 |
| Figura 10 Superficie sembrada y contribución a la producción de quinua.....                         | 43 |
| Figura 11 Variedades de quinua sembradas en el departamento .....                                   | 44 |
| Figura 12 Rendimiento productivo de la quinua y destinos de la producción.....                      | 45 |
| Figura 13 Precio de venta de la quinua y destinos de la venta .....                                 | 46 |
| Figura 14 Razones de almacenamiento y de no certificación de la quinua .....                        | 47 |
| Figura 15 Diversificación de la producción.....   | 48 |
| Figura 16 Principales fuentes de ingresos.....  | 49 |
| Figura 17 Percepción de los agricultores sobre la ocurrencia de eventos climáticos.....             | 51 |
| Figura 18 Problemas para la producción y exposición y sensibilidad ante peligros climáticos .....   | 52 |
| Figura 19 Efectos de los eventos climáticos sobre la producción.....                                | 53 |
| Figura 20 Principales medidas de adaptación ante los cambios en los patrones climáticos.....        | 56 |
| Figura 21 Opciones de manejo de los productores ante sequías, heladas y plagas y enfermedades ..... | 58 |
| Figura 22 Disposición a contribuir para implementar un sistema de riego .....                       | 59 |
| Figura 23 Desempeño de la producción de quinua según nivel socioeconómico .....                     | 64 |
| Figura 24 Distribución de ingresos según el Coeficiente de Gini.....                                | 65 |
| Figura 25 Autoconsumo y proporción del ingreso gastado en alimentos.....                            | 70 |
| Figura 26 Características de alimentación de los productores .....                                  | 71 |
| Figura 27 Desempeño agrícola e indicadores socioeconómicos.....                                     | 72 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 28 Periodos de escasez de alimentos .....   | 72  |
| Figura 29 Posibilidad de acción con base en información climática .....  | 73  |
| Figura 30 Línea base de la información climática .....   | 74  |
| Figura 31 Comprensión de la información según nivel de educación.....  | 77  |
| Figura 32 Distribución de la producción de quinua según distritos del Departamento de Puno .....                 | 102 |
| Figura 33 Equipo técnico-científico, supervisores y encuestadores del proyecto Climandes. Puno, 01/12/2016 ..... | 105 |
| Figura 34 Taller de preparación, prueba de cuestionario. Paucarcolla, Puno, 01/12/2016 ...                       | 105 |
| Figura 35 Encuestas a agricultores del Distrito de Zepita, provincia Chuito, 06/12/2016.....                     | 105 |
| Figura 36 Encuestas a agricultores del distrito de Ilave, provincia El Collao, 08/12/2016....                    | 105 |
| Figura 37 Encuesta a agricultores en el distrito de Ácora, provincia de Puno, 13/12/2016...                      | 105 |
| Figura 38 Encuesta a agricultora del distrito de Juli, provincia El Collao, 15/12/2016.....                      | 105 |
| Figura 39 Encuesta a agricultora en el distrito de Paucarcolla, provincia Puno, 01/12/2016                       | 106 |
| Figura 40 Encuestas a agricultores del distrito de Ilave, provincia El Collao, 09/12/2016....                    | 106 |
| Figura 41 Presentación de resultados del estudio en Puno, 15/11/2017.....  | 106 |
| Figura 42 Presentación de resultados del estudio en Lima, 09/11/2017 .....                                       | 106 |
| Figura 43 Anomalía de la precipitación, temperatura máxima y mínima para la estación Lampa .....                 | 107 |

## **INDICE DE ANEXOS**

|  |     |
|--|-----|
| Anexo 1: Equipo de trabajo del estudio.....  | 101 |
| Anexo 2: Producción de quinua a nivel distrital .....                                      | 102 |
| Anexo 3: Lista de productores encuestados, según provincias, distritos y comunidades ..... | 103 |
| Anexo 4: Imágenes del trabajo de campo realizado .....                                     | 105 |
| Anexo 5: Estaciones meteorológicas seleccionadas del SENAMHI en Puno .....                 | 106 |
| Anexo 6: Anomalía anual de la precipitación, temperatura máxima y mínima en Puno .....     | 107 |
| Anexo 7: Escenario de riesgos por sequías y heladas del Departamento de Puno .....         | 107 |
| Anexo 8: Productos hipotéticos presentados en el cuestionario .....                        | 108 |

## SIGLAS

|            |   |
|------------|---|
| AF         | : Agricultura familiar  |
| BCRP       | : Banco Central de Reserva del Perú   |
| BID        | : Banco Interamericano de Desarrollo  |
| CENAGRO    | : Censo Nacional Agropecuario   |
| CENEPRED   | : Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres |
| CG         | : Coeficiente de Gini   |
| CLIMANDES  | : Servicios Climáticos para el Desarrollo                                       |
| GORE       | : Gobierno Regional   |
| COSUDE     | : Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación                             |
| FAO        | : Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación     |
| FIDA       | : Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola                                    |
| GRD        | : Gestión de Riesgos de Desastres   |
| IICA       | : Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura                   |
| ICR        | : Índice de cosecha relativa, en inglés RHI: <i>Relative harvest index</i>      |
| INDECI     | : Instituto de Defensa Civil  |
| INEI       | : Instituto Nacional de Estadística e Informática                               |
| ISA        | : Índice de seguridad alimentaria, en inglés FSI: <i>Food security index</i>    |
| ISE        | : Índice socioeconómico, en inglés SEI: <i>Socio-economic index</i>             |
| MEF        | : Ministerio de Economía y Finanzas   |
| METEOSWISS | : Oficina federal de Meteorología y Climatología de Suiza                       |
| MIDAGRI    | : Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú                             |
| MMSC       | : Marco Mundial de Servicios Climáticos   |
| ODS        | : Objetivo de Desarrollo Sostenible   |
| OMM / WMO  | : Organización Meteorológica Mundial  |
| PEA        | : Población Económicamente Activa   |
| PIB        | : Producto Bruto Interno  |
| SENAMHI    | : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú                       |
| SMHN       | : Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales                            |
| Swiss TPH  | : Instituto de Salud Tropical y Pública de Suiza                                |
| TSP        | : Trabajo de suficiencia profesional  |
| UNISDR     | : Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres          |

## RESUMEN

El estudio estuvo orientado a conocer la vulnerabilidad socioeconómica y la capacidad de respuesta de los productores de quinua frente a eventos climáticos en el Altiplano peruano, donde la variabilidad y el cambio climático vienen afectando a la agricultura familiar, generando pérdidas económicas, condiciones de pobreza e inseguridad alimentaria, principalmente en los productores de menores recursos. Considerando que el 65.6 % de productores son de subsistencia, más de la quinta parte se encuentra en situación de pobreza extrema, la alta dependencia de la producción de las lluvias (solo el 2.2 % cuenta con riego) y de los productos e ingresos de la actividad agrícola, los impactos son significativos y la vulnerabilidad de las familias se hace evidente. Los peligros más recurrentes y severos son las sequías y heladas, para los cuales la capacidad de respuesta es limitada y está sujeta a los recursos propios de los productores, ya que, muy pocos acceden a servicios sociales. Los productores con mayores recursos tienen mejores posibilidades para implementar medidas de adaptación y afrontamiento, mientras que aquellos con menores recursos están mayormente orientados a la remediación de daños, forzados a reducir su alimentación o cambiar sus patrones de consumo. Esto agrava su vulnerabilidad y los atrapa en la trampa de la pobreza. En este contexto, la gestión del riesgo es clave para las familias puneñas, la revaloración de los conocimientos y prácticas ancestrales (como la siembra y cosecha de agua) podrían resultar efectivas para este propósito. Los servicios climáticos que respondan a las necesidades de la población son útiles para la toma de decisiones, como ha sido demostrado, y contribuyen a la resiliencia ante el cambio climático, toda vez que se superen las barreras para su uso efectivo y, para tal fin, es clave su incorporación en las políticas públicas.

**Palabras clave:** Agricultura, quinua, vulnerabilidad socioeconómica, riesgos climáticos, servicios climáticos.

## **ABSTRACT**

The study was oriented to know the socioeconomic vulnerability and the response capacity of quinoa producers in the face of climatic events in the Peruvian Altiplano, where climate variability and change have been affecting family farming, generating economic losses, conditions of poverty and food insecurity, mainly among low-income producers. Considering that 65.6 % of producers are subsistence, more than a fifth is in a situation of extreme poverty, the high dependence on rain (only 2.2% has irrigation) and on the products and income of the agricultural activity, the impacts are significant and the vulnerability of families becomes evident. The most recurring and severe dangers are droughts and frosts, for which the response capacity is limited and is subject to the producers' own resources, since very few have access to social services. Producers with greater resources have better possibilities to implement adaptation and coping measures, while those with fewer resources are mostly oriented towards remediation of damages, forced to reduce their diet or change their consumption patterns. This aggravates their vulnerability and traps them in the poverty trap. In this context, risk management is key for Puno families, the revaluation of ancestral knowledge and practices (such as planting and harvesting water) could be effective for this purpose. Climate services that respond to the needs of the population are useful for decision-making, as has been demonstrated, and contribute to resilience in the face of climate change, whenever barriers to their effective use are overcome, and for that purpose its incorporation into public policies is essential.

**Keywords:** Agriculture, quinoa, socio-economic vulnerability, climate hazards, climate services.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Problemática

La agricultura de pequeña escala (familiar o de subsistencia) cumple un rol fundamental en la seguridad alimentaria y en la generación de empleos e ingresos en las comunidades rurales, además de conservar la biodiversidad y preservar las prácticas culturales, esta es la forma predominante en la producción alimentaria y provee más del 80 % de alimentos a nivel mundial (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola [FIDA], 2019). En el Perú, esta actividad representa el 97 % del total de unidades agropecuarias y ocupa a más del 83 % de la mano de obra agrícola (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2015a).

A su vez, al ser la agricultura una actividad que depende del clima, los productores están altamente expuestos a la variabilidad y al cambio climático. De hecho, los reportes científicos evidencian los efectos de los eventos climáticos extremos en la agricultura, debido a las variaciones de temperatura, la mayor frecuencia en la ocurrencia de sequías e inundaciones, entre otros (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2014), que sumado a los problemas propios del sistema productivo, conllevan a impactos sobre los rendimientos de los cultivos, niveles de precios, producción y consumo. Según Meza (2014), en la sierra del Perú, un aumento de 1.3°C al 2030, podría reducir los rendimientos de los cultivos entre un 12 % a 15 %, y provocar pérdidas en la producción entre un 4 % a 7 %, acortar el ciclo de cultivo y adelantar la fecha de siembra.

Como es de suponer, estos impactos negativos se acrecentarían para los pequeños productores, especialmente para aquellos que cultivan bajo secano y dependen exclusivamente de las lluvias, que sumado a los escasos recursos productivos que poseen y la falta de medidas gubernamentales adecuadas a sus contextos específicos, las variaciones del clima tendrían repercusiones significativas. Como resultado, la agricultura familiar es altamente vulnerable, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y agravando las condiciones de pobreza.

El Departamento de Puno, al sureste del Perú, alberga 18 tipos de climas, es húmedo durante los meses de noviembre a marzo y seco durante los meses de junio a agosto (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2021a). Los eventos climáticos más frecuentes en esta zona son las heladas y las sequías. Estas características, sumadas a las condiciones de subsistencia (autoconsumo), bajos rendimientos, régimen de cultivo bajo secano, escasa capacidad técnica, entre otras, hacen que la actividad agrícola en el Altiplano sea particularmente vulnerable a los fenómenos meteorológicos extremos, como lo demuestra el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED] en su informe de escenarios de riesgo por sequías para el sector agrícola en Puno (CENEPRED, 2021).

Ante este contexto, se requieren políticas públicas que permitan a los agricultores acceder a información climática, financiamiento, asistencia técnica, entre otros, para mejorar su capacidad de resiliencia y de adaptación y, de esta manera, asegurar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como “fin de la pobreza” y “hambre cero”, entre otros.

Una de las herramientas clave para la reducción de los efectos de los peligros naturales es la información oportuna y de calidad sobre el tiempo, el clima y el agua (en adelante, información climática o servicios climáticos), pues permite conocer el riesgo y tomar decisiones de prevención y mitigación en beneficio de la sociedad, tal como lo demuestran la Oficina Federal de Meteorología y Climatología de Suiza [METEOSWISS] y el SENAMHI (2015), la compilación de estudios de la Organización Meteorológica Mundial [OMM] (2015) y Lechthaler y Vinogradova (2017). Sin embargo, aún resulta un desafío proveer servicios climáticos adaptados a las necesidades de los usuarios y que éstos sean efectivamente usados por la sociedad, aunado a que pocos estudios tratan sobre la importancia de por qué las inversiones y las políticas públicas deben orientarse hacia estos servicios. En ese razonamiento, la experiencia laboral que se presenta en este Trabajo de Suficiencia Profesional (TSP) manifiesta la generación de esas evidencias desde los datos primarios.

El SENAMHI es una institución dedicada a generar y proveer información y conocimiento meteorológico, hidrológico y climático de manera confiable, oportuna y accesible en beneficio de la sociedad peruana (SENAMHI, 2023a), para este fin desarrolla diversas iniciativas para fortalecer y mejorar la cadena de valor de los servicios climáticos, tal como lo hizo con el proyecto Climandes.

El proyecto Climandes<sup>1</sup> tuvo como objetivo principal brindar servicios climáticos confiables y oportunos para la toma de decisiones en la búsqueda de un desarrollo más resiliente del sector agrícola ante la variabilidad climática (SENAMHI, 2017). Entre sus líneas de acción, el proyecto buscó desarrollar una mayor conciencia de la importancia de los servicios climáticos como una herramienta clave para la gestión del riesgo de desastres y su influencia en las políticas públicas. Es así que, se identificó la necesidad de contar con un estudio que permita conocer el ámbito de acción del proyecto, a la población y sus medios de vida, así como la evaluación de los riesgos climáticos, los factores de vulnerabilidad y las necesidades de información climática para disminuir la vulnerabilidad.

En ese contexto, en diciembre de 2016 se llevó a cabo una fase de levantamiento de información en campo de productores de quinua en el Departamento de Puno, con una participación activa en la planificación, organización y conducción de la fase de campo, a través de: (i) entrevistas personalizadas a expertos en el cultivo de quinua, y (ii) encuestas estructuradas aplicadas a 726 pequeños productores de quinua en ocho provincias de Puno. La elección del cultivo obedeció a su importancia en términos de volumen de producción y su importancia en la dieta alimenticia de la población local. La información recopilada fue base fundamental para la elaboración del estudio “*Socio-economic vulnerability and adaptation to agro-climatic risks: the potential of user-tailored climate services for the agricultural sector in Peru*”, por un equipo técnico-científico (Anexo 1) en el año 2018. El estudio aborda aspectos relacionados a la caracterización socioeconómica de los productores, la exposición y sensibilidad ante eventos climáticos extremos, capacidad de adaptación y recuperación, vulnerabilidad socioeconómica, y uso de la información climática para la toma de decisiones.

Los resultados del estudio orientaron el desarrollo de servicios climáticos adaptados a las necesidades de los usuarios, la implementación de acciones para fortalecer la capacidad de respuesta de la población ante los riesgos climáticos, así como, la generación de una serie de estudios posteriores, en el marco del proyecto Climandes. En este contexto se plantearon los siguientes propósitos:

---

<sup>1</sup> Financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, en alianza con la Organización Meteorológica Mundial, la Oficina Federal de Meteorología y Climatología de Suiza, el SENAMHI, la academia, la sociedad civil y el sector privado. El proyecto tuvo dos fases de implementación: 2012 a 2015 y 2016 a 2018. El estudio se llevó a cabo en el marco de la segunda fase.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Evaluar la vulnerabilidad socioeconómica, la capacidad de adaptación y de recuperación de los productores de quinua frente a eventos climáticos en el Departamento de Puno, en Perú, con el fin de identificar los principales riesgos para los productores y el potencial de los servicios climáticos.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- a. Identificar las características socioeconómicas de los productores de quinua de Puno.
- b. Caracterizar la exposición al riesgo y la sensibilidad de los productores de quinua de Puno ante peligros climáticos (variabilidad, heladas, sequías, entre otros) y determinar su capacidad de adaptación y de respuesta.
- c. Estimar indicadores de vulnerabilidad socioeconómica de los productores de quinua de Puno ante peligros climáticos y su relación con las condiciones de pobreza.
- d. Determinar las barreras y el potencial del uso de la información climática por parte de los productores de quinua en Puno.

De esta forma, el estudio fue adaptado y es presentado como experiencia laboral para el TSP, para fines de optar el título de Economista. Así, en el primer capítulo se describen la problemática y los objetivos que orientaron el desarrollo del estudio. El segundo capítulo presenta una revisión literaria del marco conceptual y los antecedentes. El tercer capítulo describe el marco metodológico mediante el cual se desarrolló el estudio y la relación con la competencia profesional. El cuarto capítulo presenta los resultados de la investigación con la evaluación de las características socioeconómicas de los productores y su vulnerabilidad ante eventos climáticos, la capacidad de adaptación y de respuesta, así como, la exploración del potencial de los servicios climáticos como una herramienta para la gestión del riesgo. El quinto capítulo presenta las conclusiones, y el sexto capítulo las recomendaciones.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

En este capítulo se presenta una revisión de literatura que aborda el marco conceptual, teórico y los antecedentes sobre el cual se desarrolló el estudio.

### **2.1 Marco conceptual**

#### **2.1.1 Agricultura familiar**

Según la FAO (2013, citado por Salcedo et al., 2014), la agricultura familiar se define como una actividad que es administrada y operada por una familia, conformada por mujeres y hombres, miembros de varias generaciones, que dependen de su trabajo y que junto a su unidad productiva (de pequeña escala), interactúan con las funciones económicas, ambientales, sociales y culturales.

De manera similar, el MIDAGRI (2015b) manifiesta que la base de la agricultura familiar (producción agrícola, forestal, pesquera, pastoril y acuícola) es la familia, que es una forma predominante en la producción de alimentos y está vinculada con el desarrollo rural. Por ello, insta a que el Estado debe promover las condiciones agroecológicas y territoriales, el marco normativo, político y social y el acceso a los recursos naturales, mercados, tecnología, servicios de extensión, servicios financieros, educación, entre otros.

De acuerdo a Carrasco y Tejada (2008), la agricultura familiar tiene como núcleo de producción y consumo a la familia, es el medio de subsistencia para gran parte de las familias pobres a nivel mundial y se caracteriza principalmente por:

- Tener una estructura de trabajo, donde participan todos los miembros de la familia.
- Destinar la mayor parte de la producción al autoconsumo.
- Diversificar la producción (cultivos, crianza de animales y otras actividades).
- Presentar bajo desarrollo tecnológico en los procesos productivos
- Casi nula relación con servicios privados.
- Relación estrecha con el ecosistema natural.

Así también, Carrasco y Tejada (2008) sostienen que la agricultura familiar no siempre es lo mismo que la producción de pequeña escala, esto depende entre otros factores, del tamaño de la producción y el mercado al que se orientan. Además, los autores citan a Escobal (2002) para referirse a las limitaciones que enfrentan los agricultores rurales para acceder a mercados competitivos, tales como: asimetría de la información, suministro de bienes públicos, externalidades y problemas de pobreza y equidad.

En los últimos años, las actividades de la agricultura familiar han llamado la atención de los diferentes organismos y políticas, debido a su potencial para proveer alimentos y garantizar la seguridad alimentaria, generación de empleos, conservación de biodiversidad, preservación de prácticas culturales y productos nativos, y uso sostenible de los recursos naturales que conllevan al desarrollo sostenible y la inclusión social (MIDAGRI, 2015a). Sin embargo, todavía hay mucho por hacer para mejorar las condiciones en las que se desarrolla la actividad.

### **2.1.2 Pobreza y vulnerabilidad**

La pobreza entendida como la falta de acceso a servicios básicos y de un ingreso adecuado para satisfacer las necesidades básicas de un individuo o población (Haughton y Khandker, 2009), es agravada por shocks adversos (desastres naturales, fallas de mercado o volatilidad de precios de los alimentos) debido a las débiles capacidades de adaptación y afrontamiento, sobre todo en países en desarrollo (Morduch, 1994). Una de las medidas más utilizadas para evaluar la pobreza relacionada a la distribución desigual de ingresos es el Coeficiente de Gini (Campano y Salvatore, 2006).

Por otro lado, entre las diferentes definiciones de vulnerabilidad ante desastres naturales, esta se describe como el grado de susceptibilidad de un sistema socioeconómico para afrontar los efectos adversos de los peligros naturales<sup>2</sup> y la falta de capacidad de adaptación y afrontamiento (Adger, 2006; Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres [UNISDR], 2001; y OMM, 2011), también está ligada a una combinación de factores físicos, sociales y económicos, como la pobreza, que agravan las condiciones de vulnerabilidad.

---

<sup>2</sup> Entendido como de origen natural: fenómeno de El Niño, sequías, heladas y otros (SENAMHI, 2021b).

Para medir la vulnerabilidad es necesario tomar en cuenta la fragilidad (daños) y la resiliencia (capacidad de recuperación) (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2013). De acuerdo con MIDAGRI (2015b), la vulnerabilidad depende del “carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación” (p. 25).

### **2.1.3 Seguridad alimentaria**

En la Cumbre Mundial sobre la Alimentación de 1996, la FAO estableció que 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 alimentarias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana” (FAO, 2011a, p. 1) y posee cuatro componentes principales que se relacionan entre sí y que dependen de diversos factores, los cuales son:

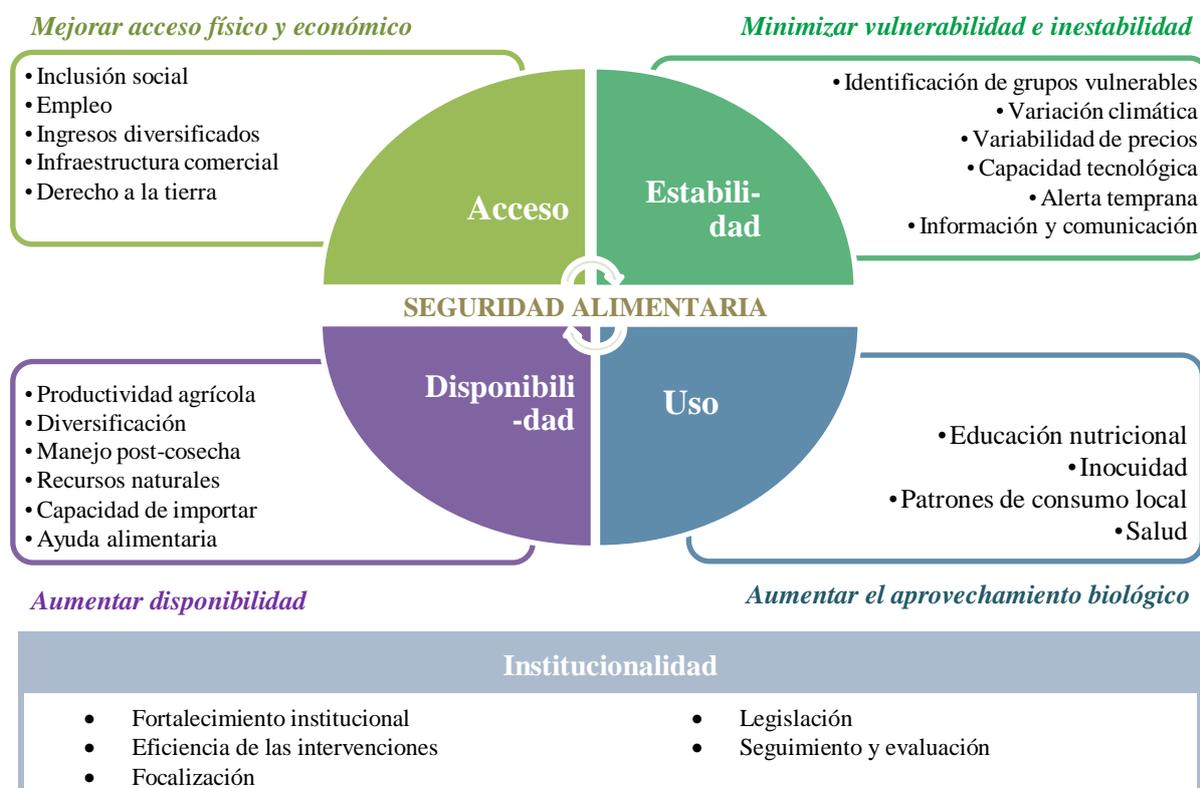
- Disponibilidad física; se requiere garantizar el suministro de alimentos
- Acceso económico y físico; requiere enfocarse en la inclusión social y económica de los más vulnerables
- Estabilidad; requiere garantizar el suministro y acceso continuo y estable en el tiempo.
- Uso o aprovechamiento biológico; requiere de programas de salud y nutricionales.

La institucionalidad es el soporte para facilitar el desarrollo de los componentes y determina el desempeño de las políticas públicas relacionadas a la seguridad alimentaria (Salcedo, 2005). Para una mejor comprensión de estos componentes, los procesos y las áreas de intervención de políticas relacionadas a la seguridad alimentaria, se presenta la Figura 1.

Por su parte, Carrasco y Tejada (2008) afirman que en la práctica los esfuerzos se han centrado solo en el primer componente, dejando de lado las estructuras sociales y económicas que determinan las posibilidades de acceso a los alimentos, por lo que, sugieren políticas públicas adecuadas que presten atención a los otros componentes.

**Figura 1**

*Componentes y áreas de intervención de políticas para lograr la seguridad alimentaria*



*Nota:* Los títulos de colores representan las políticas para garantizar la seguridad alimentaria.

*Fuente:* Adaptado de Salcedo (2005).

La seguridad alimentaria es evaluada en este estudio como un indicador del bienestar, para analizar los efectos de los eventos climáticos en el mediano y largo plazo.

### 2.1.4 Variabilidad y cambio climático

Las variaciones del clima, por encima o por debajo de sus valores promedios están siendo agudizadas por los efectos del cambio climático, que se desarrollan en periodos extensos (FAO, 2013 y SENAMHI, 2021a).

Diversas investigaciones estudian la relación entre los rendimientos productivos y las variables climáticas para evaluar los efectos del cambio climático sobre diferentes tipos de cultivos y contextos (por ejemplo: BID y Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2014; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2015; Libélula, 2011; Tonconi, 2015). Tonconi (2015) señala que las pérdidas estimadas por el cambio climático al 2035 en el Departamento de Puno, en términos económicos, equivalen

entre 9 y 20 millones de USD del año 2010, reflejando la vulnerabilidad del sector en el altiplano peruano.

### **2.1.5 Incertidumbre y riesgo**

La incertidumbre definida por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC] (2013, como se citó en SENAMHI, 2021b, p. 19) como el “estado de conocimiento incompleto que puede deberse a una falta de información o a un desacuerdo con respecto a lo conocido” y el riesgo definido como la “combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas” (p. 24), están estrechamente ligadas. El conocimiento de que un peligro se aproxima (reducir la incertidumbre) podría permitir su anticipación, análisis, medición e intervención “antes de que se transforme en un desastre” (MEF, 2013, p. 48).

El riesgo agroclimático se define como “la probabilidad de que ocurran pérdidas en la producción agropecuaria (o calidad) debido a fenómenos climáticos. Sus componentes son la amenaza y la vulnerabilidad” (SENAMHI, 2023b, p. 3).

### **2.1.6 Gestión de riesgos de desastres**

Ante el contexto de variabilidad y cambio climático y los contextos socioeconómicos de las poblaciones rurales, se hace necesaria la gestión de riesgos de desastres, con el propósito de fortalecer las capacidades de afrontamiento ante el peligro y prevenir o reducir los impactos por desastres naturales (FAO, 2013). Tal como lo establece el Marco de Sendai (UNISDR, 2015, p. 14), “los Estados deben adoptar medidas específicas en todos los sectores, en los planos local, nacional, regional y mundial”, para lo cual prioriza cuatro componentes relacionados a: (i) la comprensión del riesgo; (ii) el fortalecimiento de la gobernanza del riesgo; (iii) las inversiones en la reducción del riesgo, y; (iv) la mayor y mejor preparación para la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

### **2.1.7 Servicios climáticos**

Los servicios climáticos son todos aquellos datos, información o productos climáticos que permite a las personas y organizaciones fundamentar sus decisiones, en la medida que responde a sus necesidades. La creación de valor económico y social de estos servicios

depende de los beneficios de las decisiones como consecuencia del uso de la información y de los contextos en los cuales se aplica (OMM, 2015).

Los servicios climáticos constituyen un bien público toda vez que cumplen con los atributos de no rivalidad y no exclusión, tienen precio cero. Los beneficios de proveer estos servicios se elevan cuando se amplía el número de usuarios, en tanto que, los costos de producción se mantienen (OMM, 2015). Dada su naturaleza, resulta un reto obtener estimaciones completas de los beneficios totales o marginales de los servicios climáticos (Freebairn y Zillman, 2002), los cuales son requeridos para justificar las inversiones, ya que los costos de producirlos suelen ser elevados.

La OMM, a través del Marco Mundial de Servicios Climáticos (MMSC), promueve la mejora en el acceso y uso de la información climática e hidrológica por parte de los usuarios a nivel local, nacional, regional y mundial (OMM, 2015). A su vez, reconoce que “los servicios meteorológicos/hidrológicos no generan valor económico y social, a menos que los usuarios se beneficien de las decisiones que adoptan como consecuencia de la información provista...” (p. 19), por lo que, sugiere una cadena de creación de valor que involucra esfuerzos desde la observación del dato (producción) hasta los resultados de las decisiones con base en la información, que están en función de la naturaleza del riesgo, la cantidad y tipo de usuarios y su capacidad adaptativa y de respuesta (Figura 2).

**Figura 2**  
*Cadena de valor de los servicios climáticos*



Fuente: Tomado de OMM (2015).

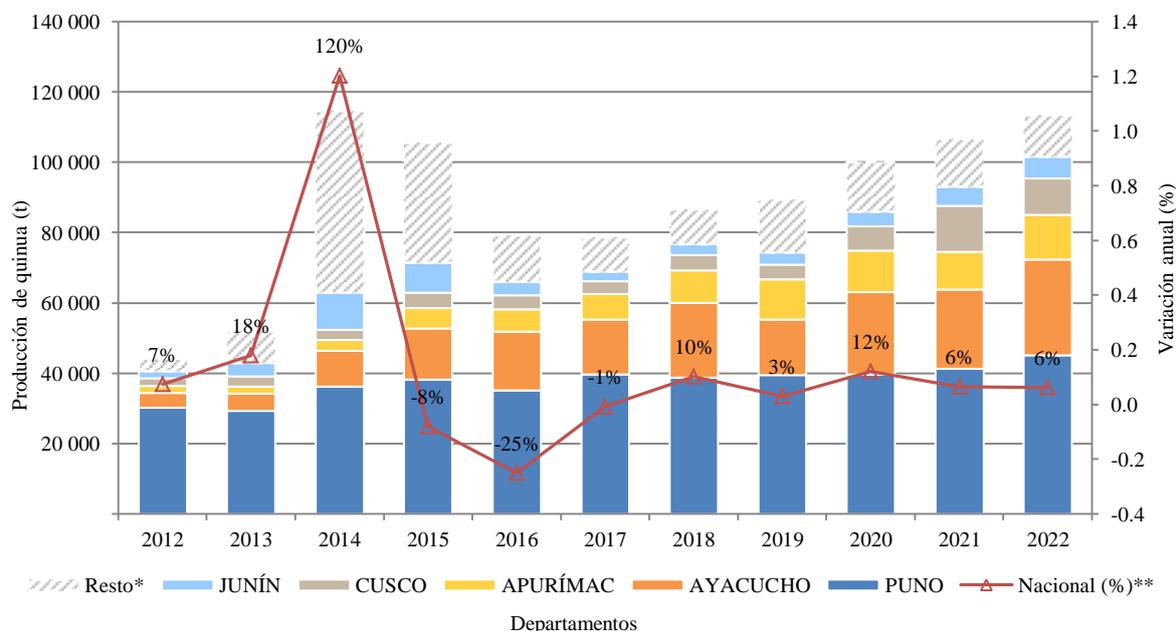
## 2.1.8 La quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) es un grano andino destacable por su alto valor nutritivo y su adaptabilidad a diversas condiciones ambientales y culturales, incluso a temperaturas extremas y a la escasez hídrica, es por eso que es considerado un alimento importante para la seguridad alimentaria y a la reducción de la pobreza en las zonas rurales (IICA, 2015; Fondo Mundial para la Naturaleza [WWF] en Perú, 2013).

La producción de quinua ha mantenido una tendencia creciente a través de los años (Figura 3). El Departamento de Puno es el principal productor de quinua, con 45 188 toneladas, representando el 39.9 % de la producción a nivel nacional en el 2022, seguido por Ayacucho con el 23.9 %, Apurímac con el 11.3 % y el resto con menos del 10.0 %. La declaración del “Año Internacional de la Quinua” en el 2013, por la FAO, permitió expandir el cultivo hacia zonas donde antes no se cultivaba (centro y norte del país), de esta manera se incentivó su producción y consumo a nivel nacional (IICA, 2015).

**Figura 3**

*Producción de quinua según principales departamentos, 2012-2022*



*Nota:* \*Comprende la producción acumulada de quinua de los departamentos: Arequipa, Huancavelica, La Libertad, Huánuco, Cajamarca, Tacna, Lambayeque, Moquegua, Áncash, Ica y Lima. \*\*Representa la variación porcentual anual de la producción de quinua a nivel nacional. Actualizado a febrero 2023.

*Fuente:* Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú [INEI] (2023).

El 85 % de los productores de quinua son pequeños propietarios con menos de 10 ha de superficie agrícola (INEI, 2013). La zona norte de Puno produce quinua a mayor escala, donde más del 70 % de agricultores siembra en promedio 3 ha de quinua, en tanto que, en la zona sur, la producción es menor, el 80% de productores siembra en promedio 1 ha de quinua. Los agricultores puneños tienen cierto grado de asociatividad, entre el 5 % y el 10 % se encuentra organizado en cooperativas agrarias, otros 15 % en asociaciones de productores y el resto en comunidades campesinas (estructura tradicional), donde, por lo general, las decisiones de producción son tomadas de forma individual (Cristobal, 2016).

## **2.2 Antecedentes**

### **2.2.1 Evaluación de vulnerabilidad, pobreza y peligros climáticos**

La evidencia muestra una dinámica compleja entre pobreza y vulnerabilidad, debido a las interacciones entre factores sociales, económicos, políticos y ambientales (Brouwer et al., 2007; Harvey et al., 2014; y Karim y Noy, 2016).

Filmer y Pritchett (2001) realizaron un estudio empírico para investigar la relación del estado socioeconómico del hogar y el logro educativo de los niños en la India. Para ello, construyeron un índice de activos sobre la base de indicadores de posesión de bienes (automóvil, electrodomésticos, etc.) y características de la vivienda (número de habitaciones, servicios básicos, etc.) y utilizando el análisis de componentes principales. Los autores validaron los resultados con datos nacionales y de otros países y demostraron que este índice es un método efectivo para evaluar la situación económica en investigaciones que no cuentan con información relacionadas a ingresos o gastos de los hogares y aplicable a otros sectores.

Brouwer et al. (2007) demostraron que las poblaciones más pobres en Bangladés son más vulnerables ante los eventos climáticos extremos, y a su vez, afirmaron que la relación entre la pobreza y los costos de los daños no está del todo clara. Por su parte, Harvey et al. (2014) evidenciaron que la alta dependencia de la actividad agrícola (como única fuente de ingresos), sumado a la inseguridad alimentaria crónica, la alta exposición a los eventos climáticos extremos, la escasa adaptación ante el cambio climático y la falta de mecanismos de protección social, hacen particularmente más vulnerables a las poblaciones de bajos recursos de Madagascar.

Sietz et al. (2012) evaluaron la vulnerabilidad de la seguridad alimentaria de pequeños agricultores ante eventos climáticos extremos, con base en una encuesta aplicada a 268 hogares y utilizando el análisis de *clusters*, determinaron cuatro patrones de vulnerabilidad relacionados a: (i) alto riesgo de pérdidas de la producción; (ii) escasos recursos agrícolas; (iii) bajo nivel educativo; y (iv) falta de ingresos alternativos, que permitieron clasificar a los hogares en grupos según la severidad de vulnerabilidad. De esta manera, los productores más vulnerables, es decir que tienen mayor riesgo de inseguridad alimentaria, presentan marcadamente estos cuatro patrones y son más sensibles ante los efectos adversos del clima. Para ello, advierten la necesidad de intervenciones que mejoren tanto los factores individuales del hogar, por ejemplo la gestión del riesgo climático o de los recursos agrícolas, como los factores sociales, incluido la educación y las actividades de subsistencia alternativas.

### **2.2.2 Evaluación económica de los servicios climáticos para la agricultura**

Las diversas iniciativas de exploración y cuantificación de beneficios de la información climática e hidrológica en el campo de la agricultura enfrentan un importante desafío en términos de recursos y herramientas, la mayoría de ellas han sido realizadas mediante evaluación *ex ante*<sup>3</sup>. Meza et al. (2008) destacaron avances importantes y argumentos teóricos para esperar efectos positivos de los pronósticos estacionales en la agricultura, sin embargo, advirtieron que su valoración está sujeta a la exposición al riesgo climático, la escala de la producción, la información complementaria a los pronósticos, la incertidumbre, entre otros. Finalmente, brindaron algunas recomendaciones para mejorar la confiabilidad de este tipo de investigaciones, tales como: enfocarse en regiones de alto riesgo y en cultivos de importancia económica, incorporar métodos cualitativos para comprender los determinantes del uso y valor de la información, dar a conocer los mecanismos de beneficios y ampliar su medición para incorporar los contextos de desarrollo, entre otros.

La OMM, entre sus diferentes acciones, promueve el desarrollo de estudios socioeconómicos que visibilicen su importancia y beneficios en los sectores económicos fundamentales y que permitan recaudar y optimizar recursos de inversiones públicas. Para este fin, en su publicación “*El valor del tiempo y el clima*” (OMM, 2015), presentó pautas y metodologías, y

---

<sup>3</sup> Por su naturaleza, la evaluación *ex post* demanda aún mayores esfuerzos, como un período lo suficientemente largo para permitir el aprendizaje, la adaptación y la generalización de la información (Meza et al., 2008).

recopiló una serie de estudios de evaluaciones económicas relacionados a servicios climáticos desarrollados por Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) y otras organizaciones, con énfasis en países en desarrollo.

METEOSWISS y SENAMHI (2015) realizaron un estudio piloto para estimar los beneficios socioeconómicos de un servicio climático hipotético (evaluación empírica): sistemas de alerta temprana para los cultivos de maíz (Alertamaíz) y café (Alertaroya) en Cusco, respecto a condiciones meteorológicas desfavorables para los cultivos, con el fin de evitar pérdidas en la producción. El estudio tiene base en una encuesta aplicada a una muestra de 63 pequeños agricultores (33 de café y 30 de maíz) y mediante el método de elección discreta se estimó el valor económico del servicio a través de la disposición a pagar de los productores entre 19 y 29 USD para el café y entre 6 y 12 USD para el maíz, por hectárea al año, considerando el nivel regional y un horizonte de tiempo de 10 años, el monto ascendió entre 9 y 14 millones de USD para el café y entre 2 y 3 millones de USD para el maíz. Con base en estos hallazgos, concluyeron sobre la importancia de los servicios climáticos orientados al perfil de vulnerabilidad y a las necesidades del agricultor, representando un reto para las políticas públicas, también presentado por Cristobal et al. (2016).

Por su parte, Lechthaler y Vinogradova (2017) confirmaron los hallazgos de METEOSWISS y SENAMHI (2015), mediante una propuesta teórica para analizar el valor de los servicios climáticos, a través de un modelo de ciclo de vida estocástico para el caso de un caficultor representativo de la región Cusco ante la incertidumbre de la ocurrencia de un evento climático, en el que compararon su bienestar en un escenario con acceso a la información climática y otro sin acceso. Los resultados del modelo mostraron una disposición a pagar de los caficultores de USD 21, en promedio, por hectárea al año, lo que equivale a USD 1.64 millones para el Cusco y USD 8.2 millones para el Perú, como valor económico subyacente del servicio. A su vez, reportaron el interés de los caficultores por los atributos de precisión y resolución geográfica del servicio climático hipotético para el café y un alto potencial de los servicios climáticos para la reducción de riesgos climáticos.

### **2.2.3 Exploración de los servicios climáticos**

A través del MMSC, la OMM ha realizado valiosos esfuerzos en orientar las pautas y la ruta de trabajo para proveer servicios climáticos adecuados y oportunos, con énfasis en los más

vulnerables (OMM, 2011 y 2015), que se traducen en importantes avances obtenidos a nivel regional y mundial, ampliamente compartidos en reuniones científicas internacionales, como el Congreso Meteorológico Mundial. No obstante, aun cuando los servicios climáticos son propuestos como herramientas para la gestión de riesgos ante la variabilidad y el cambio climático, es importante reconocer los desafíos que enfrentan y que deben superar los SMHN, para proveer servicios de calidad, y los usuarios, para utilizar de manera eficiente dichos servicios, en países en desarrollo, debido a sus contextos político, económico y social.

El potencial de los servicios climáticos en la toma de decisiones entonces no solo depende de los atributos de la información, como la precisión, la escala temporal y espacial, la frecuencia, la accesibilidad, etc., sino también, de la percepción, los procesos institucionales y culturales y la respuesta ante las necesidades de los usuarios. El solo acceso a la información no produce beneficios *per se*, se requieren otras herramientas, como una comunicación efectiva de la información, para su uso en la gestión de los riesgos climáticos (Patt y Gwata, 2002; Patt et al., 2005; Sietz et al., 2012). Al respecto, Patt y Gwata (2002) resumieron estos aspectos estableciendo seis barreras al uso de la información climática, sus causas y consecuencias, los cuales se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Barreras al uso de la información climática*

| <b>Barrera</b> | <b>Causas</b>   | <b>Consecuencias</b>  |
|----------------|---|---|
| Credibilidad   | Pronósticos previos considerados como poco acertados; comunicador no confiable.             | Los usuarios ignorarán el pronóstico.   |
| Legitimidad    | Pronósticos percibidos como reemplazo del conocimiento local o que dañan a los usuarios.    | Los usuarios ignorarán el pronóstico y rechazarán cualquier consejo relacionado.              |
| Escala         | El pronóstico no dice nada a los usuarios sobre eventos en su área local.                   | Los usuarios no incorporarán el pronóstico en la toma de decisiones.                          |
| Comprensión    | El pronóstico es nuevo, diferente y confuso.  | Los usuarios no incorporarán el pronóstico en sus decisiones o lo harán de manera incorrecta. |
| Procedimientos | El pronóstico no es oportuno, no está bien orientado o es imprevisible.                     | Los usuarios no incorporarán el pronóstico en sus decisiones.                                 |
| Opciones       | El pronóstico no contiene suficiente información nueva para cambiar decisiones específicas. | Los usuarios no cambiarán sus decisiones en respuesta al pronóstico.                          |

*Fuente:* Tomado de Patt y Gwata (2002).

Patt et al. (2005) realizaron un estudio controlado a un grupo de agricultores de subsistencia en Zimbabue, donde demostraron, a través de un índice de cosecha relativa, que el uso de pronósticos climáticos mejoran significativamente las cosechas, y que las interacciones (talleres participativos) con los usuarios tienen efectos positivos en la interpretación y el uso efectivo de la información en la toma de decisiones. A partir de esto, sugirieron orientar intervenciones con una estrategia de comunicación cuidadosamente diseñada.

La agricultura familiar es objeto de este estudio, a fin de conocer sus particularidades en contextos como el altiplano peruano, donde los peligros naturales pueden ser muy perjudiciales considerando las condiciones sociales deficientes, el bajo poder adquisitivo por debajo de los promedios, el bajo nivel de educación, entre otros. Sobre la base de los conceptos y antecedentes descritos, se planteó una metodología de trabajo para el logro de los objetivos del estudio, la cual es presentada en la siguiente sección.

### III. DESARROLLO DEL TRABAJO

En el marco del proyecto Climandes, en diciembre de 2016, se realizó la fase de levantamiento de información en campo, con una participación activa en la planificación, organización y conducción de la recolección de información primaria, bajo el cargo de Especialista en Economía del SENAMHI. A partir de esta información, se elaboró el estudio “*Socio-economic vulnerability and adaptation to agro-climatic risks: the potential of user-tailored climate services for the agricultural sector in Peru*” (Flubacher et al., 2018), cuya información y resultados fueron facilitados por el SENAMHI para fines de sustentación de este TSP.

En esta sección se describe la delimitación temporal y el ámbito geográfico, la naturaleza y el método de trabajo aplicado para lograr los objetivos propuestos de la investigación. Así también, se describe la experiencia y los aportes profesionales del trabajo.

#### 3.1 Ámbito de estudio

La zona de estudio fue el Altiplano peruano en el Departamento de Puno, ubicado al sureste del Perú (Figura 4), a altitudes promedio de entre 3 800 y 5 500 msnm. Limita por el norte con Cusco y Madre de Dios, por el sur con Moquegua y Tacna, por el oeste con Cusco y Arequipa y por el sureste con Bolivia. Es el quinto departamento más grande del país, con cerca de 72,000 km<sup>2</sup>, subdividido en 13 provincias y 109 distritos, su capital es la ciudad de Puno. Su territorio comprende al Lago Titicaca que influye sobre la climatología de la zona, alberga 18 tipos de climas, caracterizado por condiciones húmedas durante los meses de noviembre a marzo y, condiciones secas, durante los meses de junio a agosto, los cuales determinan las campañas agrícolas. Los eventos más frecuentes en el altiplano son las heladas y las sequías (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP], 2015 y SENAMHI, 2021a).

La quinua es el tercer cultivo con mayor superficie sembrada del Departamento de Puno, no obstante, representa la mayor producción a nivel nacional y es de importancia a nivel mundial.

## **3.2 Diseño metodológico**

Con base en los objetivos propuestos, orientados a determinar las características socioeconómicas de los productores de quinua y su vulnerabilidad ante los riesgos agroclimáticos, se define que este estudio es de tipo no experimental, pues no altera el curso de los hechos, sino que observa la información. Es de tipo descriptiva pues caracteriza los componentes de la vulnerabilidad y sus impactos, y explicativa, porque analiza la relación causal entre los factores climáticos y socioeconómicos sobre la vulnerabilidad de los productores. Corresponde a un diseño sobre la base de información de corte transversal (encuestas).

## **3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para el desarrollo del estudio se revisaron y recopilamos distintos tipos de fuentes de información, los cuales se describen a continuación:

### **3.3.1 Información secundaria**

Se revisó información del IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) de 2012, información de hogares de INEI; datos de estaciones en Puno del SENAMHI; así como, información del MIDAGRI y otras fuentes oficiales. El análisis de datos se complementó con literatura académica relevante sobre la producción de quinua, evaluación socioeconómica, evaluación de vulnerabilidad y servicios climáticos.

### **3.3.2 Entrevistas a informantes clave**

Se realizaron entrevistas presenciales a informantes clave, especialistas reconocidos en el cultivo de quinua de la región, según una guía de preguntas elaborada por el equipo técnico del estudio y fue realizada y sistematizada por la autora de este TSP. La información recogida está relacionada a: (i) la producción agrícola en Puno; (ii) las características de los hogares de los pequeños agricultores en Puno; (iii) la exposición a riesgos y pérdidas agroclimáticas; (iv) las estrategias de afrontamiento y opciones de manejo; (v) pregunta de línea de base sobre el uso de los servicios climáticos; y (vi) el diseño de la información climática potencial. Esta información permitió elaborar adecuadamente las encuestas para los productores y fue complementaria para el análisis del estudio.

### 3.3.3 Encuestas a productores

Se aplicaron encuestas en campo a productores de quinua en Puno, diseñada para proporcionar indicadores cuantitativos y cualitativos respecto a las características socioeconómicas de los productores, su exposición a los riesgos agroclimáticos, sus estrategias de afrontamiento de riesgos y opciones de gestión, sus actitudes frente al riesgo, así como, su uso actual de la información y percepciones sobre los eventos climáticos. El cuestionario se diseñó sobre la base de los resultados de la información secundaria y de los informantes clave. En la Tabla 2 se presenta un resumen de los temas y variables considerados en el cuestionario.

**Tabla 2**

*Tópicos del cuestionario aplicado a los productores de quinua en Puno*

| <b>Tema</b>  | <b>Variables relacionadas</b>  |
|--|--|
| 1. Características del sistema de producción agrícola  | Superficie, volumen y destinos de la producción de quinua, diversificación de cultivos, prácticas agrícolas específicas, tenencia de ganado, asistencia técnica.   |
| 2. Características socioeconómicas                     | Género, edad, vivienda, educación, ocupación, patrones de consumo, fuentes de ingresos, venta de productos agrícolas, porcentaje de la producción destinadas al autoconsumo, periodos de escasez de alimentos, porcentaje del ingreso total gastado en alimentos y porcentaje de alimentos de producción propia. |
| 3. Exposición al riesgo agroclimático                  | Principal riesgo agroclimático para la quinua, daños y pérdidas (rendimiento e ingresos), indicadores de exposición al riesgo (altitud, duración y ciclo vegetativo), superficie cosechada en año malo y bueno, períodos de escasez de alimentos por eventos climáticos extremos.                                |
| 4. Opciones de manejo o gestión                        | Medidas para reducir los efectos adversos relacionados a riesgos agroclimáticos.   |
| 5. Estrategias de afrontamiento o de recuperación      | Medidas para enfrentar la reducción de la producción agrícola, la seguridad alimentaria y la pérdida de ingresos durante un evento climático adverso típico.   |
| 6. Línea base y percepción de los servicios climáticos | Experiencia, conocimiento y uso de la información climática (servicios climáticos) y del conocimiento tradicional; requisitos específicos y beneficios esperados del acceso a la información.  |

*Fuente:* Tomado del cuestionario utilizado para la fase de campo de proyecto Climandes (SENAMHI, 2016).

### 3.4 Población y muestra

Puno contaba con una población de 1 415 608 habitantes (4.5 % del país al año 2015), cuyo 45.6% vive en zona rural (BCRP, 2015). El 60.8 % de la población del Altiplano peruano vive en situación de pobreza y el 27 % en pobreza extrema (MEF, 2012). La actividad agrícola contribuye con el 15 % del PIB de la región, ocupa el 43 % de la Población Económicamente Activa (PEA) y abarca 215 170 unidades agrarias, de las cuales el 85 % son de pequeños propietarios con menos de 10 ha de tierras agrícolas (INEI, 2013).

Para el levantamiento de información, se siguió un tipo de muestreo en tres etapas (INEI, 1995). En la primera etapa, se seleccionaron aleatoriamente 12 distritos del Departamento de Puno, en base al volumen de producción de quinua de la campaña agrícola 2014-2015 (Anexo 2). En la segunda etapa, se seleccionaron al azar cinco comunidades campesinas en cada distrito<sup>4</sup>. Por último, en la tercera etapa, se seleccionaron por conglomerados (distritos) a los productores de quinua, en base a un marco muestral que se estimó con la fórmula<sup>5</sup>:

$$n = \frac{p(1-p)}{SE^2} \quad (1)$$

Donde se consideran los siguientes supuestos:

- $n$ : es el tamaño de la muestra
- $p$ : es la probabilidad de que ocurra el evento en estudio. Tomando en consideración el contexto de los servicios climáticos para fines del estudio, se establece un porcentaje de uso de la información climática de los pequeños agricultores del 5% (identificado por Climandes).
- $SE$ : es el error estándar, establecido en 0.024. Considerando un nivel de confianza del 95 %, intervalo de confianza sería +/- 4.5 %.

Reemplazando los valores en (1), se estimó un tamaño de muestra de 82 participantes, sin embargo, tomando en cuenta el efecto del diseño de la muestra por conglomerados (distritos), se previeron ciertos ajustes para cumplir con la precisión requerida y se estableció un total de

---

<sup>4</sup> En la práctica, por cuestiones de logística y disponibilidad de los productores, se cubrieron algunas comunidades fuera de los distritos seleccionados.

<sup>5</sup> Aplicada para cálculo de una muestra con poblaciones infinitas (mayor a 100 000 unidades muestrales).

50 participantes por cada distrito. Por lo tanto, se estableció un marco muestral de 600 productores (considerando los 12 distritos). Para asegurar la representatividad de la muestra identificada se validó con expertos del cultivo de quinua de la zona.

Por cuestiones prácticas, los productores fueron identificados según su disponibilidad en el día de la aplicación de encuestas y siguiendo criterios como: ser pequeño productor con menos de 10 ha de producción, ser productor de quinua, ser mayor de edad y ser procedente del ámbito local. De esta forma, se logró encuestar a 726 pequeños productores de quinua de ocho provincias del Departamento de Puno, cubriendo un total de 60 comunidades campesinas, de las zonas quechua y aymara (sobre la base de la lengua y cultura de la población local), al norte y al sur, respectivamente. Un resumen general de la distribución de productores encuestados se presenta en la Tabla 3, la lista completa se muestra en el Anexo 3.

**Tabla 3**

*Distribución de productores encuestados, según provincias y distritos y zonas*

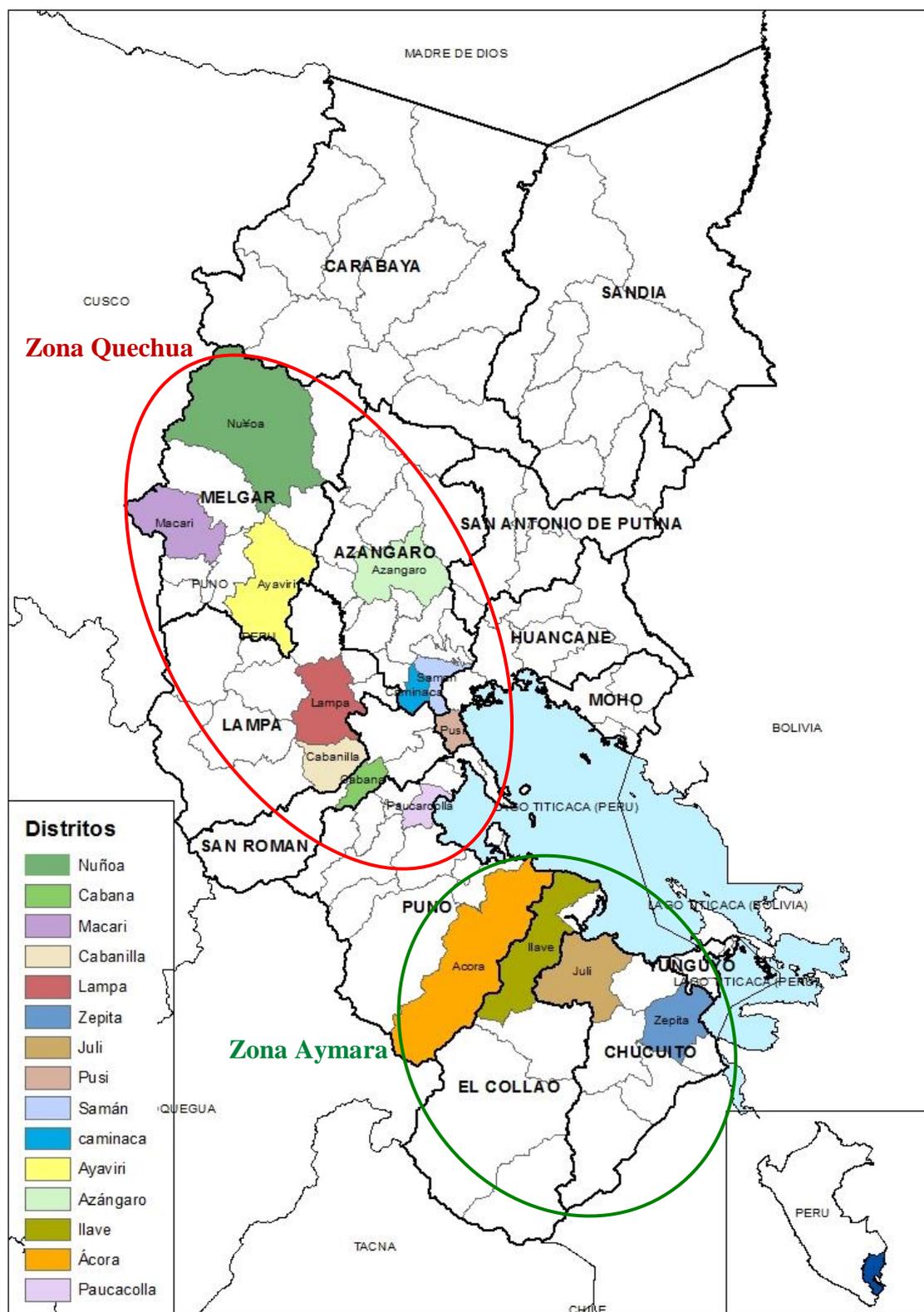
| <b>Provincia / Distrito</b> | <b>N° Encuestados</b> | <b>Provincia / Distrito</b> | <b>N° Encuestados</b> | <b>Provincia / Distrito</b> | <b>N° Encuestados</b> |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| <i>Zona sur (aymara)</i>    |                       | <i>Zona norte (quechua)</i> |                       | <i>493</i>                  |                       |
| <b>Chucuito</b>             | <b>106</b>            | <b>Azángaro</b>             | <b>184</b>            | <b>Melgar</b>               | <b>53</b>             |
| Juli                        | 52                    | Azángaro                    | 76                    | Ayaviri                     | 30                    |
| Zepita                      | 54                    | Caminaca                    | 51                    | Macari                      | 13                    |
| <b>El Collao</b>            | <b>54</b>             | Samán                       | 57                    | Nuñoa                       | 10                    |
| Ilave                       | 54                    | <b>Huancané</b>             | <b>56</b>             | <b>Puno</b>                 | <b>58</b>             |
| <b>Puno</b>                 | <b>73</b>             | Pusi                        | 56                    | Paucarcolla                 | 58                    |
| Ácora                       | 73                    | <b>Lampa</b>                | <b>78</b>             | <b>San Román</b>            | <b>64</b>             |
|                             |                       | Lampa                       | 54                    | Cabana                      | 64                    |
|                             |                       | Cabanilla                   | 24                    |                             |                       |
| <b>TOTAL</b>                |                       |                             |                       | <b>726</b>                  |                       |

*Fuente:* SENAMHI (2016).

La distribución geográfica de los productores encuestados, según distritos se presenta en la Figura 4. Adicionalmente, en el Anexo 4, se muestra algunas fotografías del trabajo de campo realizado.

**Figura 4**

*Mapa de Departamento de Puno y distritos seleccionados para el estudio*



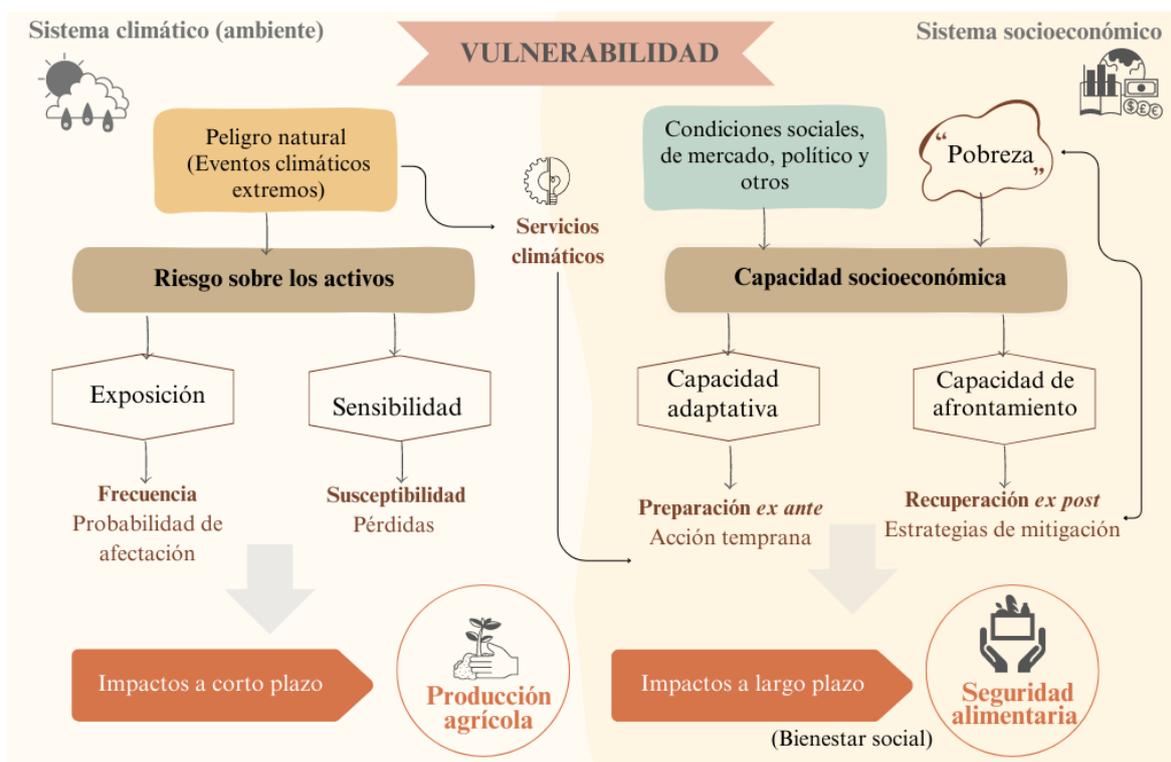
Fuente: SENAMHI (2016).

### 3.5 Marco operativo

El desarrollo del estudio siguió un enfoque holístico, donde la vulnerabilidad socioeconómica de los agricultores ante riesgos agroclimáticos en Puno se evaluó tomando en cuenta la interacción entre el sistema climático y el socioeconómico. En el sistema climático, los riesgos agroclimáticos (como sequías, heladas y granizadas) afectan directamente a los cultivos (activos en riesgo) en función de la exposición (probabilidad de ser afectado) y la sensibilidad (pérdida promedio por evento) que se traduce en pérdidas de producción (impactos a corto plazo sobre los activos). En el sistema socioeconómico, la vulnerabilidad está determinada por una combinación de la capacidad de adaptación ex ante (acción temprana, por ejemplo, a través de servicios climáticos y opciones de manejo adecuadas) y estrategias para afrontar ex post a los impactos (capacidad de afrontamiento). Ambos tipos de capacidades están definidos por las estructuras y mecanismos sociales y económicos de los productores (por ejemplo, acceso a servicios financieros, acceso a información, niveles de pobreza). La pobreza es un elemento clave, que exagera en última instancia los impactos negativos de los riesgos climáticos. Lo descrito se representa en la Figura 5.

**Figura 5**

*Marco operativo del estudio*



Fuente: Elaborado con base en Flubacher et al. (2018).

### 3.6 Materiales y métodos

Para el logro de los objetivos propuestos, se siguió la siguiente metodología:

- a. OE1: Identificar las características socioeconómicas de los productores de quinua del Departamento de Puno

Para identificar las características de los productores se analizaron las variables relacionadas al sistema de producción agrícola y sistema socioeconómico de los hogares (descritos en la Tabla 2). Con base en Filmer y Pritchett (2001), se generó un índice socioeconómico (ISE) mediante el método de *análisis de componentes principales (ACP)*<sup>6</sup> considerando las variables de posesión de activos y vivienda, para lo cual se normalizaron las variables siguiendo:

$$a^*_{ij} = \frac{(a_{ij}-a_i)}{s_i} \text{ con } i = 1, \dots, N \text{ y } j = 1, \dots, J \quad (2)$$

Donde:

- $N$ : es el número de variables de activos y vivienda (automóvil, televisor, casa de material noble, número de habitaciones, entre otros).
- $a_{ij}$ : representa la posesión del activo  $i$  del hogar  $j$
- $a_i$  y  $s_i$ : representan la media y desviación estándar entre los hogares, respectivamente.
- $a^*_{ij}$ : es la variable normalizada de  $a_{ij}$

Para cada hogar  $j$ , estas variables expresadas como combinaciones lineales de los componentes son de la siguiente forma:

$$a^*_{1j} = v_{11} * A_{1j} + v_{12} * A_{2j} + \dots + v_{1N} * A_{Nj}$$

....

(3)

$$a^*_{1j} = v_{11} * A_{1j} + v_{12} * A_{2j} + \dots + v_{1N} * A_{Nj}$$

Donde:

---

<sup>6</sup> Es una técnica de análisis estadístico multivariante que permite reducir la dimensión de un conjunto de variables, asignándoles una ponderación, a fin de sintetizar el análisis e interpretación de la información (Pérez, 2004).

- $A$ : son las componentes
- $v$ : son los coeficientes de cada componente para cada variable

Considerando procedimientos previos y los factores de ponderación ( $f$ ) del modelo, la primera componente principal es una combinación lineal de las variables originales y explica una alta proporción de la variabilidad de datos, representada por:

$$A_{1j} = f_{11} * a_{1j}^* + f_{12} * a_{2j}^* + \dots + f_{1N} * a_{Nj}^* \quad (4)$$

Donde  $A_{1j}$  representa el ISE, a partir del cual los productores fueron agrupados en tres categorías socioeconómicas: bajo, medio y alto; clasificación usada para este estudio, de acuerdo a la información recopilada. Se describieron las características particulares de cada grupo y las diferencias entre grupos.

- b. OE2: Caracterizar la exposición al riesgo y la sensibilidad de los productores de quinua de Puno ante los peligros climáticos y determinar su capacidad de adaptación y respuesta

Sobre la base de las percepciones de los agricultores se hizo un análisis de los cambios del clima en los últimos años. La exposición al riesgo agroclimático se analizó sobre la base del número de años reportados con algún evento extremo (sequías, heladas o fuertes lluvias) durante los últimos cinco años y los factores de exposición, como la altitud, la duración y la variabilidad del ciclo vegetativo de la quinua. La sensibilidad se analizó a través de las pérdidas de cultivos por los eventos climáticos, con base en una *escala de Likert* de 0 a 5 puntos, que va desde ninguna pérdida (valor 0) hasta la pérdida total del cultivo (valor 5).

Respecto a la capacidad de adaptación, se evaluaron las prácticas implementadas antes y después de la ocurrencia de un evento climático, con el fin de determinar cuáles son las prácticas y el comportamiento de los agricultores con respecto a la información climática.

En relación a las estrategias de afrontamiento, la evaluación se realizó sobre la base de las acciones que realizan los productores en caso de no poder costear un insumo para la producción (shock económico) y las acciones que realizan para afrontar las pérdidas de cultivos por eventos climáticos adversos (shock ambiental).

- c. OE3: Estimar indicadores de vulnerabilidad socioeconómica de los productores de quinua de Puno ante peligros climáticos y su relación con las condiciones de pobreza.

Con el fin de obtener un indicador comparable de las pérdidas de cultivos (impactos a corto plazo), se calculó el *índice de cosecha relativa* (ICR, basado en Patt et al., 2005), que compara la cosecha de la campaña actual con su línea base histórica. Específicamente, para el agricultor  $i$ , el ICR se define como:

$$ICR_i = \frac{(A_i - M_i)}{(B_i - M_i)} \quad (5)$$

Donde  $A_i$  es la cosecha real (actual) y  $M_i$  y  $B_i$  son la cosecha de un año típico malo y bueno, respectivamente, considerando las últimas cinco campañas agrícolas. Así, el ICR es 0 en caso de que la cosecha corresponda exactamente al año malo y 1 si corresponde exactamente a un año bueno. Al ser una medida unitaria y normalizada que oscila entre 0 y 1, este índice permite comparar los resultados de los cultivos de los agricultores con diferentes condiciones de producción y exposiciones al riesgo, así como también, permite corregir sesgos de estimación.

También, se calculó el coeficiente de Gini (CG, sobre la base de Campano y Salvatore, 2006) para medir los niveles de desigualdad de ingresos en las comunidades, como un indicador de vulnerabilidad colectiva. El coeficiente compara las proporciones acumuladas de la población ( $P_i$ ) con las proporciones acumuladas de ingresos ( $Q_i$ ), a través de la siguiente ecuación:

$$CG_i = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N-1} Q_i}{\sum_{i=1}^{N-1} P_i} \quad (6)$$

Donde  $CG_i$  se encuentra entre 0, para una distribución de ingresos perfectamente equitativa, y 1, para la desigualdad perfecta (los ingresos se concentran en un receptor).

Con base en los resultados previos, se realizaron regresiones multivariantes para evaluar la influencia de los factores socioeconómicos individuales ( $SE_i$ ), exposición al riesgo climático ( $ER_i$ ), factores colectivos ( $CG_{ci}$ ), capacidad adaptativa y de respuesta ( $CR_i$ ) y variables climáticas ( $VC_i$ ), sobre el impacto en la producción, medido a través del índice de cosecha relativa, como una referencia en el corto plazo. Estas regresiones se estimaron con el método de *Mínimos Cuadrados Ordinarios* (MCO) sobre la base del siguiente modelo:

$$ICR_i = \alpha_i + \beta SE_i + \gamma ER_i + \delta CG_{ci} + \varphi CR_i + \mu VC_i + \rho SC_i + \varepsilon_i \quad (7)$$

Donde:

- $ICR_i$ : es el índice de cosecha relativa del agricultor  $i$ .
- $\alpha_i$ : es la constante.
- $\beta, \gamma, \delta, \varphi, \mu, \rho$ : son los coeficientes asociados a las variables.
- $CG_{ci}$ : es el Coeficiente de Gini en la comunidad del agricultor  $i$ .
- $SC_i$ : es una variable dummy que reporta si el agricultor recibió información sobre el evento climático, tomando el valor de 1, y 0 en caso contrario.

Para el análisis del impacto de los factores climáticos sobre el ICR (incluidas en la ecuación 7), los especialistas meteorólogos que conformaron parte del equipo científico del estudio Flubacher et al. (2018) desarrollaron variables para cada tipo de evento climático (heladas, sequías y precipitación acumulada), contruidos a partir de los datos de tres estaciones meteorológicas del SENAMHI en Puno (Anexo 5).

Los impactos a largo plazo están relacionados con la seguridad alimentaria, que se evaluó a través del *índice de seguridad alimentaria* (ISA), sobre la base de la tasa de autoconsumo ( $AC_i$ ), el porcentaje del ingreso que se gasta en alimentos ( $GA_i$ ), y si el número de comidas por día se redujo en los últimos 12 meses ( $RA_i$ ). Este es un indicador representativo del bienestar, que ha sido normalizado para que oscile entre 0 y 1 y puede ser representado por:

$$ISA_i = 1 - \left( \frac{AC_i + GA_i + RA_i}{3} \right) \quad (8)$$

De esta forma, se abordó la evaluación de la vulnerabilidad de los productores de quinua en el Departamento de Puno y el impacto sobre el bienestar social.

- d. OE4: Determinar las barreras y el potencial del uso de la información climática por parte de los productores de quinua en Puno.

La evaluación de las barreras para el uso de la información climática se realizó con base Patt y Gwata (2002), las percepciones de las demandas y los beneficios esperados del acceso potencial a la información fueron evaluados en la escala de Likert. El nivel de comprensión de la información climática se midió a través de preguntas específicas y usando dos productos

hipotéticos: un pronóstico vía radio y un pronóstico mediante un taquímetro gráfico, como parte del cuestionario.

El análisis complementario de los datos se realizó mediante el análisis estadístico de corte transversal para explorar los datos cuantitativos, utilizando el software R Studio y Minitab. Los grupos de productores se compararon utilizando las pruebas estadísticas correspondientes, considerando el tamaño de las submuestras y los tipos de datos. Los valores monetarios se convirtieron utilizando el tipo de cambio de 0.29 USD/Soles del 2016<sup>7</sup> y el factor de conversión PPA (paridad de poder adquisitivo) de Perú igual a 1.57 Soles por USD a precios internacionales, proporcionados por el Banco Mundial<sup>8</sup>.

Finalmente, los resultados del análisis y procesamiento de la información descritos, permitieron abordar los factores de vulnerabilidad socioeconómica, la capacidad de respuesta de los productores de quinua frente a los riesgos agroclimáticos, así como, el potencial de los servicios climáticos en el Departamento de Puno, los cuales conllevaron al logro de los objetivos propuestos para el estudio, los mismos que son presentados y discutidos en la sección de resultados.

### **3.7 Aplicaciones del desempeño profesional**

En esta sección se describe la interrelación entre la experiencia adquirida y el fortalecimiento de la competencia profesional relacionados a la temática del TSP.

#### **3.7.1 Contribución en la solución de la problemática**

El SENAMHI, así como los servicios meteorológicos e hidrológicos a nivel mundial, requieren demostrar -más que ello, atraer- que las inversiones públicas que se ejecutan para la provisión de información meteorológica y climática retribuyen un beneficio para la sociedad (OMM, 2015). Para ello, deben generar evidencias del impacto de la provisión de información en los ámbitos de acción a través de estudios e investigaciones. Sin embargo, el SENAMHI no cuenta con un área de investigación relacionada a temas socioeconómicos, salvo el área de planeamiento y presupuesto, que tienen el rol de gestionar los recursos internos de la

---

<sup>7</sup> Tomado de: <http://www.xe.com/> (16.12.2016)

<sup>8</sup> Tomado de <https://data.worldbank.org/indicator/>

institución. Sumado a ello, son escasos los estudios realizados en el Perú relacionados a esta temática.

En este contexto, el proyecto Climandes ha promovido y apoyado el desarrollo de diversas investigaciones y trabajos para mejorar la calidad de la información, su procesamiento, su provisión y sentó las bases para la investigación en la temática socioeconómica relacionada a servicios climáticos en el SENAMHI y en el país. La bachiller de este TSP formó parte del equipo multidisciplinario que desarrolló el estudio “*Socio-economic vulnerability and adaptation to agro-climatic risks: the potential of user-tailored climate services for the agricultural sector in Peru*” (Flubacher et al., 2018), en el marco del proyecto, el cual representa una importante contribución a la institución en la generación de evidencias del valor social y económico de los servicios climáticos.

### **3.7.2 Contribución en términos de las competencias y habilidades adquiridas durante la formación profesional**

Durante la carrera universitaria en Economía, las competencias y habilidades adquiridas están relacionadas a la teoría económica, la formulación y la evaluación de proyectos, la economía agrícola y ambiental, la valoración económica, el análisis estadístico y técnicas econométricas, los métodos de investigación y de redacción, habilidades comunicativas, entre otros, los cuales la han permitido construir una vasta experiencia profesional, relacionadas al diseño y aplicación de encuestas, sistematización y procesamiento de información, elaboración de informes técnicos de resultados y elaboración de estudios socioeconómicos y de valoración económica, que fueron fundamentales para realizar el estudio en el SENAMHI.

Así también, el curso de ambiente y sociedad y aquellos relacionados a los recursos naturales, complementados con cursos extracurriculares relacionados al enfoque intercultural y los servicios climáticos, permitieron desarrollar habilidades para el entendimiento de la cosmovisión y la interrelación con el mundo andino y la actividad agrícola; a fin de implementar intervenciones locales, como una plataforma de interfaz de usuarios; el diálogo intercultural; implementar medidas de adaptación para la gestión de riesgos; y analizar y sistematizar conocimientos ancestrales de los productores de las zonas andinas. Experiencias desarrolladas para el SENAMHI.

Los cursos de carrera relacionados a la administración, formulación y evaluación de proyectos, finanzas, microeconomía, economía ambiental y economía agrícola, complementados con especializaciones en gestión y evaluación de proyectos y la gestión pública, permitieron gestionar, ejecutar, monitorear y evaluar proyectos de desarrollo relacionados a la agricultura y el cambio climático, experiencia ejecutada en el SENAMHI.

### **3.7.3 Beneficios obtenidos por el centro laboral**

La contribución al SENAMHI se centró en el desarrollo de investigaciones pioneras, como el estudio de Flubacher et al. (2018), ya que, este tipo de investigaciones relacionadas al valor social y económico de los servicios climáticos son escasos en el país. Por lo que, representa un precedente para futuras investigaciones. El estudio sirvió como insumo para diversas publicaciones y acciones, en el marco del proyecto Climandes, tales como:

- “Designing user-driven climate services. What we can learn from the Climandes project: A checklist for practitioners, scientists and policy makers” (METEOSWISS y SENAMHI, 2018).
- “Long-term investment choices for quinoa farmers in the Puno region of Peru: A real options analysis” (Balietti et al., 2018).
- “Towards more resilient food systems for smallholder farmers in the Peruvian Altiplano: The potential of community-based climate services” (Rossa et al., 2020).
- “Twinning SENAMHI and METEOSWISS to co-develop climate services for the agricultural sector in Peru” (Gubler et al., 2020).
- “Valuing meteorological services in resource-constrained settings: Application to smallholder farmers in the Peruvian Altiplano” (Brausmann et al., 2021).
- Presentación de resúmenes y posters en eventos nacionales e internacionales: Flubacher et al. (2017); SENAMHI (2017); Cristobal, Lechthaler et al. (2017); Cristobal et al. (2017); Cristobal, Flubacher et al. (2018); entre otros.
- La implementación piloto de una plataforma de interfaz de usuario para la provisión de servicios climáticos en la región Puno, donde el proveedor interactúa con el usuario, a fin de ofrecer servicios adaptados a sus necesidades y promover el uso de la información climática en la toma de decisiones.

- Desarrollar una visión prospectiva hacia la sostenibilidad de este tipo de intervenciones y su replicabilidad en otros contextos y sectores.

El estudio base fue adaptado y es presentado como experiencia a sustentar, para fines de la titulación en la especialidad de Economía.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan los resultados e interpretación del análisis y procesamiento de la información, con base en la metodología descrita en la sección previa, los cuales permitieron abordar los objetivos del estudio.

### 4.1 Información general de encuestados

La base de datos de encuestas del SENAMHI es de 726 productores (Tabla 4), la provincia de Azángaro concentró el mayor número de encuestados con el 25.3 %, seguido de Puno con el 18.0 %, Chucuito con el 14.6 % y Lampa con el 10.7 %, en tanto que el resto de provincias concentró menos del 10.0 % de productores cada una. Tomando como referencia la ubicación geográfica y las características culturales (y por cuestiones representativas), la zona norte o quechua, conformada por las provincias de Azángaro, Huancané, Lampa, Melgar, San Román y Puno (Paucarcolla), concentró mayor proporción de productores encuestados, con el 67.9 %, respecto a la zona sur o aymara, conformada por las provincias de Chucuito, El Collao y Puno (Ácora), que concentró al 32.1 % de productores. Puno comprende dos distritos en la muestra: Paucarcolla, situada al norte de la provincia, y Ácora, ubicada al sur.

Las diferencias entre la zona norte y sur del departamento no solo están dadas por la ubicación geográfica, sino también por las características culturales (como el idioma y tradiciones) y los pisos ecológicos, que determinan las prácticas agrícolas. Según el CENAGRO del 2012 (INEI, 2013), el 43.9 % de pobladores del Departamento de Puno habla quechua (al norte) y el 36.7 % aymara (al sur). La mayor escala de producción se encuentra hacia el norte-centro del departamento.

Entre los distritos y comunidades campesinas que componen la muestra se identificaron que en su mayoría pertenecen a la región natural Suni (88.3 %), entre los 3 812 y 4 000 m.s.n.m., y en menor proporción a la región Puna (11.7 %), entre los 3 900 y 5 000 m.s.n.m., las cuales determinan las características climáticas y la capacidad de uso del suelo. Así también, se identificó su correspondencia con la subunidad geográfica o gran paisaje Altiplano, entre los 3 812 y 3 900 m.s.n.m., que recibe la influencia del Lago Titicaca, siendo posible diferenciar

entre aquellas que están cerca o circunlacustre (20.0 %) y aquellas que no lo están, que reciben el mismo nombre (80.0 %), esta clasificación se realizó sobre la base de información del Gobierno Regional de Puno [GORE] (2008 y 2013) y de especialistas locales.

**Tabla 4**

*Total de productores encuestados, según provincias y zonas naturales*

| Provincia    | N          | %            | Distrito    | n          | Zona / Cultura  | Región natural | Subunidad geográfica      |
|--------------|------------|--------------|-------------|------------|-----------------|----------------|---------------------------|
| Azángaro     | 184        | 25.3         | Azángaro    | 76         | Norte / Quechua | Puna; Suni     | Altiplano                 |
|              |            |              | Caminaca    | 51         | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano                 |
|              |            |              | Samán       | 57         | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano                 |
| Lampa        | 78         | 10.7         | Lampa       | 54         | Norte / Quechua | Puna; Suni     | Altiplano                 |
|              |            |              | Cabanilla   | 24         | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano                 |
| San Román    | 64         | 8.8          | Cabana      | 64         | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano                 |
| Huancané     | 56         | 7.7          | Pusi        | 56         | Norte / Quechua | Suni           | Circunlacustre            |
| Melgar       | 53         | 7.3          | Ayaviri     | 30         | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano                 |
|              |            |              | Macari      | 13         | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano                 |
|              |            |              | Nuñoa       | 10         | Norte / Quechua | Puna           | Altiplano                 |
| Puno         | 131        | 18.0         | Paucarcolla | 58         | Norte / Quechua | Suni           | Circunlacustre; Altiplano |
|              |            |              | Ácora       | 73         | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano                 |
| Chucuito     | 106        | 14.6         | Juli        | 52         | Sur / Aymara    | Suni; Puna     | Circunlacustre; Altiplano |
|              |            |              | Zepita      | 54         | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano                 |
| El Collao    | 54         | 7.4          | Ilave       | 54         | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano                 |
| <b>Total</b> | <b>726</b> | <b>100.0</b> |             | <b>726</b> |                 |                |                           |

*Nota:* Para mayor detalle de la distribución de encuestas ver el Anexo 3.

*Fuente:* SENAMHI (2016).

Estas características naturales influyen sobre las formas y el desempeño de la producción de quinua: en la región Puna, el desarrollo de los cultivos es sobre surcos, los terrenos son extensos con vocación pecuaria; en la zona altiplano de la región Suni, la producción se desarrolla en minifundios hacia el sur y en mayores extensiones hacia el norte, mientras que en la zona circunlacustre, se reportan los mayores rendimientos productivos apoyados por las condiciones climáticas favorables y el acceso al riego (Cristobal, 2016; GORE, 2008). La Tabla 5 presenta las principales características de las zonas naturales y la influencia del Lago en la regulación de la temperatura y la humedad del aire, relacionadas a la zona de estudio.

**Tabla 5***Características principales de las regiones naturales*

| Región                 | Altitud<br>m.s.n.m. | Topografía                          | Temp.<br>campaña<br>agrícola<br>Tmin | Ocurrencia<br>de heladas<br>Frecuencia | Precipitación<br>acumulada<br>mm/año | Producción  |
|------------------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| Suni<br>circunlacustre | 3 812 a 3<br>900    | Planicies<br>(homogénea)            | 0 a 8 °C                             | 20%                                    | 650 a 750                            | Cultivos de pan llevar y<br>ganadería (vacunos, ovinos<br>y animales menores) |
| Suni altiplano         | 3 830 a 4<br>000    | Medianament<br>e accidentada        |                                      | 30 a 70 %                              | 600 a 850                            | Principalmente ganadería<br>(vacunos, ovinos y<br>camélidos)                  |
| Puna                   | 3 900 a 5<br>000    | Muy<br>accidentada<br>(heterogénea) | -8 a 0 °C                            |  | 500 a 1000                           | Ganadería (camélidos)<br>Cultivos limitados                                   |

*Fuente:* GORE (2008 y 2013); SENAMHI (2021a).

#### **4.2 OE1: Identificar las características socioeconómicas de los productores de quinua**

Para el logro del primer objetivo específico del estudio, las características socioeconómicas son abordadas sobre la base de las variables demográficas (edad, grado de instrucción y otros) y productivas (tamaño de la superficie agrícola, certificación, riego y otros). En una primera parte se realiza el análisis por provincias y sexo, para luego presentar el agrupamiento de productores y sus características, según un índice socioeconómico construido, el cual es usado en el desarrollo del estudio en adelante.

##### **4.2.1 Características socioeconómicas según provincias, zonas y sexo**

La Tabla 5 presenta las principales características socioeconómicas desagregadas a nivel de provincias. En relación a las variables demográficas, la proporción de mujeres encuestadas (52.3 %) fue ligeramente superior a la de los hombres (47.7 %) a nivel general, similar situación se dio en las provincias, excepto en Azángaro y Huancané al norte y Chucuito al sur, donde destacó la mayor participación de los hombres. Esta distribución obedece a la disponibilidad del productor o productora el día que se realizaron las encuestas. Lampa y Azángaro reportaron productores más jóvenes con edades por debajo del promedio general (48 años), que coincide con las provincias del sur. El 88.8 % de productores asistieron a la

escuela, sin embargo, solo el 39.1 % alcanzaron un nivel de instrucción de secundaria a superior, siendo las provincias del norte, Huancané (19.6 %) y Azángaro (33.2 %), las que reportan menores proporción de agricultores con este nivel educativo, la situación contraria ocurre al sur. El 47.4% de productores estudió hasta el nivel primaria. No obstante, en ambas zonas se reportan importantes porcentajes de productores que no saben leer ni escribir, incluso por encima del promedio (13.1%).

**Tabla 6**

*Características socioeconómicas de productores por provincias*

| Variable<br>(Media)                 | Unidad | Norte o Quechua |               |               |               |               |               | Sur o Aymara  |               |               | TOTAL<br>N=726 |               |
|-------------------------------------|--------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
|                                     |        | AZG<br>n=184    | HUA<br>n=56   | LAM<br>n=78   | MEL<br>n=53   | SAR<br>n=64   | Pau<br>n=58   | PUN<br>n=131  | Aco<br>n=73   | CHU<br>n=106  |                | ELC<br>n=54   |
| <i>Características demográficas</i> |        |                 |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| Sexo (H/M)                          | %      | 53.3/<br>46.7   | 67.9/<br>32.1 | 43.6/<br>56.4 | 41.5/<br>58.5 | 21.9/<br>78.1 | 50.0/<br>50.0 | 42.8/<br>57.3 | 37.0/<br>63.0 | 55.7/<br>44.3 | 46.3/<br>53.7  | 47.7/<br>52.3 |
| Edad                                | Años   | 47              | 52            | 44            | 48            | 48            | 56            | 52            | 48            | 48            | 48             | 48            |
| Asistencia escolar                  | %      | 85.3            | 92.9          | 87.2          | 90.6          | 95.3          | 93.1          | 89.3          | 86.3          | 90.6          | 85.2           | 88.8          |
| Ed. Secund. a más                   | %      | 33.2            | 19.6          | 48.7          | 43.4          | 46.9          | 36.2          | 42.0          | 46.6          | 41.5          | 40.7           | 39.1          |
| Analfabetismo                       | %      | 15.8            | 7.1           | 16.7          | 15.1          | 9.4           | 8.6           | 10.7          | 12.3          | 11.3          | 16.7           | 13.1          |
| <i>Características productivas</i>  |        |                 |               |               |               |               |               |               |               |               |                |               |
| Superfic. agrícola                  | ha     | 3.1             | 0.9           | 2.4           | 2.8           | 2.8           | 1.4           | 1.5           | 1.5           | 1.4           | 1.2            | 2.1           |
| Altitud                             | msnm   | 3879            | 3777          | 3907          | 3892          | 3881          | 3879          | 3890          | 3899          | 3932          | 3862           | 3884          |
| Costo producción                    | USD*   | 1047            | 331           | 622           | 1544          | 999           | 572           | 510           | 459           | 410           | 338            | 735           |
| Varied. quinoa $\geq$ 2             | %      | 42.4            | 26.8          | 48.7          | 47.2          | 76.6          | 50.0          | 49.6          | 49.3          | 36.8          | 40.7           | 45.6          |
| Riego                               | %      | 1.6             | 0.0           | 3.9           | 1.9           | 3.1           | 3.5           | 1.5           | 0.0           | 4.7           | 0.0            | 2.2           |
| Asociatividad                       | %      | 21.2            | 0.0           | 1.3           | 52.8          | 28.1          | 10.3          | 4.6           | 0.0           | 0.9           | 3.7            | 13.1          |
| Certificación                       | %      | 3.3             | 0.0           | 5.1           | 17.0          | 48.4          | 15.5          | 6.9           | 0.0           | 0.0           | 0.0            | 8.1           |
| Seguro                              | %      | 6.0             | 0.0           | 2.6           | 1.9           | 3.1           | 0.0           | 0.0           | 0.0           | 0.9           | 0.0            | 2.3           |

*Nota:* Azángaro (AZG), Chucuito (CHU), El Collao (ELC), Huancané (HUA), Lampa (LAM), Melgar (MEL), San Román (SAR) y Puno (PUN), este último dividido en Paucarcolla (Pau) y Ácora (Aco). Factores de conversión usados: TC=0.29 USD/Soles y PPA=1.57.

*Fuente:* SENAMHI (2016).

Respecto a las características de la actividad agrícola, tradicionalmente, esta se desarrolla a pequeña escala en superficies de 2.1 ha en promedio, las provincias del norte reportan mayores superficies agrícolas por encima de la media, excepto Huancané y Puno, mientras que al sur las tierras de cultivo en promedio son inferiores. De igual manera para los costos de producción con una media de 735 USD a precios internacionales (equivalente a 1 615.0 Soles). Los productores de Lampa al norte y Chucuito al sur cultivan en terrenos ligeramente

más altos que el resto, en promedio 3 884 msnm. Casi la mitad de los productores puneños (45.6 %) cultivan de dos a más variedades de quinua, San Román (76.6 %) y Ácora (49.3 %) reportaron mayor proporción de productores con esta característica. Solo el 2.2 % de productores cuentan con riego, principalmente en zonas cercanas al lago como Chucuito (4.7 %) y Paucarcolla (3.5 %).

Por otra parte, el 13.1 % de productores se encuentra adscrito a una cooperativa o asociación, el 8.1 % cuenta con certificación orgánica y el 2.3 % cuenta con seguro agrario, las provincias del norte cuentan con mayores casos respecto al sur, esto podría explicarse por la mayor presencia de organizaciones de productores en la zona.

Tomando como referencia el sexo (Tabla 6), las agricultoras (44 años) son en promedio más jóvenes que los agricultores (53 años) y cuenta con una menor proporción de asistencia escolar, 82.6 % respecto a 95.7 % en el caso de los hombres. Se reporta un mayor grupo de hombres (44.2 %) que alcanzaron un grado de instrucción de nivel secundaria a superior, respecto al de las mujeres (34.5 %). En el mismo sentido, la tasa de analfabetismo es mayor en mujeres (19.5 %) que en los hombres (6.1 %). Estos datos son consistentes a lo reportado por el CENAGRO 2012.

**Tabla 7**

*Características demográficas de productores según sexo*

| <b>Variable</b><br>Media | <b>Unidad</b> | <b>Agricultor</b><br>n=346 | <b>Agricultora</b><br>n=380 | <b>TOTAL</b><br>N=726 |
|--------------------------|---------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Edad                     | Años          | 53                         | 44                          | 48                    |
| Asistencia escolar       | %             | 95.7                       | 82.6                        | 88.8                  |
| Ed. Secund. a más        | %             | 44.2                       | 34.5                        | 39.1                  |
| Analfabetismo            | %             | 6.1                        | 19.5                        | 13.1                  |

*Fuente:* SENAMHI (2016).

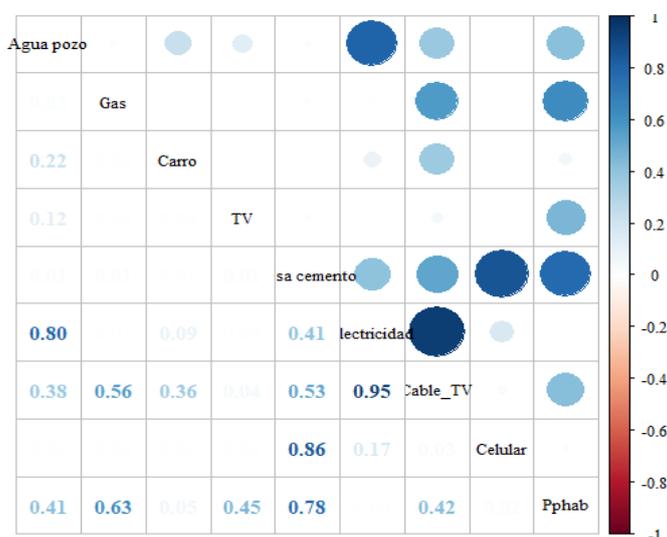
De acuerdo a especialistas locales, y a los conceptos asociados de agricultura familiar, tanto hombres como mujeres del hogar participan en la actividad agrícola en el Altiplano, incluso con ayuda de los niños. En algunos casos, las tareas que se asignan a cada uno son diferenciadas y en diferentes etapas de la producción, sin embargo, esto no ha sido objeto de estudio en esta investigación. Por ello, la caracterización entre hombre y mujer no aplica para las variables de producción agrícola.

## 4.2.2 Construcción del índice socioeconómico

Otra forma de caracterizar a los productores es agrupándolos de acuerdo a sus particularidades, ya que, del análisis anterior, se pudo notar variabilidad en los datos en las provincias, debido a las diferentes condiciones sociales y productivas de cada lugar. Este agrupamiento se hizo mediante el índice socioeconómico (ISE), que se construyó sobre la base de la posesión de activos reportados por los productores y el análisis de componentes principales (ACP) para obtener un indicador del nivel socioeconómico representativo de cada productor, basado en Filmer y Pritchett (2001).

Las variables de posesión de activos consideradas para construir el ISE, con su respectiva proporción de productores en promedio que la poseen son: pozo de agua (59.8 %), gas como combustible para cocinar (55.0 %), carro (6.9 %), televisor (51.8 %), casa construida con cemento (3.4 %), electricidad (91.5 %), televisión por cable (1.5 %), teléfono celular (58.3 %) y el número de personas por habitación en el hogar (1.4 en promedio). Todas las variables son categóricas, excepto esta última, que es numérica. Para el ACP, se debe cumplir que las variables estén correlacionadas entre sí, para ello se generó la matriz de correlación de pares de variables (Figura 6). La mayor correlación positiva (cercana a 1) que se observa es entre las variables pozo de agua y electricidad, electricidad y televisión por cable, casa construida con cemento y celular y con personas por habitación, respectivamente.

**Figura 6**  
*Correlación de variables de activos*



Fuente: SENAMHI (2016).

Seguidamente, se aplicó el análisis de ACP con el software R Studio y se obtuvieron los pesos o impactos de cada variable sobre el indicador y se calculó el ISE para cada productor mediante la ecuación 4, presentada en la sección anterior:

$$ISE_j = 0.23 * TV*_j + 0.20 * Celular*_j + 0.20 * Gas*_j + 0.12 * Carro*_j + 0.10 * Electricidad*_j + 0.08 * Casa*_j + 0.05 * Cable TV*_j + 0.02 * Agua*_j \quad (9)$$

Sobre la base de los resultados obtenidos (Tabla 7), los productores fueron asignados a tres categorías, denominadas nivel socioeconómico: bajo (percentil 40), medio (percentil 80) y alto. La media del ISE es cero debido a que las variables son categóricas (0 o 1), su desviación estándar es de 1.3. El impacto de cada variable se interpreta como: un productor que cuenta con televisor en el hogar o posee un celular o utiliza gas para cocinar tiene aproximadamente un ISE mayor en 0.2 que aquel que no lo posee; poseer un carro o tener el servicio básico de electricidad en el hogar incrementa el ISE en aproximadamente 0.1 unidades; tener una casa construida con cemento o televisión por cable o pozo como fuente de agua incrementa el ISE en menos de 0.1 unidades cada uno. Los productores de nivel medio tienen en promedio un ISE mayor en 1.7 unidades que el nivel bajo y a su vez tienen un ISE promedio menor en 1.3 que el nivel alto.

**Tabla 8**

Resultados del ACP y los valores promedio para el ISE

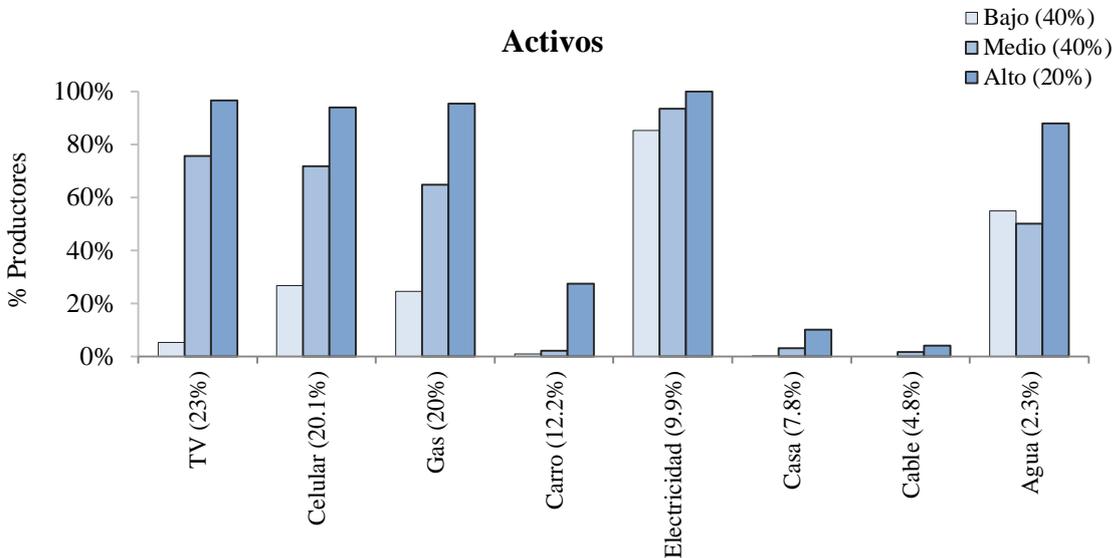
| Variables<br>(Media) | TOTAL                   |       |                  | Nivel socioeconómico |                |               |
|----------------------|-------------------------|-------|------------------|----------------------|----------------|---------------|
|                      | Impacto sobre<br>el ISE | Media | Desv.<br>Estand. | Bajo<br>n=290        | Medio<br>n=287 | Alto<br>n=149 |
| TV                   | 0.23                    | 0.52  | 0.50             | 0.05                 | 0.76           | 0.97          |
| Celular              | 0.20                    | 0.58  | 0.49             | 0.27                 | 0.72           | 0.94          |
| Gas                  | 0.20                    | 0.55  | 0.50             | 0.25                 | 0.65           | 0.95          |
| Carro                | 0.12                    | 0.07  | 0.25             | 0.01                 | 0.02           | 0.28          |
| Electricidad         | 0.10                    | 0.91  | 0.28             | 0.85                 | 0.93           | 1.00          |
| Casa cemento         | 0.07                    | 0.03  | 0.18             | 0.00                 | 0.03           | 0.10          |
| Cable TV             | 0.05                    | 0.02  | 0.12             | 0.00                 | 0.02           | 0.04          |
| Agua pozo            | 0.03                    | 0.60  | 0.49             | 0.55                 | 0.50           | 0.88          |
| ISE                  |                         | 0.0   | 1.3              | -1.3                 | 0.4            | 1.7           |

*Notes:* El primer componente explica el 18.7% de la covarianza. El primer y segundo valor propio es 1.68 y 1.22. No se consideró a la variable personas por habitación debido a que se estimó un impacto nulo sobre el ISE.

*Fuente:* SENAMHI (2016).

La Figura 7 permite comprobar la consistencia del ISE, donde la proporción de productores que cuentan con un activo se incrementa conforme cambia a un nivel socioeconómico mayor. Por ejemplo, la proporción de productores del nivel bajo que cuentan con un televisor es menor a la proporción de productores del nivel medio y, esta, a su vez, es menor que la proporción de productores del nivel alto que poseen el bien. En general, es menor el grupo de productores que cuentan con un automóvil, casa construida con material noble (cemento) y que cuentan con el servicio privado de cable para televisión.

**Figura 7**  
Posesión de activos por nivel socioeconómico



Fuente: SENAMHI (2016).

**4.2.3 Características demográficas según nivel socioeconómico**

Con base en las categorías socioeconómicas, en la Tabla 9 se presentan las principales características demográficas de los grupos. La ligera predominancia de la participación de las mujeres respecto a los hombres en las encuestas se mantuvo entre los grupos, con excepción del nivel alto (51.7 % hombres). La edad promedio fue mayor en el nivel bajo (53 años), superando al reportado a nivel general y a los otros grupos. Respecto al grado de instrucción, el nivel bajo presentó la menor proporción de productores (81.7 %) con acceso a una educación formal y que alcanzaron un grado de instrucción de secundaria a superior (22.4 %), incluso por debajo de la media general. Por ende, la ratio de analfabetismo en este grupo (21.0 %) fue mayor que en el resto, muy por encima de la media general. Respecto al tamaño del

hogar, una familia promedio está compuesta por cuatro miembros, cantidad que es ligeramente mayor en los grupos de mayor riqueza económica.

**Tabla 9**

*Características demográficas de productores según nivel socioeconómico*

| Variable<br>Media  | Unidad | Nivel socioeconómico |                |               | TOTAL<br>N=726 |
|--------------------|--------|----------------------|----------------|---------------|----------------|
|                    |        | Bajo<br>n=290        | Medio<br>n=287 | Alto<br>n=149 |                |
| Sexo (H/M)         | %      | 49.1 / 51.0          | 44.3 / 55.8    | 51.7 / 48.3   | 47.7 / 52.3    |
| Edad               | Años   | 53                   | 45             | 45            | 48             |
| Asistencia escolar | %      | 81.7                 | 92.0           | 96.6          | 88.8           |
| Ed. Secund. a más  | %      | 22.4                 | 43.9           | 62.4          | 39.1           |
| Analfabetismo      | %      | 21.0                 | 9.4            | 4.7           | 13.1           |
| Tamaño del hogar   | Pers.  | 3.9                  | 4.0            | 3.7           | 3.9            |

*Fuente:* SENAMHI (2016).

Es posible notar que las condiciones sociodemográficas de los productores de quinua mejoran en los grupos con mayor riqueza, medido por el ISE.

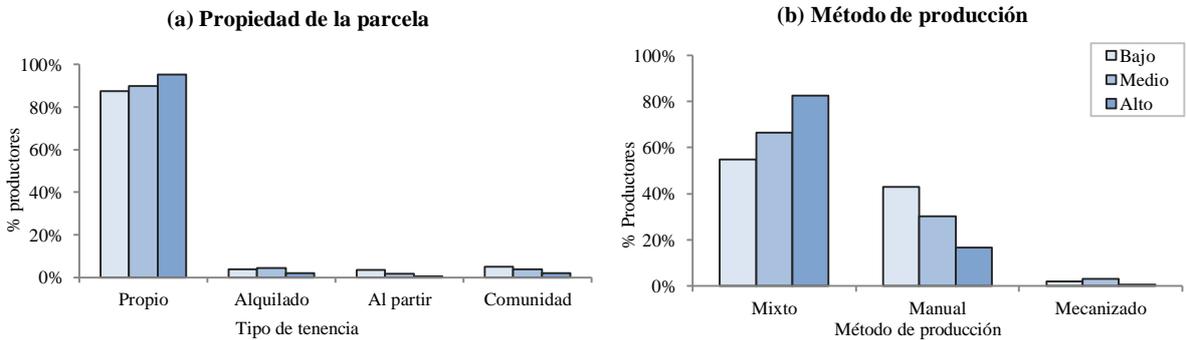
#### **4.2.4 Características productivas según nivel socioeconómico**

En relación a la actividad agrícola, el 57.9 %, 33.4 % y 19.5 % de los productores de niveles socioeconómicos bajo, medio y alto, respectivamente, cultivan en terrenos agrícolas menor o igual a 1 ha, encontrándose por debajo de la media general, las cuales son de propiedad de más del 87.0 % de productores. Un pequeño porcentaje de agricultores trabajan en terrenos comunales (4.0 %), alquilados (3.7%) y otros en terrenos al partir (2.2 %), principalmente en la zona norte. Los que trabajan en parcelas de la comunidad deben pagar monetariamente o en productos a la comunidad, mientras que, la forma de trabajo al partir hace referencia a que parte de la producción son repartidos entre el dueño del terreno y quien lo cultiva (Figura 8a).

Los métodos de producción (Figura 8b) son en su mayoría mixtos (65.2 %), empleando maquinaria y trabajo manual. Cerca de un tercio de los productores cultiva de forma manual y solo un 2.2 % de productores lo hace de forma mecanizada, con un nivel de tecnología media, con tractor para la preparación del terreno y trilladora y venteadora para la cosecha, sobre todo en la zona norte. El 60.6 % de productores cuenta con terrenos en zonas planas que se ubican a una altitud promedio de 3 884 msnm. Así también, los productores ocupan a cuatro personas en promedio para trabajar en la chacra, de los cuales son en su mayoría miembros de

la familia; se reportó que el 31.5 % contratan a otras personas (en promedio 1 persona) en las diferentes etapas de la producción. De esta forma, los costos de producción oscilan entre 476.7 USD, para los productores de menores recursos, y 1 144.6 USD, para aquellos con mayores recursos, a precios internacionales en promedio (que equivalen a 1 047 y 2 514 Soles, respectivamente), reportados de forma global por los agricultores.

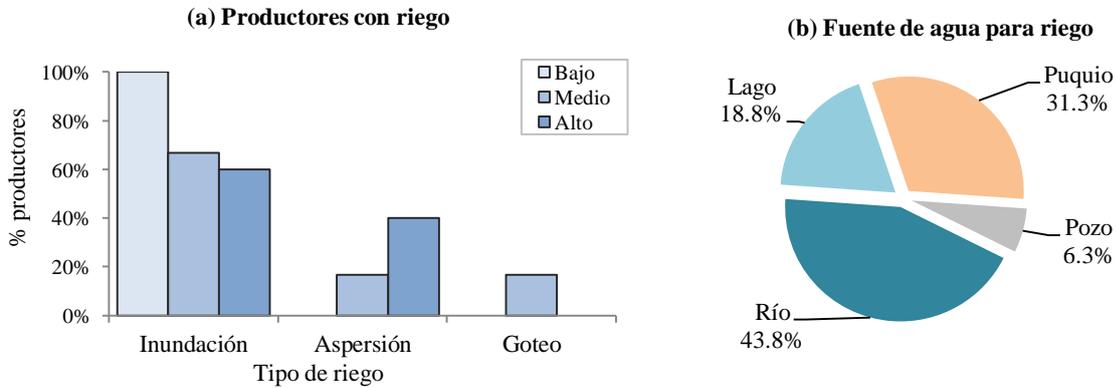
**Figura 8**  
Propiedad de la tierra y métodos de producción agrícola



Fuente: SENAMHI (2016).

Respecto al riego (Figura 9a), solo el 2.2 % de productores cuenta con acceso a riego, por lo tanto, gran parte de la producción se desarrolla bajo secano. Para este reducido grupo, el tipo de riego (Figura 9b) más común es por inundación (75 %), seguido por aspersión (18.8 %) y goteo (6.3 %), los cuales provienen principalmente de fuentes de ríos (43.8 %), puquios o manantiales (31.3 %) y del Lago Titicaca (18.8 %), esta última en zonas circunlacustres.

**Figura 9**  
Productores con acceso a riego y sus fuentes



Fuente: SENAMHI (2016).

Respecto a la organización de productores, el 13.1 % de ellos forma parte de una asociación o cooperativa agraria, principalmente en la zona norte de Puno, mientras que el resto trabaja de forma individual, relacionándose con los miembros de su comunidad campesina y prevaleciendo las prácticas tradicionales, tal como lo manifiestan los especialistas locales. Asimismo, solo el 2.3 % cuenta con un tipo de seguro agrario para proteger sus cultivos, representando un poco más de la mitad de los productores con nivel socioeconómico medio. Lo descrito es compatible con información del CENAGRO 2012 y se resume en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Características productivas de agricultores según nivel socioeconómico*

| Variable<br>(Media)        | Unidad | Nivel socioeconómico |                |               | TOTAL<br>N=726 |
|----------------------------|--------|----------------------|----------------|---------------|----------------|
|                            |        | Bajo<br>n=290        | Medio<br>n=287 | Alto<br>n=149 |                |
| Superficie agrícola        | ha     | 1.4                  | 2.4            | 2.9           | 2.1            |
| Altitud                    | msnm   | 3 903                | 3 859          | 3 894         | 3 884          |
| Mano de obra               | Pers.  | 3.4                  | 4.3            | 5.0           | 4.1            |
| Costo de producción        | USD*   | 476.7                | 784.5          | 1 144.6       | 735.3          |
| Variedades quinua $\geq 2$ | %      | 38.3                 | 47.4           | 56.4          | 45.6           |
| Asociatividad              | %      | 8.6                  | 11.5           | 24.8          | 13.1           |
| Certificación              | %      | 5.9                  | 4.9            | 18.8          | 8.1            |
| Riego                      | %      | 1.7                  | 2.1            | 3.4           | 2.2            |
| Seguro                     | %      | 1.7                  | 2.4            | 3.4           | 2.3            |

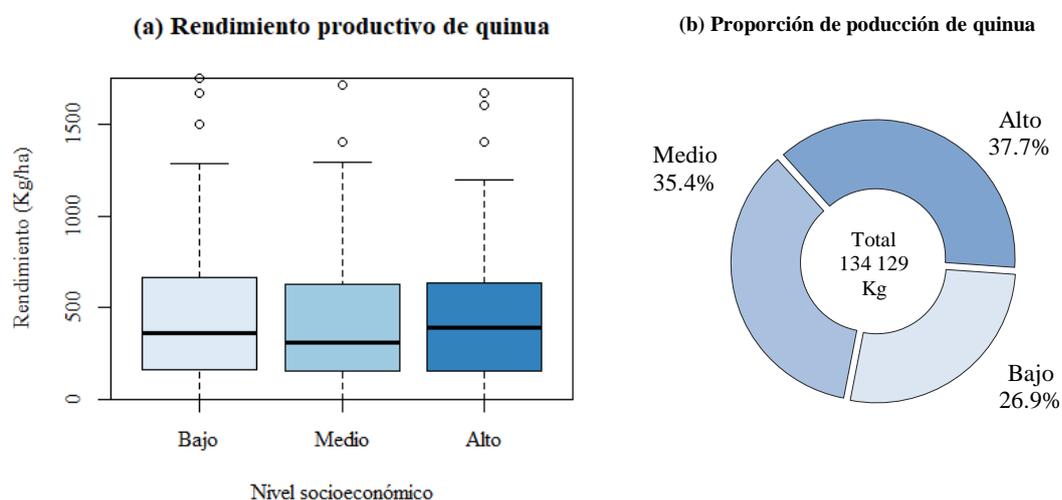
*Nota:* Factores de conversión usados: TC=0.29 USD/Soles y PPA=1.57.

*Fuente:* SENAMHI (2016).

Respecto a la producción de quinua, la superficie sembrada de quinua es variable en el departamento, relacionadas a la disponibilidad de unidades agrarias, el promedio para los productores de nivel bajo es 0.35 ha, para el nivel medio 0.45 ha y para el nivel alto 0.79 ha, reportándose pocos casos de productores con superficies mayores a 2 ha (Figura 10a). A pesar de ser un grupo más reducido, los productores de nivel alto contribuyen con el 37.7 % de la producción de quinua, con un promedio de 339.3 Kg, mientras que los productores de nivel medio contribuyen con un 35.4 % y con un promedio de 165.4 Kg y los del nivel bajo con el 26.9 % y con 124.54 Kg en promedio de quinua, cabe notar que representa la cuarta parte de la producción total (Figura 10b).

**Figura 10**

Superficie sembrada y contribución a la producción de quinua



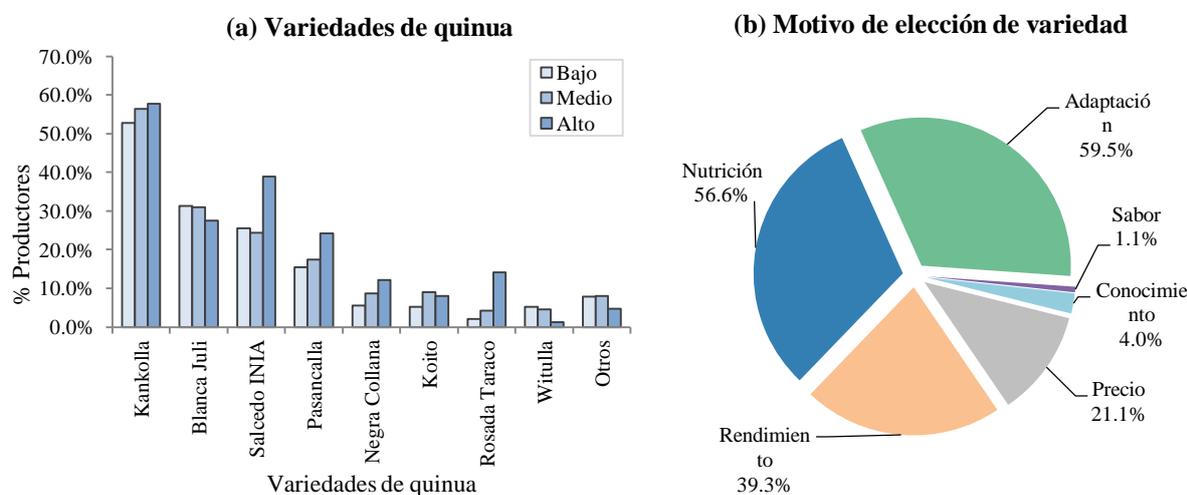
Fuente: SENAMHI (2016).

Casi la mitad de los productores (45.6 %) del Altiplano puneño siembran de dos a más variedades de quinua (Figura 11a), resaltando la variedad Kankolla (55 %), Blanca de Juli (30.4 %), Salcedo INIA (27.8 %) y Pasankalla (18.0 %) entre las principales. De manera similar ocurre en ambas zonas de Puno y por grupo socioeconómico, aunque en el nivel alto, hay una preferencia de la variedad Salcedo sobre la Blanca. El principal motivo de preferencia de una variedad u otra (Figura 11b) es la adaptación o resistencia a los factores climáticos (59.5 %), por su valor nutricional (56.6 %), por el rendimiento productivo (39.3 %), por el precio de mercado del producto (21.1 %), entre otros. A nivel de grupos, prevalece el valor nutricional y la adaptación de la variedad para los productores de nivel bajo y los productores de nivel alto prefieren variedades con mayor rendimiento sobre el valor nutritivo.

La elección de las variedades además obedece a la demanda de mercado para los productores que venden quinua, quienes encuentran una disyuntiva entre variedades con mayores demandas y precios (Salcedo INIA y Pasankalla) y aquellas que son más resistentes a las condiciones climáticas (Kankolla, Rosada de Taraco, Negra Collana y Chewecca), según Apaza et al. (2013).

**Figura 11**

Variedades de quinua sembradas en el departamento

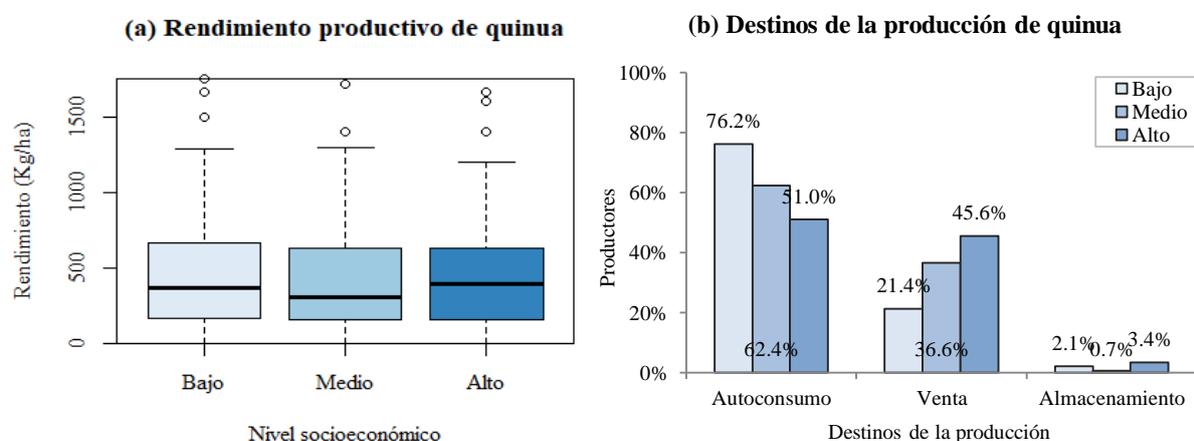


Fuente: SENAMHI (2016).

Por otra parte, el rendimiento productivo de la quinua (Figura 12a) es variable, los productores de Puno obtienen en promedio 613.3 Kg por hectárea sembrada, siendo los productores de nivel socioeconómico alto quienes obtienen un mayor rendimiento promedio con 687.7 Kg/ha, seguido de los productores de nivel bajo con 641.3 Kg/ha y con menor promedio, los productores del nivel medio con 595.1 Kg/ha. Se han registrado casos de rendimientos por encima de los 1 500 Kg/ha en los tres grupos, sin embargo, estos datos son tomados con cautela, ya que, podría existir un sesgo de estimación de los valores por parte de los productores. El principal destino de la producción de quinua (Figura 12b) es el autoconsumo, tal como lo reportó el 65.6 % de productores, entre los cuales predominan aquellos de nivel bajo con el 76.2 %, en tanto que, otra proporción de 32.4 % de productores reportó como principal destino la venta, donde presumiblemente destaca el grupo de productores de nivel alto con el 45.6 %. Un reducido grupo de productores almacena el producto. Aquí se debe tener en cuenta que los productores que manifestaron consumir o vender el producto, en la mayoría de los casos, no lo hacen de forma inmediata, entonces lo almacenan por un corto o mediano plazo, tal como lo describen Mercado y Díaz (2014), IICA (2015) y Mercado y Ubillus (2017); un mayor análisis sobre esto se hará más adelante.

**Figura 12**

Rendimiento productivo de la quinua y destinos de la producción

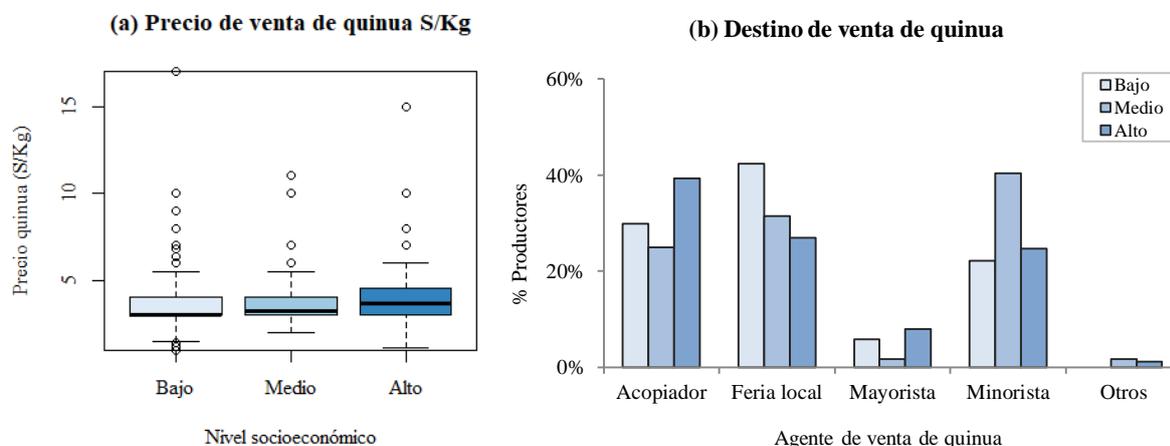


Fuente: SENAMHI (2016).

El autoconsumo será abordado con más detalle junto con el análisis de la seguridad alimentaria. La proporción promedio de quinua que se vende es de 14.2 % del total de producción, registrando una menor proporción los productores de nivel bajo (10.0 %) y la mayor proporción los productores de nivel alto (22.0 %). La Figura 13a presenta la distribución de los valores y la media del precio de la quinua vendida sin procesar en el mercado local, así, el precio promedio de venta es de 1.0 USD\*/Kg a precios internacionales, que equivale a 2.2 S/Kg (sin considerar valores atípicos). Los grupos de nivel socioeconómico bajo y medio recibieron un precio promedio de 0.9 USD/Kg cada uno (equivalente a 1.9 S/Kg), mientras que el grupo de nivel socioeconómico alto, recibió en promedio 1.2 USD/Kg (equivalente a 2.7 S/Kg). Respecto del lugar o agente de venta (Figura 13b), la tercera parte de los productores vende su quinua en ferias locales, principalmente los productores con menor nivel socioeconómico, en tanto que, el 30.6 % lo hace a acopiadores, principalmente los productores de mayor nivel socioeconómico, y otro 30.0 % les vende a minoristas, destacando los productores de nivel de riqueza medio. Hay un grupo reducido de productores que vende a mayoristas y a otros agentes. Las ferias locales o “qatus” son de importancia para la comercialización de productos a nivel local, las principales ferias se desarrollan hacia la zona norte de Puno, como en San Román, Azángaro, Lampa y otros.

**Figura 13**

Precio de venta de la quinua y destinos de la venta

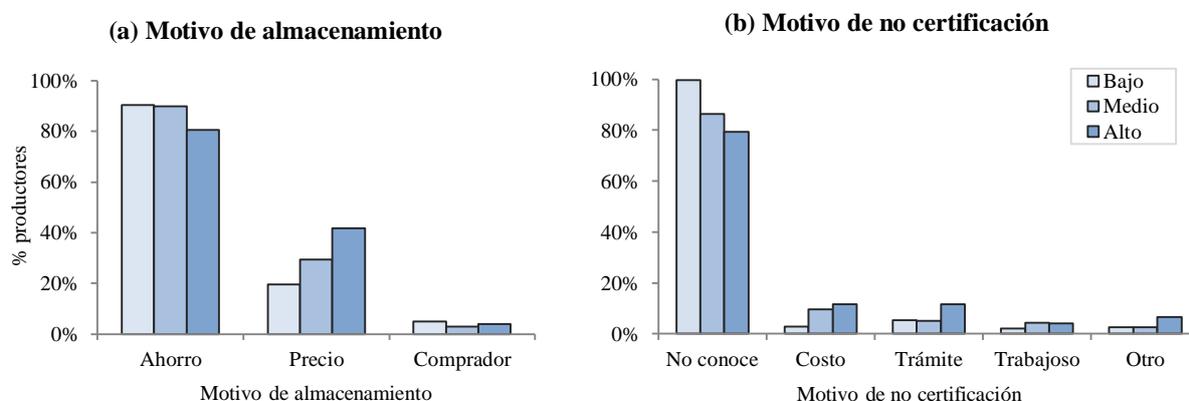


Fuente: SENAMHI (2016).

Tal como se adelantó, la venta de quinua en muchos casos no es inmediata, el momento de venta depende de la necesidad de liquidez del productor y del precio de mercado, también es usual venderla por partes, ya que, al ser un producto no perecible, puede ser guardada en condiciones adecuadas por meses hasta por años. Los mejores frutos se suelen guardar como semilla para conservar los genotipos del grano, conforme a la información de especialistas locales, Marca et al. (2011) e IICA (2015). De esta forma, el 91.7% de productores almacena los granos de quinua ya sea por un corto o mediano plazo, siendo los productores de bajo nivel socioeconómico los que más guardan su producto (Figura 14a). El almacén usualmente es en el hogar donde se acondiciona un espacio para conservar adecuadamente el producto. Entre los principales motivos identificados prevalece el ahorro (88 %), es decir, según su necesidad el productor vende de a poco el stock de quinua, siendo esto predominante en los productores con menor nivel socioeconómico (90.4 %); el segundo motivo es la espera de un precio de venta mayor, generalmente a meses después de la cosecha, aquí predominan los productores con estado socioeconómico alto (41.9 %). De alguna forma, este último motivo está relacionado con el hecho de que no haya compradores que quieran pagar el precio que pide el productor o que, en efecto, haya exceso de oferta y no se encuentre un comprador, que es el tercer motivo reportado por los productores, aunque con mínimo registro.

**Figura 14**

Razones de almacenamiento y de no certificación de la quinua



Fuente: SENAMHI (2016).

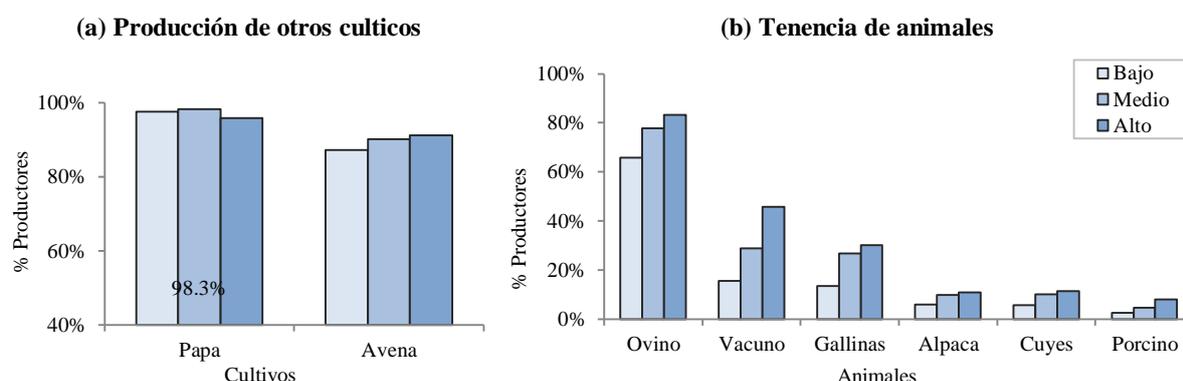
Por otro lado, solo el 8.1% de productores cuenta con certificación orgánica del cultivo de quinua, cumpliendo las normas de producción requeridos, principalmente para el comercio internacional. No obstante, la mayor parte de la producción de quinua se realiza con un uso reducido de insumos químicos, debido a las condiciones ambientales que favorecen la producción cercana a la ecológica. Entre las principales barreras identificadas por las que no cuentan con una certificación (Figura 14b), los productores reportaron el desconocimiento del proceso (90.6 %), siendo representativa para casi el total de los productores con estado socioeconómico bajo; seguido en menor grado de los altos costos (7.2 %) y la complejidad de los trámites (6.4 %). En razón de ello, los agricultores que cuentan con la garantía de producción orgánica son en mayor medida aquellos que forman parte de cooperativas agrarias o asociaciones de productores, ya que estas organizaciones brindan la asistencia técnica y administrativa para su gestión.

Usualmente, un agricultor promedio de Puno produce de dos a más tipos de cultivos que conforman parte de la rotación de cultivos, en diferentes campañas, o la diversificación, que se distribuyen en proporciones en la misma o en diferentes parcelas. De acuerdo a la Figura 15a reporta una gran proporción de productores que cultivan papa y avena, dos cultivos que son de importancia en la región por su volumen y su aporte al valor bruto de la producción (VBP), además de ser tradicionales, el primero es fuente principal de la dieta alimenticia del hogar y el segundo es fuente de alimentación para el ganado (en forraje). La diferencia entre grupos socioeconómicos se sostiene en que una ligera mayor proporción de productores de

nivel bajo con respecto a los otros niveles cultivan papa (97.6 %) y que los productores de nivel alto cultivan en su mayoría avena (91.3 %) en relación a los otros grupos.

## Figura 15

### Diversificación de la producción



Fuente: SENAMHI (2016).

Otra forma de diversificar la producción es mediante la crianza de animales de granja para carne, fibra o sus derivados (Figura 15b), para tener una referencia de su importancia en la economía de los hogares se ha considerado a los productores que cuentan con 5 o más unidades de animales. De esta forma, el 74.1 % de productores cuenta con ganado ovino, seguido del 27.0 % que cuenta con ganado vacuno y el 8.4 % con camélidos, mientras que un 22.2 % de productores realiza la crianza de animales menores, como gallinas y, en menor grado, cuyes y cerdos.

### 4.2.5 Ingresos según nivel socioeconómico

El ingreso promedio anual de los agricultores en Puno es 2 232.8 USD a precios internacionales (equivalente a 4 904 Soles), considerando todas las fuentes de ingresos reportadas por ellos. El ingreso percibido por los productores de nivel socioeconómico bajo representa el 56.0 % de los ingresos del nivel medio y el 36.6 % del nivel alto, encontrándose por debajo de la media y siendo consistentes con la categorización socioeconómica establecida en esta investigación. Por un lado, los ingresos provenientes de la actividad agropecuaria (agrícola 33.9 % y ganadería 66.1 %) en promedio alcanzan los 1 546.2 USD (equivalente a 3 396 Soles), que representan el 69.2 % del ingreso total, siendo mayor la dependencia de esta fuente en los productores de menor nivel socioeconómico. Del otro lado,

los ingresos no agropecuarios son en promedio de 686.6 USD (equivalente a 1 508 Soles) y representan el 29.1 % y provienen de diversas fuentes, siendo menor conforme menor es el estado socioeconómico del productor. La información se presenta en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Ingresos de agricultores según nivel socioeconómico*

| Variable<br>Media | Unidad | Nivel socioeconómico |                |               | TOTAL<br>N=726 |
|-------------------|--------|----------------------|----------------|---------------|----------------|
|                   |        | Bajo<br>n=290        | Medio<br>n=287 | Alto<br>n=149 |                |
| <i>Ingresos</i>   |        |                      |                |               |                |
| Total anual       | USD*   | 1 339.9              | 2 392.6        | 3 663.3       | 2 232.8        |
| Agropecuario      | USD*   | 953.9                | 1 595.8        | 2 603.4       | 1 546.2        |
| No agropecuario   | USD*   | 385.6                | 797.2          | 1 060.4       | 686.6          |
| Número de fuentes | Unidad | 1.6                  | 1.9            | 1.8           | 1.8            |

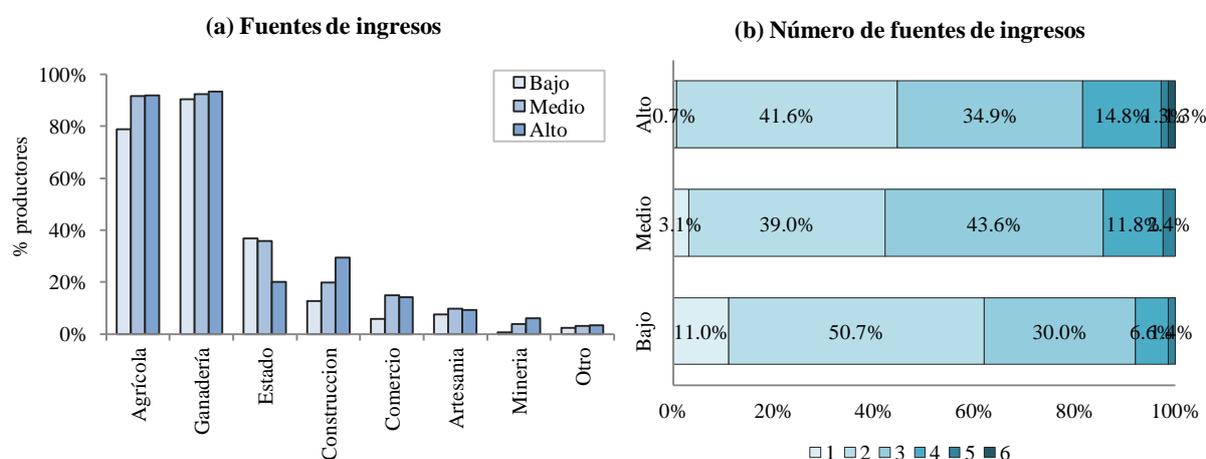
*Nota:* Factores de conversión usados: TC=0.29 USD/Soles y PPA=1.57.

*Fuente:* SENAMHI (2016).

Entre las principales fuentes alternativas de ingresos no agropecuarios (Figura 16a) reportadas por los productores predominan el sector construcción (19.0 %), comercio (11.2 %) y en menor grado artesanía (8.8 %), minería (3.0 %) y otros. Un importante grupo de productores (33.1 %) manifestaron contar con ingresos provenientes de programas sociales del Estado (como el Programa Juntos y Pensión 65).

**Figura 16**

*Principales fuentes de ingresos*



*Fuente:* SENAMHI (2016).

En muchos casos, la ganadería se desarrolla de forma paralela a la producción agrícola, variando su importancia de acuerdo a la zona de producción y al tamaño de la unidad productiva, y representa un sustento alternativo importante cuando la actividad agrícola no tiene buenos resultados. Aunque los ingresos se concentran en estas dos fuentes principales, los productores dependen en diferente medida de otros sectores (Figura 16b), así, el 48.8 % de productores cuentan con tres a más fuentes de ingresos, siendo menor la proporción en el grupo de estado socioeconómico bajo (37.9 %) respecto a los otros grupos.

### **4.3 OE2: Caracterizar la exposición al riesgo y la sensibilidad de los productores de quinua de Puno ante peligros climáticos y determinar su capacidad de adaptación y respuesta**

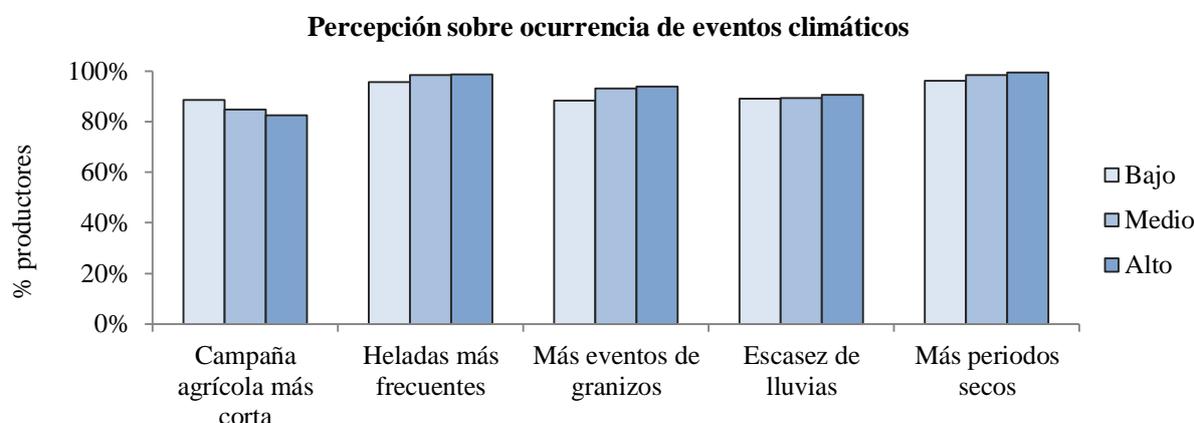
Para el logro del segundo objetivo específico, se abordan las percepciones de los agricultores y los datos oficiales del SENAMHI sobre los cambios en las variables climáticas y se analizan las capacidades de respuesta y las herramientas con las que cuentan los productores.

#### **4.3.1 Exposición y sensibilidad ante peligros climáticos**

Los cambios en los patrones climáticos por efecto del calentamiento global son percibidos y tienen efectos significativos en todo el mundo y más aún en lugares donde las actividades productivas son climáticamente vulnerables, como es el caso de la actividad agrícola en el Altiplano peruano. En este sentido, se exploró la percepción de los productores sobre la ocurrencia de los eventos climáticos más comunes en la zona (Figura 17) mediante preguntas acerca de la duración de la campaña agrícola, el inicio e intensidad de las lluvias, la ocurrencia de heladas, granizadas, periodos secos (sequías para periodos largos o veranillos para periodos cortos) y plagas o enfermedades sobre los cultivos y el comportamiento del clima. Con base en las respuestas, el 99.7 % de entrevistados están de acuerdo en que el clima ha cambiado en los últimos 10 años, lo que se ha manifestado en una temporada de crecimiento vegetativo o campaña agrícola más corta (86.0 %); mayor frecuencia en la ocurrencia de heladas meteorológicas (97.2 %), granizadas (91.3 %) y periodos secos (97.7 %); por el contrario, perciben escasez de lluvias (89.4 %) durante la campaña. Se observaron resultados similares en los grupos socioeconómicos.

**Figura 17**

*Percepción de los agricultores sobre la ocurrencia de eventos climáticos*



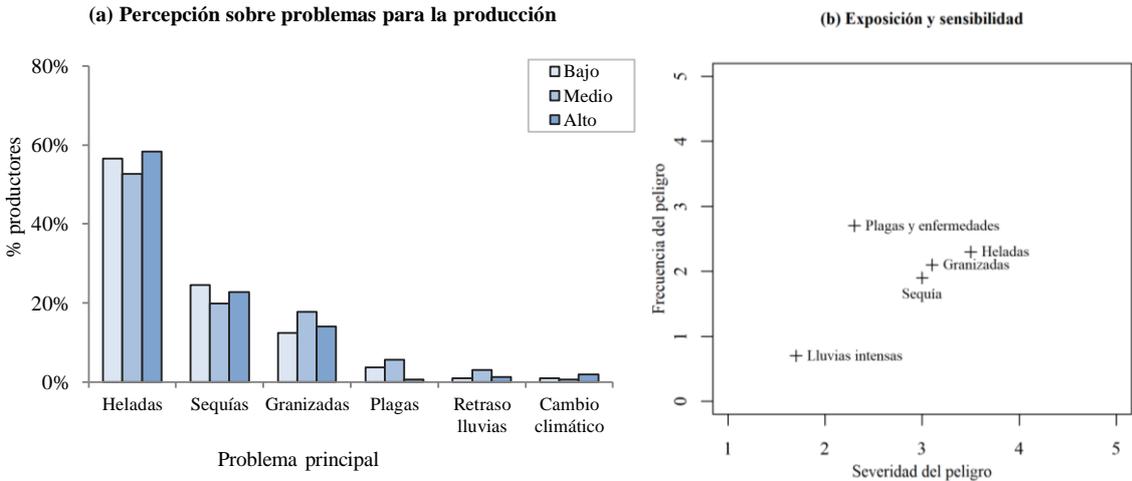
*Fuente:* SENAMHI (2016).

Para contrastar esta información, Flubacher et al. (2017) realizaron el análisis de una serie de datos observados de las variables precipitación (Pp), temperatura máxima (Tmax) y temperatura mínima (Tmin) de tres estaciones meteorológicas del SENAMHI representativas del Departamento de Puno (Anexo 5) para el periodo de 1960 a 2016, donde se observa un aumento promedio de la Tmax y Tmin en los últimos 50 años, mientras que la variación de la Pp no ha sido clara para el mismo periodo. Las anomalías anuales de Pp, Tmax y Tmin con respecto a su normal climática (promedio considerando el periodo climatológico 1981 a 2010, Anexo 6) permiten determinar que no hay cambios significativos en el inicio y/o fin de la estación lluviosa, pero sí existen variaciones anuales significativas en su duración. Así también, los registros de periodos secos y días con heladas no corresponden a lo percibido por los agricultores en la zona. A pesar de ello, no se puede desestimar el impacto que tienen estos eventos climáticos sobre la actividad productiva.

Para explorar la exposición y sensibilidad de los productores ante los eventos climáticos se les consultó sobre el principal problema detectado para la producción (Figura 18a), reportando a las heladas (55.4 %) en primer lugar, seguida de las sequías o veranillos (22.3 %), granizadas (14.9 %) y en menor medida a las plagas y enfermedades por factores climáticos (3.9%), entre otros. Complementariamente, se les consultó sobre el número de años con pérdidas considerables (mayor a la mitad de la superficie sembrada) y la valoración de la proporción de pérdidas que han sufrido a causa de estos eventos en los últimos cinco años. De esta manera,

la Figura 18b representa la severidad (escala de Likert) y la frecuencia (número de años con pérdidas) del peligro climático, donde se evidencia que las heladas repercuten con mayor afectación a la producción, seguida de las granizadas y los periodos secos, incluido el retraso del inicio de lluvias.

**Figura 18**  
*Problemas para la producción y exposición y sensibilidad ante peligros climáticos*



Fuente: SENAMHI (2016).

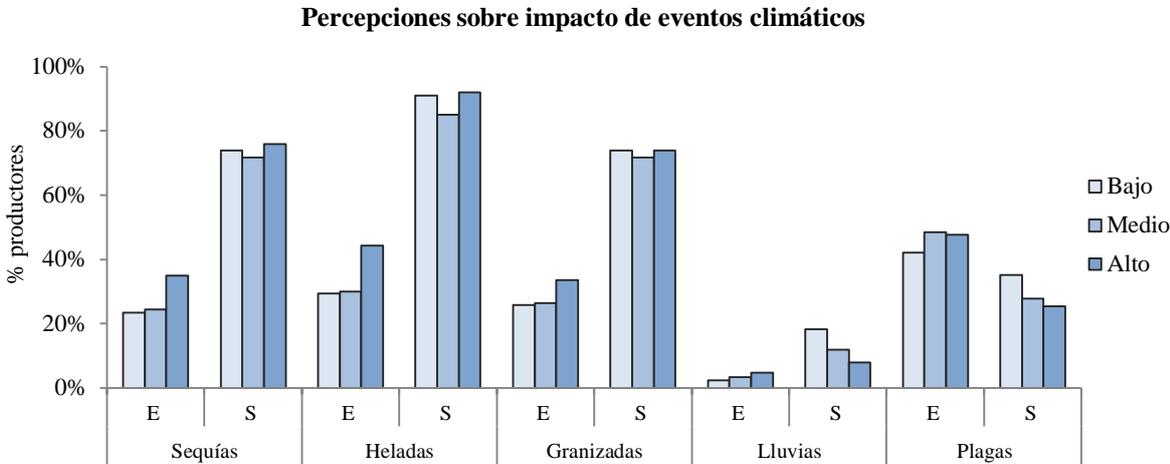
Según CENEPRED (2021), el Departamento de Puno reportó un total de 46 eventos de sequías durante el verano en las provincias de Azángaro, Carabaya, Lampa, Yunguyo y El Collao, en orden de mayor a menor ocurrencia entre los años 2003 y 2017 (con base en datos del Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]). Los escenarios de riesgos del subsector agrícola y población de los distritos de Puno ante la posible ocurrencia de diferentes intensidades de sequías meteorológicas, identificó a Pusi, Taraco, Huancané, Coata, Chupa, Samán, Kelluyo, Zepita, Huata, Moho y Caracoto con nivel de riesgo muy alto ante sequías severas a extremas (Anexo 7: Tabla 20). Esto refleja la sensibilidad de los distritos, incluso de aquellos que están en la zona circunlacustre. Asimismo, CENEPRED (2022) elaboró los escenarios de riesgos por bajas temperaturas para el Departamento de Puno, donde identificó 1 168 eventos de heladas durante el periodo 2003 a 2022, principalmente en los meses de junio a agosto, siendo las provincias más afectadas: Puno, Lampa, Melgar, Carabaya y Azángaro, en orden de ocurrencias (con base en información del INDECI). Además, se estimó

que 30 distritos presentan un nivel de riesgo muy alto, 42 distritos con riesgo alto, 31 distritos con riesgo medio y 2 distritos con riesgo bajo frente a este peligro (Anexo 7: Tabla 21).

**4.3.2 Efectos de los eventos climáticos sobre la actividad productiva**

Los efectos de estos eventos climáticos sobre la productividad agrícola (Figura 19) están en función de su intensidad y frecuencia y el momento en que ocurren durante la etapa fenológica del cultivo, además del ecotipo de la quinua y otros factores ambientales, como la calidad de suelo y la ubicación de las parcelas de producción: el 29.8 % de productores tiene su tierra en zonas mayores a la altitud promedio y el 39.4 % de productores tiene sus tierras en zonas de laderas. Casi el total de productores reportaron haber sufrido pérdidas por eventos climáticos en los últimos cinco años, a continuación, se desagregan estas afectaciones por tipo de evento.

**Figura 19**  
*Efectos de los eventos climáticos sobre la producción*



Nota: E=Exposición y S=Sensibilidad  
Fuente: SENAMHI (2016).

La estación lluviosa en el Altiplano peruano, entre setiembre y abril, determina el periodo de la campaña agrícola, reportando el mayor acumulado de lluvias (70.0 % anual) entre los meses de enero a marzo y en las zonas más cercanas al lago. El retraso en el inicio de las lluvias afecta la decisión de siembra del cultivo de quinua (en tiempo y cantidad), así como, su escasez pone en peligro el desarrollo de la semilla, planta y/o el fruto dependiendo del estado fenológico de la quinua. Aun cuando la quinua se adapta a los periodos secos (hasta 60

días), siendo menos sensible en comparación con otros cultivos, su etapa más crítica es en la siembra y emergencia (sobre la base de información de los especialistas locales y el SENAMHI). El 26.2 % de productores reportaron haber sufrido pérdidas del cultivo por escasez de lluvias en tres a más campañas agrícolas y el 73.4 % reportó haber perdido más de la mitad de su producción en los últimos cinco años. Sumado a la falta de riego, los productores son altamente vulnerables a los cambios de patrones de precipitación. Por otro lado, un reducido grupo de productores manifestaron haber sufrido pérdidas en tres a más campañas (3.3 %) y más de la mitad de la producción (13.6 %) por causa de lluvias intensas en los últimos cinco años.

Respecto a las heladas se debe diferenciar: las meteorológicas, con temperatura mínima menor o igual a 0°C, y las agronómicas, que tiene un umbral diferente dependiendo del cultivo, para el caso de la quinua es de -4°C (Calla, 2012). La ocurrencia de heladas es más frecuente en zonas de altura (suni y puna) y más alejadas del lago y entre los meses de enero y febrero. La etapa crítica de la quinua ante este evento es la floración y maduración, según información del SENAMHI y los especialistas locales. El 32.6 % de los productores reportaron pérdidas en tres a más campañas agrícolas y otro 88.8 % reportó haber perdido más de la mitad de su producción en los últimos cinco años. Se identifica una mayor vulnerabilidad para aquellos productores que cultivan a mayores altitudes.

Las granizadas son eventos focalizados y esporádicos, pero con potencial de generar pérdidas totales del cultivo, como se ha registrado en años anteriores. La etapa crítica de la quinua ante este evento es la floración y maduración. El 27.7 % de los productores reportaron pérdidas en tres a más campañas agrícolas y otro 73.0 % reportó haber perdido más de la mitad de su producción en los últimos cinco años.

Las plagas y/o enfermedades, no son eventos climáticos, sino que se desarrollan bajo ciertas condiciones climáticas, por lo cual, han sido incluidas en el análisis. De acuerdo a los especialistas locales, las plagas más comunes para la quinua son: kcona kcona (más abundante en periodos secos), ticuchi y aves (más perjudiciales en la maduración y en variedades dulces). Entre las enfermedades más comunes se encuentra: mildiú, su propagación es mayor en temporada lluviosa (León, 2003). El 45.7 % de los productores reportaron pérdidas en tres a más campañas agrícolas y otro 30.3 % reportó haber perdido más de la mitad de su producción en los últimos cinco años.

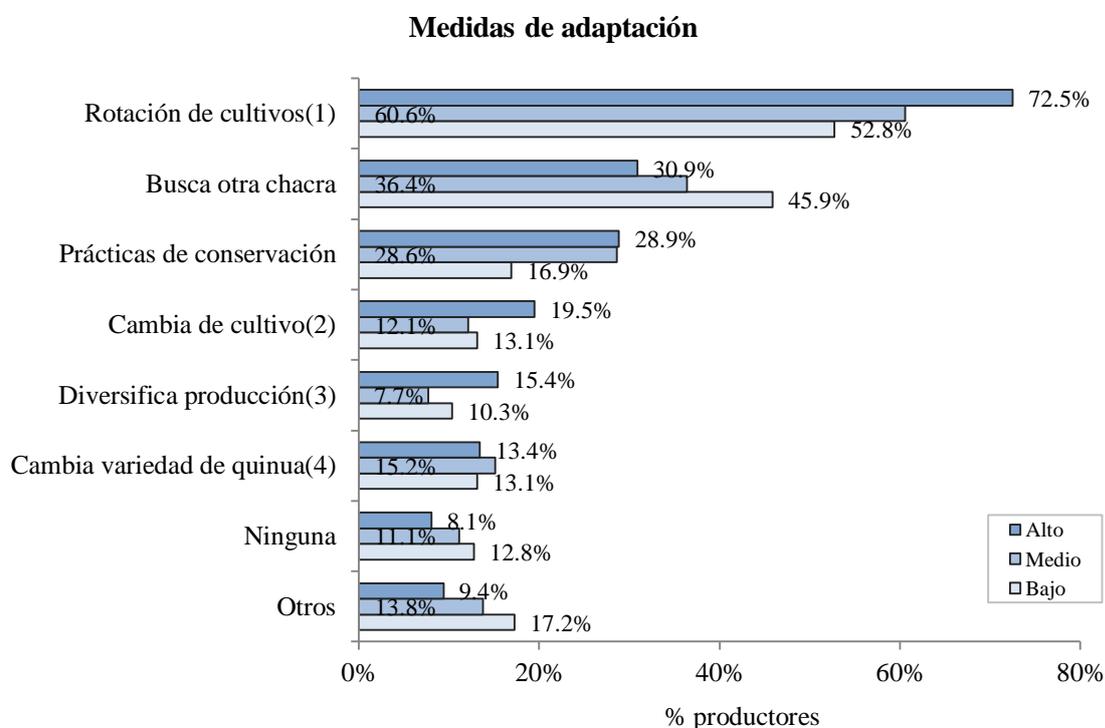
### **4.3.3 Capacidad de adaptación ante peligros climáticos**

Para evaluar la capacidad adaptativa de los agricultores se les consultó sobre las medidas preventivas que realizan para adaptar la producción de la quinua ante los cambios del clima en general (Figura 20). De esta manera, el 88.7 % de los productores implementaron alguna medida, entre las que destaca la rotación de cultivos (60.7 %), mayormente implementada por productores de nivel socioeconómico alto. Esta práctica se realiza desde épocas pasadas, consiste en alternar la producción de cultivos en una parcela, considerando un periodo de descanso, de acuerdo a un sistema de conservación de suelos, sin embargo, en algunos casos es poco implementada por la escasez de tierras agrícolas y la necesidad de producir para el sustento de las familias, según lo manifestaron los especialistas. Otra medida implementada es la búsqueda de otros terrenos agrícolas (39.5 %), ya sea, por las condiciones de la calidad del suelo o por los factores ambientales, implementada mayormente por productores con estado socioeconómico bajo. Otras medidas como la conservación de agua y suelo (24.4 %), el cambio de cultivo a otro que genere mejores resultados (14.2 %), el cambio de variedad de quinua a otras que tengan mayor resistencia ante el cambio del clima o rendimiento (14.4 %) y la diversificación de cultivos (10.5 %) también son implementadas por los productores, en mayor medida por aquellos de nivel alto. Entre otras medidas reportadas por pocos productores se encuentran la mejora de almacenamiento de los productos, el uso de insumos químicos, la implementación de prácticas tradicionales y el abandono de la actividad agrícola por otra que reditúe mayores ganancias.

Para la implementación de estas medidas se presentan algunas limitantes propias de las condiciones socioeconómicas de los agricultores descritas anteriormente, entre las que resalta la falta de recursos financieros, de conocimientos sobre las prácticas de adaptación, de mano de obra, de asistencia técnica o de herramientas (maquinaria, información), esto es comprensiblemente más marcado en los productores con bajo nivel socioeconómico, según lo manifestaron los especialistas y los mismos productores.

**Figura 20**

*Principales medidas de adaptación ante los cambios en los patrones climáticos*



*Nota:* (1) Referido a la alternancia de cultivos en una misma parcela entre una campaña agrícola y otra; (2) referido al abandono de un cultivo por otro; (3) referido a la producción de varios cultivos a la vez y (4) referido al cambio de ecotipo de quinua.

*Fuente:* SENAMHI (2016).

Así también, se exploraron las medidas (ex ante) para prevenir pérdidas por eventos climáticos específicos principales identificados y descritos en el ítem anterior: sequías o veranillos (incluido el retraso en el inicio de lluvias), heladas y plagas y enfermedades. Estas medidas consisten básicamente en prácticas tradicionales que no requieren una inversión considerable.

Para el caso de las sequías (Figura 21a), la principal medida implementada por los productores es el cambio de la fecha de siembra (65.3 %) ante un retraso en el inicio o déficit de lluvias, reportada en mayor medida por los productores con nivel socioeconómico alto. En la región se ha observado un inicio de siembras tardía en comparación con años anteriores, debido a las variaciones del inicio del periodo lluvioso. Otras medidas adoptadas son: cambio de variedad de quinua hacia otras con un periodo vegetativo más corto y que se adapten mejor a las condiciones del clima (5.9 %), implementación de un sistema de riego u orientarse hacia

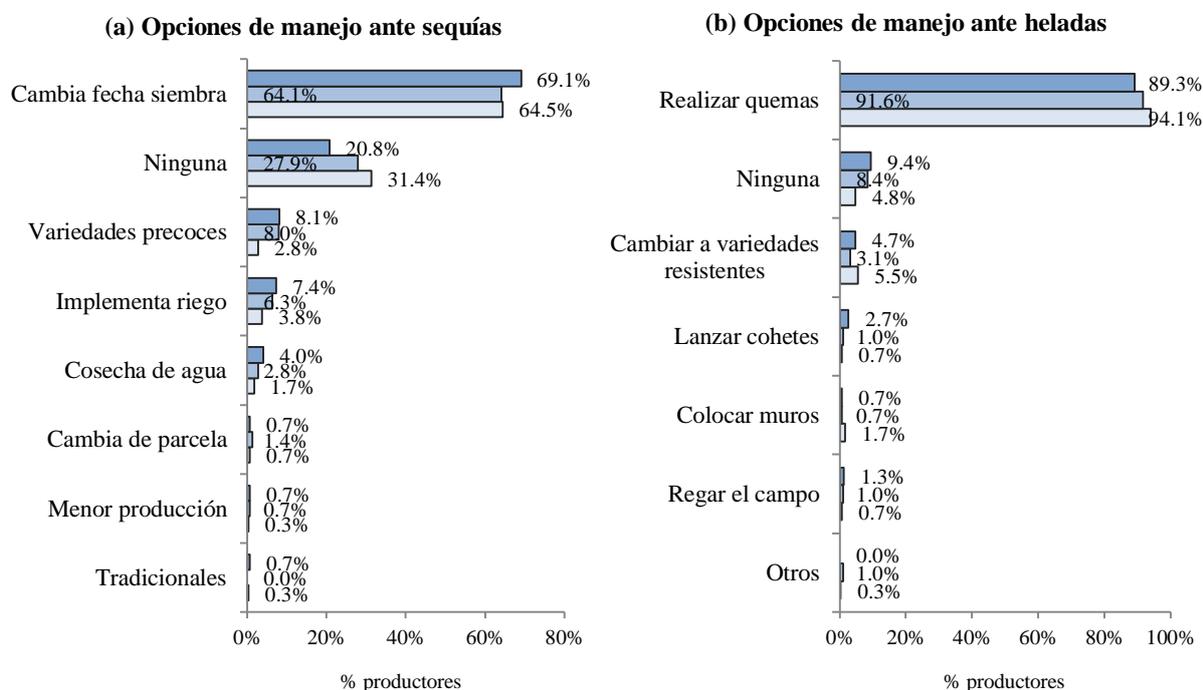
zonas cercanas a fuentes de agua (5.5 %), cosecha de agua de lluvia (2.6 %), esta es una práctica ancestral que funciona como fuente de reserva para los periodos de escasez, entre otras. Un importante grupo de productores (27.8 %) manifestó no realizar ninguna medida, sobre todo aquellos que tienen un nivel socioeconómico más bajo.

Para las heladas (Figura 21b), los productores tienen escasas medidas de prevención, la más frecuente fue realizar fogatas quemando aserrín, estiércol o paja (92.1 %) con el fin de generar calor cerca de las plantas para protegerlas de las bajas temperaturas, sobre todo en horas de la madrugada que es cuando ocurren comúnmente estos eventos. Otras medidas aplicadas en menor medida son: cambio de ecotipo de quinoa (4.4 %) hacia otra más resistente a este evento, algunos seleccionan las plantas que mejor han resistido a las heladas para guardarlos como semillas; lanzar cohetes (1.2 %); colocar muros de piedras alrededor de los campos de cultivo (1.0 %), buscando transferir el calor almacenado por las rocas durante el día; regar la chacra (1.0 %), produciendo un ligero aumento en la temperatura mediante el calor que emana el agua durante su proceso de congelación; entre otros. Un grupo de productores (7.2 %) manifestó no realizar ninguna medida, incluso siendo mayor la proporción de aquellos que tienen un nivel socioeconómico alto.

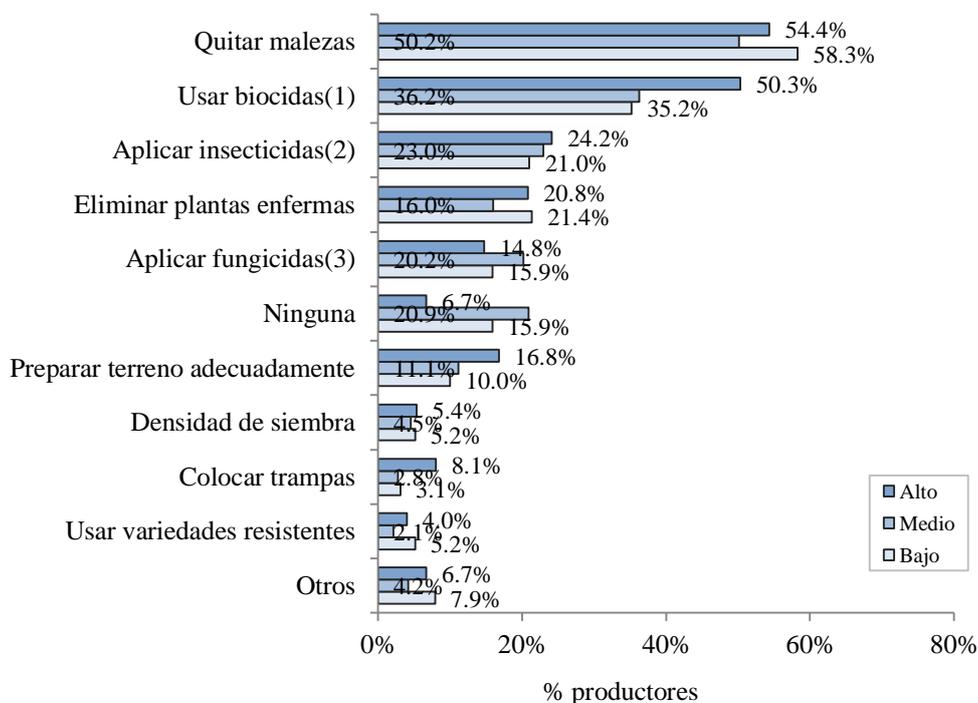
En relación a las plagas (Figura 21c), los productores manifestaron las siguientes medidas de prevención y control cultural: deshierbo de malezas del campo (54.3 %), siendo implementada en mayor medida por los productores de bajos recursos, y la preparación adecuada del terreo (11.8 %); control biológico: uso de biocidas, herbicidas y depredadores biológicos (38.7 %), siendo mayormente practicado por productores de mayor riqueza; control químico: aplicación de insecticidas (22.5 %) y fungicidas (17.4 %); control etológico: colocación de trampas de luz (4.0 %). Para el caso de enfermedades, los productores realizan la eliminación de plantas enfermas (19.1 %), disminución de la densidad de siembra (5.0 %), uso de variedades resistentes (3.7 %), entre otras. Una considerable parte de los agricultores (16.0 %) reportaron no aplicar ninguna medida, principalmente aquellos de medio a bajo nivel socioeconómico.

**Figura 21**

*Opciones de manejo de los productores ante sequías, heladas y plagas y enfermedades*



**Opciones de manejo ante plagas y enfermedades**



*Nota: (1) Referido a sustancias naturales; (2) referido a sustancias químicas para eliminar insectos; y (3) sustancias químicas para eliminar hongos*

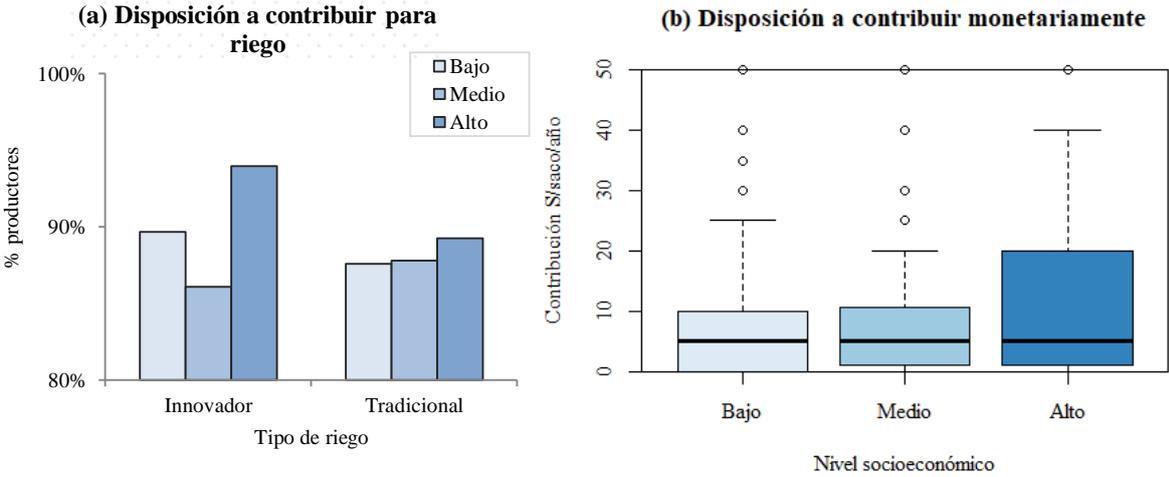
*Fuente: SENAMHI (2016).*

Un sistema ancestral de producción identificado en el Altiplano es el *waru waru* (en quechua) o *sucaqollo* (en aymara), o también conocido como camellones, que consiste en campos elevados donde se desarrolla el cultivo rodeado de agua, creando un microclima que mitiga los efectos de las bajas temperaturas, sin embargo, en los últimos años ha sido dejado de lado por los altos costos para su adecuación y la alta demanda de mano de obra que ocupa, solo el 3.9 % de productores reportaron emplear esta técnica. Al respecto, los productores fueron consultados si estarían dispuestos a contribuir con 10 jornales al año para construir un sistema de riego innovador, como riego por aspersión o por goteo, el 89.1 % de agricultores respondió afirmativamente, siendo esta proporción mayor en el grupo de mayor nivel socioeconómico. También, se les consultó si están dispuestos a contribuir en la construcción de un sistema de producción, como el *waru waru*, para la comunidad con 10 jornales al año, consiguiendo un 88.0 % de respuestas afirmativas. La información se presenta en la Figura 22a.

Paralelamente, se consultó a los productores acerca de su disposición a pagar por un almacén en su comunidad para preservar adecuadamente la quinua hasta la venta o consumo (Figura 22b), quienes manifestaron pagar en promedio 3.9 USD por saco al año, incrementando el valor promedio con una mejor situación económica. Esto da cuenta de la disposición que tienen los productores para adaptarse ante los eventos climáticos y contribuir a su comunidad.

**Figura 22**

*Disposición a contribuir para implementar un sistema de riego*



Fuente: SENAMHI (2016).

Otra práctica ancestral reportada por los especialistas locales es el sistema de producción en *aynokas*, que consiste en formar un bloque de cultivo debidamente zonificado sobre la base de una rotación de cultivos cuidadosamente manejado, orientada a la conservación de la agrobiodiversidad y que promueve la organización campesina independientemente de la propiedad de la tierra (Canahua et al., 2002), Aunque al transcurrir los años ha disminuido su implementación, aun se practica en la zona sur de Puno, donde los productores se organizan para sembrar un cultivo, quinua por ejemplo. Esta práctica representa un potencial para la seguridad alimentaria de las comunidades rurales.

#### **4.3.4 Capacidad de afrontamiento o respuesta ante eventos climáticos**

La evaluación de la capacidad de afrontamiento (*ex post*) de los productores se realizó sobre la base de dos escenarios adversos: el primero, cuando hay escasez de recursos para solventar los gastos de producción (*shock* económico), por ejemplo, el 43.0 % de productores reportó episodios de discapacidad para trabajar en su chacra por temas de salud, por lo que no pudieron generar recursos; y el segundo, luego del impacto de un evento climático (*shock* ambiental). De esta forma, se identificaron diversas medidas que los productores realizan para superar estos shocks.

Ante las restricciones financieras (Tabla 12), la principal estrategia utilizada es la venta de animales o productos almacenados (85.7 %), esto es conforme con el motivo para almacenar sus productos para fines de ahorro reportado con mayor frecuencia (88.0 %); la siguiente medida en orden de importancia es la búsqueda de trabajo en otros sectores productivos (32.9 %), tal como se vio en las fuentes alternas de ingresos y siendo más frecuente en los productores de recursos medios; el 16.8 % de productores manifestaron reducir los gastos de alimentación, ya sea en menor cantidad u optar por productos más baratos, paradójicamente se presentaron mayores casos de aquellos con mejor nivel socioeconómico (6.8 % mayor que sus contrapartes). El pedir préstamos a familiares (7.7 %) o conocidos (2.2 %) fue aplicado en menor medida, así como, la orientación al crédito formal de un banco (5.1 %), siendo más frecuente en aquellos con nivel socioeconómico alto (12.7 % mayor que el nivel bajo), esto puede explicarse por los requisitos solicitados para otorgar un préstamo bancario, como demostrar solvencia económica o garantías (propiedades) para respaldar el financiamiento.

**Tabla 12***Estrategias usadas por los productores para enfrentar restricciones financieras*

| Estrategias ante restricciones financieras para la producción | Nivel socioeconómico |                |               | Total Productores<br>N=726 |
|---|----------------------|----------------|---------------|----------------------------|
|   | Bajo<br>n=290        | Medio<br>n=287 | Alto<br>n=149 |                            |
| Venta de animales/productos almacenados                       | 85.2%                | 86.1%          | 85.9%         | 85.7%                      |
| Buscan trabajo externo  | 28.6%                | 36.9%          | 33.6%         | 32.9%                      |
| Reducen gasto de alimentos                                    | 15.5%                | 15.3%          | 22.1%         | 16.8%                      |
| Piden préstamos a familiares                                  | 7.6%                 | 8.7%           | 6.0%          | 7.7%                       |
| Piden préstamos al banco                                      | 1.4%                 | 4.2%           | 14.1%         | 5.1%                       |
| Piden préstamos a otros                                       | 1.7%                 | 1.7%           | 4.0%          | 2.2%                       |
| Reducen gastos de escuela                                     | 1.0%                 | 1.7%           | 2.7%          | 1.7%                       |

*Fuente:* SENAMHI (2016).

Por otro lado, ante las pérdidas por causa de eventos climáticos (Tabla 13), se reportó como principal estrategia la búsqueda de trabajo en otros sectores (58.4 %), con mayor frecuencia en productores con nivel socioeconómico medio a alto; seguida de estrategias centradas en la alimentación para sobrellevar la escasez de productos: compra de alimentos (48.1 %), disminución de la cantidad de alimentos (45.9 %), el cambio de dieta por productos más baratos (18.2 %) y la reducción del consumo de alimentos por día (4.3 %), siendo estos últimos reportados con mayor frecuencia por los productores con nivel alto; otra estrategia implementada es el uso o venta de productos almacenados (35.5 %); la venta de activos, animales por ejemplo (9.2 %); el 6.6 % de productores recibe ayuda de sus familiares, mientras que, el 2.6 % solicita créditos bancarios, especialmente los productores con nivel socioeconómico alto; entre otras medidas menos frecuentes.

De la evaluación de las capacidades socioeconómicas de los productores para recuperarse de las pérdidas económicas por factores climáticos o ante restricciones financieras, una forma primordial de protegerse de estos *shocks* adversos es la preservación de recursos (ahorro), reportado por el 86.5 % de los productores, mediante la crianza de animales (62.1 %) y/o almacenamiento de productos (53.6 %), una ventaja de la quinua al ser no perecible, los cuales venden cuando necesitan liquidez. Ahorrar en forma de dinero es muy poco practicado por los productores de la zona (18.6 %), principalmente lo hace un tercio de los productores con recursos altos.

**Tabla 13***Estrategias usadas por los productores para enfrentar pérdidas por eventos climáticos*

| Estrategias ante pérdidas por eventos climáticos | Nivel socioeconómico |                |               | Total Productores<br>N=726 |
|--|----------------------|----------------|---------------|----------------------------|
|  | Bajo<br>n=290        | Medio<br>n=287 | Alto<br>n=149 |                            |
| Busca trabajo externo                            | 48.6%                | 65.5%          | 63.8%         | 58.4%                      |
| Compra alimentos                                 | 48.3%                | 48.4%          | 47.0%         | 48.1%                      |
| Disminuye alimentación                           | 47.2%                | 41.1%          | 52.3%         | 45.9%                      |
| Usa/vende productos almacenados                  | 32.1%                | 38.7%          | 36.2%         | 35.5%                      |
| Cambia dieta                                     | 15.9%                | 17.8%          | 23.5%         | 18.2%                      |
| Vende activos                                    | 6.6%                 | 8.7%           | 15.4%         | 9.2%                       |
| Recibe ayuda familiar                            | 7.9%                 | 7.0%           | 3.4%          | 6.6%                       |
| Reduce comidas/día                               | 4.8%                 | 3.1%           | 5.4%          | 4.3%                       |
| Pide préstamo                                    | 2.8%                 | 1.4%           | 4.7%          | 2.6%                       |
| Recibe ayuda de la comunidad                     | 0.7%                 | 1.7%           | 0.0%          | 1.0%                       |
| Otros  | 2.8%                 | 2.8%           | 2.7%          | 2.8%                       |

*Fuente:* SENAMHI (2016).

Así también, se puede notar que un importante grupo centra sus estrategias en la reducción de alimentación (68.3 % y 16.8 % respectivamente), probablemente motivados porque no cuentan con otras alternativas para superar los periodos de escasez. Esto ocurre principalmente en productores con nivel socioeconómico alto, que podría explicarse porque los productores con bajos recursos destinan la mayor parte de su producción para el autoconsumo, de esta forma cuentan con reservas de alimentos. Cabe recordar que la tipificación de categorías socioeconómicas en este estudio es con fines ilustrativos y que la muestra de productores está conformada por aquellos que producen en pequeñas escalas y son de bajos recursos. En caso de pérdidas considerables de la producción, como se ha visto, son muy pocos los que cuentan con seguro agrario (2.3 %), el Estado provee subsidios, sin embargo, suelen ser de trámites tediosos y tomar un tiempo considerable, dejando a los productores desprotegidos.

#### **4.4 OE3: Estimar indicadores de vulnerabilidad socioeconómica de los productores de quinua de Puno ante peligros climáticos y su relación con las condiciones de pobreza**

Para el logro del tercer objetivo específico, se aborda el desempeño relativo de la actividad agrícola, el análisis de la pobreza, a través de la distribución de ingresos de forma colectiva, el impacto de los factores socioeconómicos y climáticos sobre la producción agrícola y el análisis de la seguridad alimentaria, como una medida del bienestar.

##### **4.4.1 Desempeño de la actividad productiva**

Tomando en cuenta la cantidad de siembra y cosecha de los tres cultivos principales en la última campaña agrícola, se estimaron las proporciones de pérdidas de los productores. La pérdida promedio de papa fue de 39.7 % y para la quinua fue de 37.1 % del volumen total, mientras que, para la avena fue de 9.5 %. A nivel de grupos socioeconómicos, los productores de nivel socioeconómico bajo reportaron mayor pérdida en la avena, en tanto que los productores de nivel alto reportaron mayor pérdida de papa y quinua. Esto representa el resultado real de una campaña agrícola que depende del manejo individual de los productores y de las condiciones climáticas y ambientales que ocurrieron y a los que estuvieron expuestos en ese periodo y que pueden ser de alta variabilidad para los productores, tal como se ha visto en sus características socioeconómicas. Para superar estas diferencias, y hacer posible la comparación de los resultados productivos de los agricultores, se usó el índice de cosecha relativa (ICR), como se presentó en la Sección 3.6b.

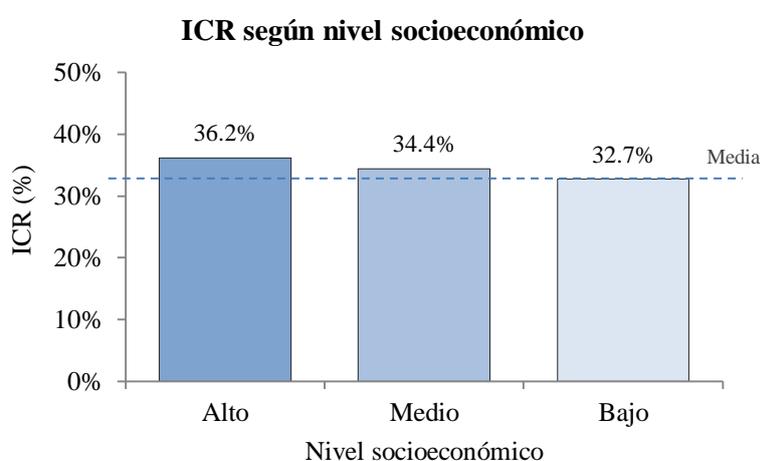
Sobre la base de las respuestas de los agricultores acerca del promedio histórico de la producción de quinua, considerando un escenario de condiciones climáticas favorables y otro de condiciones climáticas adversas, además, tomando como referencia la misma parcela de producción, y empleando la ecuación 5, se calculó el ICR para cada productor, donde el valor cercano a 0 corresponde a la producción de un año malo o la pérdida total del cultivo y el valor cercano a 1 corresponde a una producción de año bueno o sin registro de pérdidas (Figura 23). De esta forma se obtuvo un ICR promedio de 34.1 %, interpretado como el desempeño de los productores en la última campaña agrícola fue más cercana a la que se obtiene en condiciones desfavorables del clima, es decir, reportaron pérdidas de cultivos. A nivel de las categorías socioeconómicas, comprensiblemente los productores de mayores

recursos obtuvieron un ICR superior en 1.8 % comparado con los de recursos medios y 3.5 % en contraste con los de más bajos recursos, es decir, reportaron menores pérdidas.

Este indicador es analizado a profundidad más adelante y es empleado para medir el impacto a corto plazo de los eventos climáticos adversos, junto con otros factores, sobre el desempeño agrícola de los productores, dejando de lado los diferentes niveles de productividad.

### Figura 23

*Desempeño de la producción de quinua según nivel socioeconómico*



*Fuente:* SENAMHI (2016).

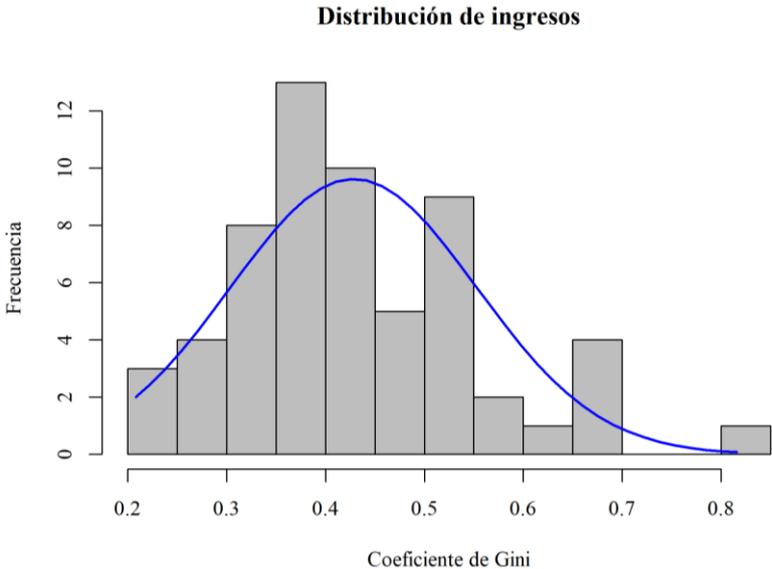
#### 4.4.2 Análisis de la pobreza

Tomando en cuenta el análisis individual de los ingresos de los productores y de sus principales fuentes de generación, desarrollados en la Sección 4.2.5, la situación de aquellos que se encuentran por debajo de la línea de pobreza a nivel internacional, definido por el Banco Mundial en 1.9 USD por día (considerando el PPA del 2011), es del 21.6 % del total de productores, registrándose una mayor proporción de productores en esta condición en el nivel socioeconómico bajo, con el 37.2 %, seguido del 12.9 % de productores con recursos medios y el 8.1 % de productores de recursos altos, es decir, que no cuentan con los recursos suficientes para cubrir la canasta básica de alimentos, vestimenta y vivienda. Respecto a su ubicación, el 29.6 % de productores en esta condición de pobreza se encuentra de la zona sur, principalmente en las provincias de El Collao (37.0 %) y Chucuito (33.0 %), y el 17.8 % se

encuentra en la zona norte, con mayores proporciones en las provincias de Huancané (53.6 %), Puno (31.0 %) y Lampa (21.8 %).

Complementariamente, se aborda una mirada colectiva, a través de la distribución de ingresos en las comunidades campesinas, para lo cual, se calculó el Coeficiente de Gini (CG) empleando la ecuación 6 (Figura 24). El CG promedio estimado es de 42.4 %, el cual representa una heterogeneidad considerable en la distribución de ingresos, ya que, oscila entre el 2.1 % y 82.0 %, siendo ligeramente mayor en el grupo de productores con nivel socioeconómico bajo. Respecto a la ubicación, la zona sur (45.1 %) reportó mayor desigualdad en los ingresos respecto al norte (41.2 %), principalmente en las provincias de El Collao (55.1 %), Huancané (51.8 %), San Román (51.6 %) y Chucuito (47.1 %).

**Figura 24**  
*Distribución de ingresos según el Coeficiente de Gini*



Fuente: SENAMHI (2016), tomado de Flubacher et al. (2018).

**4.4.3 Impactos en la actividad productiva**

Para evaluar el impacto de los factores socioeconómicos y climáticos sobre el desempeño relativo de la actividad agrícola, medido a través del ICR, se llevaron a cabo regresiones multivariantes utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios sobre la ecuación 7, descrita en la Sección 3.6c. Se realizaron cinco regresiones considerando secuencialmente el

siguiente grupo de variables, las cuales fueron testeadas y seleccionadas mediante los estadísticos de prueba y en relación a su aporte a los modelos:

- Factores socioeconómicos: tamaño de la parcela ( $X_1$  en hectáreas), proporción de la producción destinada a autoconsumo ( $X_2$  en %), grupo de estado socioeconómico ( $X_3$ : bajo, medio y alto), nivel de educación ( $X_4$ : sin estudios, primaria, secundaria a más), asociatividad ( $X_5$ : pertenece o no a una organización), edad del productor ( $X_6$  en años), zona de la producción ( $X_7$ : norte o sur) y zona en base a la cercanía al lago ( $X_8$ : circunlacustre o altiplano).
- Riesgos agroclimáticos: cantidad de pérdidas considerables por eventos de sequías o retrasos en el inicio de lluvias en los últimos cinco años ( $X_9$  número de veces), cantidad de pérdidas considerables por eventos de heladas en los últimos cinco años ( $X_{10}$  número de veces), cantidad de pérdidas considerables por eventos de granizadas en los últimos cinco años ( $X_{11}$  número de veces), cantidad de pérdidas considerables por eventos de lluvias intensas en los últimos cinco años ( $X_{12}$  número de veces) y cantidad de pérdidas considerables por eventos plagas y enfermedades en los últimos cinco años ( $X_{13}$  número de veces).
- Factores colectivos: Distribución de ingresos ( $X_{14}$  Coeficiente de Gini)
- Capacidad adaptativa: Medidas de adaptación ante el cambio climático ( $X_{15}$  número total de medidas), medidas de gestión ex ante ( $X_{16}$  número total de medidas) y acceso a información climática previo a eventos climáticos ( $X_{17}$ : sí o no).
- Factores climáticos observados: días con heladas reportados durante los meses de enero y febrero ( $X_{18}$ ), precipitación acumulada durante los meses de diciembre a febrero ( $X_{19}$  en mm) y periodos secos durante los meses de enero ( $X_{20}$ ) y febrero ( $X_{21}$ ), a partir de datos observados de las estaciones meteorológicas en el ámbito de estudio (Anexo 5)

Las regresiones se realizaron con el Software estadístico R y considerando una muestra de 717 productores, ya que se descartaron las observaciones con datos incompletos para las variables consideradas y los casos atípicos. De esta forma, se estimaron los coeficientes para los siguientes modelos, donde  $i$  es el identificador del agricultor:

Modelo 1: (Ecuación 10)

$$ICR_{1i} = \alpha_1 + \beta_{11}X_1 + \beta_{12}X_2 + \beta_{13}X_3 + \beta_{14}X_4 + \beta_{15}X_5 + \beta_{16}X_6 + \beta_{17}X_7 + \beta_{18}X_8 + \varepsilon_1$$

Modelo 2: (Ecuación 11)

$$ICR_{2i} = \alpha_2 + \beta_{21}X_1 + \beta_{22}X_2 + \beta_{23}X_3 + \beta_{24}X_4 + \beta_{25}X_5 + \beta_{26}X_6 + \beta_{27}X_7 + \beta_{28}X_8 + \gamma_{21}X_9 \\ + \gamma_{22}X_{10} + \gamma_{23}X_{11} + \gamma_{24}X_{12} + \gamma_{25}X_{13} + \delta_{21}X_{14} + \varepsilon_2$$

Modelo 3: (Ecuación 12)

$$ICR_{3i} = \alpha_3 + \beta_{31}X_1 + \beta_{32}X_2 + \beta_{33}X_3 + \beta_{34}X_4 + \beta_{35}X_5 + \beta_{36}X_6 + \beta_{37}X_7 + \beta_{38}X_8 + \gamma_{31}X_9 \\ + \gamma_{32}X_{10} + \gamma_{33}X_{11} + \gamma_{34}X_{12} + \gamma_{35}X_{13} + \delta_{31}X_{14} + \varphi_{31}X_{15} + \varphi_{32}X_{16} \\ + \varphi_{33}X_{17} + \varepsilon_3$$

Modelo 4: (Ecuación 13)

$$ICR_{4i} = \alpha_4 + \beta_{41}X_1 + \beta_{42}X_2 + \beta_{43}X_3 + \beta_{44}X_4 + \beta_{45}X_5 + \beta_{46}X_6 + \beta_{47}X_7 + \beta_{48}X_8 + \gamma_{41}X_9 \\ + \gamma_{42}X_{10} + \gamma_{43}X_{11} + \gamma_{44}X_{12} + \gamma_{45}X_{13} + \delta_{41}X_{14} + \varphi_{41}X_{15} + \varphi_{42}X_{16} \\ + \varphi_{43}X_{17} + \rho_{41}X_{18} + \rho_{42}X_{19} + \rho_{43}X_{20} + \rho_{44}X_{21} + \varepsilon_4$$

Los modelos estimados fueron satisfactorios de forma global (estadístico F significativos con un 95% de nivel de confianza), aunque no todos cumplieron los supuestos básicos de una regresión lineal, como la homocedasticidad, para lo cual se estimaron los errores estándares robustos para cada variable. Algunas variables no significativas fueron incluidas en los modelos para fines demostrativos. La Tabla 14 presenta el resumen de los principales resultados obtenidos de estas regresiones.

El modelo 1 representa la influencia de los factores socioeconómicos sobre el desempeño agrícola, donde los productores orientados principalmente a la agricultura de subsistencia tienen mayores pérdidas (en 0.27 puntos porcentuales) que aquellos que destinan menores proporciones de la producción de quinua al autoconsumo. Contar con estudios mínimos de educación primaria y ser relativamente joven mejora el desempeño agrícola en 6.96 y 0.12 puntos porcentuales, respectivamente. Los productores que se encuentran en la zona norte reportaron mayores pérdidas significativas respecto a aquellos de la zona sur (en 21.61 puntos porcentuales). El resto de variables socioeconómicas parecen no tener un papel significativo sobre el modelo.

**Tabla 14***Regresiones multivariantes para explicar el efecto sobre el desempeño agrícola*

| Variables                              | Modelo 1     |      | Modelo 2     |      | Modelo 3     |      | Modelo 4     |      |
|--|--------------|------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
|  | ICR<br>n=717 |      | ICR<br>n=717 |      | ICR<br>n=717 |      | ICR<br>n=717 |      |
|  | Coef         | EER  | Coef         | EER  | Coef         | EER  | Coef         | EER  |
| <b>Factores socioeconómicos</b>        |              |      |              |      |              |      |              |      |
| Tamaño de la parcela                   | 0.29         | 0.55 | 0.1          | 0.55 | -0.05        | 0.56 | -0.13        | 0.57 |
| Autoconsumo                            | -0.27***     | 0.03 | -0.27***     | 0.03 | -0.26***     | 0.03 | -0.26***     | 0.03 |
| Nivel SE: medio                        | 3.59         | 2.25 | 2.81         | 2.22 | 2.73         | 2.19 | 2.45         | 2.19 |
| Nivel SE: alto                         | 3.68         | 2.90 | 4.56         | 2.91 | 4.3          | 2.88 | 3.77         | 2.94 |
| Educación primaria                     | 6.96*        | 2.87 | 5.7*         | 2.85 | 4.82+        | 2.90 | 5.5+         | 2.90 |
| Educación secundaria a más             | 4.75         | 3.23 | 2.77         | 3.20 | 1.39         | 3.27 | 2.42         | 3.33 |
| Asociatividad                          | 2.95         | 3.01 | 2.97         | 2.97 | 2.58         | 2.92 | 3.11         | 2.95 |
| Edad del productor                     | 0.12+        | 0.07 | 0.09         | 0.06 | 0.09         | 0.06 | 0.09         | 0.07 |
| Zona: norte                            | -21.61***    | 2.41 | -19.77**     | 2.53 | -20.05***    | 2.88 | -20.90***    | 3.02 |
| Zona: circunlacustre                   | 2.92         | 2.48 | 3.42         | 2.53 | 3.34         | 2.52 | 3.23         | 2.67 |
| <b>Riesgos agroclimáticos</b>          |              |      |              |      |              |      |              |      |
| Sequías                                |              |      | -0.16        | 0.98 | -0.29        | 0.98 | -0.29        | 0.98 |
| Heladas                                |              |      | -1.99+       | 1.06 | -2.03+       | 1.04 | -1.87+       | 1.04 |
| Granizadas                             |              |      | -0.61        | 1.05 | -0.64        | 1.06 | -0.78        | 1.05 |
| Lluvias intensas                       |              |      | -0.79        | 1.08 | -0.76        | 1.06 | -0.6         | 1.04 |
| Plagas y enfermedades                  |              |      | 1.74**       | 0.53 | 2.02***      | 0.53 | 2.11***      | 0.53 |
| <b>Factores colectivos</b>             |              |      |              |      |              |      |              |      |
| Coefficiente de Gini                   |              |      | -13.44+      | 8.71 | -9.73        | 8.68 | -6.19        | 8.71 |
| <b>Capacidad adaptativa</b>            |              |      |              |      |              |      |              |      |
| Medidas de adaptación                  |              |      |              |      | 4.23***      | 1.25 | 4.00**       | 1.27 |
| Medidas de respuesta                   |              |      |              |      | -0.54        | 0.70 | -0.25        | 0.71 |
| Acceso a info. climática               |              |      |              |      | 4.74+        | 2.64 | 4.14         | 2.63 |
| <b>Variables climáticas observadas</b> |              |      |              |      |              |      |              |      |
| Días con heladas (EF)                  |              |      |              |      |              |      | 1.01+        | 0.56 |
| Precipitac. acum. (DEF)                |              |      |              |      |              |      | -0.05***     | 0.02 |
| Periodos secos (E )                    |              |      |              |      |              |      | 3.21         | 5.37 |
| Periodos secos (F)                     |              |      |              |      |              |      | 1.51         | 3.07 |
| R <sup>2</sup>                         | 0.27         |      | 0.30         |      | 0.31         |      | 0.33         |      |

Nota: Estadísticamente significativo: + p<0.1, \* p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001, Coef=Coeficiente asociado a la variable, EER=Error estándar robusto.

Fuente: SENAMHI (2016).

El modelo 2 adicionalmente incluyó las variables de exposición a riesgos agroclimáticos y el factor colectivo, donde los productores con mayor exposición a eventos de heladas obtuvieron mayores pérdidas del cultivo (en 1.99 puntos porcentuales) y la mayor exposición a las plagas y enfermedades tiene una relación estadísticamente positiva y significativa con el ICR, contraria a lo que intuitivamente se esperaría. En tanto que, una mayor distribución desigual de ingresos en las comunidades está significativamente relacionada con un menor desempeño agrícola (mayores pérdidas) en 13.44 puntos porcentuales.

El modelo 3 además incluyó los factores relacionados a la capacidad adaptativa y de respuesta, donde los productores que se adaptan a los continuos cambios del clima obtienen mejor desempeño agrícola (en 4.23 puntos porcentuales) en comparación a aquellos que no lo hacen, de la misma forma, los productores informados previamente del estado del tiempo y el clima obtienen menores pérdidas del cultivo, en 4.74 puntos porcentuales, respecto a aquellos que no lo están.

El modelo 4 complementa el análisis incluyendo variables climáticas observadas, sin embargo, parecen no tener una relación significativa y consistente con el desempeño agrícola relativo. Esto podría estar relacionado a la poca disponibilidad de estaciones meteorológicas en la región, que permitan un mejor análisis de las variables climáticas en zonas específicas, y con que se necesitan una serie de datos de varios años para una evaluación óptima de estas variables.

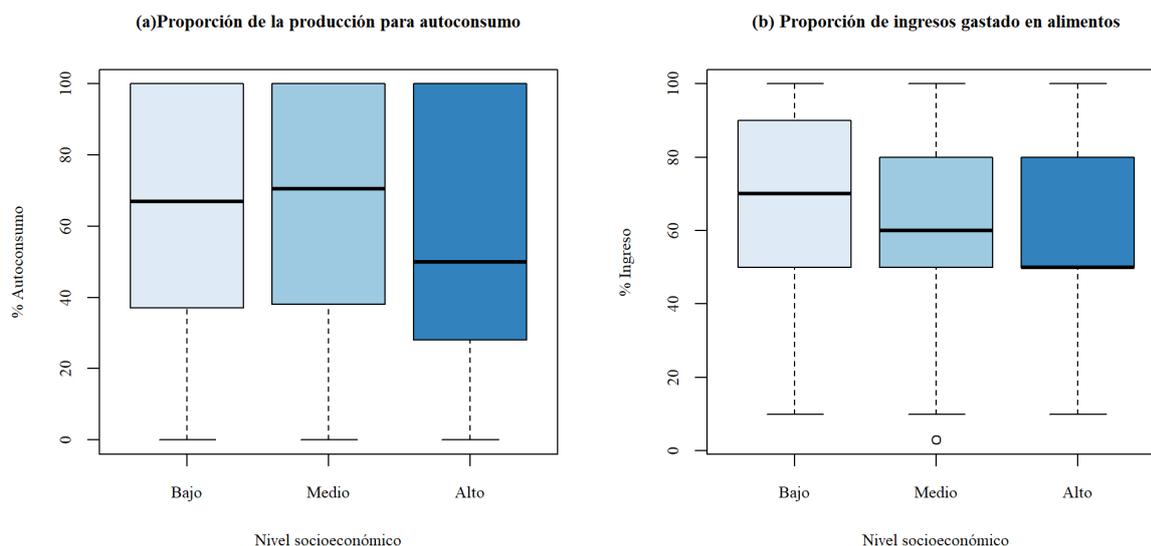
De forma general, sobre la base de los resultados de los modelos se puede observar que los productores con mejores condiciones socioeconómicas y ambientales obtuvieron menores pérdidas de cultivos ante la ocurrencia de eventos climáticos adversos, es decir, son los menos afectados, en comparación con aquellos que tienen menores recursos. Así como también, aquellos que implementan medidas de adaptación ante el cambio climático están mejor preparados y tienen menor afectación sobre su productividad ante los riesgos agroclimáticos. En suma, los productores de bajos recursos dependen de su capacidad de respuesta con poco tiempo de previsión, si contaran con información, o luego de ocurrido el evento adverso (climático o económico), basado en estrategias que implican explorar otros sectores o que afectan sus reservas de productos y/o alimentación de sus familias, ya que, como ha sido analizado en la Sección 4.3.4, son pocos los productores que cuentan con medidas de protección social.

#### 4.4.4 Análisis de la seguridad alimentaria

Luego de la revisión de las características socioeconómicas, la exposición y sensibilidad ante los eventos climáticos y la capacidad de respuesta de los productores, así como, los impactos de estos factores sobre el desempeño agrícola (pérdidas en los cultivos), corresponde evaluar si dichos impactos tienen efectos sobre el bienestar, medidos a través del índice de seguridad alimentaria (ISA), descrito en la Sección 3.6c, que comprende: la tasa de autoconsumo, la proporción de ingresos destinados a alimentación, y la reducción de alimentos en los últimos 12 meses.

**Figura 25**

*Autoconsumo y proporción del ingreso gastado en alimentos*



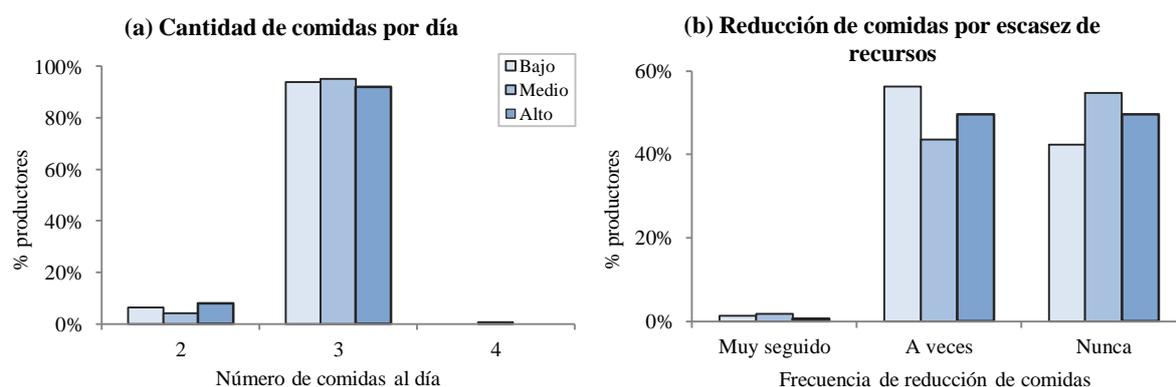
*Fuente:* SENAMHI (2016).

Como se ha visto antes, la tasa de autoconsumo promedio es de 63.7 % de la producción total, siendo mayor para los productores con bajo y mediano nivel socioeconómico, 65.4 % y 66.8 %, respectivamente, y menor para aquellos con mejor situación económica (54.9 %). Para los tres grupos socioeconómicos se han presentado casos del total de producción destinados al autoconsumo (Figura 25). Esto refleja una alta dependencia de los agricultores de su propia producción para alimentarse. Asimismo, el promedio de ingresos destinados para la compra de alimentos reportados por los encuestados es 64.8 %, reduciéndose conforme mejora el estado socioeconómico.

Respecto a la reducción de alimentos, complementariamente a las medidas de afrontamiento analizadas en la Sección 4.3.4, se tiene que el 93.9 % de los productores informaron consumir tres comidas principales durante el día, como es el común entre las familias peruanas, mientras que, el 5.8 % manifestaron tener solos dos comidas y un 0.3% cuatro comidas (Figura 26a). Situación que es similar entre los grupos socioeconómicos. No obstante, el 49.9 % de productores se vieron obligados a reducir su forma de alimentación por la escasez de alimentos o recursos en los últimos 12 meses con una frecuencia esporádica (a veces), mientras que el 1.4 % de productores manifestaron que lo hicieron con mayor frecuencia, estos reportes provienen en mayor proporción del grupo con nivel socioeconómico bajo (Figura 26b). El 48.8 % del resto de encuestados afirmaron no haber pasado por esta situación en el último año.

**Figura 26**

*Características de alimentación de los productores*



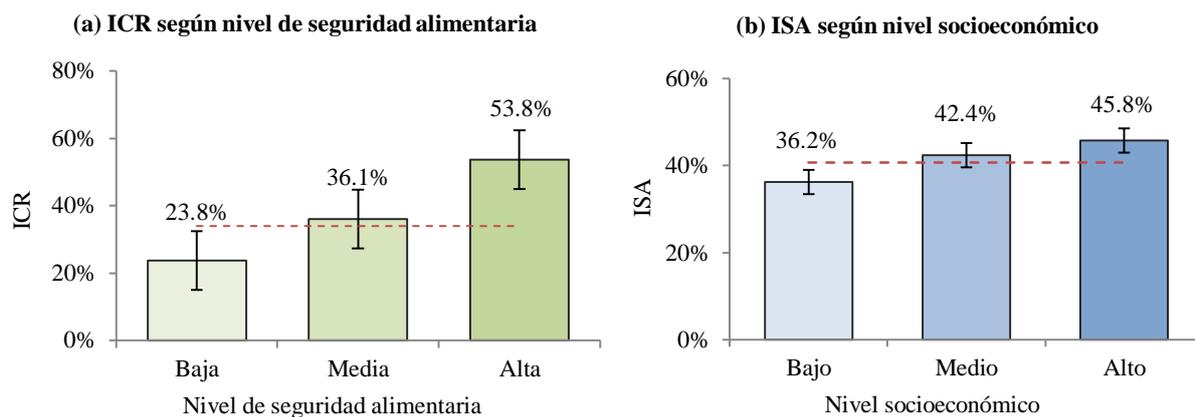
Fuente: SENAMHI (2016).

Sobre la base de esta información y empleando la ecuación 8, se obtuvo el ISA para cada productor, cuyo promedio general es de 40.8 %, los productores pueden garantizar su seguridad alimentaria moderadamente. Para analizar la relación de este índice con el ICR y el ISE, se asignaron tres categorías de seguridad alimentaria agrupando a los productores según el ISA calculado: baja (percentil 40), media (percentil 80) y alta. De esta forma, en la Figura 27a se observa una relación positiva entre el nivel de seguridad alimentaria y el desempeño agrícola, los productores con mayor garantía de su alimentación reportaron mayores resultados productivos (53.8 %) y viceversa. El ISA fue comprensiblemente mayor para los individuos con mayor nivel socioeconómico (45.8 %), en comparación con sus contrapartes

(42.4 % para el nivel medio y 36.2 % para el nivel bajo). Es decir, los agricultores con menores recursos tienen menos oportunidades para cubrir sus demandas de alimentación (representado en la Figura 27b).

**Figura 27**

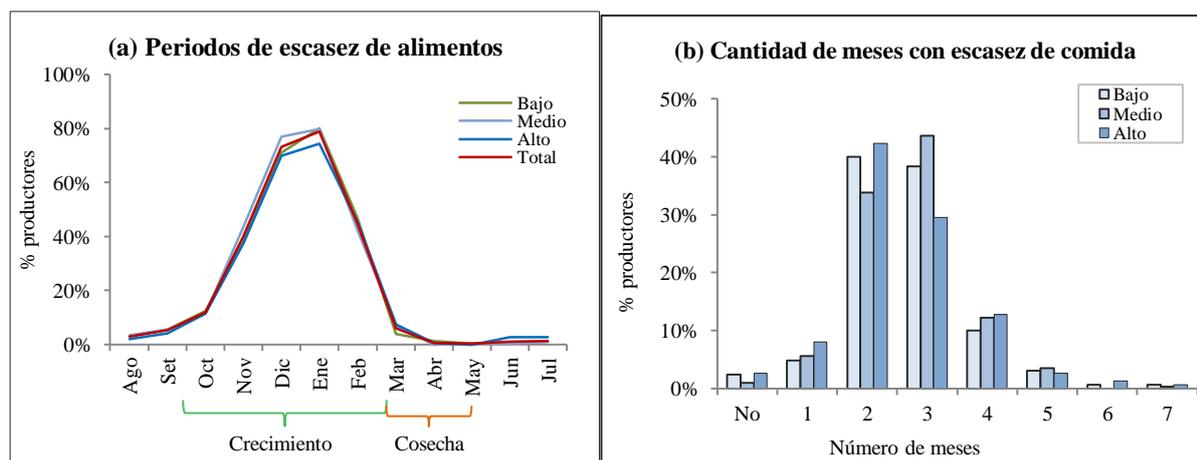
*Desempeño agrícola e indicadores socioeconómicos*



Fuente: SENAMHI (2016).

**Figura 28**

*Periodos de escasez de alimentos*



Fuente: SENAMHI (2016).

Para evaluar la vulnerabilidad de la seguridad alimentaria, los productores fueron consultados sobre los meses (Figura28a) y la cantidad de meses (Figura28b) en que es particularmente difícil alimentar a su familia.

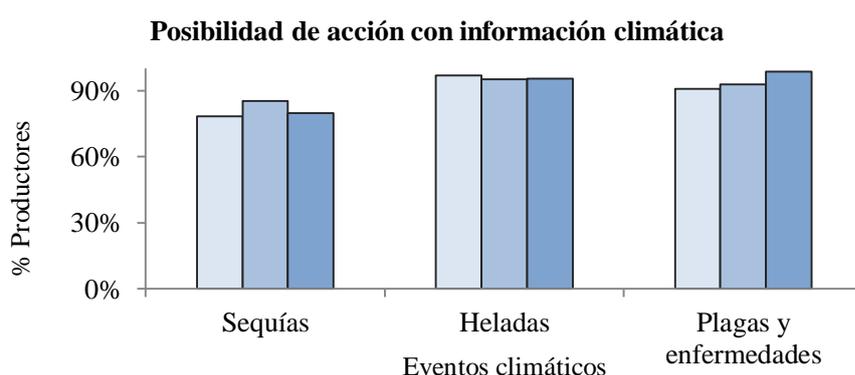
Los productores enfrentan un riesgo inminente de escasez de alimentos pronunciadamente desde el inicio de la campaña agrícola, que probablemente coincide con el agotamiento de sus reservas de productos de la campaña anterior, hasta el final de la campaña en que vuelven a renovar su stock o que pueden vender sus productos para obtener liquidez. Durante este periodo los productores están altamente expuestos a la inseguridad alimentaria.

#### 4.5 OE4: Determinar las barreras y el potencial del uso de la información climática por parte de los productores de quinua en Puno

Ante la vulnerabilidad socioeconómica (actividad productiva y seguridad alimentaria) de los productores de quinua en el Altiplano peruano descrita y evaluada en las secciones anteriores, una herramienta útil que les permita gestionar mejor los riesgos agroclimáticos son los servicios climáticos, sustentado en que el 95.9 %, 93.1 % y 81.4 % de productores encuestados afirmaron que podrían realizar alguna acción para prevenir o mitigar las pérdidas de sus cultivos ante las heladas, factores climáticos para el desarrollo de plagas y enfermedades y/o periodos secos, respectivamente, sin embargo, es importante destacar que esto puede ser posible siempre y cuando los agricultores reciban oportuna y adecuadamente la información.

**Figura 29**

*Posibilidad de acción con base en información climática*



*Fuente:* SENAMHI (2016).

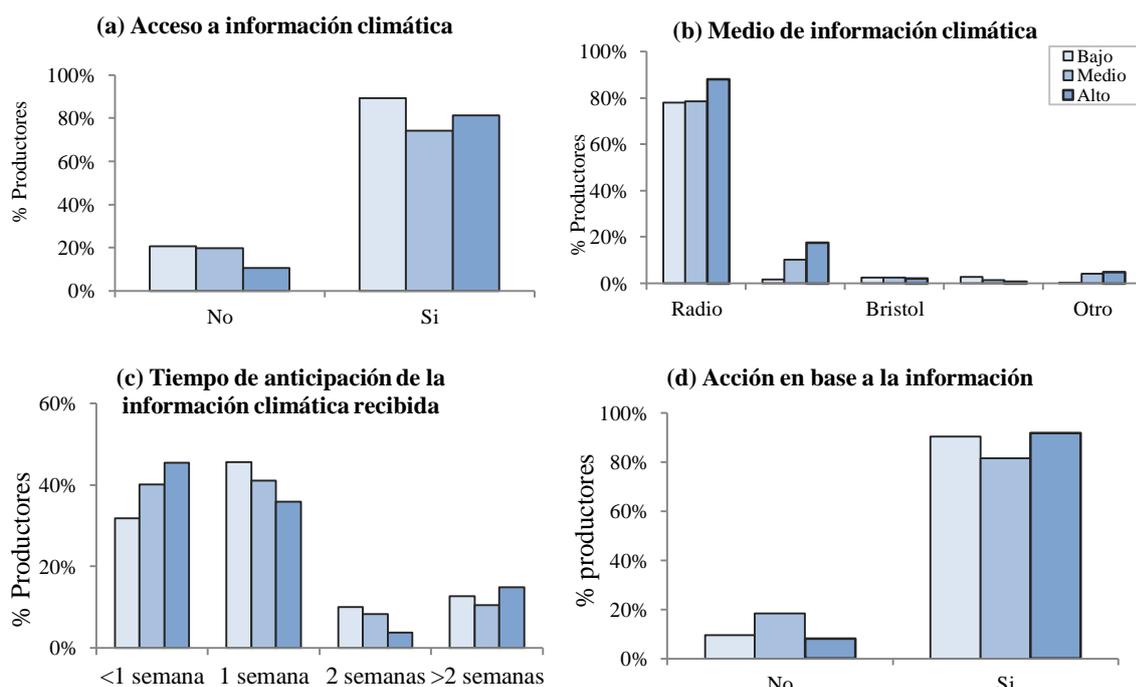
En ese sentido, se realizó un levantamiento de línea de base de las condiciones sobre las cuales se brinda información para conocer las limitaciones que deben ser abordados por el proveedor de la información, en este caso, el SENAMHI.

#### 4.5.1 Línea base de la información climática

Con el fin de explorar el contexto de la información climática en la región, los productores fueron consultados sobre su experiencia en el acceso y uso de la información. De esta manera, el 81.7 % de los productores afirmaron haber recibido algún tipo de información relacionado a la ocurrencia de eventos climáticos (Figura 30a), reportando mayores casos para los productores con bajo nivel socioeconómico. Además, indicaron que accedieron a dicha información mediante la radio (77.9 %) como principal fuente, seguido de televisión (8.3 %), almanaque Bristol (2.3 %), por algún conocido en la comunidad (1.8 %), entre otros (Figura 30b).

**Figura 30**

*Línea base de la información climática*



Fuente: SENAMHI (2016).

Asimismo, el 65.1 % de productores informó haber recibido la información con una o menos semana de anticipación a la ocurrencia del evento, principalmente los productores de mejor nivel socioeconómico. Se identificaron grupos reducidos de personas que accedieron a la información con un periodo de anticipación mayor. El 58.7 % de productores afirmó que

realizaron alguna medida de acción con base en la información recibida y que usan la información con frecuencia menor a un mes (94.6 %).

El almanaque Bristol ha sido usado tradicionalmente desde hace muchos años, contiene información relacionada al clima y consejos para la agricultura, es de edición anual y es un instrumento en el que muchos de los productores confían, sin embargo, como lo manifestaron los mismos productores y especialistas locales, la mayor incertidumbre en las variaciones del clima por los efectos del calentamiento global, han reducido su confianza en esta herramienta.

Lo anterior refleja que hay una potencial demanda de información a ser atendida, pero para ello, se requiere comprender y conocer las necesidades y limitaciones de la población.

#### 4.5.2 Barreras de la información climática

La evaluación de las limitaciones de la información climática es realizada siguiendo las seis barreras de Patt y Gwata (2002) y son presentados en la Tabla 15:

**Tabla 15**

*Barreras de la información climática*

| Variable<br>Media | Nivel socioeconómico |                |               | TOTAL<br>N=726 |
|-------------------|----------------------|----------------|---------------|----------------|
|                   | Bajo<br>n=290        | Medio<br>n=287 | Alto<br>n=149 |                |
| Credibilidad      | 14.1%                | 13.6%          | 17.4%         | 14.6%          |
| Legitimidad       | 50.5%                | 50.4%          | 40.7%         | 48.4%          |
| Escala            | 39.6%                | 45.6%          | 41.5%         | 42.4%          |
| Comprensión       | 44.0%                | 46.2%          | 28.1%         | 41.5%          |
| Procedimientos    |                      |                |               |                |
| Radio             | 77.9%                | 78.4%          | 87.9%         | 80.2%          |
| Celular           | 26.6%                | 71.8%          | 94.0%         | 58.3%          |
| Opciones          | 9.6%                 | 18.3%          | 8.2%          | 12.6%          |

*Fuente:* SENAMHI (2016).

Donde se analiza cada barrera:

- Credibilidad, el 14.6 % de productores afirmaron no estar dispuestos a recibir la información en caso de que el acierto (pronóstico versus observación) fuera tres de

cuatro veces, esto es especialmente referido a los pronósticos que tienen alto grado de incertidumbre, como los climáticos o estacionales, que consideran periodos largos, o aquellos cuya base de datos no ha pasado un control de calidad estándar.

- Legitimidad, el 48.4 % de productores está de acuerdo con que los indicadores naturales o ancestrales son suficientes para la toma de decisiones de la producción, por lo tanto, no requieren de los pronósticos del SENAMHI. Estos indicadores son muy importantes en la cosmovisión andina empleada desde tiempos históricos y basada en saberes locales y señas (animales, plantas, atmosfera y otros), actualmente una parte importante de los agricultores basan sus decisiones en estos conocimientos.
- Escala, el 42.4 % de productores afirmaron que los pronósticos de tiempo y clima no son específicos para su localidad, solo hacen referencia a la escala regional o provincial. Esto es particularmente importante teniendo en cuenta los diferentes pisos ecológicos que se encuentran en el Departamento de Puno.
- Comprensión, el 41.5 % de productores reportó tener dificultades para comprender la información climática. Además del lenguaje técnico del tiempo y clima que puede ser difícil de comprender, el nivel educativo de los agricultores influye en esta limitación.
- Procedimientos o medios, el 80.2 % de productores accedió a la información climática a través de la radio con una frecuencia menor a dos semanas. Este canal representa un gran potencial para la provisión de la información, al ser un medio de acceso libre y no exclusivo. Mientras que, el 58.3 % de los productores reportaron poseer un teléfono celular, el cual podría representar un medio directo para la entrega de información, sin embargo, no todos la poseen, sobre todo los productores de bajos recursos, solo el 26.6 % de ellos reportó tener un celular.
- Opciones, el 12.6 % de productores encuestados afirmaron que no cuenta con ninguna opción de manejo para contrarrestar los efectos por eventos climáticos adversos, aun cuando del lado contrario hay un 87.4 % de productores que afirma poder realizar alguna acción, siempre y cuando cuenten con información oportuna, es preciso evaluar la efectividad de dichas acciones.

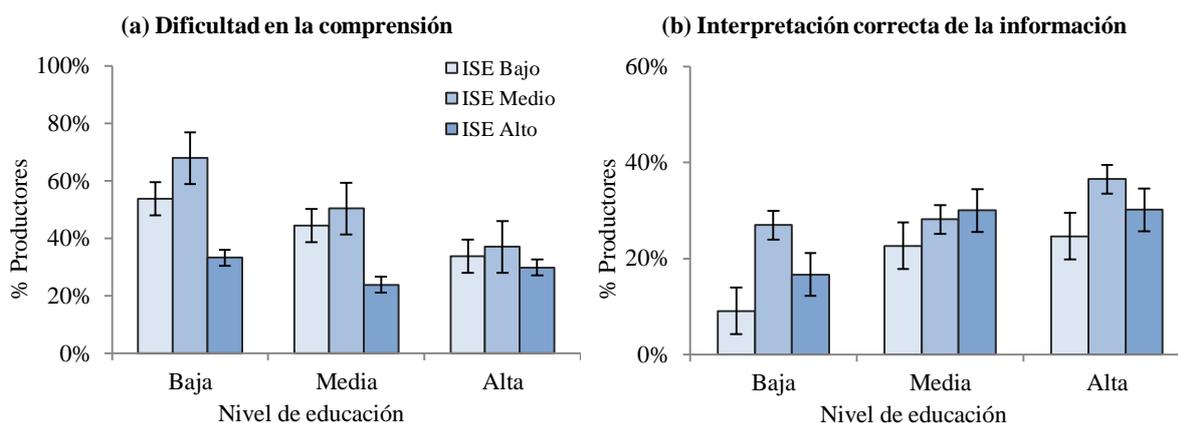
### 4.5.3 Potencial de la información climática

Para comprobar el nivel de comprensión de la información climática por parte de los productores, se presentaron dos productos hipotéticos (Anexo 8):

- Producto 1: pronóstico de sequía para los siguientes tres meses vía radio local, mediante mensaje hablado en español.
- Producto 2: pronóstico de heladas para los siguientes tres meses vía gráfica, mediante un taquímetro con colores del semáforo para los diferentes niveles de riesgo y el tamaño de la flecha que indica la confiabilidad de la información.

**Figura 31**

*Comprensión de la información según nivel de educación*



Fuente: SENAMHI (2016).

Respecto al producto 1, solo el 26.6 % de productores logró interpretar correctamente la información radial, esto puede estar influenciado por la lengua materna de los productores, que solo hablan quechua o aymara<sup>9</sup>, la tasa de analfabetismo y/o el lenguaje técnico de la información. En relación al producto 2, se comprobó que el 65.3 % de los productores comprendieron correctamente la información del taquímetro, lo que evidencia un potencial para los productos gráficos y didácticos. Mejores niveles de comprensión se registraron a mayor nivel socioeconómico de los productores. Complementariamente, se identificó una

<sup>9</sup> El proyecto contrató a personas locales que hablen quechua o aymara, según la zona, para el desarrollo de las encuestas.

relación directa entre el nivel educativo y el grado de comprensión de la información. Los productores con un menor grado de instrucción alcanzado reportaron mayores dificultades para comprender la información (Figura 31a), así como aquellos con mayor nivel educativo reportaron mayores proporciones con una correcta interpretación de la información (Figura 31b). En relación al sexo, las mujeres (23.7 %) mostraron menores niveles de comprensión respecto a los hombres (29.8 %), posiblemente influenciado por la mayor tasa de analfabetismo.

Asimismo, se evaluó la importancia que asignan los productores al producto 2 mediante preguntas sobre su disposición a pagar para recibir la información de manera frecuente y directa, en un escenario hipotético en el que el SENAMHI cobraría por brindar dichos servicios, basado en sus costos de producción. De esta manera, los encuestados manifestaron una disposición a pagar de 4.8 USD (o 10.6 Soles) por productor en promedio al año por el servicio. Esto refleja la valoración de los agricultores a la información climática, que se incrementa conforme mejora el nivel socioeconómico, y su preferencia por aquella información climática con lenguaje didáctico y sencillo. Los productos y escenario hipotéticos en este análisis fueron empleados con fines meramente ilustrativos. Un resumen de los resultados se presenta en la Tabla 16.

**Tabla 16**

*Servicios hipotéticos consultados*

| Variable<br>Media      | Nivel socioeconómico |                |               | TOTAL<br>N=726 |
|------------------------|----------------------|----------------|---------------|----------------|
|                        | Bajo<br>n=290        | Medio<br>n=287 | Alto<br>n=149 |                |
| Producto 1: radio      | 20.0%                | 31.7%          | 29.5%         | 26.6%          |
| Producto 2: Taquímetro | 63.8%                | 65.9%          | 67.1%         | 65.3%          |
| Disposición a pagar    | 3.8                  | 4.4            | 7.7           | 4.8            |

*Nota:* Factores de conversión usados: TC=0.29 USD/Soles y PPA=1.57.

*Fuente:* SENAMHI (2016).

## 4.6 Discusión

El reciente informe técnico del IPCC da cuenta de los impactos significativos sobre los ecosistemas, las poblaciones, los asentamientos y la infraestructura como consecuencia del aumento en intensidad y frecuencia de los eventos climáticos y meteorológicos extremos a nivel mundial en los últimos años, dificultando los esfuerzos globales para el logro de los objetivos de la Agenda 2030. Entre los impactos se resalta la afectación a los medios de vida y la seguridad alimentaria en las regiones y poblaciones climáticamente vulnerables, como los pueblos indígenas, los productores de pequeña escala y de bajos recursos (IPCC, 2022). Este panorama no es ajeno al Altiplano peruano, donde la sequía que se registró en el 2016 provocó pérdidas mayores a las 70 000 ha de cultivos y las heladas (con registros de  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), entre el 2020 y 2021 afectaron a más de 100 000 ha de cultivos y miles de cabezas de ganados (INEI, 2023 y Urpeque, 2021), haciendo referencia a los acontecimientos más actuales.

En ese sentido, esta investigación estuvo orientada a evaluar la vulnerabilidad socioeconómica ante los eventos climáticos adversos que enfrentan los agricultores del Departamento de Puno, sobre la base de una muestra representativa de la región, cuya tipología es de pequeños productores con unidades agrícolas de 2.1 ha (el 40.4 % cuenta con menos de 1 ha), en promedio, una actividad típica de agricultura familiar de subsistencia cuya producción está principalmente orientada al autoconsumo (63.7 %), con el 17.2 % adultos mayores y más de la quinta parte de los productores en situación de pobreza extrema (con menos de 1.9 USD por día), como es común en las regiones andinas rurales (Mercado y Díaz, 2014; Salcedo et al., 2014; IICA, 2015 y Oficina Internacional del Trabajo [OIT], 2015). Los productores fueron asignados en tres categorías socioeconómicas: bajo (40.0 %), medio (40.0 %) y alto (20.0 %), con el fin de explorar sus diferencias e identificar los grupos más vulnerables.

La quinua es un alimento altamente nutritivo e importante para la economía familiar, en Puno se producen de dos a más variedades a la vez, como la Kankolla, Blanca de Juli, Salcedo INIA y Pasankalla, seleccionadas principalmente por su nivel de adaptación a las condiciones climáticas (Apaza et al., 2013). Al ser no perecible, permite a los productores decidir el momento de la venta del producto, incluso almacenándolo por meses para cuando haya necesidad de liquidez financiera. De esta forma, se convierte en un medio de ahorro para los productores, así como también una importante reserva de alimentos para tiempos de escasez

(OIT, 2015). Aun cuando el departamento es el primer productor a nivel nacional, con un importante abastecimiento al mercado mundial, los productores puneños se encuentran en condiciones de pobreza y con serios problemas de salud alimentaria, 16.1 % con desnutrición crónica y 66.3 % con anemia en niños y niñas menores a cinco años (INEI, 2023). Debido a sus propiedades, la quinua es considerada como un cultivo de importancia para la lucha contra el hambre (ODS 2) y la erradicación de la pobreza a nivel mundial (ODS 1); sin embargo, como se ha analizado en este estudio, es necesario mejorar las capacidades de respuesta ante la variabilidad y el cambio climático, con el fin de reducir las pérdidas de los cultivos y disfrutar las ventajas del grano andino (FAO, 2011b e IICA, 2015).

La generación de ingresos de las familias productoras puneñas tiene una alta dependencia de la actividad agropecuaria (69.2 % del total de ingresos), que usualmente combinan la producción agrícola con la crianza de animales y sus derivados para el sustento del hogar. La ganadería para algunas familias representa una alternativa de ingresos importante ante las pérdidas agrícolas. Además, los programas sociales (como Juntos y Pensión 65) son una frecuente fuente de ingresos para la población andina rural. La distribución de ingresos a nivel de comunidades es heterogénea, entre el 2.1 % y el 82.0 %, es decir, hay zonas donde unos pocos productores concentran la mayor parte de los ingresos. Los frecuentes impactos sobre la actividad agrícola hacen que los productores se vean en la necesidad de buscar otras fuentes de ingresos (como construcción y comercio), ya que, los ingresos de la actividad no son suficientes; de esta manera, principalmente los hombres salen hacia otras provincias o ciudades a buscar trabajo para sustentar la economía del hogar, lo que ha desencadenado en los últimos años en la falta de mano de obra, el abandono de la actividad, migración, entre otros.

Respaldo por las estadísticas oficiales, el estudio evidencia que los productores están frecuentemente expuestos a eventos climáticos adversos, como las sequías o veranillos (incluido los retrasos en el inicio de lluvias) y las heladas, que representan el principal problema para la producción en el Altiplano, donde la actividad agrícola se desarrolla con una alta dependencia de la estación lluviosa, ya que muy pocos cuentan con sistemas de riego (2.2 %), aun cuando la región cuenta con una importante presencia hidrográfica: aproximadamente 300 ríos y 50 lagunas, además del Lago Titicaca (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED], 2021). Esto hace a los productores

particularmente sensibles a los cambios en los patrones climáticos, sobre todo a aquellos situados lejos de fuentes de agua, afectando severamente a la economía y a la seguridad alimentaria de la población, especialmente de las familias con bajos recursos (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2013). Los efectos sobre el desempeño agrícola dependen del estado fenológico del cultivo en que ocurren los eventos, la resistencia de la variedad de la quinua utilizada, el manejo productivo, entre otros. El cambio en los factores climáticos también ha conllevado a mayores afectaciones por plagas y enfermedades en el cultivo (Arapa, 2006). Al menos un cuarto del total de productores reportó pérdidas agrícolas considerables, el 73.4 % perdió más de la mitad de su producción, en tres a más campañas agrícolas por efectos de la escasez de lluvias en los últimos cinco años, mientras que, un tercio de los productores reportaron pérdidas considerables, 88.8 % perdió más de la mitad de su producción, en tres a más campañas agrícolas por efectos de las heladas en los últimos cinco años. Las cifras son mayores para los grupos con menores recursos, así como también, para aquellos productores que cultivan en zonas más altas.

Sumado a lo anterior, los productores además enfrentan los problemas propios del sistema productivo rural: bajo nivel de productividad, inferior al promedio nacional; métodos de producción con nivel tecnológico medio a bajo, combinando el trabajo manual con escasas maquinarias; baja asistencia técnica; limitado acceso a semillas mejoradas; escasos mecanismos de protección social y financiero, solo el 2.3 % cuenta con seguro agrario catastrófico y solo pocos productores tienen acceso a crédito bancario (5.1 %); limitado acceso a mercados, la mayor parte de la producción destinada a la venta se comercializa en mercados y ferias locales y enfrentan la variabilidad de precios, ya que, son pocos los productores que cuentan con certificación orgánica (8.1 %), limitando el acceso al mercado internacional (IICA, 2015; Fairlie, 2015). Los productores que pertenecen a alguna organización de productores (13.1 %) tienen mayores oportunidades de acceso a estos servicios, así como aquellos con mejor estado socioeconómico, conforme a lo manifestado por especialistas locales.

El análisis econométrico demostró una relación negativa entre la condición socioeconómica del productor y las pérdidas agrícolas, a través del índice de cosecha relativa, en consecuencia, los hogares con escasos recursos son los más afectados ante los eventos climáticos adversos, en comparación con los hogares que tienen un mejor nivel

socioeconómico. Complementariamente, reveló menores pérdidas agrícolas para aquellos que implementan medidas de adaptación ante el cambio climático (mediano plazo), haciendo referencia al círculo vicioso de la pobreza, esto no fue posible en gran medida para los productores con menores recursos, ya que, estas acciones suelen tener altos costos asociados. Al mismo tiempo, demostró que las opciones de manejo o las medidas de respuesta cercana a la ocurrencia de los eventos no tienen un impacto significativo sobre el desempeño agrícola. Por tanto, la reducción de la vulnerabilidad depende de la capacidad económica y social de los productores para prepararse mejor ante estos *shocks* adversos.

Entre las principales medidas de adaptación reportadas por los productores destacan la rotación de cultivos, la búsqueda de otras parcelas con mejores condiciones y las prácticas de conservación de agua y suelo, mientras que, el cambio de cultivo o variedad de quinua más resistentes a la variabilidad climática y la diversificación de la producción, fueron reportadas con menor frecuencia. Aunque el 88.7 % de los productores manifestó haber implementado alguna medida de adaptación ante el cambio climático, estas están sujetas a ciertas limitaciones como las condiciones de pobreza, que menguan las posibilidades de los productores de poder enfrentar los efectos adversos del clima, por la falta de recursos y conocimientos; el bajo nivel tecnológico; la falta de asistencia técnica; la poca confianza en las medidas por desconocimiento, entre otros (OIT, 2015; Cristobal, 2016).

Adicionalmente, los productores cuentan con medidas temporales que no requieren de mucha inversión y planificación y son aplicadas en el corto plazo *ex ante* a los eventos climáticos, para el caso de sequías, realizan principalmente el cambio en la fecha de siembra ante un retraso del inicio o escasez de lluvias, para lo cual necesitan información como los pronósticos de lluvias (SENAMHI, 2021c); y para las heladas, realizan principalmente quemas cerca a los cultivos para generar calor y paliar las bajas temperaturas, cuya práctica no es compatible con el cuidado del ambiente (IICA, 2015). Por otro lado, los productores cuentan con medidas *ex post* a los eventos buscando reponerse a las pérdidas, centradas en el uso o venta de las reservas de productos o el *stock* de animales para conseguir liquidez, la búsqueda de trabajo externo, la reducción de alimentos (en cantidad o gastos) o el cambio de dietas, siendo esta última principalmente para los productores con menores recursos, las cuales representan agravantes de su vulnerabilidad, debido a que no cuentan con medidas de seguridad o protección social.

El análisis de los factores socioeconómicos, los efectos de los riesgos agroclimáticos y la capacidad de respuesta de los productores advierten efectos sobre el bienestar en el mediano plazo, a través de la afectación de la seguridad alimentaria, entendida en sus cuatro dimensiones: los productores con mayores pérdidas no disponen de recursos suficientes para acceder a alimentos de calidad y en las cantidades necesarias para las familias (*acceso*), cuentan con menos suministro y reservas de alimentos, enfrentando periodos de escasez principalmente en los meses que coinciden con el periodo de crecimiento de la campaña agrícola (*disponibilidad*), generan cambios en sus patrones de consumo (*uso*) e incrementan la vulnerabilidad de las familias para alimentarse adecuadamente (*estabilidad*). Esta vulnerabilidad es aún más notable considerando la proporción de ingresos del hogar que son destinados para la compra de alimentos, 64.8 % en promedio, siendo mayor para los productores con menos recursos y, por ende, está estrechamente relacionado con la pobreza (IICA, 2015). A nivel nacional la situación es similar, la FAO hizo un llamado a atender la crisis de inseguridad alimentaria que se vive en el país, que registró la tasa más alta a nivel de Sudamérica en el 2022 y comprometió a más de la mitad de la población peruana (FAO, 2022).

Los servicios climáticos son una herramienta útil para la gestión del riesgo por eventos climáticos, toda vez que más del 90.0 % de los productores manifestaron que podrían realizar alguna medida de acción para contrarrestar sus efectos, si contaran con información adecuada y oportuna, sin embargo, como ha sido demostrado en este estudio, existen barreras clave que deben superarse para que la información sea realmente útil: como la dificultad en la comprensión, asociada al bajo nivel educativo y a la lengua originaria de los productores (quechua o aymara), lo que hace que la confianza en la información sea baja; la baja resolución espacial y temporal, que no permiten una adecuada precisión de la información en el ámbito local; la contraposición con su cosmovisión andina; medios y formas que no se ajustan a sus necesidades; el no contar con medidas eficaces o el desconocimiento de qué hacer ante los cambios del tiempo y clima, entre otros.

Antiguamente, los agricultores tenían una previsión del tiempo y clima basados en sus conocimientos ancestrales, mediante la observación de indicadores biológicos tradicionales (nubes, vientos, aparición de ciertos animales, entre otros), sin embargo, debido a la variabilidad climática de los últimos años, los eventos son más difíciles de predecir por estos

medios (SENAMHI, 2021d). El potencial de la información radica también en revalorizar y juntar estos conocimientos, los saberes ancestrales o campesinos y los conocimientos científicos, a manera de lograr pronósticos conjuntos y con menor incertidumbre.

Los modelos econométricos revelaron que los productores con acceso a información climática previa a la ocurrencia de un evento climático extremo reducen sus pérdidas de cultivo en 4.7 %, en promedio, ante esto, el potencial de la información es evidente, como ha sido demostrado por Lechthaler y Vinogradova (2017) y METEOSWISS y SENAMHI (2015 y 2018), estos últimos estimaron que las alertas tempranas de heladas para los agricultores generarían un beneficio potencial aproximado de 2.7 millones de USD por campaña agrícola en la región Puno. Al mismo tiempo, es preciso mencionar los diferentes retos que enfrenta el SENAMHI como proveedor de la información, además de las barreras, como bajos presupuestos para la ejecución, insuficiente mano de obra especializada, baja cobertura y calidad de estaciones meteorológicas, insuficientes equipos con nivel tecnológico adecuado para el procesamiento de una gran cantidad de datos, entre otros.

Sobre la base de los resultados del estudio y considerando los escenarios de riesgo ante sequías y heladas para el Departamento de Puno (CENEPRED 2021 y 2022) existe una clara evidencia de los riesgos que enfrentan los productores en el Altiplano peruano. La combinación de escasas capacidades de respuestas y una alta exposición a los riesgos agroclimáticos origina una alta vulnerabilidad climática de los pequeños agricultores. Al mismo tiempo, indica beneficios potenciales de las estrategias de adaptación para mejorar la resiliencia climática de los sistemas agrícolas y sociales. La mejora en la disponibilidad y el acceso a los servicios sociales, entre ellos: asistencia técnica, buenas prácticas agrícolas, seguro agrario, acceso al sistema financiero formal, acceso a mercado, servicios climáticos, entre otros, representan herramientas eficaces para mejorar la capacidad de respuesta de las familias productoras rurales (IICA, 2015).

Por ejemplo, los servicios climáticos, como los pronósticos meteorológicos para la campaña agrícola y los sistemas de alerta temprana permitirían idealmente a los agricultores ajustar óptimamente sus estrategias de gestión a las condiciones climáticas esperadas (SENAMHI, 2021c y 2021e; HELVETAS, 2021a), siempre y cuando, estén acompañadas de medidas eficaces y sostenibles para las familias y se superen las barreras para el uso de la información. Las prácticas ancestrales como las aynokas, los waru waru, la siembra y cosecha de agua

pueden resultar en medidas efectivas para contrarrestar los efectos del cambio climático, basado en la experiencia de conocimientos de prácticas tradicionales de los productores, como lo fue en el pasado y que con el tiempo se ha ido dejando de lado (Claverías y Quispe, 2001; Canahua et al., 2002; HELVETAS, 2021b). Para ello, se requiere un acompañamiento técnico y cubrir al menos los costos de instalación (sobre todo para los más vulnerables), una actividad organizada con la comunidad puede ayudar en esto, ya que, como se ha demostrado los productores están dispuestos a contribuir con su mano de obra para llevar a cabo estas acciones, con el fin de mejorar su capacidad de respuesta.

Finalmente, cabe mencionar que este estudio no consideró como parte de la muestra a agricultores de escala de producción media a más, así mismo, se centró en la actividad agrícola y no se exploró a detalle la actividad ganadera, que son temas pendientes para futuras investigaciones.

## V. CONCLUSIONES

Sobre la base de los objetivos planteados y los resultados obtenidos, se presentan las siguientes conclusiones:

Los productores del Altiplano peruano son en su mayoría de pequeña escala (en promedio poseen 2.1 ha y el 40.4 % cuenta con menos de 1 ha), y de economías frágiles que dependen de la agricultura para el sustento de sus familias (69.2 % de los ingresos y el 63.7 % del autoconsumo provienen de esta actividad), el 21.6 % cuenta con menos de 1.9 USD por día para su sustento, lo cual no son suficientes para cubrir sus gastos básicos; el 47.4 % de los productores alcanzó educación primaria y 13.1 % son analfabetos; los rendimientos productivos son inferiores a la media regional (613.3 Kg /ha frente a 985 Kg/ha) y enfrentan un limitado acceso a riego, asistencia técnica, tecnologías (de nivel medio a bajo), servicios de seguro agrario y financiamiento bancario, mercados, entre otros, debido a la falta de organización de los productores (solo el 13.1 % forma parte de alguna organización o cooperativa), tienen dificultades para acceder a insumos productivos y servicios técnicos, limitando su desarrollo productivo y comercial.

El cambio climático afecta negativamente al Altiplano peruano, donde por sus condiciones climáticas y geográficas, los productores están expuestos a eventos de sequías (46 eventos entre el 2003 y 2017) y heladas (1 168 eventos entre el 2003 y 2022), provocando pérdidas significativas en las cosechas de las familias productoras, dependiendo de la severidad del evento, el estado fenológico del cultivo y resistencia y el manejo productivo, al menos el 73.4 % y el 88.8 % de productores experimentaron pérdidas de más de la mitad de su producción por sequías y heladas, respectivamente, en las últimas cinco campañas agrícolas; lo que se traduce en pérdidas económicas, en el corto plazo, y en pobreza e inseguridad alimentaria, en el mediano y largo plazo, debido a que dependen de la producción para el autoconsumo y de la generación de ingresos para la compra de alimentos (64.8 %). Ante esto, los productores cuentan con medidas de adaptación que han ido implementando ante la variabilidad y el cambio climático, como la rotación de cultivos (60.7 %), la búsqueda de terrenos agrícolas con mejores condiciones (39.5 %) y las prácticas de conservación de agua y suelo (24.4 %),

las cuales han permitido gestionar el riesgo y reducir las pérdidas en alguna medida. Así también, cuentan con medidas de acción temporal y específicas ante las sequías (cambio en la fecha de siembra ante un retraso en el inicio de lluvias) y heladas (quemadas cerca a los cultivos), cuya efectividad requiere ser evaluada. Como es de esperar, las familias con menos recursos tienen escasas posibilidades de enfrentar estos impactos y, por lo tanto, son los más afectados.

Como ha sido demostrado, debido a sus condiciones socioeconómicas, los agricultores de subsistencia son los más vulnerables ante los eventos climáticos extremos, como consecuencia, se pone en riesgo el sustento de los hogares y su seguridad alimentaria. Ante las pérdidas de cultivos, las familias cuentan con escasas capacidades de afrontamiento, siendo que las condiciones de pobreza agravan la vulnerabilidad de las familias, ya que, ellas dependen de sus propios recursos para subsistir y responder ante los *shocks* climáticos que, al mismo tiempo, limitan la capacidad de respuesta de las familias por la escasez de recursos que generan las pérdidas de cultivos y, por lo tanto, se encuentran atrapados en su pobreza. Los resultados en el mediano y largo plazo son percibidos en una reducción del bienestar de la población, el 51.2 % de productores enfrentó la escasez de alimentos en el último año, siendo la temporada de crecimiento del cultivo (entre noviembre a marzo) el periodo en que fue más difícil alimentar a las familias.

Como ha sido identificado, existen barreras para el uso adecuado de la información climática, tales como la falta de comprensión, acceso, credibilidad, entre otros, que requieren ser superados para lograr que respondan a las necesidades particulares de los agricultores en la región, y de esta manera, concretar los beneficios socioeconómicos asociados, por ejemplo, como una herramienta útil para la gestión del riesgo: los productores que accedieron a información climática reportaron mejor índice de cosecha relativa en 4.74 % en promedio, respecto a quienes no lo hicieron; sin embargo, cabe precisar que la información por sí misma no resuelve los problemas propios del sistema productivo típicos de las zonas altoandinas, se requieren esfuerzos conjuntos y de mayor envergadura para lograr un impacto positivo en las familias. En suma, estos resultados son clave para el SENAMHI en su búsqueda de mejorar la calidad de sus servicios y atender oportunamente a las demandas de la población, a través de una mejor comprensión del contexto de los usuarios e identificación de los más vulnerables.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Los gobiernos locales y gobierno regional deben orientar sus esfuerzos en atender y brindar los mecanismos necesarios para los productores de escasos recursos, en alianzas con otras intervenciones o programas, por ejemplo: a través de los TAMBOS del Programa Nacional PAIS del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social, que está presente en muchas localidades rurales, o a través de las mismas comunidades campesinas, que en muchos casos están bien organizadas, de manera que se facilite y asegure el acceso a servicios sociales (como asistencia técnica, seguro contra pérdidas, certificación de la producción, créditos), sistemas de riego, mejorar las prácticas agrícolas, obtener semillas mejoradas, acceder a distintos mercados, entre otros.
2. Se recomienda orientar esfuerzos del sector agrario para fortalecer las capacidades de respuesta de las familias para enfrentar la alta exposición y sensibilidad ante los efectos del cambio climático, sobre todo de los más vulnerables, a través de medidas de adaptación eficaces y accesibles a los productores, la facilidad para acceder a semillas resistentes, asistencia técnica para la gestión de riesgos, conservación de la biodiversidad y la revaloración de prácticas ancestrales que antiguamente fueron implementadas, demostrando ser eficientes en el manejo de los recursos y la agrobiodiversidad y que en los últimos años fueron olvidados por diferentes motivos. Por ejemplo, la siembra y cosecha de agua, que no requiere grandes inversiones y podría ser útil para enfrentar los problemas de escasez hídrica por falta de sistemas de riego.
3. Se recomienda redireccionar la formulación de políticas y medidas adecuadas que atiendan efectivamente las necesidades de las poblaciones más vulnerables ante la variabilidad y cambio climático, no solamente con acciones remediales en el corto plazo (por ejemplo: subsidios), sino más bien que estén orientadas a fortalecer las capacidades de las familias campesinas en el mediano y largo plazo, que les permita salir de la trampa de la pobreza y de esta manera lograr una agricultura climáticamente resiliente y garantizar su seguridad alimentaria.

4. Se recomienda al SENAMHI adaptar y mejorar la provisión de servicios climáticos atendiendo las necesidades particulares de la población vulnerable, en este caso, del Altiplano peruano. Utilizar un lenguaje sencillo, medios como la radio local y emplear idiomas nativos podría ayudar a mejorar la comprensión y la confianza en la información, complementado con los conocimientos ancestrales locales que son útiles para la reducción de la incertidumbre de la información. Así como, brindar productos centrados en los peligros identificados para el uso efectivo en la toma de decisiones de producción, por ejemplo: sistemas de alerta temprana sobre sequías y heladas durante la campaña agrícola o pronósticos climáticos de mediano plazo previos a la campaña. Para ello, se requiere un trabajo articulado con el sector agrario y las autoridades competentes que participan en la cadena de valor de la información a todo nivel.

Por último, se recomienda continuar con investigaciones de esta naturaleza que sirvan como herramienta para orientar y sustentar la formulación de políticas públicas relacionadas a los servicios climáticos en el marco de la gestión de riesgos de desastres en el ámbito nacional, regional y local, que son escasos en el país.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adger, W. (2006). Vulnerability. *Global environmental change*, 16(3), 268-281.  
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R. y Pinedo, R. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura e Instituto Nacional de Innovación Agraria.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12955/76>
- Arapa, V. (2006). *Selección por rendimiento de grano y características deseables para procesamiento de genotipos de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) tolerantes a mildiu (Peronospora farinosa Fr.)* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio institucional.  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/597>
- Autoridad Nacional del Agua. (2013). *Informe Nacional del Perú*.  
[https://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/571/mod\\_page/content/88/PERU\\_2\\_2.pdf](https://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/571/mod_page/content/88/PERU_2_2.pdf)
- Baliatti, A., Chesney, M., y Vargas, C. (2018). Long-term investment choices for quinoa farmers in Puno, Peru: A real options case study. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 6(4), 1-19.  
<https://foodandagriculturejournal.com/Vol6.No4.pp1.pdf>
- Banco Central de Reserva del Perú. (22 de Octubre de 2015). *Caracterización del Departamento de Puno*. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Puno/puno-caracterizacion.pdf>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2014). *El cambio climático y el BID: Creación de resiliencia y reducción de emisiones*.  
<https://publications.iadb.org/es/publicacion/16884/el-cambio-climatico-y-el-bid-creacion-de-resiliencia-y-reduccion-de-emisiones>

- Banco Interamericano de Desarrollo y Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2014). *La economía del cambio climático en el Perú*.  
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/37419-la-economia-cambio-climatico-peru>
- Brausmann, A., Flubacher, M., y Lechthaler, F. (2021). Valuing meteorological services in resource-constrained settings: Application to smallholder farmers in the Peruvian Altiplano. *Climate Risk Management*, 34(100360), 1-18.  
<https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100360>
- Brouwer, R., Akter, S., Brander, L., y Haque, E. (2007). Socioeconomic Vulnerability and Adaptation to Environmental Risk: A Case Study of Climate Change and Flooding in Bangladesh. *Risk Analysis*, 27(2), 313-326. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2007.00884.x>
- Calla, J. (2012). *Manejo agronómico del cultivo de la quinua. Guía técnica*. Agrobanco - Oficina Académica de Extensión y Proyección Social de la Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-b-quinua.pdf>
- Campano, F., y Salvatore, D. (2006). *Income Distribution*. Oxford University Press.  
<https://global.oup.com/academic/product/income-distribution-9780195300918?cc=us&lang=en&#>
- Canahua, A., Tapia, M., Ichuta, A., y Cutipa, Z. (2002). Gestión del espacio agrícola y agrobiodiversidad en papa y quinua en las comunidades campesinas de Puno. En M. Pulgar-Vidal, E. Zegarra, y J. Urrutia (Eds.), *Perú: El problema agrario en debate* (pp. 286-316). Seminario Permanente de Investigación Agraria - SEPIA IX.  
<https://sepia.org.pe/wp-content/uploads/2018/07/SEPIA-IX-PUNO-2001-completo.pdf>
- Carrasco, H., y Tejada, S. (2008). *Soberanía alimentaria: la libertad de elegir para asegurar nuestra alimentación*. Soluciones prácticas - ITDG. <http://www.oda-alc.org/documentos/1371488879.pdf>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2021). *Escenario de riesgo por sequías meteorológicas para el subsector agrícola del departamento de Puno*. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/11611>

- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2022). *Escenario de riesgo por bajas temperaturas del Departamento de Puno*. [https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//14399\\_escenario-de-riesgo-por-bajas-temperaturas-del-departamento-de-puno.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//14399_escenario-de-riesgo-por-bajas-temperaturas-del-departamento-de-puno.pdf)
- Claverías, R., y Quispe, C. (2001). Biodiversidad cultivada: Una estrategia campesina para superar la pobreza y relacionarse con el mercado. En M. Pulgar-Vidal, E. Zegarra, y J. Urrutia (Eds.), *Perú: El problema agrario en debate* (pp. 180-204). Seminario Permanente de Investigación Agraria - SEPIA IX. <https://sepia.org.pe/wp-content/uploads/2018/07/SEPIA-IX-PUNO-2001-completo.pdf>
- Cristobal, L. (2016). *Informe técnico: Diagnóstico de la producción de quinua en el Departamento de Puno* [No publicado]. Proyecto Climandes - SENAMHI.
- Cristobal, L., Flubacher, M., y Lechthaler, F. (2018, del 29 de mayo al 1 de junio). Vulnerabilidad socioeconómica, riesgos climáticos y el potencial de los servicios climáticos adaptados al usuario para la zona alto andina: El caso de la producción de quinua en la región Puno, Perú [Conferencia]. *Ier Workshop de Gestión de Datos para los Servicios Climáticos*. Lima, Perú. <http://www.senamhi.gob.pe/workshop2018/>
- Cristobal, L., Lechthaler, F., y Flubacher, M. (2017, del 28 de febrero al 2 de marzo). Socio-economic vulnerability, adaptation to agro-climatic risk and the potential of user-tailored climate services for the Andean Highlands: The case of quinoa production in the region of Puno, Peru [poster]. *Fifth International Conference on Climate Services*. Ciudad del Cabo, Sudáfrica. <https://www.climate-services.org/110138/index.php.en>
- Cristobal, L., Lechthaler, F., Frehner, A., y Flubacher, M. (2016). Los servicios climáticos: pieza clave para que los agricultores mejoren su toma de decisiones. *La Revista Agraria*, 180, 15-16. <https://larevistagraria.files.wordpress.com/2019/02/lra-180-web.pdf>
- Cristobal, L., Ramos, H., Cruzado, L., Flubacher, M., y Lechthaler, F. (2017, del 29 de noviembre al 1 de diciembre). Vulnerabilidad socioeconómica, adaptación a riesgos climáticos y el potencial de los servicios climáticos [artículo corto]. *I Congreso Internacional del Cambio Climático y sus Impactos*. Huaraz, Perú. <https://www.sgp.org.pe/iccci/>

- Fairlie, A. (2015). *Cadena exportadora y políticas de gestión ambiental de la quinua en el Perú*. Serie Crecimiento Verde e Inclusivo, Red LATN.  
<http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/54092>
- Filmer, D., y Pritchett, L. (2001). Estimating wealth effects without expenditure data-or tears: an application to educational enrollments in states of India. *Demography*, 38(1), 115-132. <https://doi.org/10.2307/3088292>
- Flubacher, M., Sedlmeier, K., Lechthaler, F., Rohrer, M., Cristobal, L., y Vinogradova, A. (2017). Socio-economic vulnerability, adaptation to agro-climatic risk and the potential of user-tailored climate services for the Andean Highlands: The case of quinoa production in the region of Puno. *Geophysical Research Abstracts*, 19(EGU2017-17580). <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2017/EGU2017-17580.pdf>
- Flubacher, M., Sedlmeier, K., Lechthaler, F., Rohrer, M., Cristobal, L., Ramos, H., y Vinogradova, A. (2018). *Socio-economic vulnerability and adaptation to agro-climatic risks: the potential of user-tailored climate services for the agricultural sector in Peru* [No publicado]. MeteoSwiss y SENAMHI.
- Fondo Mundial para la Naturaleza Perú. (2013). *Huella hídrica del sector agropecuario del Perú. Reporte #1: Estado del arte de la medición de la huella hídrica a nivel nacional e internacional*.  
[https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/521/ANA0000307\\_1.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/521/ANA0000307_1.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Freebairn, J., y Zillman, J. (2002). Economic benefits of meteorological services. *Meteorological Applications*, 9(1), 33-44.  
<https://doi.org/10.1017/S1350482702001044>
- Gobierno Regional de Puno. (2008). *Plan Estratégico Regional del Sector Agrario 2009 - 2015*. Dirección Regional Agraria: Oficina de planificación Agraria.  
[https://www.regionpuno.gob.pe/descargas/planes/plan\\_agraria.pdf](https://www.regionpuno.gob.pe/descargas/planes/plan_agraria.pdf)
- Gobierno Regional de Puno. (2013). *Diagnóstico ambiental regional (DAR) de Puno*. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente.

<https://regionpuno.gob.pe/descargas/planes/diagnosticos/2013-Diagnostico-Ambiental-Gerencia-Regional-Recursos-Naturales-Gestion-Medio-Ambiente.pdf>

Gubler, S., Rossa, A., Avalos, G., Brönnimann, S., Cristobal, L., Croci-Maspoli, M., Dapozzo, M., Van der Elst, A., Escajadillo, Y., Flubacher, M., García, T., Imfeld, N., Konzelmann, T., Lechthaler, F., Liniger, M., Quevedo, K., Ramos, H., Rohrer, M., Schwierz, C., Sedlmeier, K., Wüthrich, B. (2020). Twinning SENAMHI and MeteoSwiss to co-develop climate services for the agricultural sector in Peru. *Climate Services*, 20(100195). <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2020.100195>

Harvey, C., Lalaina, Z., Rao, N., Dave, R., Razafimahatratra, H., Hasinandrianina, R., Rajaofara, H. y MacKinnon, J. (2014). Extreme vulnerability of smallholder farmers to agricultural risks and climate change in Madagascar. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 369: 20130089, 1-12. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0089>

Haughton, J., y Khandker, S. (2009). *Handbook on poverty + inequality*. The World Bank. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/488081468157174849/pdf/483380PUB0Pove101OFFICIAL0USE0ONLY1.pdf>

HELVETAS Perú. (2021a). *Sistema de alerta temprana ante la sequía agrícola región Puno*. Proyecto Pachayatiña/Pachayachay: SENAMHI-HELVETAS-PREDES. <https://www.helvetas.org/Publications-PDFs/Latin-America/Peru/Euroclima-Pachayachay/SAT%20sequ%C3%ADa%20final.pdf>

HELVETAS Perú. (2021b). *Catálogo de buenas prácticas ante la sequía en el Altiplano peruano - boliviano*. Proyecto Pachayatiña/Pachayachay: SENAMHI-HELVETAS-PREDES. <https://www.helvetas.org/Publications-PDFs/Latin-America/Peru/Euroclima-Pachayachay/Documento%20cat%C3%A1logo%20final.pdf>

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2015). *El mercado y la producción de quinua en el Perú*. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2652/BVE17038730e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú. (Febrero de 1995). *Curso: Técnicas de muestreo. Dirección Técnica de Censos y Encuestas*.

[https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/censos/cenagro/Documentos\\_Metodologicos/Tecnicas\\_de\\_Muestreo.doc](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/censos/cenagro/Documentos_Metodologicos/Tecnicas_de_Muestreo.doc)

Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú. (2013). *Resultados Definitivos: IV Censo Nacional Agropecuario – 2012.*

<https://proyectos.inei.gov.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú. (2023). *Estadísticas demográficas, sociales y económicas por año y departamentos.* Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones. <https://systems.inei.gov.pe/SIRTOD/app/consulta>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Summary for policymakers. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability* [H. Pörtner, D. Roberts, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, . . . A. Okem, Eds.] [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_TechnicalSummary.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_TechnicalSummary.pdf)

Karim, A., y Noy, I. (2016). Poverty and natural disasters - A qualitative survey of the empirical literature. *The Singapore Economic Review*, 16(1): 1640001, 1-36. <http://dx.doi.org/10.1142/S0217590816400014>

Lechthaler, F., y Vinogradova, A. (2017). The climate challenge for agriculture and the value of climate services: Application to coffee-farming in Peru. *European Economic Review*, 94, 45-70. <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2017.02.002>

León, J. (2003). *Cultivo de la quinua en Puno-Perú. Descripción, manejo y producción.* <https://www.scribd.com/doc/24569369/Cultivo-de-la-Quinua-en-Puno-Peru-Leon-H-Juvenal-RM>

Libélula. (2011). *Diagnóstico de la agricultura en el Perú.* [https://ipdrs.org/images/en\\_papel/archivos/Diagnostico\\_de\\_la\\_Agricultura\\_en\\_el\\_Peru\\_-\\_web.pdf](https://ipdrs.org/images/en_papel/archivos/Diagnostico_de_la_Agricultura_en_el_Peru_-_web.pdf)

Marca, S., Chaucha, W., Quispe, J., y Mamani, V. (2011). *Comportamiento actual de los agentes de la cadena productiva de quinua en la Región Puno.* Proyecto Desarrollo de capacidades de la cadena productiva de quinua en la región Puno: Gobierno Regional

de Puno.

[https://www.agropuno.gob.pe/files/documentos/biblioteca/agentes\\_cp\\_quinua\\_q.pdf](https://www.agropuno.gob.pe/files/documentos/biblioteca/agentes_cp_quinua_q.pdf)

Mercado, W., y Díaz, G. (2014). *Comercialización de la quinua. Parte III: Costos de producción del cultivo de la quinua en Puno - Perú*. Centro Peruano de Estudios Sociales y Agrónomos & Vétérinaires.

Mercado, W., y Ubillus, K. (2017). Characterization of producers and quinoa supply chains in the Peruvian regions of Puno and Junin. *Scientia Agropecuaria*, 8(3), 251-265.

<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.03.08>

Meza, F., Hansen, J., y Osgood, D. (2008). Economic Value of Seasonal Climate Forecasts for Agriculture: Review of Ex-Ante Assessments and Recommendations for Future Research. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47, 1269-1286.

<https://doi.org/10.1175/2007JAMC1540.1>

Meza, L. E. (2014). La agricultura familiar y el cambio climático. En S. Salcedo, y L. Guzmán (Eds.), *Agricultura familiar en América Latina y El Caribe: Recomendaciones de política* (pp. 79-100). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. <https://www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2015a). *Estrategia nacional de agricultura familiar 2015-2021*. Agrorural, Comisión Multisectorial “Año Internacional de la Agricultura Familiar – AIAF 2014”. <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/2016/02/enaf.pdf>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2015b). *Acrónimos y glosario de términos. Plan Estratégico Sectorial Multianual - PESEM 2015-2021*.

<https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/pnapes/glosario141015.pdf>

Ministerio de Economía y Finanzas. (2012). *Análisis territorial: Puno*.

[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/boletines/boletines\\_pi/boletin6/Analisis\\_Territorial\\_puno.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/boletines/boletines_pi/boletin6/Analisis_Territorial_puno.pdf)

Ministerio de Economía y Finanzas. (2013). *Conceptos asociados a la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático: aportes en apoyo de la inversión pública para el desarrollo sostenible*.

[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/estudios\\_documentos/documentos/ConceptosDesastresCambio.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/estudios_documentos/documentos/ConceptosDesastresCambio.pdf)

Morduch, J. (1994). Poverty and vulnerability. *The American Economic Review*, 84(2), 221-225. [https://wagner.nyu.edu/files/faculty/publications/Poverty\\_and\\_Vulnerability.pdf](https://wagner.nyu.edu/files/faculty/publications/Poverty_and_Vulnerability.pdf)

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. (2001). *Marco de acción para la aplicación de la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres*. <https://www.eird.org/fulltext/marco-accion/framework-espanol.pdf>

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastre 2015-2030*. [https://www.unisdr.org/files/43291\\_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf)

Oficina Federal de Meteorología y Climatología de Suiza y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2015). *Beneficios socioeconómicos de los servicios climáticos adaptados al usuario. Estudio de caso: Producción de café y maíz en Cusco, Perú*. Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12542/253>

Oficina Federal de Meteorología y Climatología de Suiza y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2018). *Designing user-driven climate services. What we can learn from the Climandes project: A checklist for practitioners, scientists and policy makers*. [https://gfcs.wmo.int/sites/default/files/UIP%20Publication\\_s.pdf](https://gfcs.wmo.int/sites/default/files/UIP%20Publication_s.pdf)

Oficina Internacional del Trabajo. (2015). *Análisis de la cadena de valor en el sector de la quinua en Perú: aprovechando las ganancias de un mercado creciente a favor de los pobres*. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/---emp\\_ent/---ifp\\_seed/documents/publication/wcms\\_706800.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---ifp_seed/documents/publication/wcms_706800.pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011a). *La Seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones. Guía Práctica*. <https://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011b). *La Quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. <https://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). *La resiliencia de los medios de vida - Programa marco de reducción del riesgo de*

*desastres para la seguridad alimentaria y nutricional.* <https://www.fao.org/3/a-i3270s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (25 de Agosto de 2022). *El Perú es el país con la Inseguridad Alimentaria más alta de Suramérica.* <https://www.fao.org/peru/noticias/detail-events/es/c/1603081/#:~:text=Seg%C3%BAn%20el%20E2%80%9CEstado%20de%20la,antes%20observado%20en%20el%20pa%C3%ADs.>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. (2019). *Decenio de las Naciones Unidas para la Agricultura Familiar 2019-2028. Plan de acción mundial.* <https://www.fao.org/3/ca4672es/ca4672es.pdf>

Organización Meteorológica Mundial. (2011). *Del conocimiento climático a la acción: Marco Mundial para los Servicios Climáticos - Potenciar las necesidades de los más vulnerables.* Informe del equipo especial de alto nivel sobre el Marco Mundial para los Servicios Climáticos. [https://library.wmo.int/?lvl=notice\\_display&id=5520](https://library.wmo.int/?lvl=notice_display&id=5520)

Organización Meteorológica Mundial. (2015). *El valor del tiempo y el clima: evaluación económica de los servicios meteorológicos e hidrológicos.* [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=3313](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3313)

Patt , A., y Gwata, C. (2002). Effective seasonal climate forecast applications: examining constraints for subsistence farmers in Zimbabwe. *Global Environmental Change*, 12(3), 185-195. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(02\)00013-4](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(02)00013-4)

Patt, A., Suarez, P., y Gwata, C. (2005). Effects of seasonal climate forecasts and participatory workshops among subsistence farmers in Zimbabwe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(35), 12623-12628. <https://doi.org/10.1073/pnas.0506125102>

Pérez, C. (2004). *Técnicas de análisis multivariantes de datos: aplicaciones con SPSS.* Pearson Prentice Hall. [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25172w/Tecnicas\\_de\\_analisis\\_multivariante.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25172w/Tecnicas_de_analisis_multivariante.pdf)

- Rossa, A., Flubacher, M., Cristobal, L., Ramos, H., y Lechthaler, F. (2020). Towards More Resilient Food Systems for Smallholder Farmers in the Peruvian Altiplano: The Potential of Community-Based Climate Services. En W. Leal Filho, y D. Jacob (Eds.), *Handbook of Climate Services* (pp. 327-351). Springer International Publishing: Climate Change Management. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-36875-3\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-36875-3_17)
- Salcedo, S. (2005). El marco teórico de la seguridad alimentaria. En S. Salcedo (Ed.), *Políticas de seguridad alimentaria en los países de la Comunidad Andina* (pp. 1-9). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [https://www.comunidadandina.org/staticfiles/201161185212seguridad\\_alimentaria.pdf](https://www.comunidadandina.org/staticfiles/201161185212seguridad_alimentaria.pdf)
- Salcedo, S., Guzmán, L., y De la O, A. (2014). El concepto de agricultura familiar en América Latina y El Caribe. En S. Salcedo, y L. Guzmán (Eds.), *Agricultura familiar en América Latina y El Caribe. Recomendaciones de política* (pp. 17-33). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (Diciembre de 2016). *Información de encuestas aplicadas a productores de quinua en el Departamento de Puno*. Proyecto Climandes: SENAMHI.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (Noviembre de 2017). *Beneficios socioeconómicos de los servicios climáticos*. <https://hdl.handle.net/20.500.12542/254>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2021a). *Caracterización de las sequías meteorológicas en el departamento de Puno* [K. Correa, V. Castro, A. Rodríguez, F. Cubas, G. Avalos, N. Quispe, y C. Barreto, Eds.]. Proyecto Pachayatiña/Pachayachay: SENAMHI-HELVETAS-PREDES. <https://hdl.handle.net/20.500.12542/1572>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2021b). *Glosario de términos relacionados a sequías, gestión del riesgo y cambio climático* [G. Avalos, K. Correa, K. Quevedo, C. Tello, S. Endara, J. Acuña, O. Varillas, G. Romero, K. Cristobal, Eds.]. Proyecto Pachayatiña/Pachayachay: SENAMHI-HELVETAS-PREDES. <https://hdl.handle.net/20.500.12542/1773>

- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2021c). *Las caras de la sequía en el Departamento de Puno, Perú* [G. Baigorria, G. Avalos, K. Correa y K. Quevedo, Eds.]. Proyecto Pachayatiña/Pachayachay: SENAMHI-HELVETAS-PREDES. <https://hdl.handle.net/20.500.12542/1571>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2021d). *Análisis de pronósticos de sequías y peligros asociados con base en saberes ancestrales y conocimiento científico*. Proyecto Pachayatiña/Pachayachay. SENAMHI-HELVETAS-PREDES. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-91.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2021e). *Guía de orientación de buenas prácticas para la aplicación de la información meteorológica y climática en la toma de decisiones en el Sector Agropecuario* [K. Cristobal, G. Avalos, K. Correa, S. Flores, O. Varillas, Eds.]. Proyecto Pachayatiña/Pachayachay: SENAMHI-HELVETAS-PREDES. <https://hdl.handle.net/20.500.12542/1772>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (18 de Abril de 2023a). *Información institucional*. <https://www.gob.pe/institucion/senamhi/institucional>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (Abril de 2023b). *Pronóstico de riesgo agroclimático, abril-junio: Cultivo de papa*. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02954SENA-31.pdf>
- Sietz, D., Mamani, S., y Lüdeke, M. (2012). Typical patterns of smallholder vulnerability to weather extremes with regard to food security in the Peruvian Altiplano. *Regional Environmental Change*, 12, 489-505. <https://doi.org/10.1007/s10113-011-0246-5>
- Tonconi, J. (2015). Producción agrícola alimentaria y cambio climático: un análisis económico en el departamento de Puno, Perú. *Idesia*, 33(2), 119-136. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292015000200014>
- Urpeque, H. (27 de julio de 2021). Heladas en el Perú: ¿Por qué ocurren y cuánto daño le hacen a la sierra sur y centro? *RPP Noticias*. <https://rpp.pe/peru/actualidad/heladas-en-el-peru-por-que-ocurren-y-cuanto-dano-le-hacen-a-la-sierra-sur-y-centro-puno-noticia-1349054>

## ANEXOS

### Anexo 1: Equipo de trabajo del estudio

**Tabla 17**

*Equipo de trabajo del estudio*

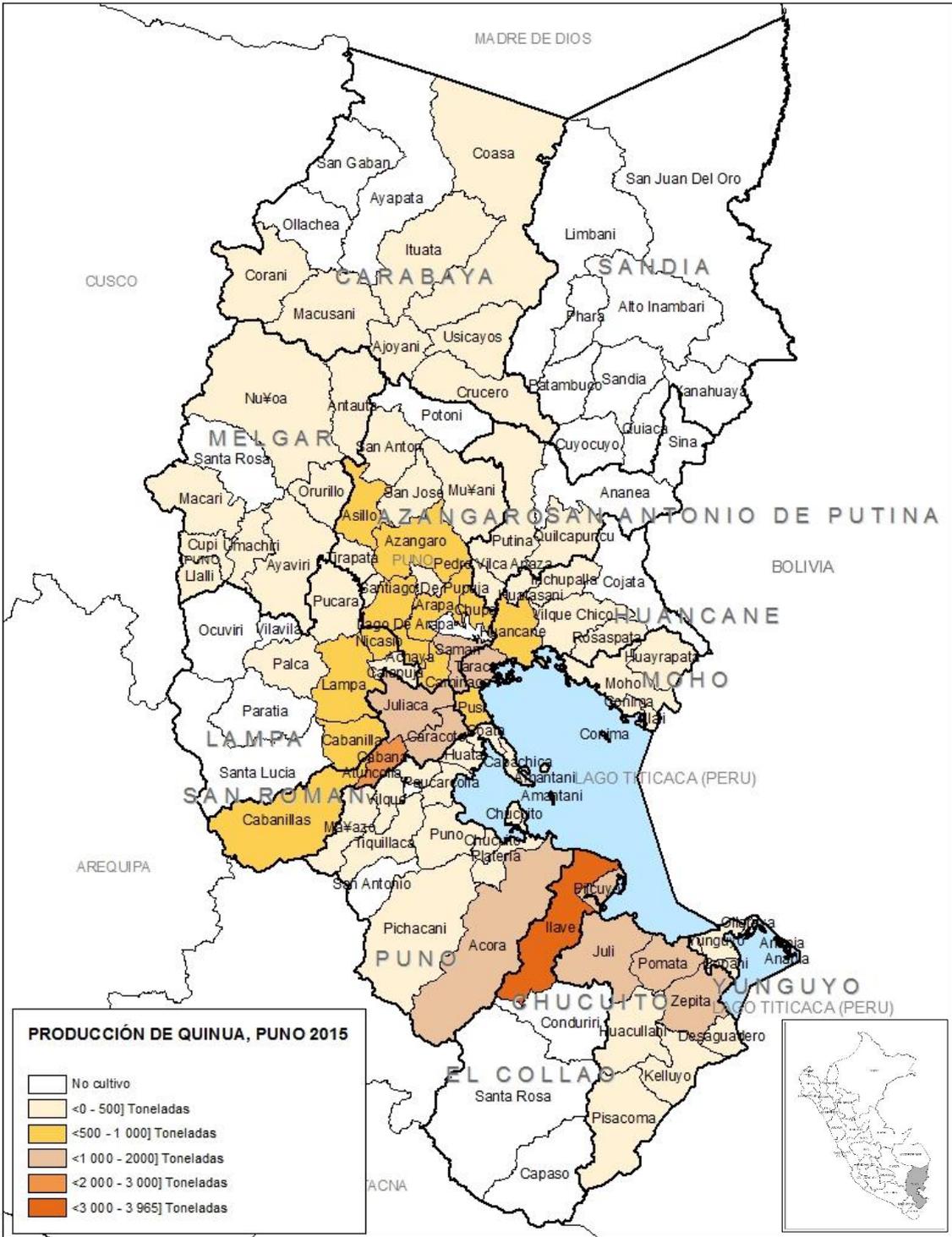
| <b>Nombre</b>  | <b>Institución</b>   |
|--|--|
| <i>Equipo técnico-científico</i>   |  |
| Moritz Flubacher<br>( <a href="mailto:moritz.flubacher@meteoswiss.ch">moritz.flubacher@meteoswiss.ch</a> ) | Oficina federal de Meteorología y Climatología de Suiza, Zurich  |
| Katrin Sedlmeier   | Oficina federal de Meteorología y Climatología de Suiza, Zurich  |
| Filippo Lechthaler<br>( <a href="mailto:f.lechthaler@unibas.ch">f.lechthaler@unibas.ch</a> )               | Instituto de Salud Tropical y Pública de Suiza, Universidad de Basel /<br>Centro de Investigación Económica (CER-ETH), Zurich, Suiza |
| Mario Rohrer<br>( <a href="mailto:rohrer@meteodat.ch">rohrer@meteodat.ch</a> )                             | Meteodat GmbH, Zurich, Suiza   |
| Lizet Cristobal Romero<br>( <a href="mailto:katerin.cristobal@gmail.com">katerin.cristobal@gmail.com</a> ) | Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI),<br>Lima, Perú   |
| Alexandra Vinogradova<br>( <a href="mailto:avinogradova@ethz.ch">avinogradova@ethz.ch</a> )                | Centro de Investigación Económica (CER-ETH), Zurich, Suiza   |
| <i>Equipo de fase de campo en Puno</i>   |  |
| Lizet Cristobal  | Responsable y supervisora / SENAMHI, Lima  |
| Claudio Ramos  | Responsable logístico y supervisor / SENAMHI, Puno   |
| Hugo Ramos   | Supervisor / SENAMHI, Lima   |
| Encuestadores de Puno  | Contratados por el proyecto  |
| <i>Coordinación del proyecto en Perú</i>   |  |
| Grinia Avalos  | Coordinadora del Proyecto Climandes en Perú / SENAMHI, Lima  |
| Gabriela Rosas   | Responsable del módulo 3 del proyecto / SENAMHI, Lima  |
| Manuel Valverde  | Supervisor de la Actividad 3.3 (del estudio) / SENAMHI, Lima   |
| Sixto Flores   | Director de la Dirección Zonal SENAMHI en Puno   |

*Fuente:* Protocolo de trabajo del estudio, Proyecto Climandes, SENAMHI (2016).

**Anexo 2:** Producción de quinua a nivel distrital

**Figura 32**

*Distribución de la producción de quinua según distritos del Departamento de Puno*



Fuente: INEI (2023).

**Anexo 3:** Lista de productores encuestados, según provincias, distritos y comunidades

**Tabla 18**

*Lista detallada de productores por provincias, distritos y comunidades, según clasificación de ubicación y cultura, región natural y subunidad geográfica*

| Provincia         | Distrito          | Comunidad Campesina  | N                | Altitud m.s.n.m. | Zona / Cultura  | Región natural | Subunidad geográfica |                |
|-------------------|-------------------|----------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| AZÁNGARO<br>(184) | Azángaro<br>(76)  | Alto Jilahuata       | 11               | 4 041            | Norte / Quechua | Puna           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Collana Layuyo       | 10               | 4 043            | Norte / Quechua | Puna           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Tintiri              | 17               | 3 870            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Layocoto             | 11               | 3 881            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Chaupi Jahuacasi     | 27               | 3 874            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |                |
|                   | Caminaca<br>(51)  | San Pedro de Collana | 11               | 3 840            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Yocamalla            | 10               | 3 842            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Sucapaya             | 10               | 3 836            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Pilluyo              | 10               | 3 840            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Sucacollana          | 10               | 3 834            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |                |
|                   | Samán (57)        | Chejachi             | 10               | 3 843            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Chacamarca           | 11               | 3 838            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Chucaripo Iruito     | 12               | 3 859            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Quejonmocco          | 12               | 3 837            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Muni Salinas         | 12               | 3 975            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |                |
|                   | CHUCUITO<br>(106) | Juli (52)            | Chachacumani     | 10               | 3 851           | Sur / Aymara   | Suni                 | Circunlacustre |
|                   |                   |                      | Chila pucara     | 10               | 4 087           | Sur / Aymara   | Suni                 | Altiplano      |
|                   |                   |                      | Chucasuyo Ccajje | 10               | 3 830           | Sur / Aymara   | Suni                 | Circunlacustre |
| Sihuayro          |                   |                      | 11               | 3 895            | Sur / Aymara    | Suni           | Circunlacustre       |                |
| Vilcallame        |                   |                      | 11               | 4 087            | Sur / Aymara    | Puna           | Altiplano            |                |
| Zepita (54)       |                   | Canahuayto           | 11               | 3 836            | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Illeca Molino        | 11               | 3 891            | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Isani                | 10               | 3 851            | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Alto Pavita          | 12               | 4 035            | Sur / Aymara    | Puna           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Alto Patacollo       | 10               | 3 873            | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano            |                |
| EL COLLAO<br>(54) | Ilave (54)        | Churo Lopez          | 10               | 3 876            | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Choquetanca          | 10               | 3 821            | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Huaracco             | 10               | 3 867            | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Lacaya               | 11               | 3 865            | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano            |                |
|                   |                   | Huancarani           | 13               | 3 861            | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano            |                |
| HUANCANÉ<br>(56)  | Pusi (56)         | Sorasa               | 11               | 3 847            | Norte / Quechua | Suni           | Circunlacustre       |                |
|                   |                   | Llapas               | 12               | 3 829            | Norte / Quechua | Suni           | Circunlacustre       |                |
|                   |                   | Lakara               | 11               | 3 826            | Norte / Quechua | Suni           | Circunlacustre       |                |
|                   |                   | Ccamara              | 11               | 3 852            | Norte / Quechua | Suni           | Circunlacustre       |                |
|                   |                   | Licas                | 11               | 3 824            | Norte / Quechua | Suni           | Circunlacustre       |                |

| Provincia                | Distrito            | Comunidad Campesina | N          | Altitud m.s.n.m. | Zona / Cultura  | Región natural | Subunidad geográfica |
|--------------------------|---------------------|---------------------|------------|------------------|-----------------|----------------|----------------------|
| LAMPA<br>(78)            | Lampa<br>(54)       | Huaytapata          | 9          | 4 087            | Norte / Quechua | Puna           | Altiplano            |
|                          |                     | Pias Huayta         | 32         | 4 112            | Norte / Quechua | Puna           | Altiplano            |
|                          |                     | Ribera Coylata      | 13         | 3 949            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |
|                          | Cabanilla<br>(24)   | Corisuyo Miraflores | 12         | 3 889            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |
|                          |                     | Quimsachata         | 12         | 3 859            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |
| MELGAR<br>(53)           | Ayaviri<br>(30)     | Condormilla Alto    | 10         | 3 933            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |
|                          |                     | Umasuyo             | 9          | 3 943            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |
|                          |                     | Pacobamba Bajo      | 11         | 3 928            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |
|                          | Macari (13)         | Jatun saima         | 13         | 3 948            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |
|                          | Nuñoa (10)          | Orcorara pampa      | 10         | 4 385            | Norte / Quechua | Puna           | Altiplano            |
| PUNO<br>(131)            | Ácora (73)          | Amparani            | 12         | 3 866            | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano            |
|                          |                     | Caritamaya-Molloco  | 10         | 3 837            | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano            |
|                          |                     | Copamaya            | 10         | 3 821            | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano            |
|                          |                     | Culta               | 21         | 3 838            | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano            |
|                          |                     | Totorani            | 20         | 3 868            | Sur / Aymara    | Suni           | Altiplano            |
|                          | Paucarcolla<br>(58) | Cueva               | 12         | 3 920            | Norte / Quechua | Suni           | Circunlacustre       |
|                          |                     | Antoniani           | 13         | 3 854            | Norte / Quechua | Suni           | Circunlacustre       |
|                          |                     | Chale Jilanca       | 10         | 3 876            | Norte / Quechua | Suni           | Circunlacustre       |
|                          |                     | San José de Collana | 10         | 3 837            | Norte / Quechua | Suni           | Circunlacustre       |
|                          |                     | Cancharani pampa    | 13         | 3 821            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |
| SAN ROMÁN<br>(64)        | Cabana<br>(64)      | Collana             | 13         | 3 869            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |
|                          |                     | Vizallani           | 12         | 3 843            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |
|                          |                     | Tiracoma            | 15         | 3 874            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |
|                          |                     | Yapuscachi          | 14         | 3 877            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |
|                          |                     | Ayagachi            | 10         | 3 839            | Norte / Quechua | Suni           | Altiplano            |
| <b>Total encuestados</b> |                     |                     | <b>726</b> |                  |                 |                |                      |

*Nota:* La clasificación de comunidades campesinas se hizo sobre la base de información de características del Gobierno Regional de Puno (2008; 2013) y especialistas locales.

*Fuente:* SENAMHI (2016).

#### Anexo 4: Imágenes del trabajo de campo realizado

**Figura 33**

*Equipo técnico-científico, supervisores y encuestadores del proyecto Climandes. Puno, 01/12/2016*



**Figura 34**

*Taller de preparación, prueba de cuestionario. Paucarcolla, Puno, 01/12/2016*



**Figura 35**

*Encuestas a agricultores del Distrito de Zepita, provincia Chuito, 06/12/2016*



**Figura 36**

*Encuestas a agricultores del distrito de Ilave, provincia El Collao, 08/12/2016*



**Figura 37**

*Encuesta a agricultores en el distrito de Ácora, provincia de Puno, 13/12/2016*



**Figura 38**

*Encuesta a agricultora del distrito de Juli, provincia El Collao, 15/12/2016*



**Figura 39**  
Encuesta a agricultora en el distrito de Paucarcolla,  
provincia Puno, 01/12/2016



**Figura 40**  
Encuestas a agricultores del distrito de Ilave,  
provincia El Collao, 09/12/2016



**Figura 41**  
Presentación de resultados del estudio en Puno,  
15/11/2017



**Figura 42**  
Presentación de resultados del estudio en Lima,  
09/11/2017



**Anexo 5:** Estaciones meteorológicas seleccionadas del SENAMHI en Puno

**Tabla 19**

*Estaciones meteorológicas de referencia*

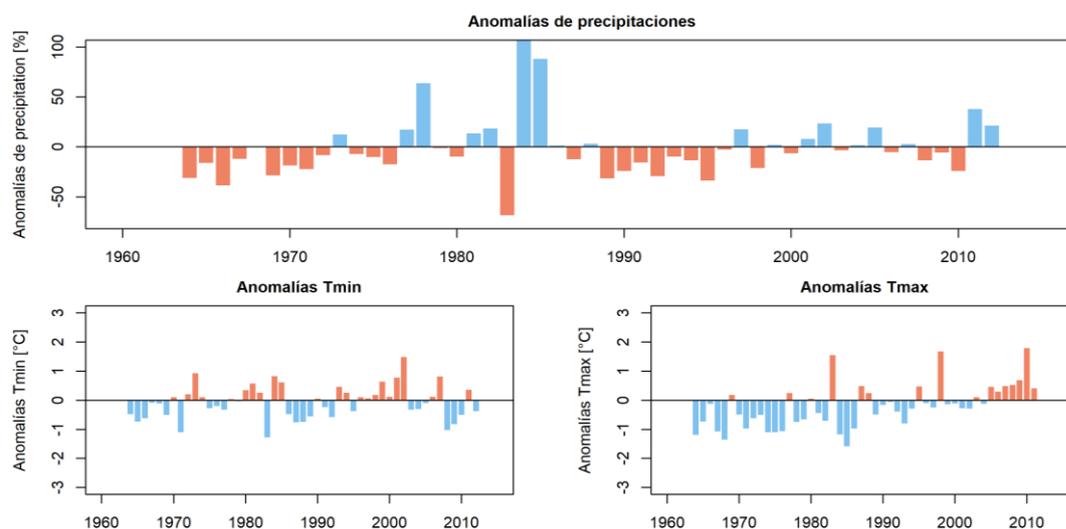
| <b>Estación</b> | <b>Locación</b>         | <b>Zona</b> | <b>Altitud</b> | <b>Periodo</b> |
|-----------------|-------------------------|-------------|----------------|----------------|
| Progreso        | 14°40'12"S / 70°21'36"O | Norte       | 3918           | 1964 -2017     |
| Lampa           | 15°21'36"S / 70°22'12"O | Centro      | 3868           | 1964 - 2017    |
| Desaguadero     | 16°33'36"S / 69°02'24"O | Sur         | 3837           | 1960 - 2017    |

*Fuente:* Flubacher et al. (2018).

## Anexo 6: Anomalía anual de la precipitación, temperatura máxima y mínima en Puno

**Figura 43**

*Anomalía de la precipitación, temperatura máxima y mínima para la estación Lampa*



Fuente: Tomado de Flubacher et al. (2017).

## Anexo 7: Escenario de riesgos por sequías y heladas del Departamento de Puno

**Tabla 20**

*Número de distritos por provincias, según intensidad de la sequías y niveles de riesgos*

| Intensidad<br>Provincia | Sequías extremas |           |           |          | Sequías severas |           |           |          | Sequías moderadas |           |           |          |
|-------------------------|------------------|-----------|-----------|----------|-----------------|-----------|-----------|----------|-------------------|-----------|-----------|----------|
|                         | MA               | A         | M         | B        | MA              | A         | M         | B        | MA                | A         | M         | B        |
| Azángaro                | 4                | 11        | -         | -        | 2               | 13        | -         | -        | 3                 | 9         | 3         | -        |
| Carabaya                | -                | -         | 2         | -        | -               | -         | 2         | -        | -                 | -         | 2         | -        |
| Chucuito                | 3                | 4         | -         | -        | 3               | 4         | -         | -        | 3                 | 4         | -         | -        |
| El Collao               | 2                | -         | 3         | -        | -               | 2         | 3         | -        | 1                 | 1         | 2         | 1        |
| Huancané                | 3                | 4         | 1         | -        | 3               | 4         | 1         | -        | 3                 | 4         | 1         | -        |
| Lampa                   | 1                | 4         | 4         | 1        | -               | 4         | 5         | 1        | -                 | 2         | 6         | 2        |
| Melgar                  | -                | 6         | 3         | -        | -               | 6         | 3         | -        | -                 | 2         | 7         | -        |
| Moho                    | 1                | 3         | -         | -        | 1               | 3         | -         | -        | -                 | 3         | 1         | -        |
| Puno                    | 3                | 9         | 3         | -        | 3               | 8         | 4         | -        | 1                 | 8         | 3         | 3        |
| San Antonio de P.       | -                | 2         | 2         | -        | -               | 2         | 2         | -        | -                 | 2         | 2         | -        |
| San Román               | 2                | 2         | 1         | -        | 1               | 3         | 1         | -        | -                 | 4         | 1         | -        |
| Sandia                  | -                | 1         | -         | -        | -               | 1         | -         | -        | -                 | 1         | -         | -        |
| Yunguyo                 | -                | 2         | 4         | 1        | 1               | 5         | 1         | -        | 1                 | 5         | 1         | -        |
| <b>Total</b>            | <b>19</b>        | <b>48</b> | <b>23</b> | <b>2</b> | <b>14</b>       | <b>55</b> | <b>22</b> | <b>1</b> | <b>12</b>         | <b>45</b> | <b>29</b> | <b>6</b> |

Nota: niveles de riesgo: MA=Muy alto, A=Alto, M=Medio, B=Bajo

Fuente: CENEPRED (2021).

**Tabla 21**

*Número de distritos por provincias, según afectación de helada y niveles de riesgos*

| Intensidad        | Heladas   |           |           |          |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
|                   | Provincia | MA        | A         | M        |
| Azángaro          | 3         | 7         | 5         | -        |
| Carabaya          | 5         | 2         | 2         | -        |
| Chucuito          | 2         | 4         | 1         | -        |
| El Collao         | 3         | -         | 2         | -        |
| Huancané          | 1         | 6         | 1         | -        |
| Lampa             | 5         | 3         | 2         | -        |
| Melgar            | 5         | 4         | -         | -        |
| Moho              | 1         | 2         | 1         | -        |
| Puno              | 3         | 4         | 8         | -        |
| San Antonio de P. | 2         | 3         | -         | -        |
| San Román         | -         | 3         | 2         | -        |
| Sandía            | -         | 3         | 3         | -        |
| Yunguyo           | -         | 1         | 4         | 2        |
| <b>Total</b>      | <b>30</b> | <b>42</b> | <b>31</b> | <b>2</b> |

*Nota:* niveles de riesgo: MA=Muy alto, A=Alto, M=Medio, B=Bajo

*Fuente:* CENEPRED (2022).

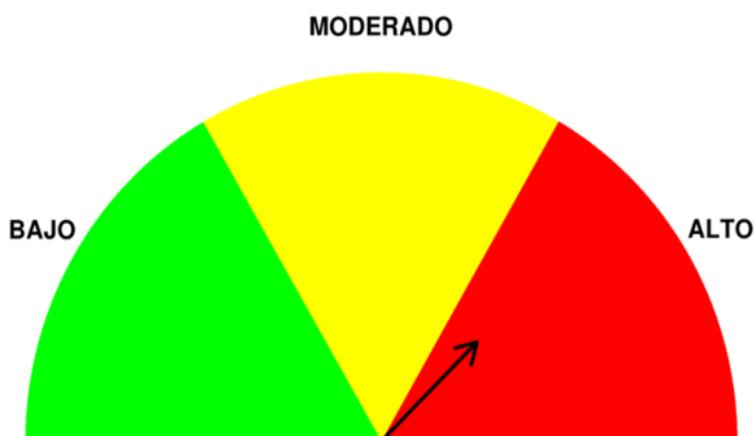
### **Anexo 8:** Productos hipotéticos presentados en el cuestionario

Producto 1: Pronóstico por radio local "Hay un fuerte índice de sequía para esta temporada", ¿Qué significa?

- "Precipitaciones por debajo de lo normal esta temporada"
- "Es seguro que habrá sequía"
- "La sequía es probable en esta temporada"
- "La lluvia comienza a finales de esta temporada"
- "No hay lluvia este año"
- "No entiendo la información"
- Otro:...

|   |
|---|
|   |
|   |
| ✓ |
|   |
|   |
|   |
|   |

Producto 2: En el siguiente gráfico, el color indica el nivel de riesgo de heladas bajo (verde), medio (amarillo) o alto (rojo) durante los próximos tres meses y la longitud de la flecha indica la incertidumbre de la información, a mayor tamaño mayor confiabilidad ¿Cómo interpreta la gráfica?



- a. “El riesgo de heladas es alto”
- b. “El riesgo de heladas es bajo”
- c. “No habrá días de heladas”
- d. “Todos los días van a ser días de heladas”
- e. “Habrá más días con heladas que lo normal”
- f. “Habrá menos días con heladas que lo normal”
- g. “No sé cómo será el riesgo de helada”
- h. “No entiendo la gráfica”
- i. Otro: \_\_\_\_\_

|   |
|---|
| ✓ |
|   |
|   |
|   |
| ✓ |
|   |
|   |
|   |
|   |