

Estudio de vulnerabilidad, riesgo y valoración de los beneficios socioeconómicos de los servicios climáticos para los cultivos de papa y quinua en la región de Puno en Perú

Estudio ejecutado por el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN) con el apoyo financiero del Programa Regional Andino para el Fortalecimiento de los Servicios Meteorológicos, Hidrológicos, Climáticos y el Desarrollo, financiado por el Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia



Y el apoyo institucional de: SENAMHI y la Dirección Regional Agraria de Puno



Guayaquil, 2015

Créditos

Autores

El presente estudio es realizado por el equipo del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN):

Daniel Pabón, Director Internacional

Rodney Martínez, Coordinador del Proyecto

Pilar Ycaza, Jefe de Productos Geoespaciales

Diana Espinoza, Especialista SIG

Norma Betancourt, Especialista en Fortalecimiento de Capacidades

Juan José Nieto, Jefe de Servicios Climáticos

Elba Fiallo, Especialista en Adaptación al Cambio Climático

Eduardo Zambrano, Especialista de Servicios climáticos

Julián Hernández, Especialista SIG

Virgilio Benavides, Especialista SIG

Agradecimientos

A la Eco. Gilda Mary Carcausto Segura de la Dirección Regional Agraria de Puno, y al Ing. Sixto Flores de la Dirección Regional de SENAMHI Puno por decidida colaboración en la ejecución de este estudio.

Cita sugerida

CIIFEN (2015). Estudio de vulnerabilidad, riesgo y valoración de los beneficios socioeconómicos de los servicios climáticos para los cultivos de papa y quinua en la región de Puno en Perú. Programa Regional Andino para el Fortalecimiento de los Servicios Meteorológicos, Hidrológicos, Climáticos y el Desarrollo (PRASDES). Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN), Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia (MAEF). Guayaquil, 2015.

Índice

1	Resumen Ejecutivo.....	1
2	Introducción.....	4
3	Objetivo general	5
3.1	Objetivos específicos:	5
4	Contexto del estudio	6
4.1	Perfil del agricultor	7
4.2	Sistema de producción	7
4.3	Caracterización climática del departamento de Puno	8
5	Metodología	9
5.1	Análisis de amenazas climáticas para el Departamento de Puno	11
5.1.1	Datos y métodos de análisis	11
5.1.2	Los datos utilizados	11
5.1.3	Metodología para el análisis de la variabilidad climática	11
5.1.4	Metodología de elaboración de tendencias de cambio climático	12
5.1.5	Proyecciones de cambio climático.....	13
5.2	Estimación de vulnerabilidad socioeconómica de la población	14
5.2.1	Representación de Resultados	14
5.2.2	Indicadores empleados	15
5.3	Análisis de relación de eventos adversos y pérdidas agrícolas	21
5.3.1	Análisis preliminar de daños.....	21
5.3.2	Relación eventos adversos-pérdidas agrícolas.....	22
5.4	Fase de levantamiento en campo	23
5.4.1	Definición de zonas prioritarias y selección de puntos de muestreo	23
5.4.2	Levantamiento de información en campo	23
5.5	Estimación de beneficios económicos y sociales	25
5.5.1	Estimación de beneficios económicos asociados a los servicios climáticos por pérdidas evitadas	25
5.5.2	Estimación de beneficios sociales.....	29
6	Resultados	30
6.1	Análisis de las tendencias de cambio climático en la región de Puno	30
6.1.1	Tendencia de índices en estaciones en el Departamento de Puno.....	30
6.1.2	Proyecciones de modelos de cambio climático.....	30
6.2	Análisis de vulnerabilidad social y económica de la población	33
6.2.1	Vulnerabilidad social	33

6.2.2	Vulnerabilidad económica	33
6.2.3	Vulnerabilidad socioeconómica.....	34
6.3	Análisis de la relación de eventos adversos -pérdidas económicas.....	36
6.3.1	Análisis de daños en cultivos por eventos hidrometeorológicos	36
6.3.2	Análisis de correlación eventos adversos-pérdidas agrícolas	37
6.4	Análisis de las encuestas.....	39
6.5	Estimación de beneficios económicos asociados a los servicios climáticos por pérdidas evitadas.....	39
6.6	Estimación de beneficios sociales de la población.....	42
7	Discusión.....	45
8	Conclusiones.....	47
9	Bibliografía.....	48
10	Anexos.....	51

Índice de imágenes

Figura 1 División política del Departamento de Puno.....	6
Figura 2 Vulnerabilidad por población en condición de pobreza (izquierda) y pobreza extrema (derecha) por distrito	16
Figura 3 Vulnerabilidad por tasa dependencia por edad	17
Figura 4 Vulnerabilidad por población en condición de analfabetismo	18
Figura 5 Vulnerabilidad por PEA desocupada.....	19
Figura 6 Vulnerabilidad por PEA dedicada a actividades agropecuarias	20
Figura 8 Daños ocasionados en cultivos por fenómenos naturales y antrópicos en Ha. afectadas y destrozadas (2003-2013).	21
Figura 8 Porcentaje de cambio de la precipitación media anual para el periodo 2020-2039 respecto al período de referencia 1980-2000 obtenido mediante combinación de modelos	31
Figura 9 Cambio de temperatura media anual del aire para el periodo 2020-2039 respecto al periodo de referencia 1980-2000 obtenido mediante combinación de modelos	32
Figura 11 Vulnerabilidad social del Departamento de Puno a nivel distrital	33
Figura 12 Vulnerabilidad económica del Departamento de Puno a nivel distrital	34
Figura 13 Vulnerabilidad Socioeconómica del Departamento de Puno a nivel Distrital	35
Figura 14 Cultivos afectados por fenómenos hidrometeorológicos 2003-2013	36
Figura 15 Cultivos destrozados por fenómenos hidrometeorológicos 2003-2013	37

Índice de tablas

Tabla 1 Estaciones meteorológicas de la zona empleadas.....	11
Tabla 2 Actividades relacionadas al ámbito agropecuario de acuerdo al indicador "Ocupación principal que desempeña"	19
Tabla 3 Detalle de distritos escogidos para muestreo	23
Tabla 4 Número de encuestas por distritos.....	24
Tabla 5 Pérdidas estimadas de papa en Puno a nivel provincial para el período 2003-2013.....	37
Tabla 6 Pérdidas estimadas de quinua en Puno a nivel provincial para el período 2003-2013.....	38
Tabla 7 Total de pérdidas agrícolas de los cultivos de papa y quinua en el Departamento de Puno, en el período que respondieron frente a la información del SENAMHI. Periodo: 2003-2013	39
Tabla 8 Escenarios de pérdidas evitadas de los cultivos de papa y quinua en Puno. Periodo: 2003-2013	40
Tabla 9 Estimación de beneficios económicos anuales por pérdidas evitadas de los cultivos de papa y quinua en el Departamento de Puno	40
Tabla 10 Beneficios económicos anuales potenciales por pérdidas evitadas (100% de respuesta de agricultores y servicios mejorados).....	41
Tabla 11 Relación de personas dedicadas a actividades agrícolas y la aplicación de medidas preventivas por número de personas a nivel departamental	43

Índice de gráficos

Gráfico 1 Ciclo Anual de la temperatura máxima, media y mínima del aire en el Departamento de Puno.	8
Gráfico 2 Ciclo anual de la precipitación media en el departamento de Puno	9
Gráfico 3 Esquema metodológico empleado para la estimación de beneficios económicos y sociales de los servicios del SENAMHI	10
Gráfico 4 Valoración y asignación de colores para la representación de la vulnerabilidad.....	15
Gráfico 5 Diagrama de relación Ha destruidas vs. eventos climáticos	22
Gráfico 6 Factores considerados para la estimación de beneficios económicos y sociales.....	25
Gráfico 7 proceso de estimación de beneficios económicos	26
Gráfico 8 Relación entre las pérdidas potenciales asociadas a agricultores con información del SENAMHI y las pérdidas agrícolas totales	27
Gráfico 9 Relación de las pérdidas potenciales de agricultores con información de SENAMHI y el factor de reducción de potenciales pérdidas por acciones de prevención	28
Gráfico 10 Proceso empleado para la estimación de beneficios sociales.....	29
Gráfico 11 Relación de personas dedicadas a actividades agrícolas y la aplicación de medidas preventivas.....	42
Gráfico 12 Detalle de aplicación de medidas preventivas por distrito encuestado	43

Acrónimos

- CIIFEN** Centro Internacional de Investigación para el Fenómeno de El Niño
- CIMHET** Conferencia de los Directores de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Iberoamericanos
- CLIMANDES** Proyecto de “Servicios climáticos con énfasis en los Andes en apoyo a las decisiones”
- DRA** Dirección Regional Agraria del Departamento de Puno
- FAOSTAT** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – División de Estadísticas
- GORE** Gobierno Regional de Puno
- INEI** Instituto Nacional de Estadísticas e Informática del Perú
- INDECI** Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú
- MAEF** Ministerio de Asunto Exteriores de Finlandia
- METEOSWISS** Oficina Federal de Meteorología y Climatología
- MIDIS** Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social del Perú
- MINAGRI** Ministerio de Agricultura y Riego del Perú
- OMM/WMO** Organización Meteorológica Mundial
- PEA** Población Económicamente Activa
- PMA** Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas
- PRASDES** Programa Regional Andino para el Fortalecimiento de los Servicios Meteorológicos, Hidrológicos, Climáticos y el Desarrollo
- SENAMHI** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
- SENAMHI Bolivia** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia
- SMHN** Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales
- UNISDR** Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres
- WMO/ OMM** World Meteorological Organization/ Organización Meteorológica Mundial

1 Resumen Ejecutivo

Los eventos hidrometeorológicos y climáticos adversos continúan aumentando su frecuencia e intensidad globalmente (WMO, 2009), y sus impactos generan muchas pérdidas económicas y humanas a la sociedad a nivel mundial. Se calcula que entre el 2010 y el 2013, se han perdido directamente más de 100 mil millones de dólares en inversiones (UNISDR, 2013). En los países en desarrollo se estima que los servicios hidrometeorológicos y las alertas tempranas salvan 23.000 vidas por año; permiten el ahorro de 300 millones a 2 mil millones de dólares por la mitigación de los impactos de los desastres naturales y entre 3 y 30 mil millones de dólares en beneficios adicionales en la economía (Hallegatte, 2012)

Mientras las pérdidas de vidas humanas y económicas van en aumento, buena parte de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) de Latinoamérica enfrentan, en forma incremental, nuevas y severas restricciones presupuestarias que amenazan la sostenibilidad de sus redes básicas de observación, la estabilidad y permanencia del personal técnico y el mantenimiento o potencial expansión de sus servicios (CIMHET, 2013)

Los aportes, por ejemplo, del Copenhagen Consensus Center¹ que está reevaluando los costos y beneficios de las acciones para el desarrollo post-2015, ha determinado, en su último informe, que el fortalecer los sistemas de alerta temprana y de reducción de riesgos, así como sus capacidades, representan beneficios entre 5 a 15 veces más que los costos de inversión. Por otro lado, el mismo estudio indica que la construcción de resiliencia y capacidad adaptativa para amenazas relacionadas con el clima en los países más vulnerables representan beneficios superiores a 15 veces los costos de inversión (Copenhagen Consensus Center, 2014)

El presente estudio es realizado por el “*Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN)*”, como parte de las actividades del “*Programa Regional Andino para el Fortalecimiento de los Servicios Meteorológicos, Hidrológicos, Climáticos y el Desarrollo (PRASDES)*” el cual es financiado por el Ministerio de Asunto Exteriores de Finlandia (MAEF). La ejecución, en campo y recolección de información secundaria, contó con el apoyo técnico y logístico de SENAMHI, a través de su Dirección Regional de Puno y la Dirección Regional Agraria de Puno.

La aproximación metodológica de este estudio se basa en la valoración de los servicios climáticos asociados a las pérdidas evitadas, que son aquellas que no ocurren porque el agricultor adoptó medidas preventivas o de respuesta oportuna como resultado del uso de información climática provista por el SENAMHI con antelación.

La investigación se llevó a cabo en la región de Puno, donde 208.994 personas se dedican a la agricultura o son trabajadores calificados agropecuarios, lo que evidencia la importancia de este sector en la economía de la región (INEI, 2007). Puno tiene una superficie cultivada total de 284.374 hectáreas (Ha) (INEI, 2012) de las cuales, aproximadamente, 56.465 hectáreas son de papa (19,85%) y 31.258 hectáreas de quinua (10,9%) (MINAG, 2013).

¹ <http://www.copenhagenconsensus.com>

El diseño de los sitios de muestreo partió de un mapeo preliminar de los daños en los cultivos asociados a eventos meteorológicos en base a los registros del INDECI (2014). A partir del análisis espacial, se identificaron las provincias con mayor impacto por hectáreas afectadas y destrozadas: Azángaro y El Collao (Impacto Muy Alto), seguidas por las provincias de Chucuito y Melgar (Alto), y finalmente las provincias de San Román, Carabaya y Huancané (Moderado). De estas provincias, con el apoyo de funcionarios de la Dirección Regional Agraria (DRA) de Puno y el SENAMHI se seleccionaron *cuatro distritos representativos*, en donde se llevaron a cabo talleres y entrevistas con las comunidades.

A partir de las estadísticas oficiales de producción (DRA, 2014) y la información de eventos hidrometeorológicos significativos de la serie de datos 2003-2013, vinculados al número de hectáreas perdidas y destrozadas (INDECI, 2014), se obtuvo un **77%** de correlación entre los eventos adversos y las pérdidas agrícolas del Departamento de Puno.

A fin de explorar el nivel de uso de la información provista por el SENAMHI y los patrones de respuesta y toma de decisiones, se aplicaron **128** encuestas a agricultores locales en los distritos de Caminaca, Ilave, Juli y Cabana mediante **4** talleres. Adicionalmente se hicieron **21** encuestas a técnicos de distintas instituciones en Puno.

Los resultados sugieren que, aunque, el **96%** de los agricultores considera que, si es importante la información del SENAMHI para sus cultivos, solo el **69%** de los entrevistados asegura escuchar regularmente los pronósticos. El **71%** de los agricultores afirma que sí puede tomar medidas frente a un evento hidrometeorológico o climático adverso: entre las principales medidas contra las heladas indican que se puede realizar fogatas y humear; para la granizada lanzar cohetes y hacer bulla con pututos² para alertar a la comunidad; y para inundaciones construir zanjas, camellones o waru-warú³.

De igual forma, el **75%** de los agricultores afirmó, además, que sí pueden tomar medidas frente a un retraso de la temporada de lluvias preparando el terreno y retrasando el período de siembra. Pese a este conocimiento, únicamente el **45%** de ellos puso, efectivamente, en práctica una acción preventiva basada en la información suministrada por SENAMHI. Con la implementación de las medidas ante heladas, granizo, inundaciones y retraso de las lluvias, los agricultores encuestados consideran que pueden salvar del **20 al 40%** de su producción.

Con base en los resultados de las encuestas y con la información real analizada en el período 2003-2013, se estimaron los beneficios económicos de la información del SENAMHI basados en las pérdidas evitadas por los agricultores. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

² **Pututo** es un instrumento de viento andino, que originariamente se fabricaba con una caracola marina

³ Es la combinación de camas elevadas con canales de riego con el fin de evitar daños debido a la erosión durante las inundaciones.

Descripción de pérdidas agrícolas en el Departamento de Puno asociadas a cultivos de papa y quinua en el período (2003-2013) anualizadas al 2013	Monto (USD)
a) Pérdidas agrícolas totales	67'426. 280
b) Pérdidas agrícolas asociadas exclusivamente a eventos hidrometeorológicos y climáticos: 77% de (a)	51'918. 235
c) Pérdidas agrícolas <u>totales</u> asociadas a los agricultores que <u>respondieron frente a información del SENAMHI</u> 45% de (b)	23'363. 206
d) Pérdidas <u>evitadas</u> asociadas a las <u>acciones de prevención</u> de los agricultores como resultado de la información del SENAMHI, valor mínimo: 20% de (c)	4'672.641
e) Pérdidas evitadas asociadas a las acciones de prevención de los agricultores como resultado de la información de SENAMHI, valor máximo: 40% de (c)	9'345. 282

Estimación de beneficios económicos anuales relacionados a cultivos de papa y quinua en Puno	Monto (USD)
a) Beneficios económicos anuales por pérdidas evitadas (mínimo):	424.785
b) Beneficios económicos anuales por pérdidas evitadas (máximo):	849.571
c) Beneficios económicos anuales por pérdidas potenciales evitadas (100% de respuesta de agricultores y servicios mejorados)	1'887. 935

Se estima que los beneficios económicos netos reales anuales de los servicios provistos por SENAMHI y medidos en su utilización efectiva por los agricultores de papa y quinua en el departamento de Puno, fluctuarían entre **424.785 USD** y **849.571 USD** por año, con un potencial de ser incrementados a **1'887.935 USD** por año, si se expande el número de usuarios de los servicios del SENAMHI entre los agricultores, y se motiva el uso de esta información para emprender acciones de prevención y respuesta adecuadas que reduzcan las pérdidas.

Los beneficios económicos obtenidos, relacionados con el presupuesto operativo de la Dirección Regional en el SENAMHI-Puno, muestran cómo la inversión en la entidad, en un plazo de cinco años, representa un beneficio que supera varias veces los costos de inversión, sin tomar en cuenta los impactos sociales positivos en la población, cuya estimación será motivo de futuras investigaciones.

2 Introducción

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) ha venido impulsando desde la década de los 90 las aproximaciones metodológicas de valoración de los beneficios socioeconómicos de los servicios climáticos. En marzo de 2007 se realizó la Conferencia Internacional sobre “Vivir Seguro y Sostenible”, en la que uno de sus propósitos era evaluar, demostrar y finalmente mejorar los beneficios sociales y económicos de los servicios meteorológicos, hidrológicos y climáticos. La Conferencia acordó el Plan de Acción de Madrid (2007) que, entre las varias acciones, alentaba a los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) y a la comunidad científica de las ciencias sociales a desarrollar metodologías para cuantificar los beneficios de los servicios, y en particular desarrollar nuevas técnicas de evaluación económica, nuevas guías para el uso operacional de estas técnicas de evaluación, fortalecimiento de capacidades y la presentación de resultados de las evaluaciones a los gobiernos, donantes e instituciones financieras. Para ello se requería el desarrollo de proyectos pilotos o demostración de los beneficios de los servicios provistos por los SMHN.

Las aproximaciones para la estimación y valoración de los beneficios socioeconómicos de los servicios hidrometeorológicos y climáticos continúan en construcción y son diversas, dependiendo del contexto geográfico, cultural y, muy especialmente, del segmento de beneficiarios analizado (Perrels, A., Frei, Th., Jamin, L. & Thomalla A. 2013; WMO. 2013).

En la región Andina, particularmente en Perú, existen dos estudios previos que buscan aportar en el desarrollo metodológico para la valoración de los beneficios socioeconómicos de los servicios climáticos: el primer estudio lo ejecutó el proyecto CLIMANDES, mediante el cual se hizo una estimación de los beneficios de los servicios climáticos de café y maíz en la región del Cuzco. El segundo estudio de caso fue realizado por el Banco Mundial sobre la agricultura en el Departamento de Ica, dentro de la propuesta de modernización del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) (Banco Mundial, 2014).

El presente estudio fue desarrollado por el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN), como parte de las actividades del “Programa Regional Andino para el Fortalecimiento de los Servicios Meteorológicos, Hidrológicos, Climáticos y el Desarrollo (PRASDES)”, financiado por el Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia (MAEF).

3 Objetivo general

Estimar la vulnerabilidad, riesgos y valoración de los beneficios socioeconómicos de los servicios climáticos mejorados del SENAMHI, para los agricultores asociados a los cultivos de papa y quinua en la región de Puno en Perú

3.1 *Objetivos específicos:*

- Realizar el levantamiento de información para la estimación de la vulnerabilidad socioeconómica en los cultivos de papa y quinua en la región de Puno.
- Analizar las amenazas climáticas, frecuencias y riesgos en los cultivos de papa y quinua en la región de Puno.
- Estimar la vulnerabilidad y riesgos de los cultivos de papa y quinua en la región de Puno.
- Describir los patrones de pérdidas asociadas a eventos climáticos adversos y las consecuencias económicas para los agricultores de papa y quinua en la región de Puno.
- Estimar los beneficios socioeconómicos derivados de los servicios climáticos mejorados para los agricultores de papa y quinua por pérdidas evitadas.

4 Contexto del estudio

El estudio fue desarrollado en el Departamento de Puno, ubicado al suroeste de Perú situado en la zona central de la gran meseta del Collao. Limita por el norte con el Departamento Madre de Dios, por el este con el Estado Plurinacional de Bolivia, por el sur con el Departamento de Tacna y el Estado Plurinacional de Bolivia y con el oeste con los Departamentos de Moquegua, Arequipa y Cuzco.

Está constituido por 13 provincias y 109 distritos, posee una población de 1'268.441 habitantes (633.332 hombres y 635.109 mujeres), representando el 4.6% de la población a nivel nacional, 61% de la población se encuentra entre 15 y 64 años, 32% es menor a 15 años y 7% mayor a 65 años (INEI, 2007). La información más detallada consta en el Anexo 1 del presente documento.

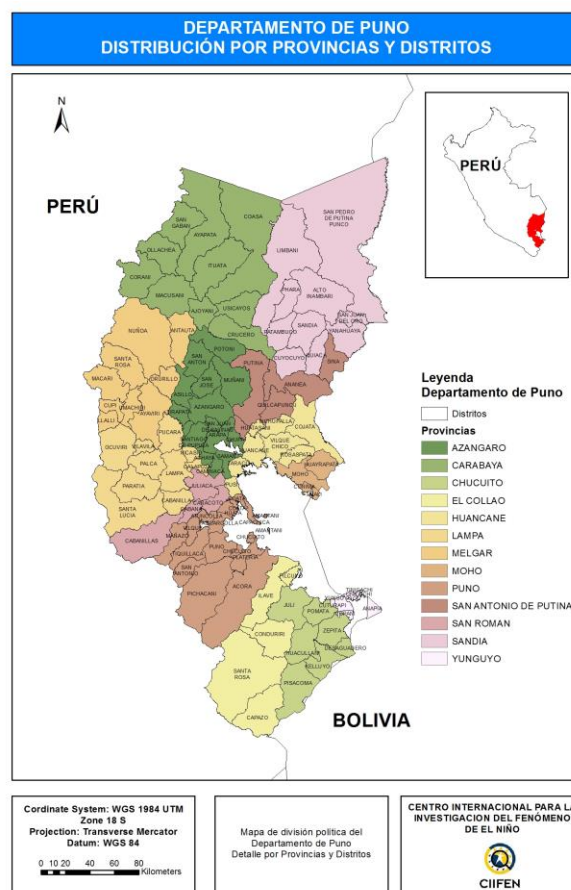


Figura 1 División política del Departamento de Puno

Fuente: Elaboración propia a partir de INEI (2007)

El Departamento de Puno tiene un 16% de habitantes que no saben leer ni escribir (INEI, 2007), en relación a niveles de pobreza presenta 60.8% de habitantes en condición de pobreza y 25.9% en el rango de pobreza extrema (INEI & UNFPA, 2009)⁴.

De acuerdo a las estadísticas nacionales Puno representa el 8.9% de la población económicamente activa (PEA) con dedicación agropecuaria a nivel nacional. A nivel

⁴ <http://www.unfpa.org.pe/publicaciones/publicacionesperu/INEI-Mapa-Pobreza-2009.pdf>

departamental el 47% de la PEA tiene dedicación agropecuaria, lo que lo define como un Departamento con gran vocación agropecuaria, a pesar de lo cual tiene una diversidad de actividades alternativas que ronda el 53% de la PEA. (ANEXO 2 & 3)

Existen 212.215 unidades productivas agropecuarias en Puno, de las cuales 14.014 cuentan con acceso a riego (INEI, 2012), lo que sugiere un bajo nivel de tecnificación y muestra la gran dependencia del clima para las actividades agropecuarias. Puno tiene una superficie cultivada total de 284.374 hectáreas (INEI, 2012), de las cuales aproximadamente el 19,85% es de papa con 56.465 hectáreas (MINAGRI -, 2013) y el 10,9% de quinua con 31.258 hectáreas en el 2013 (MINAG, 2013).

4.1 Perfil del agricultor

El agricultor de Puno se caracteriza por una alta vocación ancestral para dedicarse a la agricultura; sin embargo, el 39% de los agricultores buscan ingresos fuera de la unidad agropecuaria, lo que indica probablemente la baja rentabilidad de la producción, esto es un claro ejemplo de una estrategia de diversificación de fuentes de ingresos. El rango de permanencia en la actividad agrícola está entre los 20 a 69 años, siendo 20% mayor la participación de hombres (INEI, 2012), manteniéndose el rol de la mujer en la administración del hogar y apoyo a las actividades agrícolas.

4.2 Sistema de producción

Los sistemas de producción agrícola del Departamento de Puno están basados en un 75% en cultivos de tubérculos y cereales que representa 78.064 Ha (INEI, 2012). Se observa que los principales productos agrícolas del Departamento están constituidos por papa y quinua, ocupando alrededor de 65.200 Ha, lo cual representa el 63% de la producción agrícola del departamento de Puno, pero también presenta diversos tipos de cultivos propios del altiplano (cebadas, habas, oca y trigo), y producción forrajera orientada al ganado caprino lo que les otorga diversificación en sus sistemas productivos y soporte a su subsistencia.

Los sistemas de producción en la región de Puno están constituidos por mano de obra familiar y jornaleros, se emplean técnicas tradicionales para el desarrollo de las actividades y se emplean agroquímicos con el fin de mejorar la producción. (Levantamiento de información en campo, Departamento de Puno, 2014).

La **papa** es uno de los tres principales productos de consumo a nivel mundial (Devaux, A., Ordinola M., Hibon, A. & Flores R., 2010), con una producción promedio de 334 millones de toneladas métricas⁵ (FAOSTAT, 2014a), lo cual representó para el Perú en el año 2013 un valor bruto de producción de 682 millones de dólares, que corresponde al 13,7% del aporte al subsector agrícola (MINAGRI, 2013). El 54,7% de esta producción se concentra en cinco regiones (Puno, Huánuco, Cuzco, La Libertad y Junín), siendo Puno el de mayor participación nacional con el 14,1%, y con una superficie aproximada de 56.465 Ha. (MINAGRI, 2013).

Los requerimientos agroclimáticos de la papa difieren de acuerdo al estado fenológico de la planta: brotamiento, emergencia, brotes laterales, brotes florales y floración⁶. En *brotamiento*

⁵ Promedio desde el 2010 al 2013

⁶ *Emergencia*: aparecen las primeras hojas sobre la superficie del suelo; *brotes laterales*: el tallo principal empieza a ramificarse, y los brotes que surgen desde el tallo principal dan lugar a la formación del follaje; *botón floral*: aparecen los botones florales;

y emergencia, la temperatura óptima es de 17°C a 25°C. En brotes laterales, florales y floración, la temperatura óptima es de 17°C a 25°C. En maduración, la temperatura óptima es de 14°C a 20°C, y la humedad relativa para todas las etapas está entre 60% y 80%. La temperatura crítica se encuentra entre < 5°C a 30°C > (MINAGRI & SENAMHI, 2013).

Perú es el segundo productor de quinua a nivel mundial, con una producción promedio mundial de 67.084 toneladas métricas/año (FAOSTAT, 2014b), como ejemplo en el 2013 se sembró un promedio de 45.252 Ha a nivel nacional, de las cuales 31.258 Ha (69.1%) estuvieron concentradas en la región de Puno. (MINAG, 2013). Este cultivo se encuentra presente en zonas con temperaturas entre 9 y 16 °C, presentando enfermedades fúngicas en temperaturas menores a 14 °C, y humedades relativas al 80%. (SENAMHI Bolivia, 2012).

4.3 Caracterización climática del departamento de Puno

La zona de estudio se encuentra en el rango altitudinal desde los 3800 metros sobre el nivel del mar (msnm) hasta algo más de los 5500 msnm, el clima en la región es principalmente frío, con una precipitación promedio anual de 700 mm (milímetros⁷) aproximadamente y una temperatura promedio del aire anual que oscila entre 15 y 2 grados Celsius (°C). La influencia del lago Titicaca actúa en la regulación de la temperatura del aire y humedad de la zona (Grace, B. 1985).

Durante el año, la temperatura media del aire presenta una oscilación unimodal (un mínimo en el año) con máximos en marzo y noviembre, cuya amplitud promedio es de 5°C. La temperatura máxima oscila entre 11°C en julio y 17°C en noviembre, la temperatura mínima oscila entre -1°C entre junio-julio y 5°C entre diciembre-marzo.

La precipitación anual promedio presenta al igual que la temperatura, una oscilación unimodal con un período de bajas precipitaciones aproximadamente de mayo a julio y las mayores precipitaciones entre enero, febrero y marzo con promedio aproximado de 140 mm por mes.

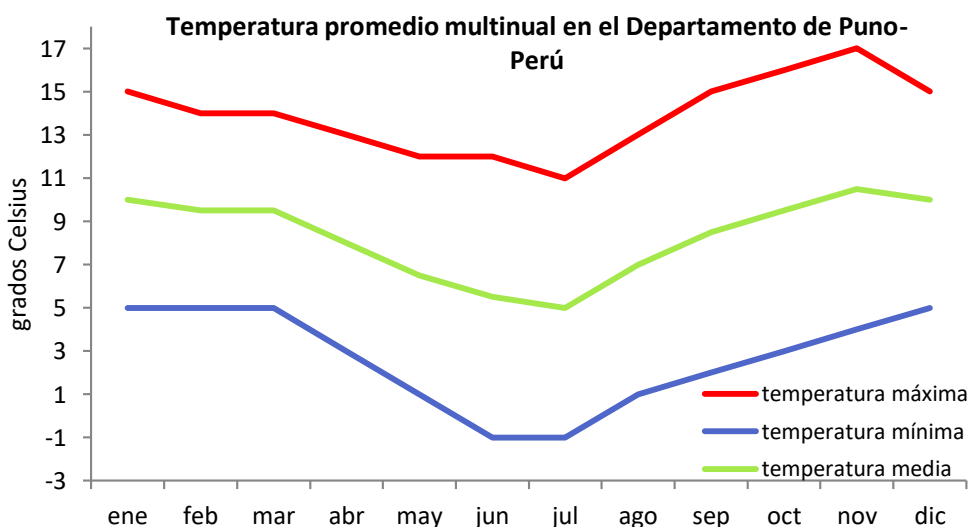


Gráfico 1 Ciclo Anual de la temperatura máxima, media y mínima del aire en el Departamento de Puno

Fuente: Elaboración propia a partir de IGP (2015)

floración: se abren las primeras flores; Maduración: se observa el cambio de color de la hoja y tiene una relación directa con la maduración del tubérculo (MINAGRI & SENAMHI, 2013).

⁷ 1 milímetro de lluvia equivale a 1 litro por metro cuadrado

Precipitación promedio multinual en el Departamento de Puno-Perú

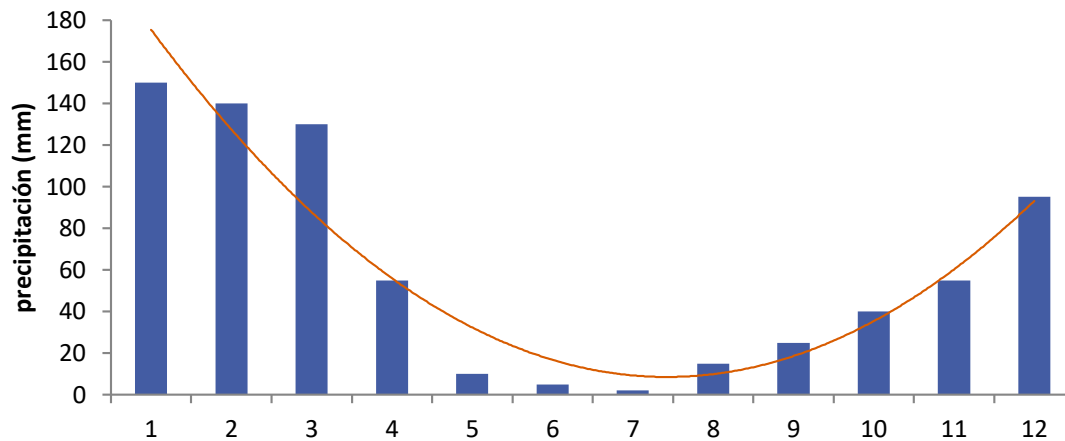


Gráfico 2 Ciclo anual de la precipitación media en el departamento de Puno

Fuente: Elaboración propia a partir de IGP (2015)

En general, la temperatura puede alcanzar valores hasta 10°C por encima o por debajo del promedio. Las temperaturas mínimas diarias que usualmente se registran en la madrugada (entre 3 y 6 am), alcanzan valores de 5°C por debajo del promedio anual de cada sitio, con situaciones extremas en las que se ubican en 11 y 12°C por debajo. En los lugares localizados por encima de los 2500 msnm, como es el caso del Departamento de Puno, las temperaturas mínimas alcanzan valores de 0°C y menos, fenómeno conocido como helada, que en la región son frecuentes entre junio y julio principalmente.

5 Metodología

Con el fin de estimar la vulnerabilidad y valorar los beneficios sociales y económicos que trae a las comunidades del Departamento de Puno la información de SENAMHI se diseñó el proceso metodológico que se detalla a continuación:

- En principio se realizó un **levantamiento de información**, la cual sirvió como base para la elaboración de la metodología empleada para lo cual se revisó material científico, informes técnicos, publicaciones e información oficial relacionadas al Departamento de Puno, tanto en los aspectos socioeconómicos, ambientales y de variabilidad climática, de modo que se logró tener una visión preliminar de la dinámica sociedad-clima en el Departamento.
- Con base en la información recabada se analizaron **las características climáticas** del área de estudio y las proyecciones climáticas para el período 2020 – 2039, con el fin de determinar las potenciales amenazas climáticas a las que está expuesta la zona de estudio.
- Se estimó **la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida** a nivel distrital dentro del área de estudio, considerando para ello variables sociales y económicas disponibles.
- Utilizando la información recabada se analizó la **relación entre los eventos adversos y las pérdidas agrícolas** a nivel provincial con el fin de determinar su grado de

- correlación y estimar el grado de impacto de los eventos climáticos sobre los cultivos de papa y quinua en el Departamento de Puno.
- Con base en este análisis se definieron **zonas prioritarias** a nivel distrital para levantamiento de información teniendo en consideración su grado de impacto y su vinculación con la dinámica productiva del Departamento.
 - Dentro de las zonas prioritarias se llevaron a cabo **talleres y encuestas a agricultores y técnicos**, las mismas que sirvieron como base para definir el comportamiento de los agricultores frente a eventos hidrometeorológicos, su grado de acceso a información climática y el empleo que le dan a la misma.
 - Con base en el análisis de vulnerabilidad, relación de eventos adversos pérdidas agrícolas y la información recabada en el levantamiento de campo, se valoraron los **beneficios socioeconómicos** asociados a las pérdidas evitadas de los agricultores de Puno gracias a la aplicación de medidas preventivas en respuesta a la información del SENAMHI.

El proceso de trabajo seguido se presenta en el siguiente gráfico:



Gráfico 3 Esquema metodológico empleado para la estimación de beneficios económicos y sociales de los servicios del SENAMHI

Fuente: Elaboración propia

5.1 *Análisis de amenazas climáticas para el Departamento de Puno*

5.1.1 Datos y métodos de análisis

La descripción del clima en el Departamento de Puno, así como la exploración de la variabilidad climática, se realizó mediante el análisis de los registros de estaciones meteorológicas localizadas en la zona. Se incluyó un análisis de datos globales provenientes de estaciones meteorológicas y otros reconstruidos. Los datos de esta base de datos global fueron extraídos tomando como referencia la ubicación de la estación meteorológica de Puno de propiedad del SENAMHI. Las proyecciones de cambio climático se realizaron mediante la combinación de resultados de 10 modelos globales y 2 modelos regionales (a nivel de Sudamérica).

5.1.2 Los datos utilizados

Para la descripción del ciclo estacional anual se utilizaron datos de precipitación diaria y mensual de las estaciones, Puno y Arapa señaladas en la tabla 1. Los datos provienen de la red de observación meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) del Perú.

Tabla 1 Estaciones meteorológicas de la zona empleadas

ESTACIONES	ALTITUD	LATITUD	LONGITUD
Puno	3.840	-15.82	-70.02
Arapa	3.920	-15.14	-70.12

Fuente: Elaboración propia a partir de SENAMHI (2015)

A partir de los datos de precipitación diaria se determinó la precipitación acumulada mensual durante el período de análisis 1970-2013, lapso común en la disponibilidad de datos para todas las estaciones. Aunque no se utiliza la norma 1971-2000 recomendada por la Organización Meteorológica Mundial, se cumple con el requerimiento de utilizar un período igual o mayor de 30 años de datos para representar los patrones climatológicos de una región. De todas maneras, en el período analizado se abarca el período estándar 1971-2000 y 1981-2010 (en reciente uso en algunos análisis).

Debido al tipo de análisis que se desarrolló se requería de datos diarios de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima con un período de al menos 30 años y un máximo de 20% de datos faltantes en toda la serie. Las estaciones que cumplieron dicha condición, dentro o cerca del área de estudio, fueron las que están anotadas en la tabla 1.

5.1.3 Metodología para el análisis de la variabilidad climática

El análisis de la variabilidad climática del departamento de Puno pretende identificar los períodos con anomalías climáticas expresadas en precipitaciones por encima o por debajo de lo normal.

Se utilizó la serie de datos mensuales de precipitación para el período 1965-2013 con la que se calculó un índice de precipitación (*IP*) que permite ver los meses en los que las lluvias estuvieron por debajo (valores negativos) o por encima (valores positivos) de lo normal. Dicho índice se calculó usando la expresión:

$IP_{i,j} = \frac{P_{i,j} - \bar{P}_i}{\sigma_i}$	[1]
---	------------

Donde

$IP_{i,j}$	Índice de precipitación del mes i , del año j .
$P_{i,j}$	Precipitación del mes i , del año j .
\bar{P}_i	Promedio multianual de precipitación del mes i (se utilizó el promedio de la secuencia de valores del mes i en el período 1971-2000).
σ_i	Desviación estándar de los valores de precipitación del mes i .

La serie del índice representa desde la variabilidad intraestacional (oscilaciones intermensuales) hasta la interanual, parcialmente la interdecadal. Para visibilizar la variabilidad interanual se filtró la serie aplicando una media móvil de 11 puntos. El comportamiento de esta serie suavizada se comparó con el comportamiento del Índice El Niño Oceánico (ONI), para establecer si hay algún efecto de los fenómenos de El Niño y de La Niña en el clima regional.

5.1.4 Metodología de elaboración de tendencias de cambio climático

Los datos de las dos estaciones fueron analizados mediante el modelo estadístico *RClimdex*, aplicado en la detección de índices de cambio climático y extremos (Karl, 1999, Peterson et al, 2005), con cuyos resultados se pretende **entender y estimar las tendencias del cambio climático** próximo en un tiempo entre 10 y 15 años, asumiendo que las condiciones del entorno se mantendrán relativamente estables. Es decir, se asume que la tendencia encontrada se mantendrá en ese lapso. Se debe tener en cuenta que las tendencias identificadas se refieren al período de análisis y se debe reconocer que en el clima existen fluctuaciones de más largo plazo que las analizadas, es decir que una tendencia en el período analizado no necesariamente representa una tendencia de largo plazo, sino que puede deberse a una fluctuación temporal (de varias décadas) en el clima.

El uso de esta herramienta requiere datos diarios de temperatura del aire y precipitación en un período igual o superior a 30 años y no más del 20% de datos faltantes. El resultado es la obtención de índices climáticos que brindan información a partir de los datos diarios, por ejemplo, el conteo de las veces durante el año en que se superó cierto nivel de precipitación o el número de veces en que la temperatura superó o descendió de ciertos valores. En total la herramienta calcula 27 índices diferentes, no todos de los cuales son aplicables a la región.

El cálculo de cada índice se lo representa anualmente, por lo que se obtiene un valor de índice para cada año, esto permite establecer la tendencia de cada uno de ellos y además estimar la significancia estadística, lo cual determina si la tendencia encontrada es meramente matemática o estadísticamente sí representa una tasa de cambio en la serie de tiempo. Por esta razón a pesar que *RClimdex* calcula todos los 27 índices, sólo se analizan los resultados donde el nivel de confianza estadística es mayor a 95%. Es posible que para muchas estaciones no se cumplan todas las condiciones anotadas, lo que no significa que los datos sean erróneos o que no exista una tendencia, sino que no se puede determinar una conclusión con este tipo de análisis.

5.1.5 Proyecciones de cambio climático

Para la proyección del clima para el siglo XXI (2020-2039) en la región, se analizaron escenarios desarrollados por diferentes centros de investigación, particularmente los del *Climate Model Intercomparison Program* (CMIP5) que sirvieron de base del Quinto Informe de evaluación del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) publicado en el año 2013. También se utilizaron los resultados facilitados de proyecciones de cambio climático desarrollados por el *Meteorological Research Institute* (Japón) y los generados por el modelo REMO (Alemania) en resoluciones de 20x20 kilómetros y 50x50 kilómetros, respectivamente. La lista de modelos utilizados en la combinación y algunas de sus características se muestran en el Anexo 4.

Los modelos numéricos utilizados para el cálculo de las proyecciones de cambio climático, utilizan como información, entre muchos otros elementos, los niveles de concentración de los gases de efecto invernadero (GEI) y de forma particular el forzamiento que efectúan sobre el sistema climático. Estos niveles de concentración conducen a generar lo que se conoce como escenarios de concentración. En el quinto informe de evaluación del IPCC, la trayectoria que siguen estos escenarios son llamados *Representative Concentration Pathways* (RCP). Existen varios escenarios, cada uno con diverso comportamiento y evolución en el tiempo: RCP2.6, RCP4.5, RCP6 y RCP8.5, siendo el RCP2.6 el más optimista y el RCP8.5 el más pesimista. (Moss et al., 2010; Van Vuuren et al., 2011)

Mediante la construcción, a partir de varios modelos, de las proyecciones de consenso (la condición que con mayor frecuencia aparece para la región) se pudo establecer lo que podría ocurrir con la temperatura del aire y con la precipitación en la región en el período indicado en términos del cambio (grados Celsius para temperatura del aire y porcentaje para precipitación) respecto al período 1981-2000.

5.2 Estimación de vulnerabilidad socioeconómica de la población

La vulnerabilidad socioeconómica hace referencia a la propensión de la población y sus medios de vida de verse afectados por las amenazas climáticas establecidas (IPCC, 2012) para el área de estudio de Puno, la misma que fue estimada mediante la siguiente aproximación:

$V_{SE} = V_S + V_E$	[2]
----------------------	------------

Dónde:

V_{SE}	Vulnerabilidad socioeconómica
V_S	Vulnerabilidad social
V_E	Vulnerabilidad económica

La estimación de la vulnerabilidad social incluyó los siguientes indicadores:

- Número total de población en condición de pobreza (TB)
- Pobreza extrema (PE)
- Dependencia por edad (DE)
- Porcentaje de analfabetos (PA)

Por su parte para la estimación de la vulnerabilidad económica se consideraron los siguientes indicadores:

- Población económicamente activa desocupada (PEA_d)
- Población económicamente activa dedicada a actividades agropecuarias (PEA_Agrop)

El aspecto ambiental del entorno se encuentra considerado transversalmente en cada indicador, pues el desarrollo de las actividades de los agricultores del Departamento de Puno se encuentra condicionado por este factor de forma directa. Con base en los indicadores detallados anteriormente, se estimó la vulnerabilidad socioeconómica de acuerdo a la siguiente formulación:

$VSE = (V_{TP} + V_{PE} + V_{DE} + V_{PA}) + (V_{PEA_d} + V_{PEA_Agro})$	[3]
--	------------

5.2.1 Representación de Resultados

Una vez que se estimó la vulnerabilidad de la inseguridad alimentaria y socioeconómica con base en las fórmulas planteadas se estableció una escala de representación de resultados, los mismos que fueron ajustados a 5 niveles empleando el método de optimización de Jenks (Jenks, 1967) conocido como "Natural Breaks".

Se empleó una escala de color con el fin de representar los 5 niveles de valoración para vulnerabilidad, así el valor más alto (5) corresponde al color rojo y el más bajo (1) al color verde oscuro (CIIFEN, 2014a), como se muestra a continuación:

Valor	Descripción de la susceptibilidad y vulnerabilidad
5	Más alta
4	Alta
3	Moderada
2	Baja
1	Más baja

Gráfico 4 Valoración y asignación de colores para la representación de la vulnerabilidad

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Indicadores empleados

Con base en la fórmula [2] planteada anteriormente se estimaron las distintas variables que la componen, las cuales se detallan a continuación:

a) Número total de personas en condición de pobreza y pobreza extrema:

Para este indicador se consideró el porcentaje total de pobres y por pobreza extrema detallado en la publicación “Mapa de pobreza Provincial y Distrital 2009” (INEI & UNFPA, 2009).

Con base en esta información se generaron índices ajustados a una escala de 100 en el sentido de la vulnerabilidad, así se consideró que aquellos distritos con mayor pobreza poseían mayor vulnerabilidad, y en su defecto los distritos donde el índice de pobreza disminuye tendrían menor valoración de vulnerabilidad.

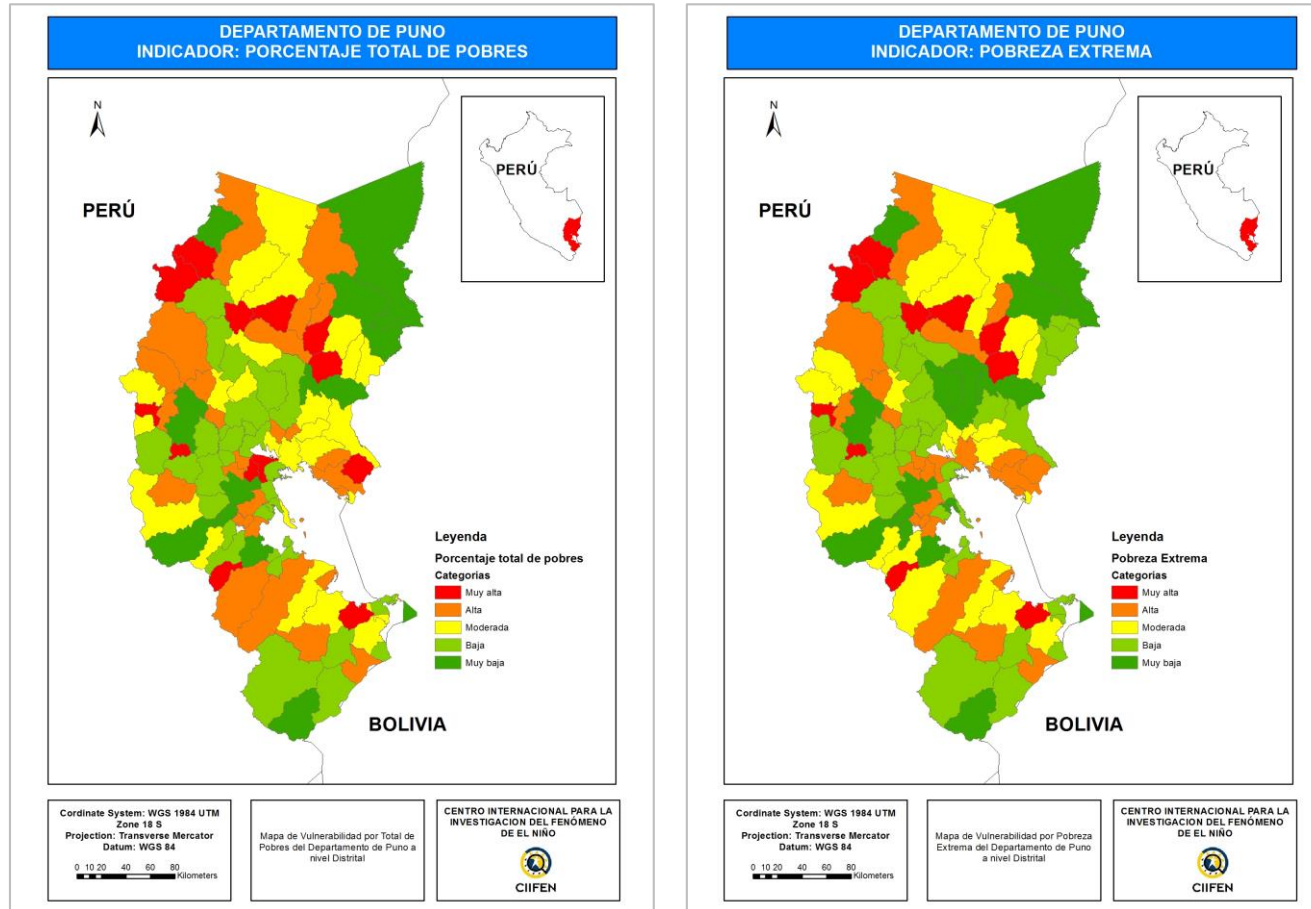


Figura 2 Vulnerabilidad por población en condición de pobreza (izquierda) y pobreza extrema (derecha) por distrito

Fuente: Elaboración propia a partir de INEI (2007)

b) Dependencia por edad

La tasa de dependencia por edad permite identificar la relación porcentual de la población económicamente no activa (personas menores de 15 y mayores de 64 años) respecto a la activa (personas entre 15 a 64 años) mediante la fórmula⁸: [4]. Los datos para el cálculo de esta tasa fueron extraídos de la página del INEI⁹ del Perú (INEI, 2007) donde se consideró el indicador “grandes grupos”.

$TDE = \frac{\text{Población} > 64 \text{ años} + \text{Población} < 15 \text{ años}}{\text{Población entre 15 y 64 años}} \times 100$	[4]
--	-------

La tasa resultante muestra qué porcentaje de la población dependiente está a cargo de la población productiva, así cuanto mayor sea esta tasa, mayor será la carga de la población para mantener a la población dependiente, por lo cual la valoración de este indicador implica que a mayor tasa de dependencia - mayor vulnerabilidad.

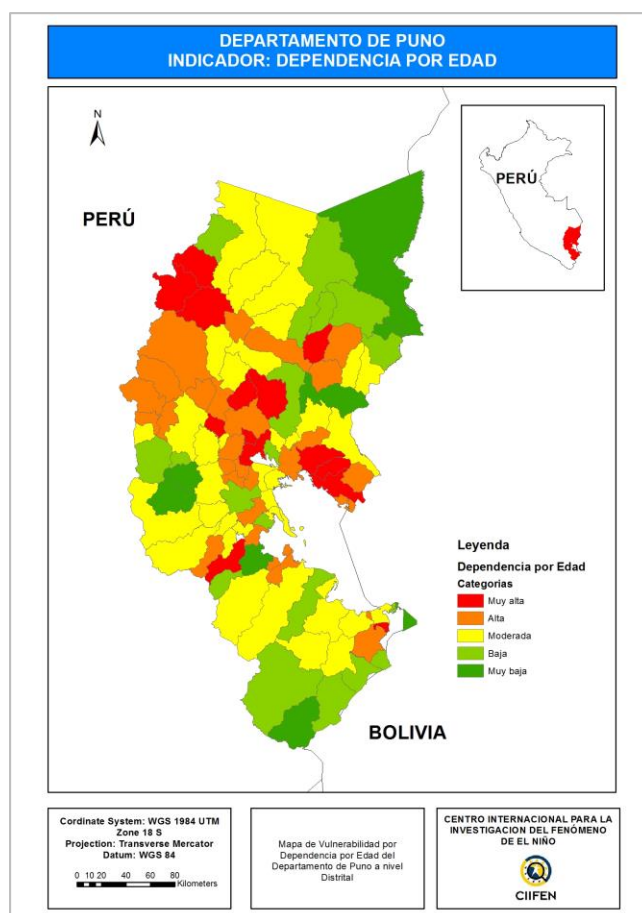


Figura 3 Vulnerabilidad por tasa dependencia por edad

Fuente: Elaboración propia a partir de INEI (2007)

⁸ http://celade.cepal.org/redatam/PRYESP/SISPPI/Webhelp/relacion_de_dependencia.htm

⁹ <http://censos.inei.gob.pe/Censos2007/redatam/#>

c) Analfabetismo

Este indicador expresa la relación que existe entre la población analfabeta con respecto al total de población por distrito con base en la información del censo de población y vivienda de Perú (INEI, 2007), para lo cual se consideraron a aquellos distritos con mayor índice de analfabetismo con mayor vulnerabilidad dentro del área de estudio.

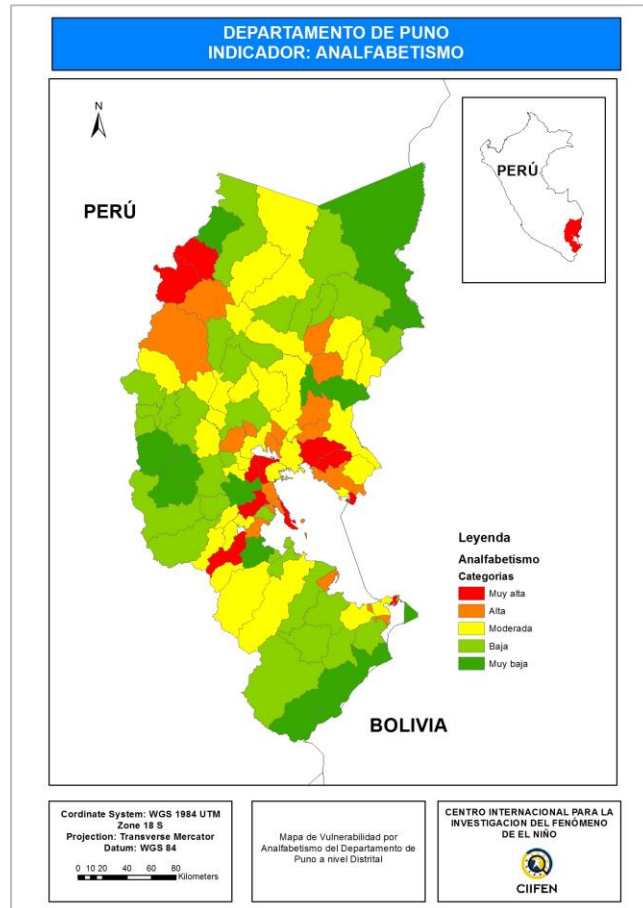


Figura 4 Vulnerabilidad por población en condición de analfabetismo

Fuente: Elaboración propia a partir de INEI (2007)

d) Población económicamente activa desocupada

Dentro de este indicador se consideraron las personas de 14 años y mayores, que en el período de referencia del censo no tenían trabajo, buscaron activamente trabajo durante la semana de referencia del censo y no lo encontraron de acuerdo al INEI (2007). Estos datos fueron estandarizados (1 – 100) para su posterior integración al cálculo de la vulnerabilidad económica, con la premisa de aquellos distritos con mayor PEA desocupada poseen mayor vulnerabilidad económica.

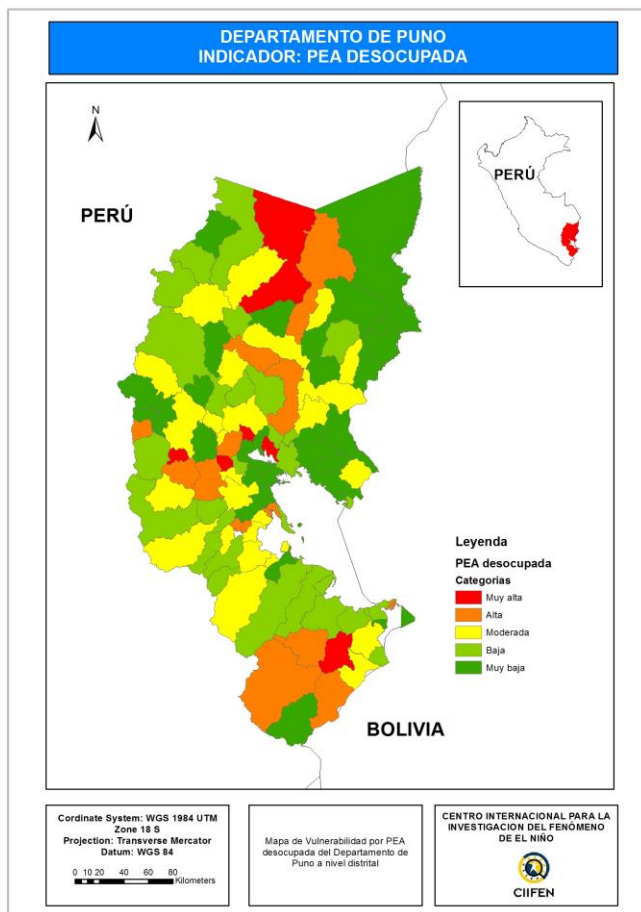


Figura 5 Vulnerabilidad por PEA desocupada

Fuente: Elaboración propia a partir de INEI (2007)

e) Población económicamente activa dedicada a actividades agropecuarias

Se considera dentro de la población económicamente activa al número de personas que tienen dedicación agropecuaria, para tal fin se empleó el indicador “ocupación principal que desempeña” del INEI (2007), en el que se consideraron las categorías relacionadas con la actividad agropecuaria, los mismos que son detalladas a continuación:

Tabla 2 Actividades relacionadas al ámbito agropecuario de acuerdo al indicador "Ocupación principal que desempeña"

Categoría asignada	Categorías (INEI, 2007)
Agricultor	Agricultores (explotadores) y trabajadores calificados de cultivos para el mercado
Agricultor	Agricultores (explotadores) y trabajadores calificados de plantaciones de árboles y arbustos
ASP	Explotadores agrícolas, polivalentes o mixtos (agrícolas, pecuarios y forestales)
Forestales	Explotador forestal
Pecuarios	Criaderos de ganado, pecuario y otros animales (excepto el ganado lechero)
Pecuarios	Explotador de ganado lechero

Categoría asignada	Categorías (INEI, 2007)
Pecuarios	Criaderos y trabajadores pecuarios calificados de otros animales para el mercado
Peones	Peones de labranza y peones agropecuarios
Peones	Peones forestales
Agricultores	Trabajadores agropecuarios

Fuente: Elaboración propia a partir de INEI (2007)

El número de trabajadores de cada una de las categorías anteriores fue sumado por distrito con el fin de determinar el total de la población dedicada a actividades agropecuarias en los diferentes distritos de Puno, calculándose luego el porcentaje de esta población respecto a la PEA-ocupada.

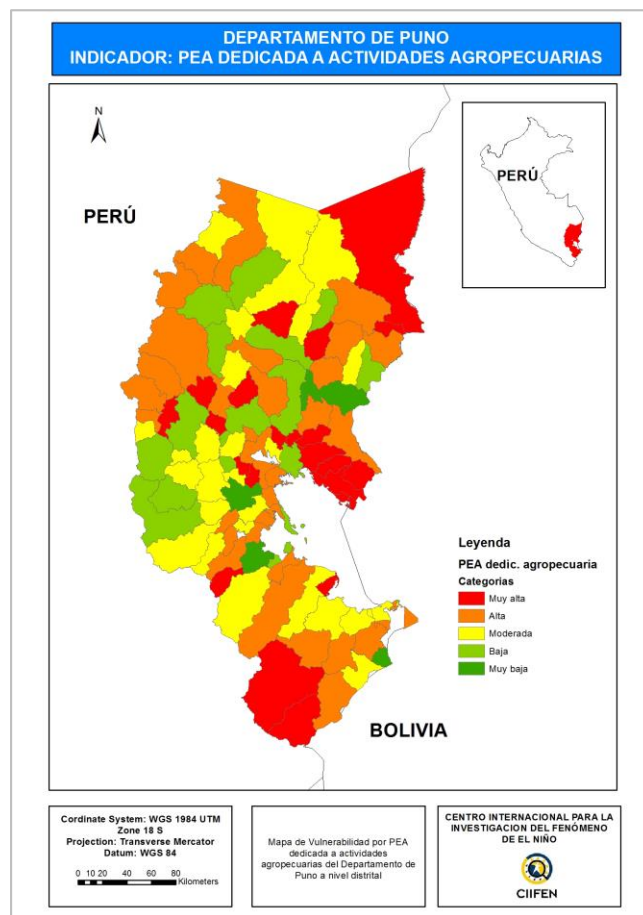


Figura 6 Vulnerabilidad por PEA dedicada a actividades agropecuarias

Fuente: Elaboración propia a partir de INEI (2007)

5.3 Análisis de relación de eventos adversos y pérdidas agrícolas

5.3.1 Análisis preliminar de daños

Con el fin de establecer una relación entre la vulnerabilidad socioeconómica y la realidad del sector agrícola del departamento de Puno asociada a eventos hidrometeorológicos y meteorológicos se llevó a cabo un análisis preliminar de daños en cultivos tomando como base registros del INDECI (2014), donde se recogen, para el caso del Departamento de Puno específicamente, las emergencias ocurridas y el tipo de fenómeno según los daños ocasionados para el período 2003-2013 como inundaciones, heladas, nevadas, granizo, tormentas eléctricas, entre otros.

La información recopilada del INDECI (2014) sirvió como base para determinar las provincias del Departamento de Puno donde se presenta mayor afectación en el ámbito agrícola, para lo cual se consideraron cultivos afectados y destrozados para el período mencionado, lo cual se recoge en el siguiente mapa:

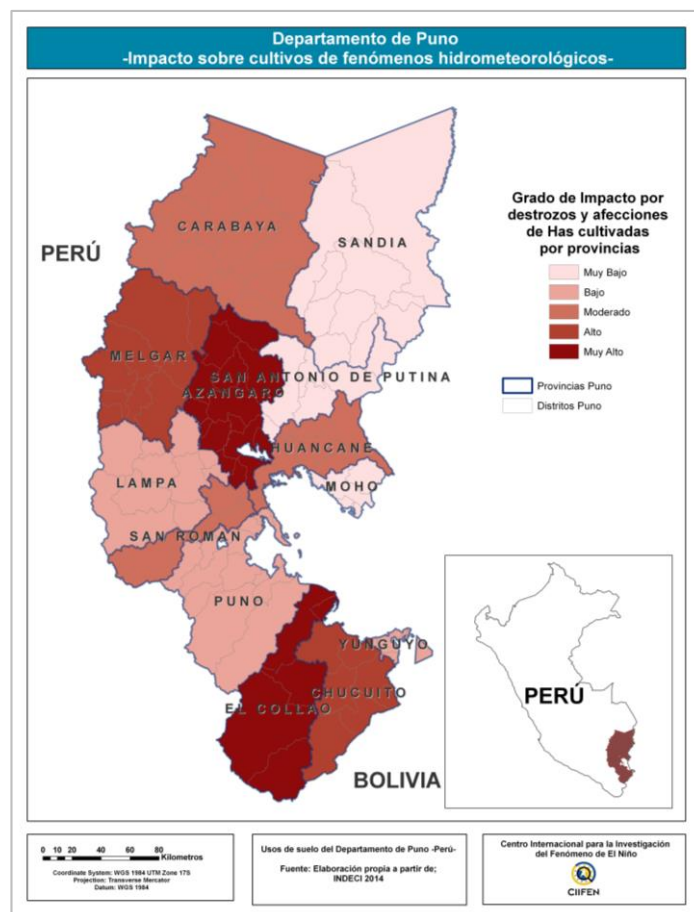


Figura 7 Daños ocasionados en cultivos por fenómenos naturales y antrópicos en Ha. afectadas y destrozadas (2003-2013).

Fuente: Elaboración propia a partir de INDECI (2014)

5.3.2 Relación eventos adversos-pérdidas agrícolas

El análisis preliminar de daños sirvió como insumo para poder determinar la relación de eventos adversos-pérdidas económicas de los agricultores de papa y quinua mediante un análisis de correlación por Provincia, el mismo que permitió explorar la magnitud de la vinculación de los eventos adversos y las pérdidas asociadas a estos cultivos, logrando así establecer una relación lineal entre estas dos variables. Con base en esta relación se calculó su coeficiente de correlación con el fin de establecer las pérdidas de papa y quinua no relacionadas con los eventos adversos del período 2003-2013 para el Departamento de Puno, de acuerdo a las estadísticas de la Dirección Regional Agraria (DRA, 2014).

Con este fin se elaboró el diagrama de dispersión Ha destruidas vs Eventos climáticos, donde se consideraron 10 provincias de las 13 que comprende el Departamento de Puno, dado que no se incluyeron Azángaro, Lampa y Melgar pues su coeficiente de determinación se presentó por debajo de 0.2, lo cual se podría atribuir a la inconsistencia de las estadísticas de pérdidas.

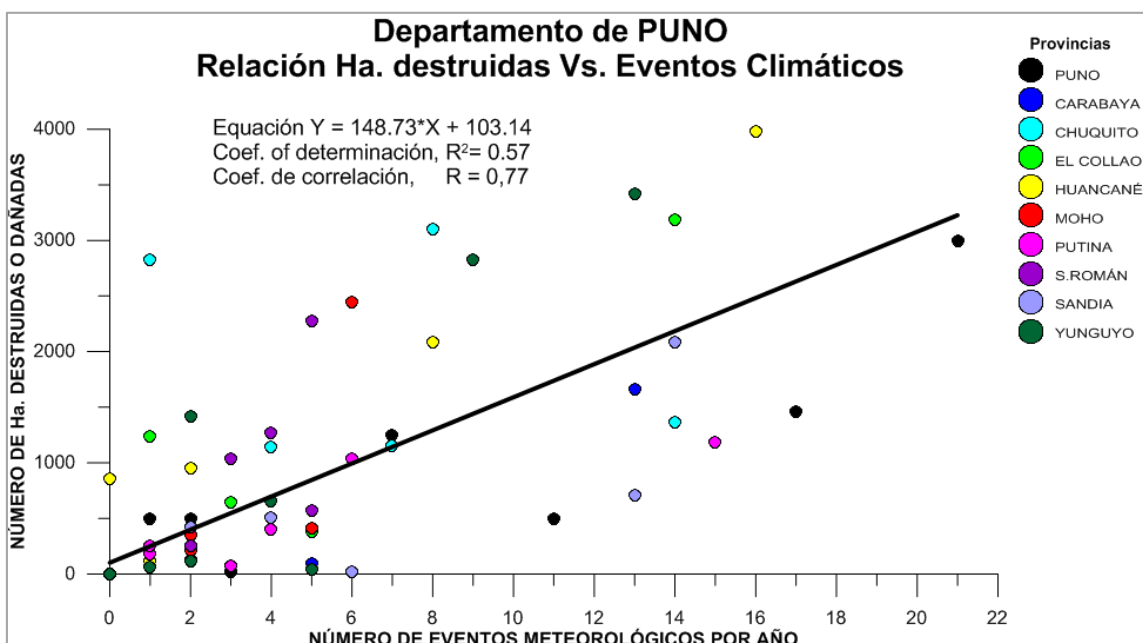


Gráfico 5 Diagrama de relación Ha destruidas vs. eventos climáticos

Fuente: Elaboración propia a partir de INDECI (2014)

En base a este análisis se determinó la ecuación de regresión lineal que explica la relación entre las dos variables y su coeficiente de correlación lineal R con el fin de estimar las pérdidas agrícolas asociadas a eventos hidrometeorológicos con base en las pérdidas agrícolas totales, lo cual se recoge en la siguiente fórmula:

$B = R \times A$	[5]
------------------	------------

Donde

- A:** Pérdidas agrícolas totales
- B:** Pérdidas agrícolas asociadas a eventos hidrometeorológicos
- R** Coeficiente de correlación entre Ha destruidas – eventos climáticos

5.4 Fase de levantamiento en campo

5.4.1 Definición de zonas prioritarias y selección de puntos de muestreo

Considerando los resultados del análisis de vulnerabilidad y la correlación de daños en cultivos, se establecieron zonas prioritarias donde se llevó a cabo el levantamiento de información mediante encuestas. Esta definición de zonas prioritarias tuvo como objetivo relacionar el comportamiento de los agricultores, de acuerdo a su nivel de vulnerabilidad social y económica, frente a eventos climáticos y dimensionar los potenciales beneficios de la información climática especialmente en la reducción de los eventos adversos (pérdidas evitadas).

A partir del análisis de daños (Figura 8) se identificaron las provincias con mayor impacto por hectáreas afectadas y destrozadas las cuales corresponden a Azángaro y el Collao (impacto muy alto), seguidas por las provincias de Chucuito y Melgar (impacto alto), y finalmente las provincias de San Román, Carabaya y Huancané (impacto moderado). De estas provincias se seleccionaron cuatro distritos, conjuntamente con los representantes de la Dirección Regional Agraria (DRA) de Puno y el SENAMHI. Para dicha selección se incluyó un criterio adicional, a saber, que los distritos debían contar con una importante producción de papa y/o quinua los mismos que se resumen en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 3 Detalle de distritos escogidos para muestreo

Provincia	Distrito	Grado de afectación
Azángaro	Caminaca	Muy alto (5)
Collao	Ilave	Muy alto (5)
Chucuito	Juli	Alto (4)
San Román	Cabana	Moderado (3)

Fuente: *Elaboración propia*

El área de producción total de los distritos seleccionados en el año 2013, suma 7.702 hectáreas de papa y 4.554,6 hectáreas de quinua (DRA, 2014), y representan el 12,08% de las unidades agropecuarias de Puno (INEI, 2012).

5.4.2 Levantamiento de información en campo

La investigación en campo fue desarrollada mediante talleres y encuestas con actores de los distritos definidos, a través de las cuales se exploraron los siguientes aspectos de los encuestados:

- Características del productor: se exploraron las principales actividades económicas de la familia.
- Dinámica de los impactos climáticos en sus actividades y estado actual del pronóstico de SENAMHI.
- Producción y pérdidas de cultivos.
- Estimado de reducción de pérdidas asociadas al conocimiento del pronóstico.

Se llevaron a cabo 128 encuestas a agricultores/as conforme a la distribución que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4 Número de encuestas por distritos

Provincia	Distrito	Número de encuestas
Azángaro	Caminaca	32
Collao	Ilave	25
Chucuito	Juli	35
San Román	Cabana	36
Total de encuestas		128

Fuente: *Elaboración propia*

Para contrastar los resultados obtenidos de las encuestas a agricultores, se realizaron 21 encuestas a técnicos agrícolas y 4 talleres en las zonas prioritarias definidas con el objeto de explorar el nivel de credibilidad, uso y aplicación de la información generada por el SENAMHI y conocer las percepciones de los agricultores, sus patrones de respuesta y de toma de decisiones frente a los eventos hidrometeorológicos y climáticos adversos; en el Anexo 5 se recoge la encuesta realizada para los distritos.

De manera específica se lograron resaltar dos aspectos fundamentales para estimar los beneficios económicos de los cultivos papa y quinua asociados a los servicios climáticos:

- La predisposición real y actual del agricultor a tomar una acción en respuesta a la información entregada por el SENAMHI, la cual muestra eventos adversos para su cultivo en distintas escalas de tiempo.
- Adelanto o retraso de la temporada de lluvias.

5.5 Estimación de beneficios económicos y sociales

Para la estimación de beneficios económicos y sociales se consideró la capacidad que tienen las comunidades del Departamento de Puno para recibir un impacto, asimilarlo y recuperarse, la incidencia de eventos hidrometeorológicos en el territorio y cómo se relacionan con las prácticas agrícolas y el conocimiento de las comunidades sobre su realidad agrícola. Con estas premisas se consideraron los factores incluidos en el gráfico 6.

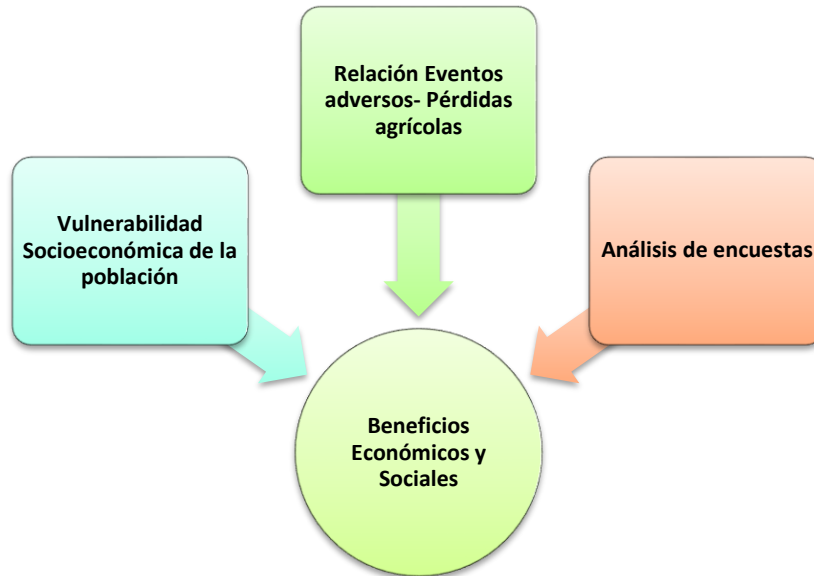


Gráfico 6 Factores considerados para la estimación de beneficios económicos y sociales

Fuente: Elaboración propia

Estos factores fueron empleados tanto para los beneficios sociales como para los económicos, teniendo para cada estimación enfoques distintos, así en el ámbito económico se consideraron estos factores asociados a las pérdidas agrícolas relacionados con eventos hidrometeorológicos, en el ámbito social estos factores fueron enfocados a explicar las repercusiones que tiene la información climática en la dinámica social de los agricultores.

5.5.1 Estimación de beneficios económicos asociados a los servicios climáticos por pérdidas evitadas

La estimación de beneficios económicos del presente estudio se basa en una aproximación de la valoración de los servicios climáticos asociados a las pérdidas evitadas, que son aquellas que no ocurren porque el agricultor adoptó medidas preventivas o de respuesta oportuna como resultado del uso de información climática provista por el SENAMHI con antelación.

Con el fin de estimar el beneficio económico de la información de SENAMHI se determinó la reducción de potenciales pérdidas por acciones de prevención con base en las encuestas recogidas en los talleres llevados a cabo en las zonas prioritarias siguiendo el esquema detallado a continuación:

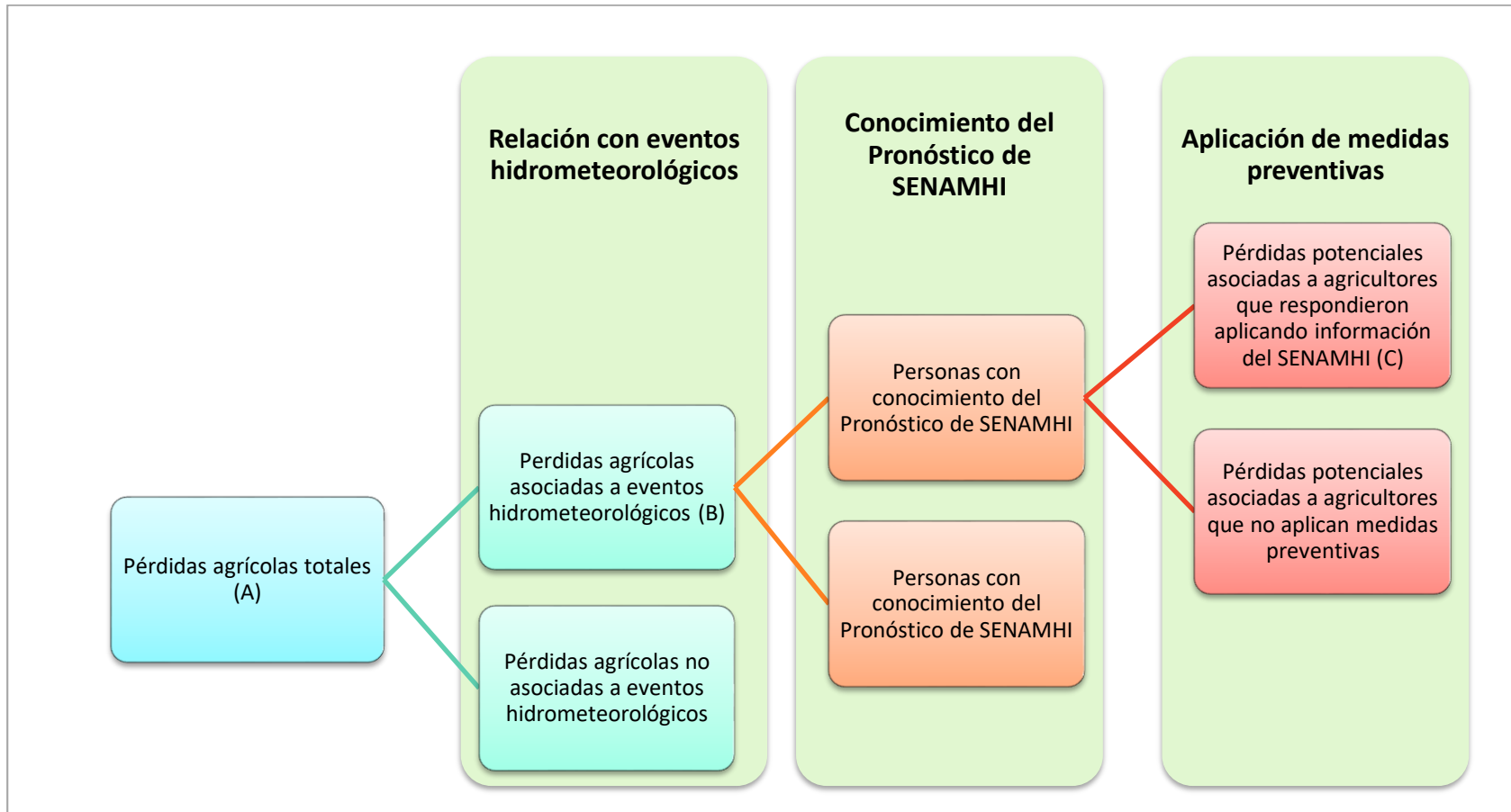


Gráfico 7 proceso de estimación de beneficios económicos

Fuente: Elaboración propia

Considerando las pérdidas agrícolas asociadas a eventos hidrometeorológicos (B) mediante el análisis de *relación eventos adversos-pérdidas agrícolas* se logró estimar el porcentaje de pérdidas agrícolas potenciales asociadas a los agricultores encuestados que conocían el pronóstico de SENAMHI y pudieron aplicar medidas en relación a las pérdidas agrícolas totales asociadas a eventos hidrometeorológicos, para lo cual se estableció el factor P_{aplic} , el cual mide esta relación, con base en la siguiente formulación:

$C = P_{aplic} \times B$	[6]
--------------------------	------------

Donde

- C : Pérdidas agrícolas potenciales asociadas a agricultores que respondieron frente a información climática de SENAMHI
- B : Pérdidas agrícolas asociadas a eventos hidrometeorológicos
- P_{aplic} : Relación conocimiento del pronóstico-implementación de medidas preventivas

La relación entre los factores **A B y C** descritos se ilustra en el diagrama de Ven presentado a continuación:

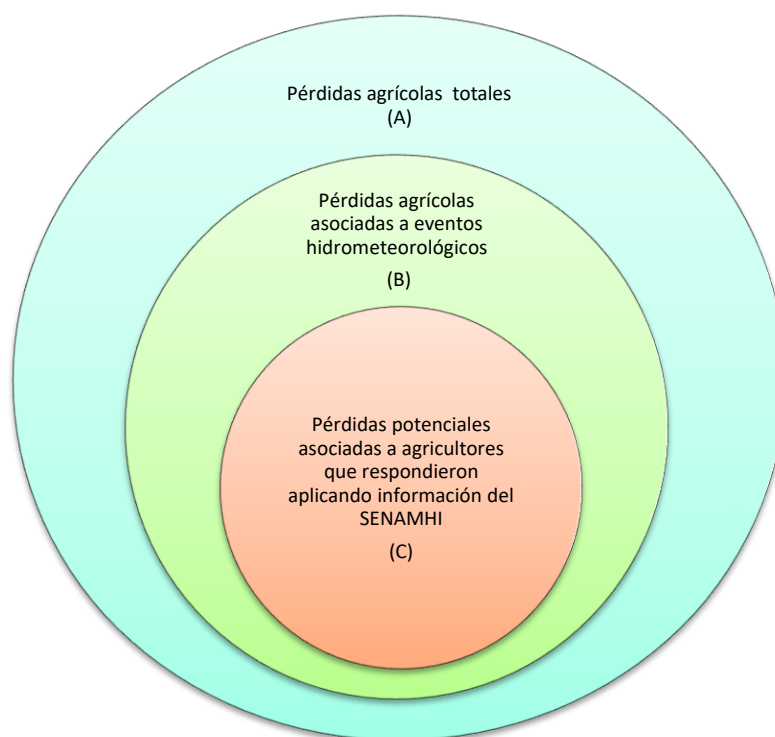


Gráfico 8 Relación entre las pérdidas potenciales asociadas a agricultores con información del SENAMHI y las pérdidas agrícolas totales

Fuente: Elaboración propia

El escenario descrito en el gráfico 8 permite visualizar cómo se relacionan las decisiones de los agricultores con el conocimiento previsto por el SENAMHI y su incidencia en el ámbito económico, y de esta forma establecer un escenario donde las pérdidas asociadas a agricultores que aplican información de SENAMHI se reducen, lo cual ha sido denominado como **reducción de potenciales pérdidas por acciones de prevención (D)**, (Gráfico 9 Relación de las pérdidas potenciales de

agricultores con información de SENAMHI y el factor de reducción de potenciales pérdidas por acciones de prevención

9)

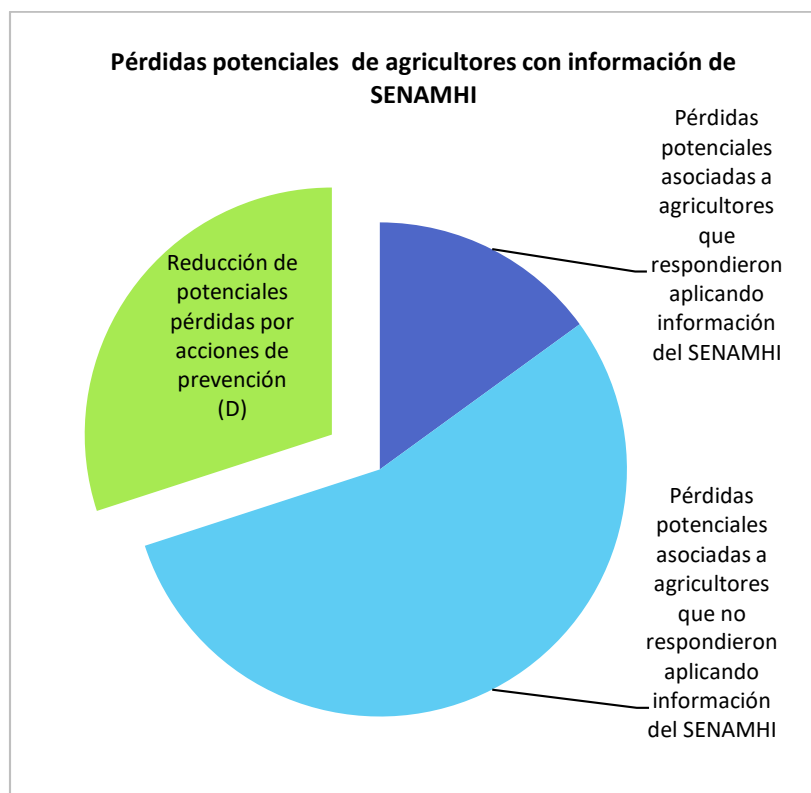


Gráfico 9 Relación de las pérdidas potenciales de agricultores con información de SENAMHI y el factor de reducción de potenciales pérdidas por acciones de prevención

Fuente: Elaboración propia

Mediante este nuevo factor se estableció un intervalo aproximado de reducción de pérdidas de agricultores que implementan medidas de las estimadas inicialmente, este intervalo estimativo se cuantificó mediante las encuestas levantadas en campo, donde los agricultores aproximaron el porcentaje de pérdidas que pueden disminuir empleando información del pronóstico con lo cual se logró establecer un valor máximo (d_2) y uno mínimo (d_1) de reducción, lo que permite definir la siguiente relación:

$d_1C < D < d_2C$	[7]
-------------------	------------

Donde

- D :** Porcentaje de reducción de potenciales pérdidas
- C :** Porcentaje de pérdidas agrícolas potenciales asociadas a agricultores que aplicaron medidas
- d_1 :** Valor mínimo de reducción de pérdidas
- d_2 :** Valor máximo de reducción de pérdidas

Este factor de **reducción de potenciales pérdidas** permitió determinar de forma cuantitativa los beneficios de los servicios climáticos actuales, así como los beneficios económicos potenciales, incentivando el mayor uso y aplicación de la información del SENAMHI.

5.5.2 Estimación de beneficios sociales

La estimación de los beneficios sociales de los servicios climáticos tiene como objetivo medir el impacto de los mismos en el ámbito social de las comunidades, verificando qué incidencia tiene el conocimiento de la información climática de SENAMHI en sus prácticas agrícolas y las repercusiones sociales que conllevan.

Con el fin de estimar estos beneficios se determinó la relación que existe entre el sector agrícola de papa y quinua y los eventos hidrometeorológicos y meteorológicos, y se determinó la incidencia de la información climática mediante la aplicación de medidas que realizan los agricultores con base en este conocimiento, este análisis fue desarrollado considerando las encuestas levantadas en las zonas prioritarias definidas donde se tomaron en cuenta aspectos relacionados a la actividad agrícola del encuestado, sus percepciones respecto al clima y las características principales del productor. El análisis desarrollado siguió el esquema mostrado a continuación:

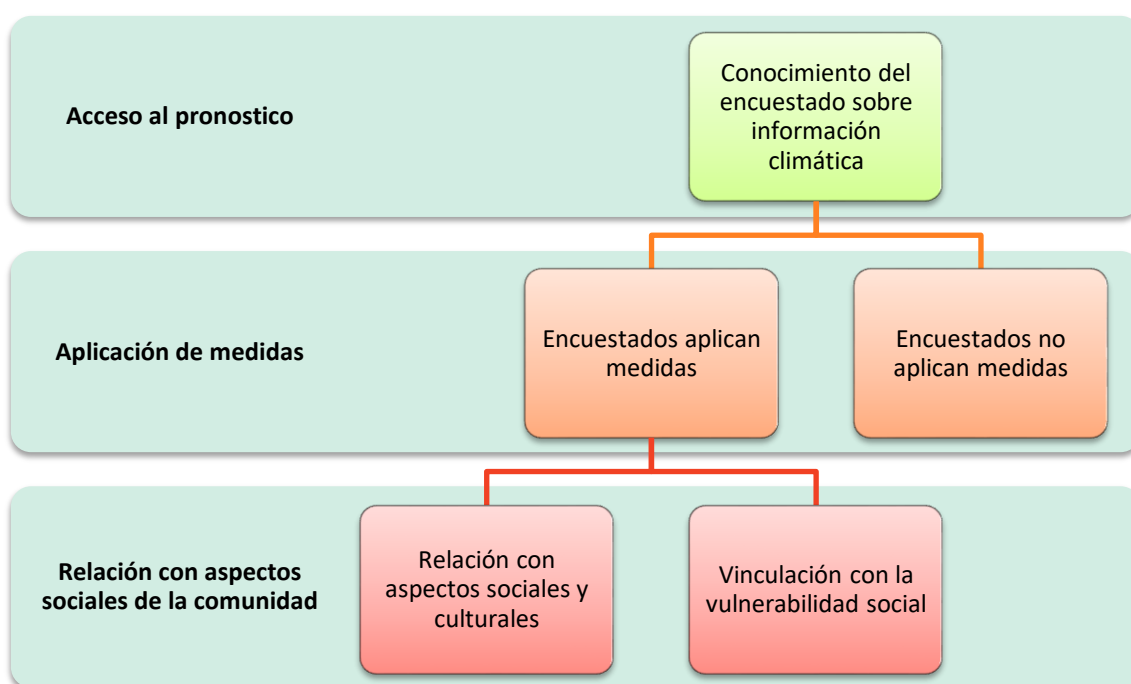


Gráfico 10 Proceso empleado para la estimación de beneficios sociales

Fuente y Elaboración: CIIFEN, 2015

Una vez que se logró determinar qué tipo de medidas aplicaron las personas con conocimiento del pronóstico se pudo inferir su relación con algunos aspectos sociales de los agricultores que las aplicaron. Se estimó qué porcentaje de personas con cargas familiares se benefician de este pronóstico, su incidencia entre pequeños y grandes agricultores, así como ciertos beneficios intangibles derivados de este conocimiento.

6 Resultados

6.1 Análisis de las tendencias de cambio climático en la región de Puno

Para efectos de análisis se ha concentrado el estudio en dos estaciones del Departamento de Puno, Arapa (1963-2013) y Puno (1964-2013). Las tendencias han sido analizadas mediante el programa RClimdex. Los datos de las estaciones provienen del SENAMHI-Perú.

6.1.1 Tendencia de índices en estaciones en el Departamento de Puno

a) Temperatura del aire

Estos índices miden la tendencia del valor mensual de la temperatura diaria (en °C), con lo que se trata de estimar la tendencia del comportamiento de las noches y días fríos, las primeras vinculadas con la ocurrencia de heladas, para el caso de estaciones donde la temperatura mínima llega a valores de cero o bajo cero grados Celsius.

En promedio en la región existe la tendencia al **incremento de 0.2°C/década**. Las tardes “cálidas” han incrementado también su temperatura, aunque de forma insignificante, 0.1 °C/década.

Pese a estos incrementos en la temperatura, la ocurrencia de heladas (número de eventos por años) se ha incrementado en el período analizado. Se registra casi un evento más de heladas por década.

b) Precipitaciones:

Estos índices miden la cantidad de lluvia anual acumulada y también permiten inferir cambios de cómo esta se distribuye durante el año, a través del conteo de días consecutivos en los que no existen precipitaciones y los días consecutivos en los que éstas se presentan, así como la ocurrencia de eventos de lluvias extremas durante el año o acumulados en períodos de 1 o 5 días, así como la intensidad de la lluvia.

Los resultados sugieren que las precipitaciones a nivel anual no han sufrido un incremento o disminución significativa, pues apenas alcanza una reducción de 2 mm por década.

Los días consecutivos en los que no se registran precipitaciones se han incrementado en los últimos años en una tasa aproximada de 3 días más por década, es decir en la actualidad se registraría períodos de 2 semanas consecutivas más sin lluvia comparado con lo que ocurría hace aproximadamente 50 años.

6.1.2 Proyecciones de modelos de cambio climático

El análisis la información extraída para la región de Puno, a partir de la combinación de diversas proyecciones elaboradas con modelos climáticos, permite establecer lo siguiente:

- Es altamente probable que para el período 2020-2039 **la precipitación media anual disminuiría en un 5-10% al sur del Lago Titicaca**, cerca de la ciudad de Puno, comparada con el período 1981-2000. En el resto del Departamento de Puno, se tendría un incremento entre 10-20% respecto al mismo período de referencia (Figura 8). Esto se refiere al promedio anual sin embargo se debe considerar que, en algún trimestre o período en particular dentro del año, es posible que ocurra un escenario diferente que al promediarse durante el año quede oculto en el análisis.

- En cuanto a la temperatura media anual, en los modelos existe el consenso de **incremento entre 1 y 1.5°C en todo el Departamento de Puno** en el período 2020-2039, comparado con el período 1980-2000. En el caso de la temperatura media, todos los modelos sin excepción indican un posible incremento (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 9). Al igual que el caso de la precipitación debe considerarse que el resultado mostrado en este análisis es un promedio y que por lo tanto puede ocurrir que en un período menor al año (un mes o un trimestre) en particular la temperatura media puede mostrar una tendencia a disminuir.

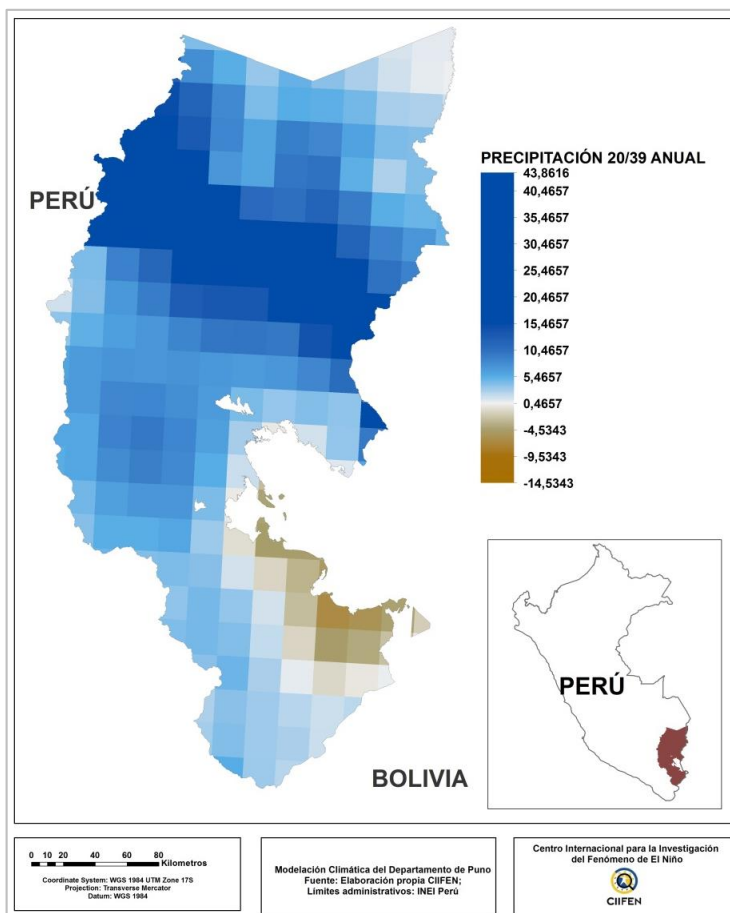


Figura 8 Porcentaje de cambio de la precipitación media anual para el periodo 2020-2039 respecto al período de referencia 1980-2000 obtenido mediante combinación de modelos

Fuente: Elaboración propia a partir de CIIFEN, 2014a

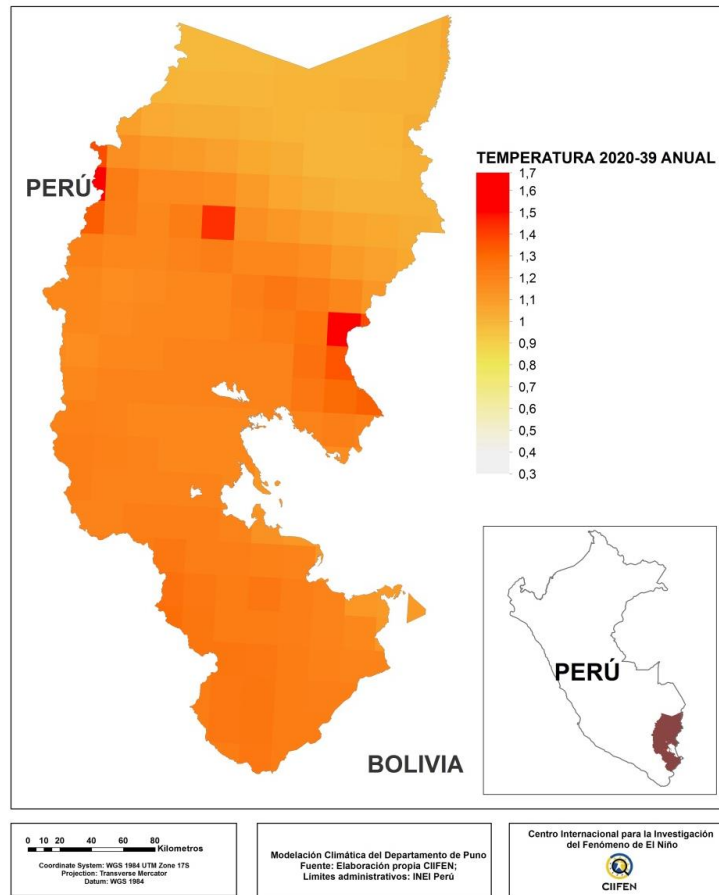


Figura 9 Cambio de temperatura media anual del aire para el periodo 2020-2039 respecto al periodo de referencia 1980-2000 obtenido mediante combinación de modelos

Fuente: Elaboración propia a partir de CIIFEN, 2014a

6.2 Análisis de vulnerabilidad social y económica de la población

6.2.1 Vulnerabilidad social

La vulnerabilidad social calculada por distritos se encuentra dispersa en el territorio en los cinco niveles valorados (muy baja, baja, moderada, alta y muy alta), lo que nos indica que cada área tiene sus particularidades que determinan el actual nivel de la vulnerabilidad social. De acuerdo a la estimación realizada la pobreza constituye uno de los factores principales de la vulnerabilidad social junto con el analfabetismo y las altas tasas de dependencia por edad presentes en el Departamento.

En la figura 11 se recoge que los valores más altos de vulnerabilidad se encuentran en la zona norte y noroeste del Departamento de Puno, en los distritos de Ollachea, Corani y Muñoz; en la zona central cercana al lago Titicaca Huayrapata, Rosaspata, Moho, Vilque Chico, Caminaca y Caracoto.

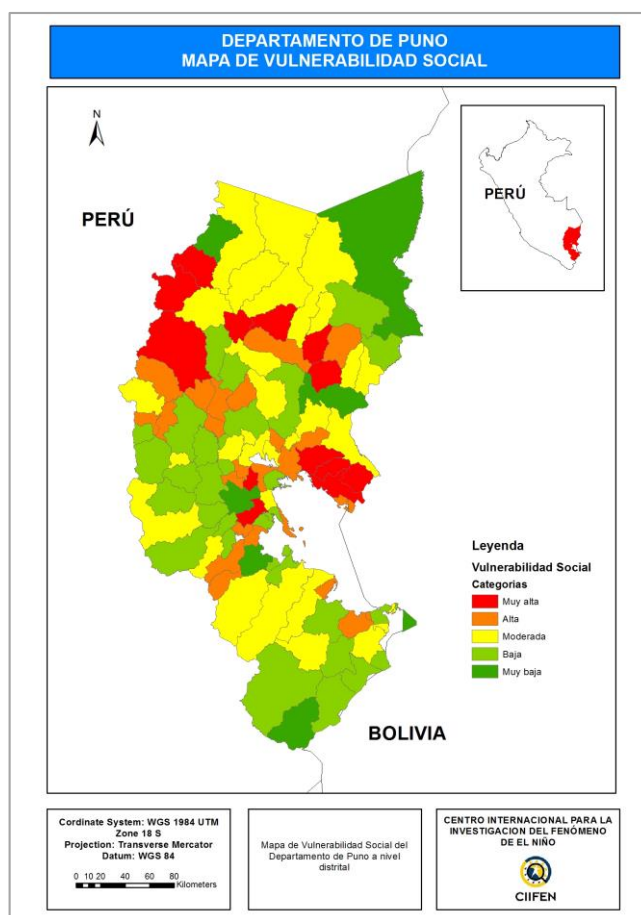


Figura 10 Vulnerabilidad social del Departamento de Puno a nivel distrital

Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Vulnerabilidad económica

De forma general la vulnerabilidad del Departamento de Puno se encuentra entre los rangos de moderada, alta y muy alta, siendo la variable de población económicamente activa dedicada a actividades agropecuarias la que incide directamente en esta valoración, dado que ante la gran dedicación agrícola y poca diversificación de actividades económicas a nivel distrital se puede estimar que habría mayor impacto en la población al presentarse amenazas sobre las actividades agrícolas que las afecten directa o indirectamente.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 12 presenta la distribución de vulnerabilidad económica dentro del Departamento de Puno. Se observa que los distritos con mayor vulnerabilidad se encuentran dispersos por la región, teniendo entre ellos a Vilavila, Coasa, Chupa. Huancalli y San Juan de Salinas. En estos distritos incide el alto grado de vulnerabilidad de PEA con dedicación agrícola y PEA desocupada, lo cual está asociado a la poca diversidad de actividades económicas que puede desarrollar la población.

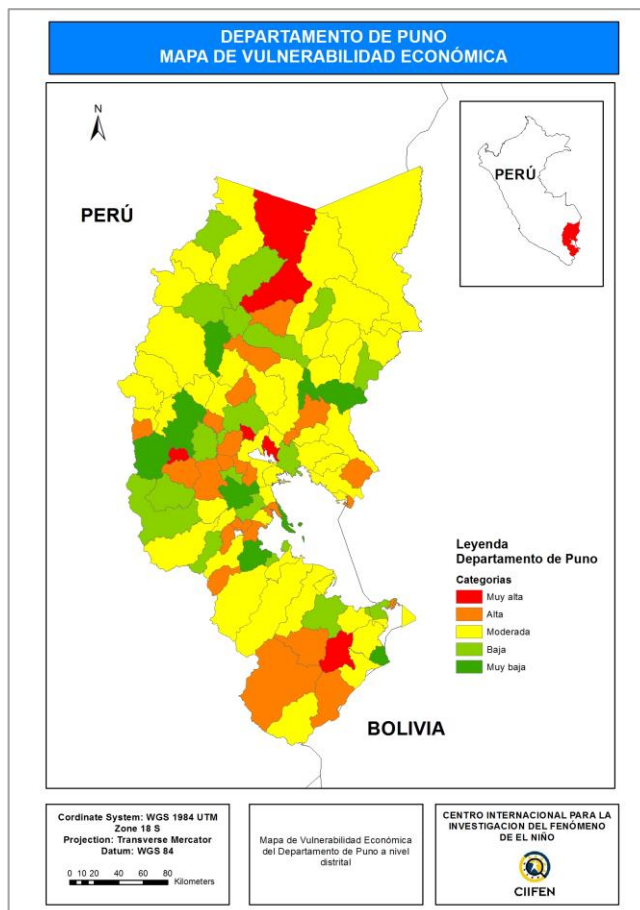


Figura 11 Vulnerabilidad económica del Departamento de Puno a nivel distrital

Fuente: Elaboración propia

6.2.3 Vulnerabilidad socioeconómica

De acuerdo a esta estimación se tiene que los valores de vulnerabilidad altos persisten en los distritos cercanos al lago Titicaca y en la zona Norte. En estos distritos se presentan valores altos de vulnerabilidad social y económica asociados a la pobreza, analfabetismo y dependencia por edad, así como la alta vulnerabilidad por PEA con dedicación agrícola

De acuerdo al análisis de tendencias climáticas estos distritos se encuentran en zonas que experimentan recurrentemente amenazas de heladas, sequías e inundaciones lo que aumenta el riesgo de efectos adversos en cultivos tanto de papa como de quinua y repercutan directamente en el desarrollo de las actividades de los agricultores. Tomando en cuenta las proyecciones de los modelos climáticos generados se determina que, si la vulnerabilidad de estos distritos no disminuye, el riesgo que presentarán será más alto para el escenario 2020-2039. El resultado de la

vulnerabilidad socioeconómica de la población del Departamento de Puno se presenta en la figura 13:

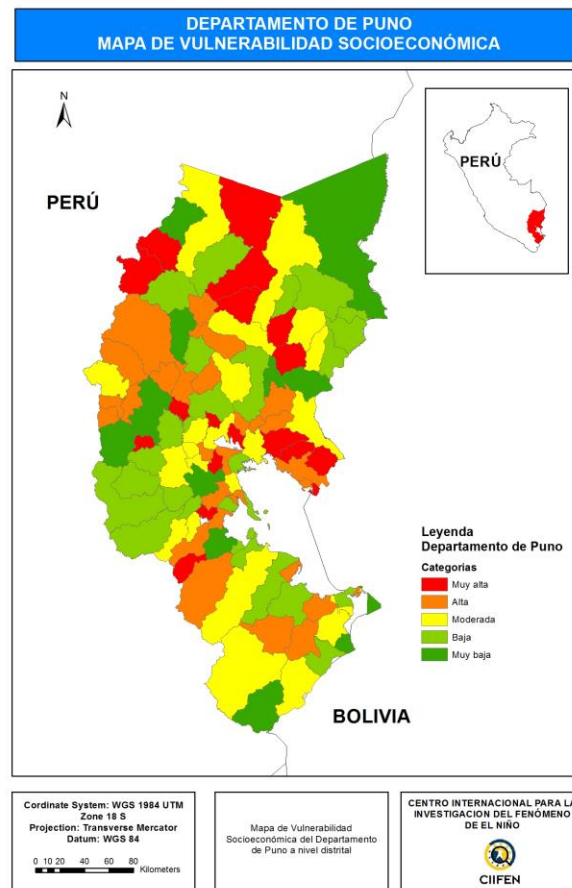


Figura 12 Vulnerabilidad Socioeconómica del Departamento de Puno a nivel Distrital

Fuente: Elaboración propia

6.3 Análisis de la relación de eventos adversos -pérdidas económicas

6.3.1 Análisis de daños en cultivos por eventos hidrometeorológicos

De acuerdo al análisis preliminar de daños se logró determinar que los eventos más frecuentes en las provincias con mayor afectación corresponden a lluvias intensas que producen inundaciones y las heladas. Este análisis se realizó para provincias con cultivos afectados y destrozados por eventos hidrometeorológicos.

Por otro lado, se observa que el fenómeno hidrometeorológico más recurrente que ocasiona que las áreas de cultivo se vean parcialmente afectadas (Figura 14) son las heladas. A diferencia de las áreas de cultivo destrozadas (Figura 15), se identifica que no existe un evento hidrometeorológico común, sino que difiere en cada Provincia. Adicionalmente, se puede observar que la suma de eventos, probablemente de menor intensidad, es el factor preponderante para que los cultivos se vean afectados y existan pérdidas parciales en los cultivos (Figura 14). Estos resultados guardan relación con la percepción de los agricultores, quienes consideran que los eventos que más daño han causado a los cultivos son las heladas, granizadas e inundaciones. La valoración de los Distritos Juli e Ilave, cercanos al Lago Titicaca difiere ligeramente porque consideran las inundaciones como uno de los factores importantes de pérdidas.

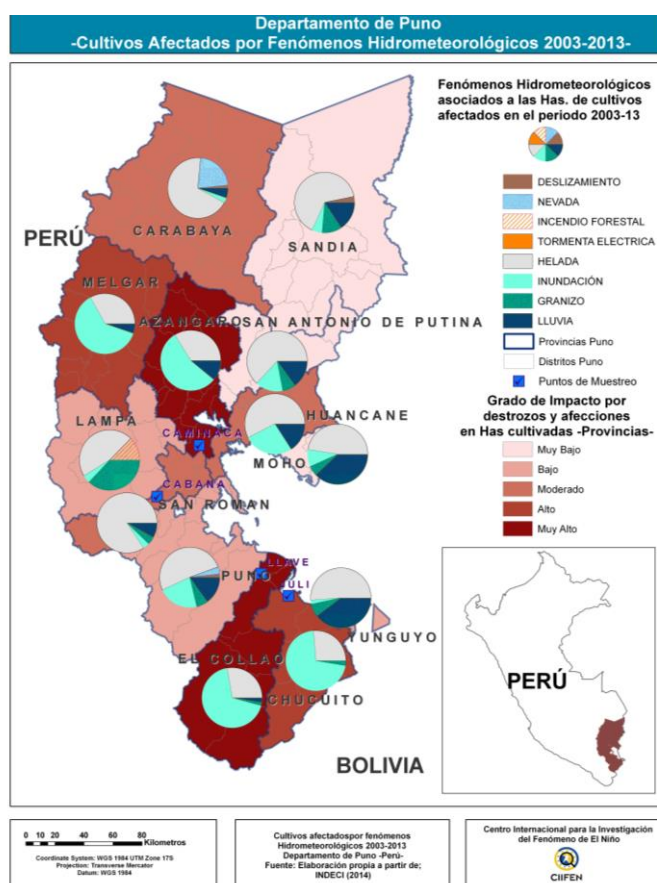


Figura 13 Cultivos afectados por fenómenos hidrometeorológicos 2003-2013

Fuente: Elaboración propia

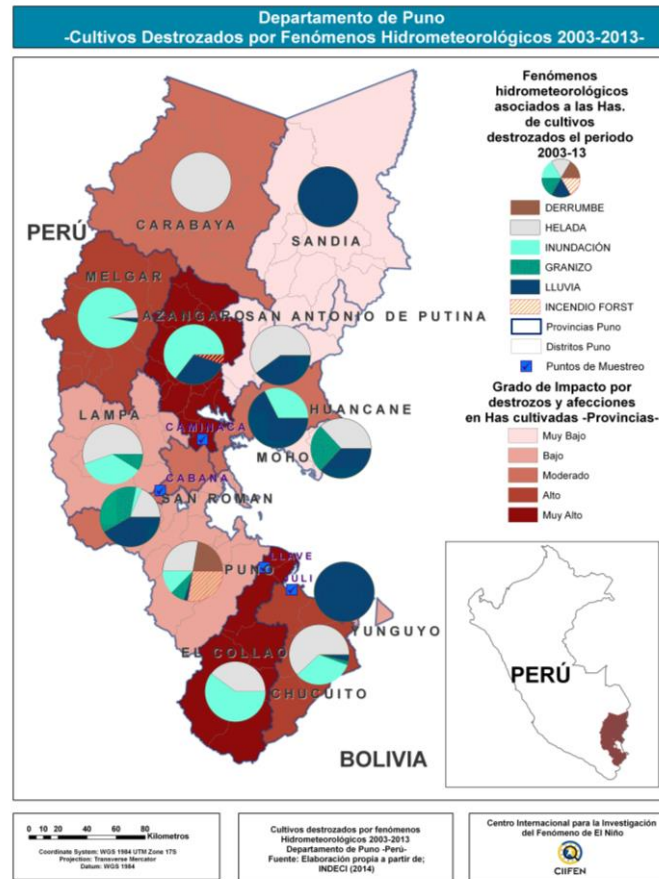


Figura 14 Cultivos destrozados por fenómenos hidrometeorológicos 2003-2013

Fuente: Elaboración propia a partir de INDECI (2014)

6.3.2 Análisis de correlación eventos adversos-pérdidas agrícolas

De acuerdo a la ecuación de regresión lineal obtenida se determinó que el valor de correlación entre los eventos adversos y pérdidas agrícolas fue de 0,77, con lo cual se estima que alrededor del 77% de las pérdidas agrícolas analizadas en el presente estudio son atribuibles o están vinculadas a eventos hidrometeorológicos adversos (B), porcentaje que es determinado con base en la formula [3].

Tabla 5 Pérdidas estimadas de papa en Puno a nivel provincial para el período 2003-2013

Provincia	(A) Pérdidas agrícolas totales de papa (2003-2013) USD	(B) Pérdidas agrícolas asociadas a eventos hidrometeorológicos (2003-2013) USD
	100%	77%
Azángaro	4.561.923,38	3.512.681,00
Carabaya	16.531.320,90	12.729.117,09
Chucuito	2.902.765,94	2.235.129,77
El Collao	2.539.182,18	1.955.170,28
Huancané	2.308.016,71	1.777.172,87
Lampa	1.653.833,99	1.273.452,17
Melgar	2.407.410,32	1.853.705,95

Provincia	(A) Pérdidas agrícolas totales de papa (2003-2013) USD	(B) Pérdidas agrícolas asociadas a eventos hidrometeorológicos (2003-2013) USD
	100%	77%
Moho	3.332.767,70	2.566.231,13
Puno	8.651.138,78	6.661.376,86
San Román	1.730.704,42	1.332.642,40
Sandía	5.582.355,99	4.298.414,11
San A. Putina	3.532.670,18	2.720.156,04
Yunguyo	2.604.921,77	2.005.789,76
Total de pérdidas	USD 58.339.012,25	USD. 44.921039,42

Fuente: Elaboración propia a partir de DRA (2014) e INDECI (2014)

Tabla 6 Pérdidas estimadas de quinua en Puno a nivel provincial para el período 2003-2013

Provincia	(A) Pérdidas totales de quinua (2003-2013) USD	(B) Pérdidas agrícolas asociadas a eventos hidrometeorológicos (2003-2013) USD
	100%	77%
Azángaro	1.307.372,87	1.006.677,11
Carabaya	9.583,83	7.379,55
Chucuito	672.504,39	517.828,38
El Collao	794.201,87	611.535,44
Huancané	341.738,51	263.138,65
Lampa	534.776,35	411.777,79
Melgar	138.258,22	106.458,83
Moho	70.732,42	54.463,96
Puno	3.644.236,12	2.806.061,81
San Román	1.114.156,84	857.900,77
Sandía	34.465,79	26.538,66
San A. Putina	327.172,23	251.922,62
Yunguyo	98.068,82	75.512,99
Total de pérdidas	USD 9.087.268,26	USD 6.997.196,54

Fuente: Elaboración propia a partir de DRA (2014) e INDECI (2014)

Las provincias que más pérdidas generan son las que tienen mayor extensión sembrada tanto en quinua como en papa. Para quinua, las provincias con más pérdidas son Azángaro y Puno, y en el cultivo de papa las provincias de Carabaya, Puno y Sandía.

6.4 *Análisis de las encuestas*

Las encuestas indican que alrededor del **96%** de los encuestados dentro de las zonas prioritarias consideran a la información climática como un factor importante para el desarrollo de sus actividades agrícolas a pesar de esta realidad solo el **69%** de los encuestados indica que reciben previamente información de eventos hidrometeorológicos de SENAMHI. Los resultados en cambio muestran que alrededor del **71%** podría adoptar medidas preventivas frente a un evento hidrometeorológico empleando información de SENAMHI. Entre las principales medidas contra las *heladas* indican que se puede realizar fogatas y humear; para la *granizada* lanzar cohetes y hacer bulla con pututos¹⁰ para alertar a la comunidad; y para *inundaciones* construir zanjas, camellones o waru-waru¹¹.

La recepción oportuna de información climática ha brindado a los agricultores la posibilidad de aplicar medidas con el fin de precautelar sus cultivos y disminuir los efectos de eventos hidrometeorológicos, así el **45%** de personas con acceso a información de SENAMHI indican que lograron poner en práctica acciones preventivas en sus cultivos. Con la implementación de las medidas ante heladas, granizo, inundaciones y retraso de las lluvias, los agricultores encuestados consideran que pueden salvar del **20 al 40%** de su producción.

6.5 *Estimación de beneficios económicos asociados a los servicios climáticos por pérdidas evitadas*

Considerando la información recabada en las encuestas, donde el 45% de agricultores entrevistados indicaron que implementaron medidas de prevención para salvar sus cultivos como consecuencia de la información provista por el SENAMHI, se definió que solamente el 45% de pérdidas agrícolas asociadas a eventos hidrometeorológicos puede ser considerado para la estimación de beneficios económicos por pérdidas evitadas.

A partir de esta respuesta, se asume que solamente el 45% total de pérdidas agrícolas por eventos hidrometeorológicos puede ser considerado para la estimación de los beneficios económicos por pérdidas evitadas. Se estableció que el factor de relación *conocimiento del pronóstico- implementación de medidas preventivas* P_{aplic} es igual 0.45, mediante el cual se estimaron las pérdidas agrícolas potenciales asociadas a agricultores que respondieron frente a información de SENAMHI (C) mediante la aplicación de la fórmula [6], las mismas que se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7 Total de pérdidas agrícolas de los cultivos de papa y quinua en el Departamento de Puno, en el período que respondieron frente a la información del SENAMHI. Periodo: 2003-2013

Provincia	(B) Pérdidas agrícolas asociadas a eventos hidrometeorológicos (2003-2013) USD	(C) Pérdidas agrícolas potenciales asociadas a agricultores que respondieron frente a información de SENAMHI (USD)
	100%	45%
Papa	44'921'039,42	20'214.467,74
Quinua	6'997.196,54	3'148.738,443
Total de pérdidas	51'918.235,26	23'363.206,2

Fuente: Elaboración propia a partir de DRA (2014) e INDECI (2014)

¹⁰ **Pututo** es un instrumento de viento andino, que originariamente se fabricaba con una caracola marina

¹¹ Es la combinación de camas elevadas con canales de riego con el fin de evitar daños debido a la erosión durante las inundaciones.

El 55% de pérdidas asociadas a agricultores que no usan información del SENAMHI y/o no adoptan medidas como consecuencia de ello pueden ser considerados como beneficios económicos potenciales, los cuales podrían ser alcanzados mediante el mejoramiento de los servicios climáticos que logren motivar a los agricultores a implementar acciones preventivas en sus cultivos.

De acuerdo a la metodología planteada para la estimación de beneficios económicos se valor el factor de reducción de potenciales pérdidas empleando información recabada mediante encuestas en las zonas prioritarias. En este sentido los agricultores indicaron que pueden salvar entre el 20% y 40% de su producción mediante la implementación de medidas preventivas asociadas al uso de la información provista por el SENAMHI. Estos valores son considerados como los valores máximos d2 y mínimos d1 de reducción de potenciales pérdidas, los cuales corresponden a la reducción de potenciales perdidas expresados en la fórmula [7], y consecuentemente a los beneficios económicos de los servicios climáticos, los mismos que se detallan en la tabla 8 para el período 2003-2013 y en la tabla 9 de forma anual para los cultivos de papa y quinua en el Departamento de Puno.

Tabla 8 Escenarios de pérdidas evitadas de los cultivos de papa y quinua en Puno. Periodo: 2003-2013

Provincia	(C) Pérdidas agrícolas potenciales asociadas a agricultores que respondieron frente a información de SENAMHI (USD)	(D) Reducción de potenciales perdidas asociadas a las medidas de prevención de los agricultores como resultado de la información climática de SENAMHI (USD)	
	100 %	Valor mínimo d ₁ : 20% de (c)	Valor máximo d ₂ : 40% de (c)
Papa	20.214.467,74	4.042.893,548	8.085.787,10
Quinua	3.148.738,443	629747,6886	1.259.495,38
Total	23'363.206,2	4'672.641,23	9'345.282,47

Fuente: Elaboración propia a partir de DRA (2014) e INDECI (2014)

Tabla 9 Estimación de beneficios económicos anuales por pérdidas evitadas de los cultivos de papa y quinua en el Departamento de Puno

Estimación de beneficios económicos anuales relacionados a cultivos de papa y quinua en Puno	Monto (USD)
a) Beneficios económicos anuales por potenciales pérdidas evitadas (mínimo):	424.785
b) Beneficios económicos anuales por potenciales pérdidas evitadas (máximo):	849.571

Fuente: Elaboración propia a partir de DRA (2014) e INDECI (2014)

Finalmente, el escenario más optimista considera el universo global en el que pueden actuar los servicios climáticos, esto se corroboró con las encuestas que muestran que el 96% de los agricultores afirmó que sí es importante el pronóstico, el 69% de los entrevistados escuchó el pronóstico principalmente por radio, por tanto es probable llegar a un alto nivel de aplicación del pronóstico en el futuro para los agricultores en Puno, los resultados se muestran en la tabla 10

Tabla 10 Beneficios económicos anuales potenciales por pérdidas evitadas (100% de respuesta de agricultores y servicios mejorados)

Cultivo	Beneficios económicos anuales potenciales por pérdidas evitadas (100% de respuesta de agricultores y servicios mejorados) USD
	Anual
Papa	1'633.492,34
Quinoa	254.443,51

Fuente: Elaboración propia a partir de DRA (2014) e INDECI (2014)

6.6 Estimación de beneficios sociales de la población

De acuerdo a las encuestas recabadas se logró determinar el acceso que tienen los encuestados al pronóstico de SENAMHI y su repercusión en las acciones que tome la población relacionada a actividades agrícolas.

En primera instancia se identificó que cerca del 95% de los encuestados han sufrido pérdidas relacionadas con eventos climáticos en sus cultivos. Las principales amenazas que originan daños a los cultivos en la región (por orden de intensidad) son los eventos de heladas, sequías, inundaciones y la presencia de plagas. El 83% de los encuestados respondió que sí ha podido adoptar algún tipo de medida para recuperar las pérdidas, sin embargo, el 57% de los encuestados indicaron no haber logrado recuperar las pérdidas ocasionadas por los eventos climáticos, lo cual se traduce en subsecuentes decisiones de alto costo social y económico para la región como, por ejemplo:

- Abandonar la actividad agrícola por falta de recursos económicos
- Vender animales con el fin de obtener recursos para la subsistencia familiar mas no para recuperación agrícola
- Buscar otro trabajo diferente de las actividades agrícolas
- Acceder a préstamos en bancos para la recuperación agrícola

La información de pronóstico de SENAMHI le otorgó al 69% de los encuestados que tuvieron acceso a la misma, la posibilidad de tomar acciones con el fin de disminuir el impacto de estos eventos sobre sus cultivos, correspondiendo alrededor del 45% de personas con acceso al pronóstico de información climática como se recoge en el siguiente gráfico:

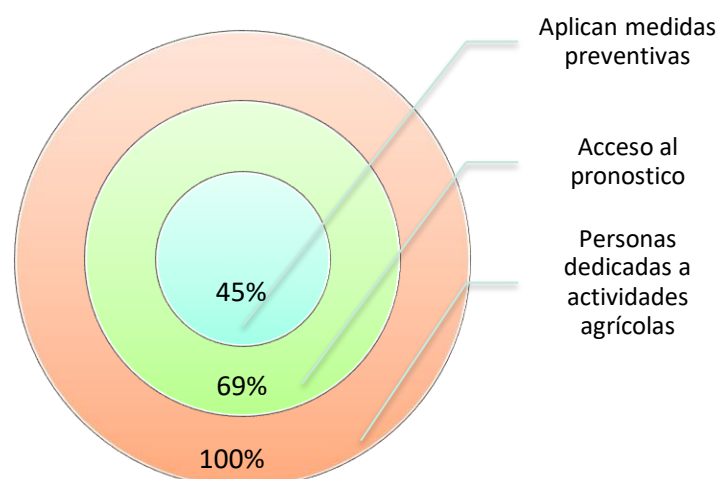


Gráfico 11 Relación de personas dedicadas a actividades agrícolas y la aplicación de medidas preventivas

Fuente: Elaboración propia

Estas estimaciones fueron llevadas al nivel de la población considerando como base el número de personas dedicadas a la actividad agrícola en el Departamento de Puno, la misma que se detalla a continuación:

Tabla 11 Relación de personas dedicadas a actividades agrícolas y la aplicación de medidas preventivas por número de personas a nivel departamental

	PEA Agrícola	Acceso a pronóstico	Aplicación de medidas preventivas
Número. de personas	213.413	147.255	66.265
Porcentaje	100%	69%	31%

Fuente: *Elaboración propia*

Los encuestados detallan que este conocimiento previo les otorgó la posibilidad de emplear medidas para prevenir la pérdida de sus cultivos y salvaguardar sus propiedades, en algunos casos mediante el empleo de prácticas ancestrales; a continuación, se detallan las prácticas empleadas por los encuestados:

- Cambio en periodos de siembra de papa y quinua
- Aseguramiento de propiedades
- Uso de fogatas frente a heladas y cohetes frente a granizadas
- Empleo de abrigos frente a heladas
- Evitar la tala de árboles
- Adecuación de camellones o Waru Waru ¹² en los cultivos
- Fumigación con abonos orgánicos (Biol)
- Capacitación en escuelas
- Organización en la comunidad

Se observó que entre las zonas prioritarias existen diferencias en los rangos de aplicación de medidas, así se logró determinar que el Distrito de Cabana posee un porcentaje de aplicación de 38%, Ilave y Juli con 23% y Caminaca 18%.

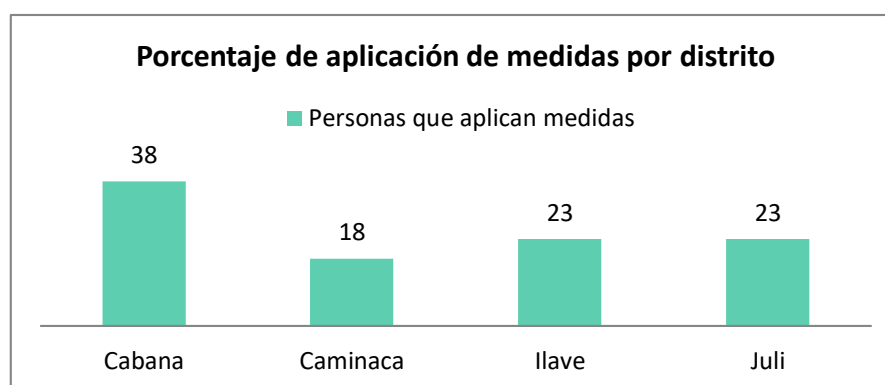


Gráfico 12 Detalle de aplicación de medidas preventivas por distrito encuestado

Fuente: *Elaboración propia*

En relación a la vulnerabilidad de estos distritos se observa que Cabana, Juli e Ilave presentan valores bajo y moderado respectivamente, con lo cual puede inferirse que la aplicación de medidas de prevención ha contribuido a aumentar su capacidad de adaptación y a disminuir su vulnerabilidad

¹² <http://www.clades.cl/revistas/1/rev1agr1.htm>

social. En contraste Caminaca posee un bajo porcentaje de aplicación de medidas lo que puede estar relacionado con su alta vulnerabilidad social en términos de pobreza.

La aplicación de estas medidas repercute directamente en el aspecto social de los encuestados, así se pudo estimar que cerca del 50 % de personas que aplicaron medidas poseen familias con hijos menores a 16 años en dependencia de sus padres; alrededor del 25% desarrollan sus labores en terrenos con extensiones menor a 1 Ha, y el 52% con terrenos mayores a 1 Ha, siendo en los dos casos dedicadas casi en su totalidad a cultivos de papa y quinua.

De esta forma se concluye que la información climática les proporciona la posibilidad de establecer mejores condiciones para desarrollar sus actividades sin tener que abandonar las prácticas agrícolas, contribuye al núcleo familiar al brindarles la posibilidad de asegurar sus ingresos económicos, y favorece indistintamente a grandes como pequeños productores.

7 Discusión

En el clima regional ocurre una marcada estacionalidad expresada en el ciclo anual de las lluvias y la temperatura. En la precipitación regional la influencia de la variabilidad climática intraestacional e interanual (entre estaciones y entre años respectivamente) es bastante marcada y propicia fases anormalmente lluviosas y períodos relativamente secos. En la variabilidad interanual de la región de estudio se percibe una influencia de los fenómenos de El Niño y de La Niña que se expresa en aumento de la precipitación con el primero y relativa disminución durante la segunda.

En cuanto a tendencias de largo plazo en la *temperatura del aire*, en la zona de Puno se evidencia un aumento de temperaturas diurnas y nocturnas. Sin embargo, el número de días al año en que se presentan heladas se está incrementando.

Con relación a la *precipitación media anual*, la tendencia observada en los últimos 49 años sugiere que ha experimentado una disminución ligera de cerca de 2 mm/década lo que considerando los 700 mm anuales de promedio es poco significativa, sin embargo, la intensidad de las precipitaciones y las lluvias más fuertes se han incrementado. La ocurrencia de días consecutivos en los que no se registra precipitaciones se ha incrementado en el período de análisis. Esto sugiere que, si bien la precipitación anual no ha experimentado cambios significativos, la distribución con que se presentan las lluvias estaría cambiando.

La combinación de los resultados de proyecciones para la región del Departamento de Puno muestra que hacia mediados del siglo XXI la temperatura media del aire se encontraría entre 1.0-1.5°C por encima del promedio multianual del período 1980-2000. En lo que a la precipitación anual se refiere, con menor grado de certidumbre que en el caso de la temperatura del aire, se puede concluir que se podría registrar un incremento de entre 10-20 % (excepto al sur del Lago Titicaca con disminución del 5-10%) en comparación con los acumulados anuales observados en el período 1980-2000, aunque dentro del año los cambios de los acumulados estacionales (trimestrales) podrían variar (algún trimestre puede tener disminución de precipitaciones).

De esta manera se han considerado a las inundaciones y heladas como el factor común de las pérdidas totales o parciales de los cultivos en las provincias más afectadas dentro del Departamento de Puno, y dado que los agricultores manifestaron que sí pueden tomar medidas ante estos eventos meteorológicos que les permitiría salvaguardar parcialmente su producción y reducir sus pérdidas, se podría pensar que invertir en pronóstico y medidas o acciones de prevención para reducir los efectos de estas pérdidas retornará en una tasa positiva de beneficio al productor.

El presente caso de estudio analizó datos de fuentes oficiales tomando en cuenta sus potenciales limitaciones y sesgos. La metodología empleada es consistente con Lazo et al (2007), quienes sugieren que utilizar directamente la información de las bases de datos de daños causados por los fenómenos hidrometeorológicos tiende a la subestimación o sobrestimación de pérdidas, y por tanto a resultados erróneos en la investigación. En este contexto se intentó filtrar sesgos a partir de los datos recabados con el fin de concentrar la atención en la muestra con un alto nivel de correlación.

Los resultados de correlación estadística fueron respaldados por el trabajo en campo y las entrevistas con la población y autoridades, para de esta forma ajustar con mayor precisión la estimación de pérdidas y consecuentemente los beneficios derivados de las pérdidas evitadas con una visión muy conservadora. Del análisis de las pérdidas a nivel de Provincia se evidencia que cuando existe una gran extensión sembrada dedicada al cultivo de papa como en el caso de la Provincia de Carabaya

(55% papa; 0,003% quinua; 56 eventos), las pérdidas son considerablemente mayores comparadas con provincias de menor producción como la Provincia de Puno (21% papa; 17% quinua; 105 eventos), aunque el número de eventos hidrometeorológicos registrados en esta última provincia sea mayor. Esto probablemente se explica porque la producción promedio de papa es aproximadamente el doble de la de quinua, las pérdidas de la papa son 6,4 veces más altas en el período analizado; esto nos sugiere el alto riesgo agroclimático de este cultivo, y el permanente círculo de pérdidas agrícolas de este cultivo tradicional para los pequeños y medianos agricultores (MINAGRI, 2013). Por otro lado, al parecer una baja diversificación agrícola con poca alternancia con cultivos más rentables para el mercado, como actualmente puede ser la quinua, genera una mayor dependencia a cultivos tradicionales con baja rentabilidad.

Las pérdidas agrícolas de papa y quinua asociadas exclusivamente a eventos hidrometeorológicos y climáticos en el período de 2003-2013 del Departamento de Puno ascienden a 51'918.235 dólares, las mismas que guardan cierta relación con las pérdidas totales calculadas en el Departamento de Junín en el período 2005-2010, que ascienden aproximadamente a 19'250.000¹³ dólares (Giráldez, L., Silva, Y., & Trasmonte, G., 2012). De igual forma, en relación al Banco Mundial (2014) que calcula una pérdida total a evitar de 6'195.128 de papa para el año 2012 en el Departamento de Ica, y el actual estudio que sugiere un promedio anual de pérdidas de papa y quinua de 4'719.839, estos resultados respaldan la confiabilidad de los resultados de este estudio, que son además muy conservadores, tomando en cuenta la alta sensibilidad de estos resultados para Puno que es el Departamento de mayor producción de papa y quinua del Perú.

La deducción inicial de las pérdidas correspondiente al 45% de agricultores que respondieron frente a la información climática indica el universo real en el que podrían actuar los SMHN; sin embargo, estos valores se ajustan a la capacidad de respuesta campesina que indica que pese a contar con la información, pueden salvar un rango del 20 al 40% de su producción. Estas precisiones sugieren la importancia de considerar el conocimiento local para validar los estudios de beneficios socioeconómicos en la región andina.

Finalmente, los resultados de estimación de beneficios sociales sugieren que *el acceso de alimentos a través de las chacras o granja* no son la única forma de garantizar la seguridad alimentaria, sino que depende de *otros factores que influyen* en el acceso al alimento, como las fuentes de empleo externas. Esto guarda relación con Betancourt (2012), que indica que las comunidades de los Andes han tomado como mecanismo de adaptación al cambio climático la diversificación de ingresos, en especial aquellos ingresos que se generan fuera de la unidad productiva.

Al parecer, con la estrategia de diversificación de ingresos disminuye la vulnerabilidad económica de los agricultores ante los efectos de la variabilidad y el cambio climático a mediano y largo plazo, pero no necesariamente se reducen los impactos sociales y económicos de los eventos extremos, como lo demuestran los datos del gasto del Gobierno Regional de Puno que ascendió a un total de 2'974.299 dólares en alimento para atención humanitaria en el período 2010- 2014 (GORE, 2014).

¹³ Soles S/. 59.290.000 a tasa de cambio promedio 3,08

8 Conclusiones

Las condiciones de pobreza, analfabetismo, y la dependencia agrícola de la población del Departamento de Puno acentúan los niveles de vulnerabilidad, originando altos valores de vulnerabilidad socioeconómica en los distritos cercanos al Lago Titicaca y en la zona norte del Departamento, así la aplicación de medidas asociadas al uso del pronóstico reduciría parcialmente las pérdidas y mejoraría la calidad de vida de los agricultores pues brindaría a los agricultores la posibilidad de mejorar sus prácticas agrícolas lo que aumenta su capacidad de adaptación frente a eventos hidrometeorológicos.

Con un alto nivel de confianza se puede indicar que los beneficios económicos de la aplicación de los pronósticos asociados a los cultivos de papa y quinua en Puno, en el escenario más conservador, es de \$424.785 dólares, y en el escenario óptimo, de \$849.571 dólares por año; y que para lograr incrementar este beneficio a \$1.887.935 es necesario lograr una mayor difusión y total aplicación del pronóstico, de manera que los agricultores implementen sus medidas ancestrales de prevención que conocen y aplican con gran capacidad.

La información provista por SENAMHI genera beneficios sociales intangibles en las comunidades, pues en la actualidad es de libre acceso para 147.255 agroproductores del Departamento de Puno mediante diferentes medios de comunicación y a provincias con altos niveles de vulnerabilidad. Esta información ha brindado la posibilidad a 66.265 agricultores aproximadamente de adoptar medidas preventivas y cambiar sus hábitos de siembra y cosecha, lo cual conduce al mejoramiento de sus prácticas agrícolas de forma sustancial. El empleo de mejores prácticas agrícolas incide en familias vulnerables pues les otorga estabilidad laboral y recuperación de prácticas ancestrales que constituyen parte de la cultura de Perú.

De acuerdo a las encuestas recogidas se logró determinar que cerca del 25% de personas que aplican medidas preventivas y cambian sus prácticas agrícolas poseen terrenos menores a 1 Ha lo cual indica la necesidad de mejorar la difusión y alcance de la información del pronóstico con el fin de diversificar a los usuarios que hacen uso de la misma.

9 Bibliografía

- Banco Mundial. (2014). *Propuesta de la modernización del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) del Perú: análisis de beneficios económicos esperados*. Documento final.
- Betancourt, N. (2012). *Evaluación de potenciales impactos del cambio climático sobre la economía de pequeños agricultores: un caso de estudio en la zona andina del Ecuador*. (Tesis de Maestría en Gestión Ambiental no publicada). Universidad San Francisco Quito, Quito.
- CIIFEN. 2014a. *Metodología para la Estimación de Vulnerabilidad en Ecuador, Perú y Bolivia*. Proyecto Información de cambio climático y biodiversidad para el fomento de políticas públicas de conservación y adaptación en la región de los Andes Tropicales, Ed. CIIFEN p 1-45. http://geoportal.ciifen.org/media/filer_public/3f/68/3f68d0ef-e4e5-4285-8da4-aa7e98aad032/analisis_de_vulnerabilidad.pdf
- CIMHET (2013). *Conferencia de los Director de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Iberoamericanos*. Disponible en <http://www.cimhet.org/>
- Devaux, A., Ordinola, M., Hibon, A. & Flores, R. (2010). *El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú)*. Centro Internacional de la Papa.
- DRA., 2014. *Estadísticas de producción agrícola departamento de Puno: 1996 -2014*. Dirección de Estadísticas de la Dirección Regional Agraria de Puno.
- FAOSTAT., 2014a. *Estadísticas de producción de papa a nivel mundial: período 2000-2013*. Disponible en <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/S>
- FAOSTAT, 2014b. *Estadísticas de producción de quinua a nivel mundial: período 2000-2013*. Disponible en <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/S>
- Giráldez, L., Silva, Y. & Trasmonte, G. (2012). *Antecedentes generales del sector agricultura y los impactos de los eventos meteorológicos extremos*. En A. Martínez (Ed.) *Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Grace, B. (1985). *El clima del altiplano, departamento de Puno-Perú* (No. P40 G7). Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria, Lima (Perú).
- Hallegatte, S. (2012). *A cost effective solution to reduce disaster losses in developing countries. Hydro-meteorological services, early warning, and evacuation*. Policy Research Working Paper 6058. The World Bank. Disponible en: <http://elibrary.worldbank.org/doi/pdf/10.1596/1813-9450-6058>
- INDECI., 2014. *Emergencias ocurridas a nivel nacional por provincias y tipo de fenómeno según daños departamento de Puno: 2003-2014*. Estadísticas del Sistema Nacional de Información para la respuesta y rehabilitación. Puno.
- INEI, 2007. *Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de Vivienda*. Disponible en <http://censos.inei.gob.pe/Censos2007/redatam/>

- INEI, 2012. *IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú. Disponible en <http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/>
- INEI & UNFPA, 2009. *Mapa de pobreza provincial y distrital 2009. El enfoque de la pobreza monetaria*. Instituto Nacional de estadística e Informática, Fondo de Población de las Naciones Unidas, Lima, 2009
- IPCC, 2012: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
- Jenks, G. , 1967: "*The Data Model Concept in Statistical Mapping*", en *International Yearbook of Cartography* nº 7: pp. 186-190
- Karl, 1999 CLIVAR/GCOS/WMO workshop on indices and indicators for climate extremes 1999; Peterson, T.C., and Coauthors: *Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001*, 2005.
- Lazo, J.K., Bushek, N., Laidlaw, E., Raucher, R., Teisberg, T., Wagner, C, & Weiher, R., (2008). Economic valuation and application of services. *WMO Bulletin* 57(4).
- Meteoswiss-SENAMHI, (2014). *Socio-Economic Benefits of Enhanced Climate Services: A Pilot Case Study for the Coffee and Maize Production in Peru. Publication of MeteoSwiss and SENAMHI*. Ginebra.
- MIDIS, 2012. *Mapa de Vulnerabilidad a la Inseguridad Alimentaria*. Ministerio de Desarrollo de Inclusión Social. Lima.
- MINAGRI, 2013. *Papa: principales aspectos agroeconómicos*. Centro de documentación agraria. Lima.
- MINAG, 2012. *Quinoa: principales aspectos de la cadena agroproductiva*. Centro de documentación agraria. Lima.
- MINAGRI/SENAMHI, 2013. *Ficha técnica No.1: requerimientos agroclimáticos de la papa*. Programa presupuestal 089: reducción de la degradación de suelos agrarios. Lima
- Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., Van Vuuren, D. P., ... & Wilbanks, T. J. (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463(7282), 747-756.
- Perrels, A., Frei, Th., Jamin, L. & Thomalla A. 2013. *Socio-economic benefits of weather and climate services in Europe*. *Advances in Science & Research*. Doi: 10.5194/asr-1-1-2013
- Peterson, T.C., et al, 2005. *Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001*, 2005.
- SENAMHI Bolivia, 2012. *Umbrales de daño a los cultivos priorizados para la seguridad alimentaria de Bolivia*. Gestión de Riesgo Agrícola. La Paz.

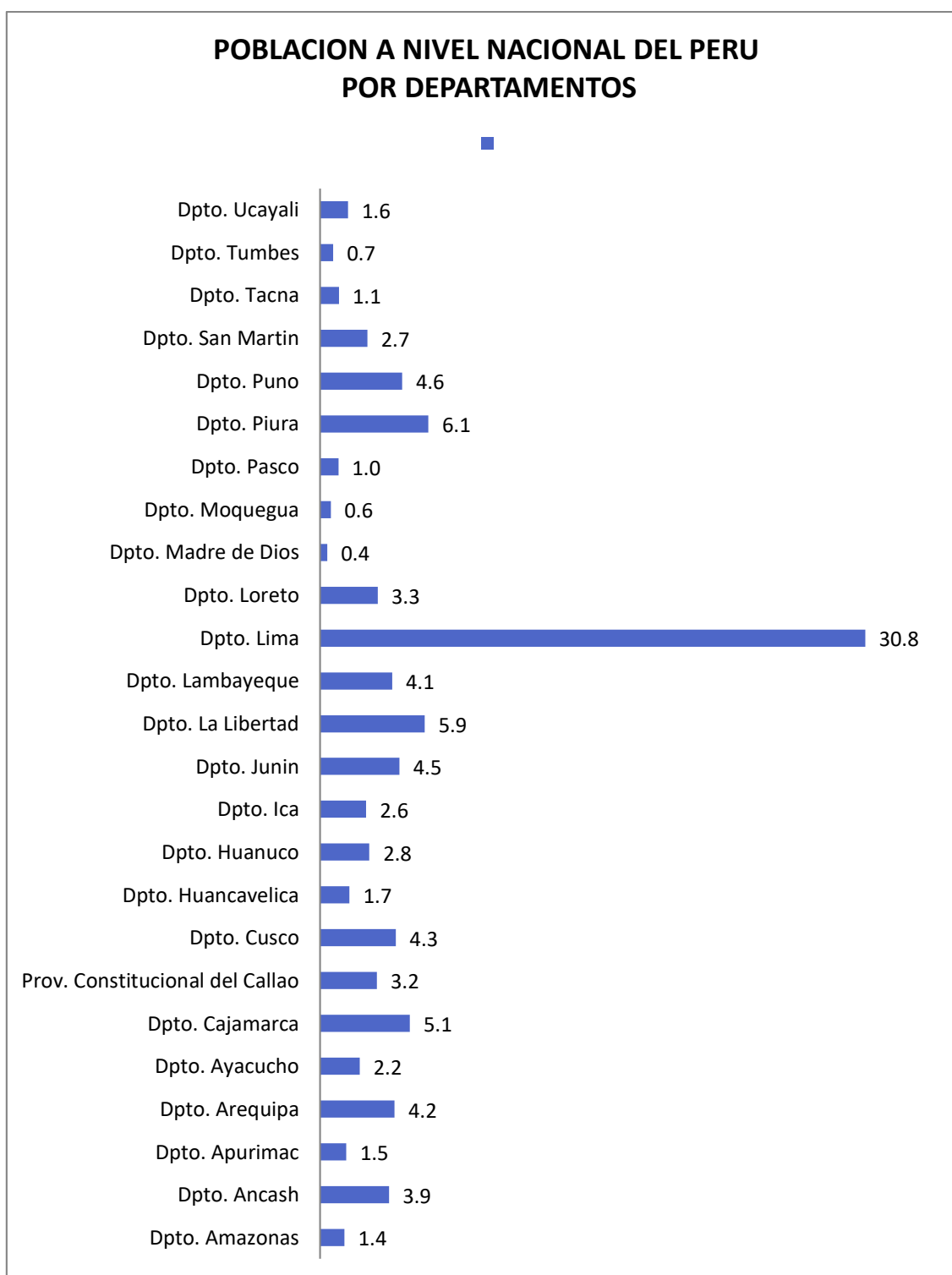
- UNISDR, 2013. *Del riesgo compartido a un valor compartido – Un argumento empresarial a favor de la reducción del riesgo de desastres*. Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres. Ginebra.
- Van Vuuren, D. P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., & Rose, S. K. (2011). The representative concentration pathways: an overview. *Climatic change*, 109, 5-31.
- WMO. 2009. *Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation*. Disponible en: http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/wcdmp_series/documents/WCDMP_72_TD_1500_en__1.pdf
- WMO. 2012. *Socio-economic benefits of hydro-meteorological services: the benefits of showing the benefits*. Technical Report. Working Group on Service Delivery & Partnership Task Team on Socio-Economic Benefits. WMO Regional Association Europe (RA VI)

10 Anexos

ANEXO 1

Detalle de la población a nivel nacional del Perú, por departamentos

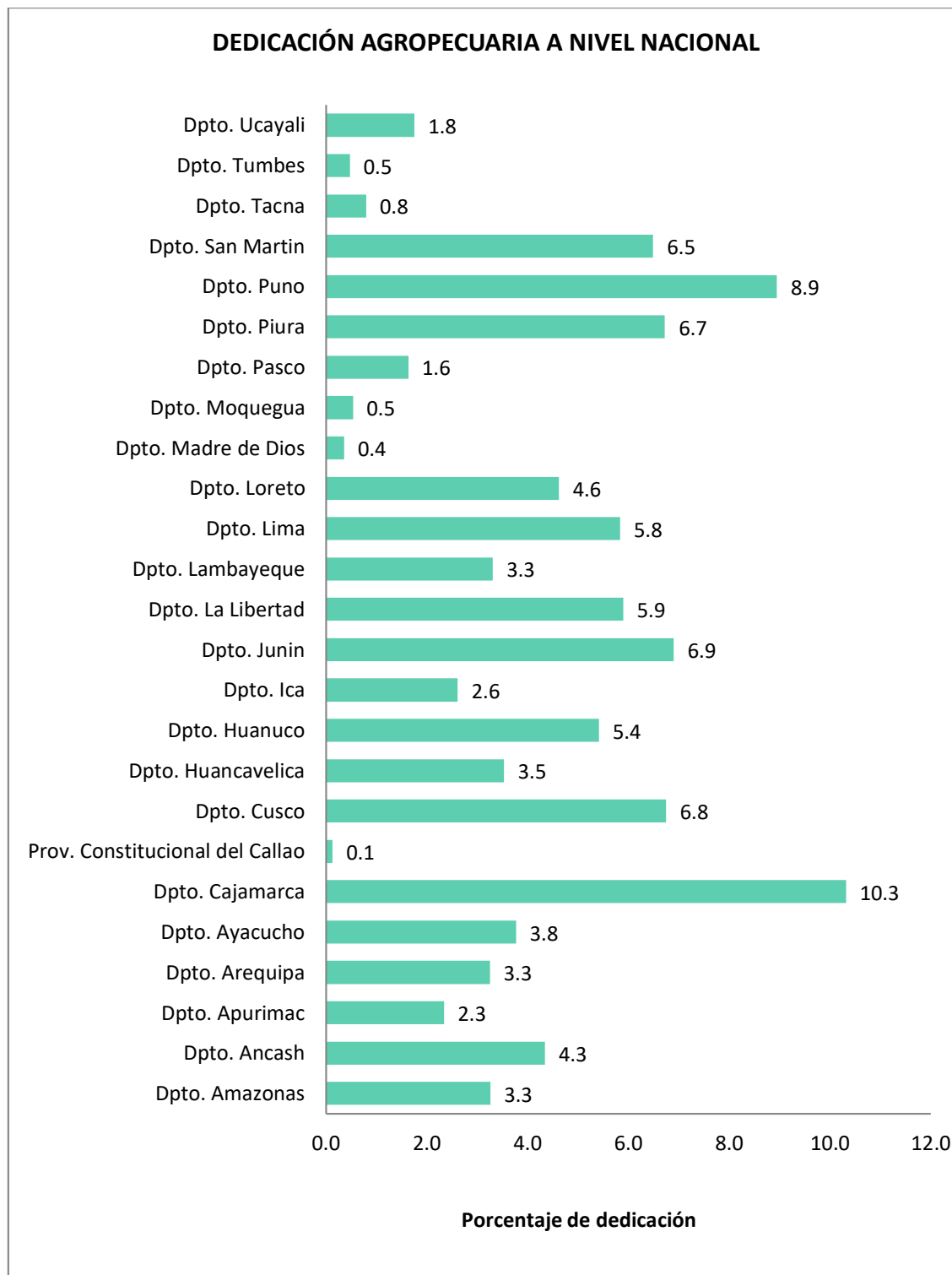
FUENTE: INEI, 2007



ANEXO 2

Porcentaje de dedicación agropecuaria a nivel nacional del Perú, por departamento

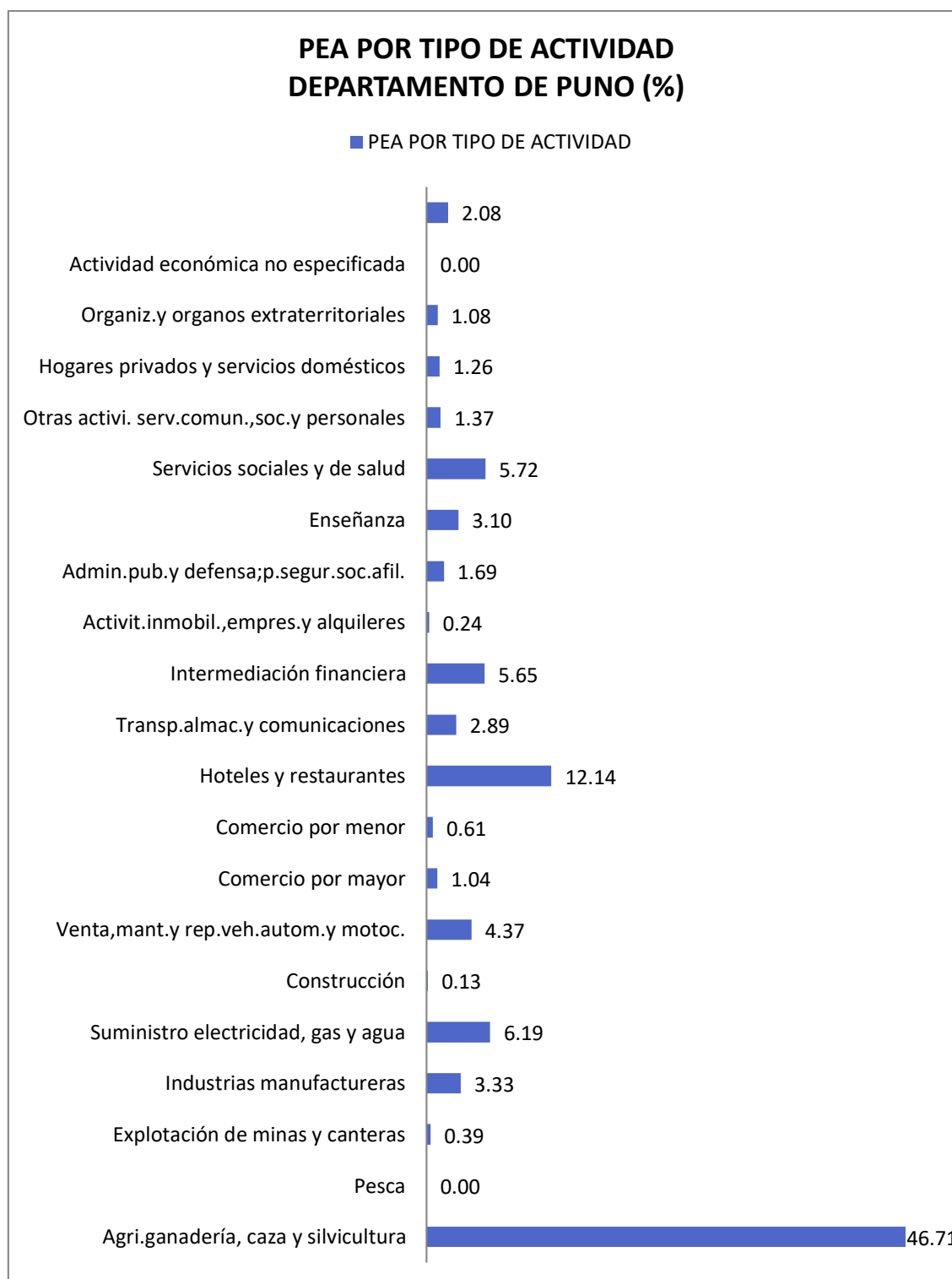
FUENTE: INEI, 2007



ANEXO 3

PEA por tipo de actividad para el Departamento de Puno

FUENTE: INEI, 2007



ANEXO 4

Listado de los modelos utilizados en la combinación y algunas de sus características.

Fuente: CIIFEN, 2014a

Nombre Modelo	Acrónimo	Modelo	Resolución	Resolución atmósfera	
				Lat.	Lon.
Beijing Climate Center China Meteorological Administration Pekín, China	BCC	bcc-csm1-1	128 _ 64, L40	-2.8	2.8125
Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Victoria, Canadá	CCCMA	anesm2	128 _ 64, L35	-2.7	2.8125
Centre National de Recherches Météorologiques, CNRM & CERFACS, Toulouse, Francia	CNRM	cnrm-cm5	256 _ 128, L31	-1.4	1.40625
Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization – Queensland Climate Change Centre of Excellence (CSIRO-QCCCE), Australia	CSIRO	csiro- mk3-6-0	192 _ 96, L18	-1.85	1.875
Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, (NOAA-GFDL), Prince- ton, Estados Unidos	GFDL	gfdl-es- m2m	144 _ 90, L24	1.5 - 2.0	2.5
NASA Goddard Institute for Space Studies (NASA-GISS), New York, Estados Unidos	GISS	giss-e2-r	144 _ 90, L40	1.5 - 2.0	2.5
Institute of Atmospheric Physics Chinese Acad- emy of Science, Pekín, China	IAP	fgoals-g2	128 _ 60, L26	2.8 – 6.13	2.8125

Nombre Modelo	Acrónimo	Modelo	Resolución	Resolución atmósfera	
				Lat.	Lon.
Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC), Italia	INGV	cmcc-cm	480 _ 240, L31	~0.8	0.8
Institut Pierre-Simon Laplace, Francia (IPSL), París, Francia	IPSL	ipsl-cm5a-lr	96 _ 96, L39	1.894	3.75
Institut Pierre-Simon Laplace, France (IPSL), París, Francia	IPSLm	ipsl-cm5a-mr	144 _ 143, L39	1.894	3.75
Atm. and Ocean Research Inst. (Univ. of Tokyo), Nat. Inst. for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Japón AORI&NIES&JAMSTEC, Japón	MIROC	miroc5	256 _ 128, L40	~1.4	1.4
Met Office Hadley Centre MOHC, Exeter, Reino Unido	MOHC	had-gem2-es	192 _ 145, L38	1.25	1.875
Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M), Hamburgo, Alemania	MPIM	mpi-esm-lr	192 _ 96, L47	~1.85	1.87
Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M), Hamburgo, Alemania	MPIMm	mpi-esm-mr	192 _ 96, L95	~1.85	1.87
Meteorological Research Institute (MRI), Tsukuba, Japón	MRI	mri-cgcm3	320 _ 160, L48	1.125	1.125
NCAR Community Climate System Model, Estados Unidos	NCAR	ccsm4	288 _ 192, L26	0.943	1.25
Norwegian Climate Centre NCC, Oslo Noruega	NCC	noresm1-m	144 _ 96, L26	~1.85	2.5

ANEXO 5

Ayuda Memoria Talleres de Percepción

Lugar y fecha de los talleres:

- Distrito Caminaca, lunes 8 de septiembre
- Distrito Cabana, martes 9 de septiembre
- Distrito Ilave, miércoles 10 de septiembre
- Distrito Juli, jueves 11 de septiembre

Resultados Alcanzados:

- 128 encuestas realizadas a productores y técnicos locales utilizando el instrumento diseñado para el efecto por la asistente técnica del programa PRASDES con las observaciones del coordinador y las dos técnicas integrantes de la misión.
- Entrevistas y diálogos con los participantes para obtener información sobre los principales problemas que enfrentan los cultivos de papa y quinua en la región de Puno, la percepción de cambios en el clima por parte de los productores locales, fases más vulnerables de la producción de quinua y papa; prácticas locales para enfrentar el impacto de los eventos adversos; cómo se recuperan luego del impacto de los eventos hidrometeorológicos; tipo de mensajes y medios de comunicación que serían útiles para llegar con la información climática; hora de difusión de mensajes; etc.
- Se obtuvo información más técnica sobre las percepciones de clima, principales eventos climáticos que afectan los cultivos de papa y quinua en la región, utilidad de los servicios meteorológicos.
- A través de las encuestas se obtuvo la información para la evaluación económica de los pronósticos del SENAMHI.
- Se obtuvo información estadística suministrada por expertos en relación a daños ocasionados por eventos hidrometeorológicos adversos.
- En el último taller se obtuvo importante información para el programa y en específico para el componente de valoración de los servicios climáticos.

Encuesta sobre impactos económicos de eventos climáticos sobre cultivos de papa y quinua

PERCEPCIONES DEL CLIMA Y ESTADO ACTUAL DE PRONÓSTICO	
<p>1. ¿Cree Ud. que ha cambiado el clima en los últimos años?</p> <p>Sí <input type="checkbox"/></p> <p>En qué sentido:</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>NO <input type="checkbox"/></p>
<p>2. ¿Qué eventos climáticos ha enfrentado en los últimos <u>dos años</u>?</p> <p>Heladas <input type="checkbox"/> Inundaciones <input type="checkbox"/> Nevada <input type="checkbox"/> Granizo <input type="checkbox"/></p> <p>Otras: _____</p>	
<p>3. ¿Usted se <u>enteró previamente</u> de estos eventos climáticos por algún medio informativo (prensa, radio, televisión, otros)?</p>	
<p>Sí <input type="checkbox"/></p> <p>Porque medio de informativo: _____</p> <p>_____</p> <p><i>Sí, su respuesta es Sí pase a la pregunta 4</i></p>	<p style="text-align: right;">NO <input type="checkbox"/></p> <p><i>Si su respuesta es NO pase a la pregunta 6</i></p>
<p>4. ¿Con cuánto tiempo de anticipación recibió el pronóstico sobre eventos climáticos?</p> <p>1 semana <input type="checkbox"/> 2 semanas <input type="checkbox"/> Otros (indique): _____</p>	
<p>5. ¿Pudo tomar alguna acción o medida con ese pronóstico?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

PRODUCCIÓN Y PERDIDAS DE CULTIVOS	
<p>6. ¿A qué cultivos se dedica?</p>	
<p>Papa <input type="checkbox"/> Quinua <input type="checkbox"/></p> <p>Otros (cuáles): _____</p>	<p>Asociado <input type="checkbox"/></p> <p>¿Por qué?: _____</p> <p>_____</p>
<p>7. ¿Qué variedades siembran?</p> <p>Papa _____</p> <p>Quinua _____</p>	



8. ¿Ha tenido pérdidas ocasionadas por eventos climáticos sobre su cultivo?	Sí <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
9. ¿Si pudiera ordenar de mayor a menor, cuál sería en una escala del uno a cuatro el orden de los eventos climáticos que más han dañado sus cultivos: (4– mayor daño 1 – menor daño)		
Heladas <input type="checkbox"/>	Sequías <input type="checkbox"/>	Inundaciones <input type="checkbox"/>
Plagas <input type="checkbox"/> Enfermedades <input type="checkbox"/>		
10. ¿Cómo Ud. se repone de las pérdidas dejadas por eventos climáticos? _____ _____ _____		
11) ¿Recibieron algún servicio o ayuda de las siguientes instituciones?		
(Si/No)		
Gobierno Municipal <input type="checkbox"/>	Describe: _____	
Gobierno Regional <input type="checkbox"/>	Describe: _____	
Dirección Regional Agraria <input type="checkbox"/>	Describe: _____	
INDECI <input type="checkbox"/>	Describe: _____	
Otros <input type="checkbox"/>	Describe: _____	

CUANTIFICACIÓN DE PRONÓSTICO ASOCIADO A PÉRDIDAS	
12. ¿Cree usted que necesita información climática para ayudarse en sus labores agrícolas?	Sí <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Porqué: _____
13. ¿Conoce al SENAMHI? (explicar el encuestador)	Sí <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
14. Si el SENAMHI le advierte de un <u>evento climático perjudicial</u> para su cultivo (heladas, sequías, inundaciones, etc.). ¿Usted puede hacer algo para salvar su cultivo o reducir sus pérdidas?	
Sí <input type="checkbox"/> Indique las medidas para salvar su cultivo: _____ _____ _____ _____	NO <input type="checkbox"/> Porqué: _____ _____ _____ _____
15. Si el SENAMHI le advierte de un <u>retraso de la temporada de lluvias</u>, ¿usted cambia su fecha de siembra?	
Sí <input type="checkbox"/> Porqué: _____ _____ _____ _____	NO <input type="checkbox"/> Porqué: _____ _____ _____ _____
Si su respuesta es SÍ pase a la pregunta 16	Si su respuesta es NO pase a la pregunta 17



16. Si la respuesta fue Sí: ¿aproximadamente cuánto podría ahorrarse de pérdidas?

10% - 20%

20% - 40%

40% - 60%

60% - 100%

17. Si el SENAMHI le advierte que en las próximas semanas o meses va a llover muy poco, ¿usted puede tomar alguna acción para salvar su cosecha?

SÍ

Porqué: _____

Si su respuesta es Sí pase a la pregunta 18

NO

Porqué: _____

Si su respuesta es NO pase a la pregunta 19

18. Si la respuesta fue Sí: ¿aproximadamente cuánto podría ahorrarse de pérdidas?

10% - 20%

20% - 40%

40% - 60%

60% - 100%

19. Si el SENAMHI le advierte que vienen semanas sin lluvia y con alta temperatura cuando sus cultivos están en desarrollo, ¿usted puede tomar alguna acción para prevenir las plagas o la muerte de las plantas?

SÍ

Porqué: _____

Si su respuesta es Sí pase a la pregunta 20

NO

Porqué: _____

Si su respuesta es NO pase a la pregunta 21

20. Si su respuesta fue Sí: ¿aproximadamente cuánto podría ahorrarse de pérdidas?

10% - 20%

20% - 40%

40% - 60%

60% - 100%

21. Si el SENAMHI le indica que viene un fenómeno El Niño, en los próximos meses, usted puede tomar alguna acción para salvar sus cultivos

SÍ

Porqué: _____

Si su respuesta es Sí pase a la pregunta 22

NO

Porqué: _____

Si su respuesta es NO pase a la pregunta 23

22. Si su respuesta fue Sí: ¿aproximadamente cuánto podría ahorrarse de pérdidas?

10% - 20%

20% - 40%



40% - 60%
60% - 100%

23) A qué hora es mejor para ustedes recibir el pronóstico y porque medio (radio, tv, celular, beeper)
Horas: _____ Porqué: _____

Medio de comunicación: _____

CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTOR

21) Principales actividades económicas de la familia

Miembro de la familia	Edad	Ocupación	Tiempo
Padre			
Madre			
Hijo 1			
Hijo 2			
Hijo 3			
Hijo 4			

22) ¿Cuál es el tamaño de su chacra?

Entrevistado: _____

Distrito: _____

Zona: _____

Pertenece a alguna organización: Sí NO

Encuestadora: _____

Fecha de la encuesta: _____

Registro fotográfico de Talleres

Taller Distrito Caminaca (8-Septiembre-2014)



Taller Distrito Cabana (9-Septiembre-2014)



Taller Distrito Ilave (10-Septiembre-2014)



Taller Distrito Juli (11-Septiembre-2014)



Taller Interinstitucional “Socialización de la Información Agroclimática para cultivos en la Región Puno” (12-Septiembre-2014)

