

**FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y DE RECURSOS
NATURALES
PROYECTO ILLIMANI**

**VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMATICO EN
COMUNIDADES DE LA CUENCA DEL RIO SAJHUAYA**

Ing. Ph.D. Magalí Garcia Cárdenas
Ing. M.Sc. Cristal Taboada Belmonte

La Paz, Noviembre de 2010

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades del presente reporten se encuadran dentro de los productos del proyecto “Fortaleciendo la capacidad y desarrollando estrategias de adaptación a los fenómenos de Cambio Climático en comunidades de montaña de la cordillera real de Los Andes centrales de Bolivia.

Las entidades encargadas de la ejecución del presente estudio han sido tres: El Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y de Recursos Naturales (IIAREN), ambos pertenecientes a la Universidad Mayor de San Andrés, y Agua Sustentable una institución con amplia experiencia en el campo de políticas hídricas, derechos de agua y gestión de los Recursos Hídricos.

El proyecto tiene como objetivo fortalecer la capacidad y desarrollar una estrategia de adaptación a los efectos del cambio climático para la zona del Illimani que promueva el desarrollo, el mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades rurales mas vulnerables, la sostenibilidad de los sistemas productivos rurales, los sistemas de provisión de agua potable y medio ambiente y que disminuya las posibilidades de conflicto por el uso del agua en el marco del desarrollo y los entornos cambiantes, fomentando la implementación de políticas publicas nacionales e internacionales, utilizando métodos y herramientas que permitan su replicabilidad en condiciones de baja información para Los Andes.

El presente documento se encuentra enfocado en la presentación de los resultados de los estudios realizados acerca de los cambios producidos en la estructura socioeconómica y productiva de las comunidades de la zona en los últimos 15 años, describiendo sus características actuales y su vulnerabilidad ante el inminente cambio de las condiciones climáticas por las cuales, se han desarrollado estrategias de adaptación espontánea.

Estas estrategias de adaptación espontánea, han sido también evaluadas en el ámbito del conocimiento tradicional y ancestral frente a fenómenos de variabilidad y cambio climático, resiliencia, constricciones, debilidades y potenciales.

Concepto de vulnerabilidad

El término vulnerabilidad se considera como el grado en que un sistema es susceptible o incapaz de enfrentar los efectos adversos de un agente estresante.

En este contexto, la vulnerabilidad constituye una inter fase entre la exposición a las amenazas del cambio climático (que afectan el bienestar humano), y la capacidad de las personas o los sistemas para adaptarse y controlar dichas amenazas.

Todos los sistemas (familia, comunidad, región) son potencialmente vulnerables a las amenazas del cambio climático; sin embargo, la combinación de procesos físicos y sociales, puede tornar un sistema más o menos vulnerable que otros. Por ello en el presente documento se pretende reflejar los resultados del análisis de vulnerabilidad de las comunidades de la cuenca del río Sajhuaya a través de un análisis integrado de las variables que influyen es dicha vulnerabilidad.

II. METODOLOGÍA

De acuerdo al sistema de coordenadas geográficas, el municipio de Palca se ubica entre los 16ª 33.41'16" de latitud sur y 67ª 57'07.26" de longitud oeste. Políticamente está dividido en tres cantones: Palca, Quillihuaya y Cohoni. El área de estudio se encuentra conformada por las comunidades de Khapi, Tahuapalca y Cebollullo las cuales se localizan en el cantón Cohoni (Figura 1).



Figura 1. Delimitación del Area de Estudio

El territorio del municipio de acuerdo al mapa de ecoregiones de Bolivia corresponde a la zona de vida llamada región de tierras altas (cordillera, praderas alto andinas, cabecera de valle) entre 4500 y 2400 m.s.n.m.

De acuerdo al análisis de las variables agro climáticas de la región, se identifica la existencia de tres pisos ecológicos que definen la forma de vida de la población, estos pisos son: el piso alto andino, valle inter andino y valle.

El piso alto andino se caracteriza por ser de difícil acceso y con cultivos que no prosperan con facilidad reduciendo su territorio a la producción de papa, oca, haba y papaliza, con gran diversidad. Se caracteriza por tener un clima adverso a la agricultura por la fuerte presencia de heladas y una vegetación reducida.

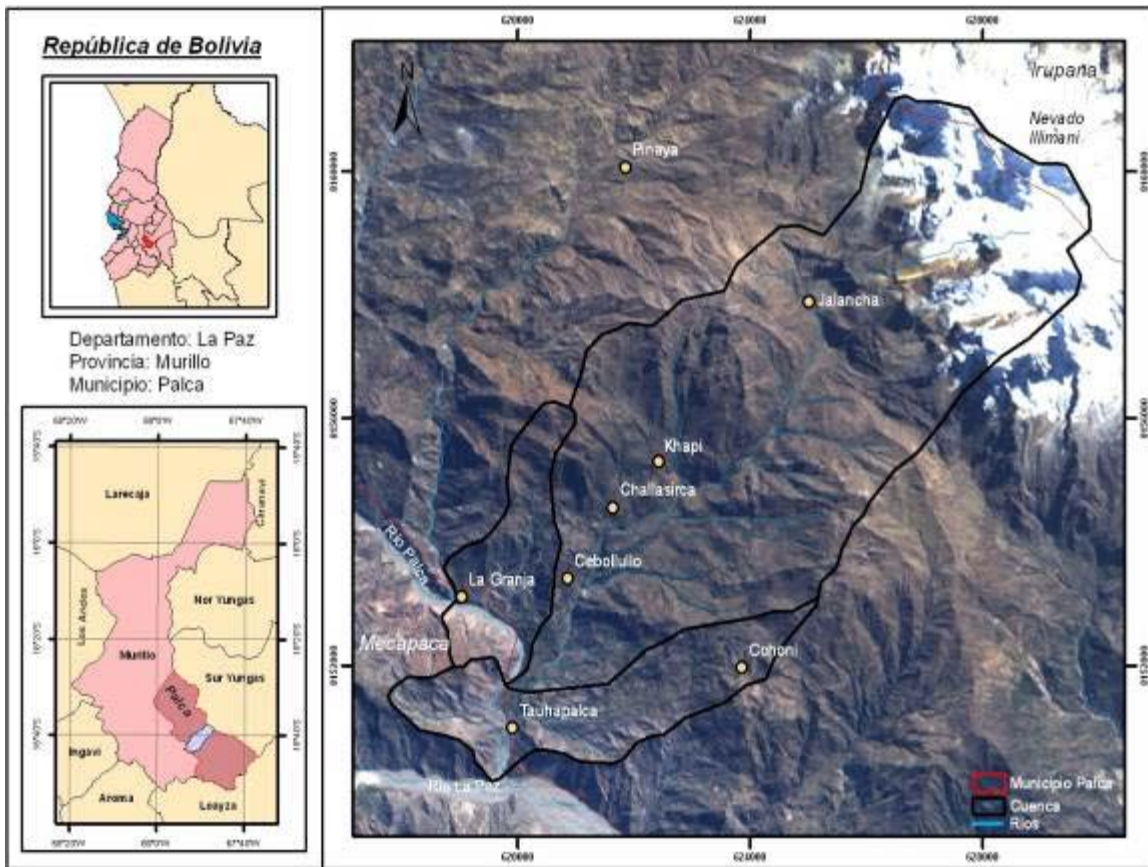
Los pisos de valle interandino y valle son los más utilizados en labores agropecuarias y como área para la localización de las comunidades por lo tanto poseen una mayor población. El clima en esta región es más benigno y posee un mayor potencial agropecuario.

El municipio de Palca se compone de una serie de mesetas y colinas que se encuentran en la ladera inferior del nevado Illimani, este valle está formado por un conjunto de bosques secos, matorrales y tierras erosionadas. Es privilegiado al contar con una amplia diversidad de paisajes. Muchas comunidades pertenecientes a este municipio dependen del deshielo de glaciares para su provisión de agua en forma domestica, sin dejar de lado su importante uso en la producción agropecuaria y ecológica, siendo un componente fundamental del desarrollo ecológico y productivo de la región (PDMP, 2005).

Considerando el problema y los objetivos de la investigación, el estudio se ha realizado bajo un enfoque cuali-cuantitativo de carácter exploratorio-descriptivo ya que busca entender los cambios que se han producido en los sistemas productivos y los impactos de los mismos en la estructura socioproductiva de las comunidades seleccionadas. De esta manera se han realizado levantamientos productivos y socioeconómicos diferenciados que en forma integral pretenden evaluar y presentar la vulnerabilidad presente, las estrategias de adaptación ya asumidas por los productores y la sostenibilidad de estas estrategias a futuro.

El trabajo se enmarcó en la cuenca de estudio del proyecto Illimani. Esta cuenca está determinada por la presencia del río Sajhuaya tributario del río Palca el cual a su turno es tributario del río La Paz. La cuenca está geográficamente ubicada entre las latitudes 16°38'y16°44' Sur y longitudes 67°54' – 67°46' Este del Municipio de Palca, Provincia Murillo del Departamento de La Paz. Está conformada por las comunidades: Jalancha, Khapi, Challasirca, Cebollullo, Cohoni, Chañurani, Cachapaya, y Tahuapalca, y nace en la cordillera oriental con dirección Este, formando parte de la flanco occidental central del nevado Illimani.

Su cota máxima aproximada es de 6350 msnm como cabecera de cuenca y como su punto más bajo los 2500 msnm con desemboque al Río Palca (Mapa 1).



Mapa 1. Área de Estudio de la Micro Cuenca del Río Illimani y sus principales comunidades

2.1. Indicadores de vulnerabilidad

La evaluación de la vulnerabilidad de las comunidades rurales al cambio climático, en general se basa en la definición de la vulnerabilidad presente y pasada a los eventos extremos. Al examinar la vulnerabilidad a eventos relacionados al clima, es necesario extender el análisis a entornos mayores a aquellos dados por el medio ambiente físico. La caracterización socio económica de la población analizada permitirá un conocimiento más completo de la vulnerabilidad y orientará hacia conclusiones y acciones mejor adaptadas a la realidad físico social. Esto es debido a que la vulnerabilidad no es la misma para personas que viven en diferentes ecosistemas, y bajo normas y arreglos sociales e institucionales diferentes. En este sentido se ha definido un conjunto de indicadores sociales, económicos, productivos e institucionales que permitirá definir adecuadamente la vulnerabilidad de la población de la cuenca del río Sajhuaya:

2.1.1. Vulnerabilidad socioeconómica

Dentro del ámbito social, los indicadores de pobreza se asumen como de importancia en este estudio, pues la pobreza está relacionada directamente a la falta o marginalización de los recursos disponibles. Este aspecto es crítico cuando se produce un evento extremo y afecta fuertemente en el nivel de estrés que sufre un individuo o comunidad. De esta manera se han identificado los siguientes parámetros de análisis:

1. Información demográfica con porcentaje de la población en extrema pobreza, ingreso anual per cápita y tasa de analfabetismo
2. Nivel educacional
3. Composición etarea de la población
4. Tamaño de la unidad familiar
5. Salud
6. Infraestructura, transporte y acceso a agua potable
7. Migración
8. Actividades extra-agropecuarias

Para analizar los indicadores mencionados se aplicaron metodologías participativas bajo un enfoque metodológico de sistemas estructurado como se muestra en la Figura 2, al mismo tiempo que se obtuvieron datos de fuentes secundarias como el Plan de Desarrollo Municipal de Palca e información del Instituto Nacional de Estadísticas.



Figura 2. Estructuración secuencial de la metodología de levantamiento de información Socioeconómica-Productiva.

La Figura 2 muestra que los métodos de recolección de información socioeconómica y perceptiva han sido diversos considerando siempre el proceso de triangulación para validar la información obtenida; de esta manera, las principales técnicas utilizadas han sido: Talleres de Diagnóstico Participativo, Entrevistas a actores clave, Aproximaciones sucesivas, Estudios de caso y Observaciones.

Los resultados de las actividades previamente mencionadas cuyos resultados son predominantemente cualitativos se relacionaron con encuestas que permitieron un análisis cuantitativo de los resultados obtenidos y así se realizó una validación cruzada.

El levantamiento de información se realizó principalmente en las comunidades de Kaphi, Tahuapalca y Cebollullo (Mapa 1) cuya población meta fueron las familias con residencia permanente en la comunidad. La encuesta fue la herramienta que tuvo mayor participación y cubrió una gran proporción de la población de las comunidades bajo las siguientes características de la población encuestada:

Cuadro 1. Tamaño de muestra por comunidad

Comunidad	Tamaño Población (familias)	Tamaño Muestra (familias)	N Observaciones utilizables
Kaphi	36	25	20
Tahuapalca	87	40	35
Cebollullo	117	40	32

2.1.2. Vulnerabilidad biofísica

Dentro de este análisis se incluye a los factores fisiográficos y climáticos que afectan a la cuenca, por ello se identifican los siguientes indicadores:

1. Fisiografía de la cuenca
2. Riesgos climáticos más importantes
3. Ocurrencia de eventos climáticos extremos
4. Manejo de indicadores bioclimáticos tradicionales
5. Tendencias de cambio en las temperaturas y precipitación

La información para describir estos parámetros fue obtenida de fuentes secundarias tales como el Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Palca, el

Atlas de Vulnerabilidad Municipal de Bolivia y la información climática local reconstruida en base a información de estaciones cercanas y homogéneas.

2.1.3. Vulnerabilidad productiva

La disponibilidad de los recursos está fuertemente relacionada con la vulnerabilidad a los eventos extremos. En diversas publicaciones describen que la composición de la relación población urbana/rural suele indicar la vulnerabilidad a eventos extremos, siendo las poblaciones rurales las más afectadas por estos eventos. Esto se debe a que en general, las condiciones de vulnerabilidad de estos eventos se definen mayormente por su capacidad de afectar la productividad agropecuaria. La naturaleza de los fenómenos naturales ocurridos en el país en los últimos años, donde se alternan períodos de inundaciones y sequías intensas, tiende a afectar particularmente la actividad agropecuaria, al contrario, por ejemplo, de lo que ocurre en el caso de un terremoto o la granizada de 2002, donde las principales consecuencias se observan en la zona urbana, con mayor concentración demográfica. Por estas razones, y siendo que la cuenca de estudio incluye solamente área rural, se percibe que la zona, *per se*, presenta una elevada vulnerabilidad a la variabilidad y cambio climático. A pesar de ello, se han identificado indicadores que permitan discretizar esta vulnerabilidad, los que se presentan a continuación:

1. Superficie cultivada
2. Cambios en la actividad agrícola y Agrobiodiversidad
3. Percepción de la reducción de la producción agrícola
4. Disponibilidad, frecuencia y eficiencia de riego
5. Cambios en los requerimientos de riego

La información productiva fue evaluada a través de seguimientos participativos de las actividades de producción y su relación con el uso de agua en la cuenca de estudio. Dado que se requiere un periodo largo de seguimiento para estas evaluaciones, se establecieron tres comunidades de análisis en función de su representatividad de la Cuenca, las que fueron analizadas y su información recolectada durante 16 meses (Cuadro 1 y Mapa 1).

Para evaluar la información productiva de las comunidades durante la gestión 2009-2010, 3 técnicos y 3 Asistentes de Investigación fueron establecidos en forma permanente en las tres comunidades mencionadas desde Agosto de 2009 hasta Diciembre de 2010. En forma general, se realizaron mediciones de las áreas cultivadas en las comunidades, seguimiento de los canales, uso de agua, ejecución de derechos y definición de la estructura productiva que caracteriza a cada comunidad.

Desde un punto de vista productivo, las comunidades de altura como Jalancha no fueron consideradas como parte de las demandas de riego pues su altitud sobre

los 3800 m. hace que no se realice producción agrícola de importancia sino en forma de aynokas comunitarias. Por ello, solo se consideró como parte de este trabajo a las comunidades de Khapi, Challasirca, Cebollullo, Cohoni, Chañurani, Cachapaya, y Tahuapalca. Debido a las limitaciones de personal y a las similitudes productivas en comunidades, el trabajo de levantamiento productivo y de información socioeconómica se centralizó en las comunidades de Khapi, Cebollullo y Tahuapalca. Posteriormente la información fue extrapolada de acuerdo al detalle presentado en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Comunidades parte del proyecto

Comunidad donde fue levantada la información	Comunidades a las que fue extrapolada la información
Khapi	Challasirca 50 % del área de Cohoni
Cebollullo	50 % del área de Cohoni Chañurani y Cachapaya
Tahuapalca	Ninguna

En cada comunidad seleccionada se establecieron 2 parcelas de seguimiento de uso de agua, una de maíz y otra de papa en Khapi y de lechuga en Tahuapalca y Cebollullo. En todas las parcelas se realizaron actividades de medición de uso de agua de riego y también se llevaron adelante los cálculos para determinar su máximo requerimiento de riego en función a sus áreas y cultivos.

2.1.4. Vulnerabilidad institucional

El análisis de la vulnerabilidad de una zona no estaría completo sin la descripción de su vulnerabilidad institucional. La vulnerabilidad de una comunidad ante un evento y al cambio climático dependerá fuertemente de la preparación de sus instituciones formales y no formales para reaccionar frente al evento. Este tipo de vulnerabilidad es de extrema importancia pues se constituye en el marco para las acciones de las comunidades y puede ser determinante para la respuesta de estas. Para analizar la vulnerabilidad institucional se realizó un levantamiento de las instituciones formales que trabajan en el Municipio de Palca y se evaluó su alcance geográfico y temporal.

La información para describir estos parámetros fue obtenida de fuentes secundarias tales como el Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Palca y en base a encuestas realizadas a autoridades Municipales y comunales.

III. RESULTADOS

3.1. Vulnerabilidad socioeconómica

3.1.1. Información demográfica e índices de pobreza

Según el Censo de Población y Vivienda (CNPV) del año 2001, el Cantón Cohoni (donde se encuentra la cuenca de estudio) cuenta con una población de 7.046 habitantes, con un promedio en el tamaño de las familias de 4.6 personas según datos del PDM del Municipio de Palca. La densidad demográfica es de 23 hab./km² considerando que la superficie del cantón es de 317 km.

El cantón Cohoni fue creado mediante Decreto Supremo del 8 de enero de 1938 (PDM Palca). El cantón se encuentra conformado por las comunidades: Cohoni, (Arazaya, Pucarani y Tiahuanaco), Atahuallani, Khapi, Jalancha, Challasirca, La Granja, La Glorieta, Cebollullo, Chañurani, Tahuapalca, Tirata, Cachapaya, Luquicachi, Caripu, Huarimutuaya, Chojawaya, Chaja, Murata, Pucaya, Yaricachi, Mutuhuaya, Mutuhuaya bajo, Nueva Esperanza, Chotacollo, Cayimbaya, Tanimpata, Jucumarini, Cotaña, Llujo, Tarujhumaña.(PDM Palca).

Los resultados del último Censo nacional, muestran que el Municipio de Palca donde se encuentra la cuenca de estudio presenta los índices de pobreza del Cuadro 3.

Cuadro 3. Índices de pobreza reportados para el Municipio de Palca (PMA, 2002)

% Pob. en extrema pobreza	Ingreso anual per capita US\$
46,8%	652

Los valores reportados sugieren una elevada vulnerabilidad de los habitantes del Municipio ante cualquier estrés o shock externo, especialmente climático, pues los bajos niveles de ingreso no permiten la inversión en medidas que reduzcan su vulnerabilidad (riego tecnificado, fertilizantes, infraestructura de protección, etc.). Adicionalmente la fuente de ingreso principal en todas las comunidades es la agricultura, por lo que un evento de estrés agrícola de mucha importancia, reduciría los niveles de ingresos e incrementaría la vulnerabilidad.

3.1.2. Nivel educacional

La educación es considerada como un factor determinante de desarrollo, así también lo afirma Lacki (1995), cuando menciona que no habrá desarrollo, a menos que se forme y capacite a las familias rurales para que ellas puedan conocer y solucionar sus propios problemas.

Además, varios autores (Iqbal 2007, Mgaba-Semgalawe 2000, Namara et al., 2007) declaran que el nivel de estudios alcanzado por la comunidad es uno de los factores que influye en la adopción y aplicación de una innovación tecnológica; así cuanto más elevado sea el nivel de educación de los productores, éstos estarán más dispuestos a implementar nuevas tecnologías y por supuesto nuevas estrategias de producción.

El cantón Cohoni cuenta con 17 unidades educativas fiscales, de las cuales en la comunidad de Cachapaya se encuentra una unidad educativa que abarca desde el nivel inicial hasta 3ro básico. Las unidades educativas en Cebollullo y Challasirca abarcan desde el nivel inicial hasta 6to básico. La Granja cuenta sólo con niveles de 1º a 3º básico. La unidad educativa de Chañurani alcanza los niveles de 1º a 6to básico. Los estudiantes de estas comunidades concluyen sus estudios en las comunidades de Cohoni y Tahuapalca que cuentan con unidades educativas desde el nivel inicial hasta 4to de secundaria.

La Figura 3 muestra que más del 50% de los padres de familia han cursado solo el nivel primario, sin embargo existe un porcentaje adicional de la población que ha alcanzado el nivel secundario y el 77% de la misma está conformada por jóvenes cuya edad está comprendida entre 19 y 35 años.

Con respecto a las mujeres, se repite el patrón general que caracteriza al área rural ya que aproximadamente el 80% de ellas solo han cursado el nivel primario, menos del 10% han alcanzado el nivel secundario. Las mujeres que alcanzaron el nivel secundario se encuentran en un rango de edad entre 18 y 35 años. A pesar de estos valores, la tasa de analfabetismo de la población de la cuenca es menor que del Municipio completo, reportado con un valor de 0.31 por el PMA (2002).

En ambos casos, más del 70% de la población con mayor nivel de educación se encuentra en la comunidad de Tahuapalca debido principalmente a que en esta comunidad se ubica el centro educativo más cercano que cuenta con nivel secundario.

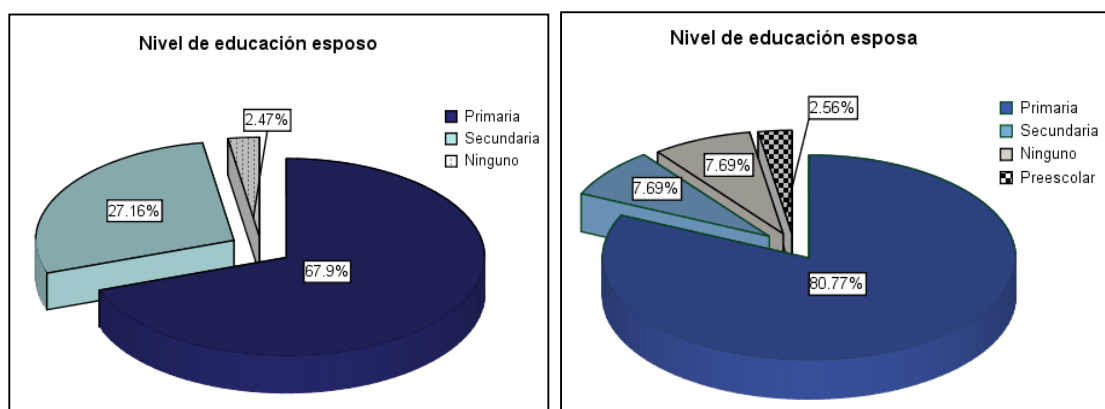


Figura 3. Nivel de educación de los padres de familia

3.1.3. Composición etarea de la población

En la Figura 4 se puede observar que la población en las tres comunidades en estudio se encuentra conformada principalmente por adultos cuya edad se encuentra en un rango entre 25 y 60 años. Destaca el porcentaje de población joven (edad comprendida entre 19 y 25 años) que concentra alrededor del 25 % de la población.

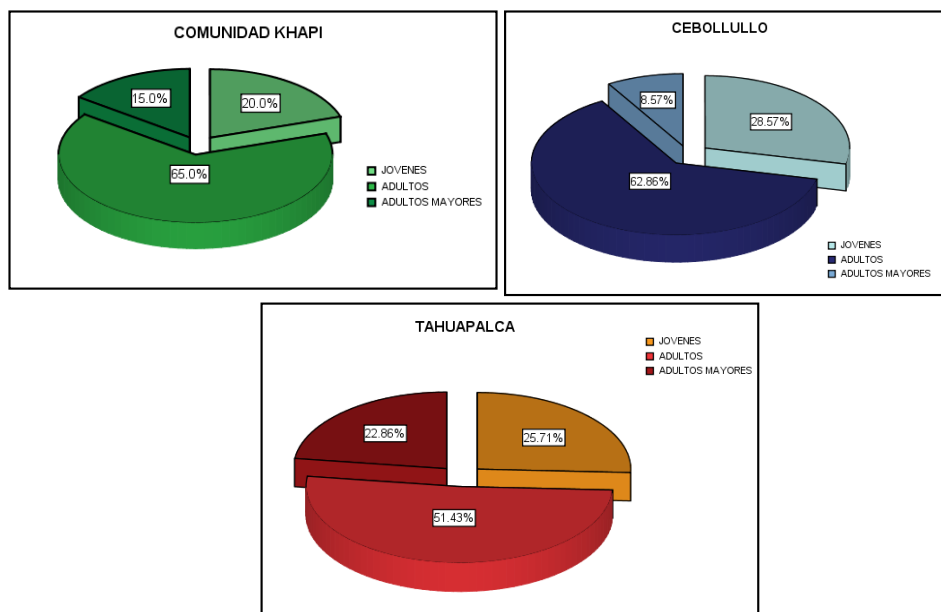


Figura 4. Composición de la población por edad. Comunidades Khapi, Cebollullo y Tahuapalca

La proporción de población joven es elevada en relación al promedio rural, mostrando que la migración al momento no afecta sustancialmente a la zona de estudio.

3.1.4. Tamaño de Familia

Siendo que lo que distingue a la unidad campesina de otras unidades familiares es su doble carácter de unidad de producción directa y unidad de reproducción de la fuerza de trabajo familiar, la cual puede ser asignada al proceso de producción o vendida como trabajo asalariado en el mercado de trabajo, es importante conocer el número de componentes que conforma la unidad familiar, pues este es un factor de mejora del ingreso.

En la Figura 4 se puede observar que las familias en las tres comunidades están conformadas generalmente en su mayoría por hasta 5 componentes. Considerando que la superficie de cultivo generalmente no sobrepasa a 1 hectárea, se puede afirmar que la fuerza de trabajo asignada al proceso

productivo llega a cubrir en un porcentaje significativo los requerimientos de mano de obra.

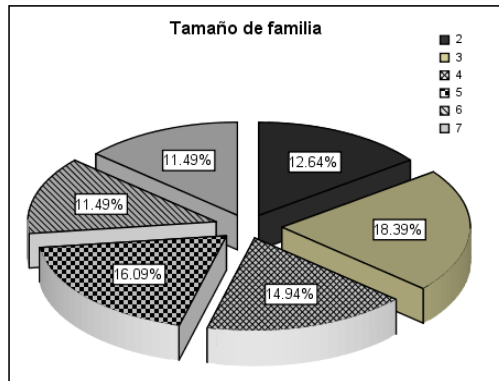


Figura 4. Tamaño de familia, comunidades de Tahuapalca, Khapi y Cebollullo

3.1.5. Salud

Otro factor considerado como pilar de desarrollo es la salud. Este factor se encuentra descuidado en la zona ya que la única posta sanitaria que existía en Tahuapalca fue derribada con el objetivo de construir otra con mejor infraestructura; sin embargo a la fecha esta obra no se ha realizado. La comunidad de Cohoni cuenta con una posta sanitaria de cuatro ambientes y un consultorio médico, posee servicios básicos, y su equipamiento es insuficiente y lamentablemente no brinda atención médica debido a la falta de personal que hasta el momento no está siendo cubierto por el Gobierno Municipal de Palca.

Las Figuras 5 y 6 presentan los principales problemas de salud que atraviesa la población. Las afecciones más frecuentes son las enfermedades respiratorias y las estomacales.

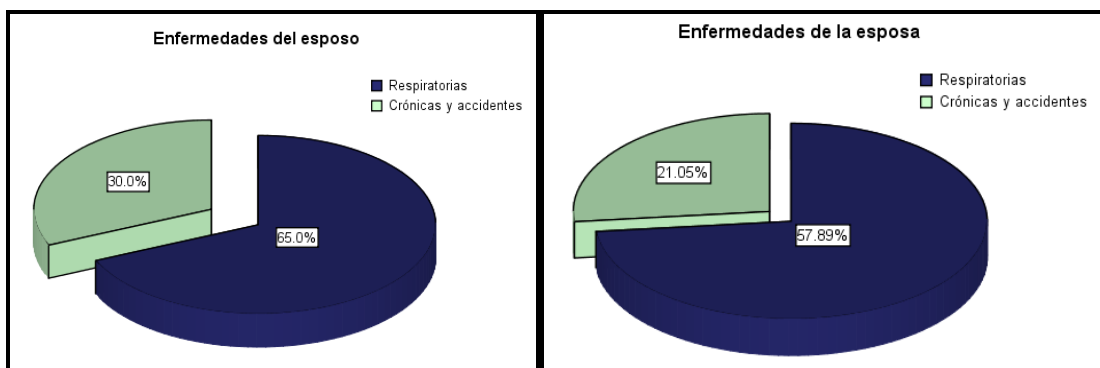


Figura 5. Enfermedades que afectan a los padres de familia

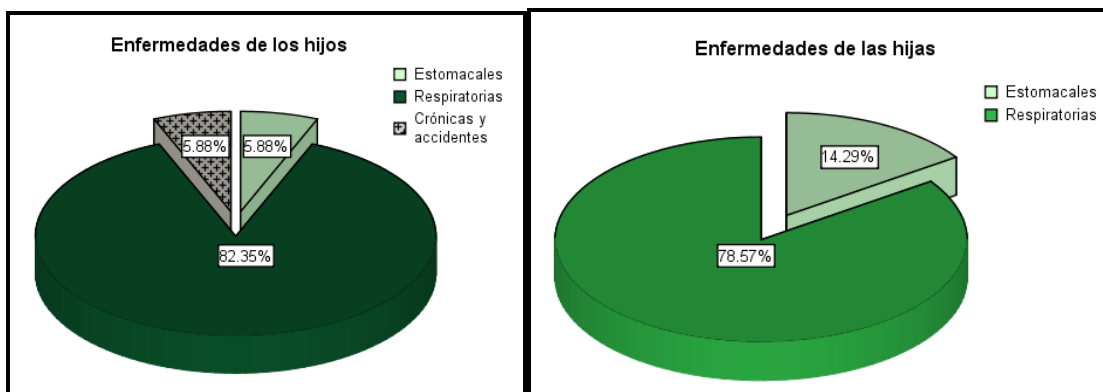


Figura 6. Enfermedades que afectan a los hijos

El incremento de las enfermedades respiratorias es asociado por los agricultores, con las fuertes variaciones térmicas en la zona que provoca que se pase de periodos calientes a periodos fríos muy rápidamente produciendo resfriados. Con respecto a esta problemática en el tiempo, más del 60% de la población percibe que hace 20 años las personas eran menos afectadas por estas enfermedades (Figura 7) pues estos cambios térmicos eran menos frecuentes.

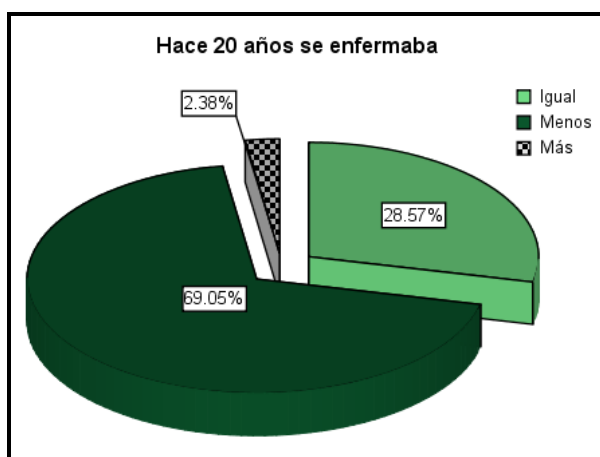


Figura 7. Percepción del cambio en la incidencia de enfermedades

3.1.6. Infraestructura, transporte y acceso al agua potable

El sistema de caminos del municipio de Palca presenta vías principales, secundarias y vecinales. Las rutas más importantes son La Paz – Palca – Quillihuaya – Chulumani e Irupana; todas ellas, caminos de primer orden. A principios de 2009 se inauguró oficialmente la ruta La Paz Río Abajo – Tahuapalca – Cohoni - Cotaña, con mantenimiento permanente, y que ha disminuido el tiempo de acceso a la zona de estudio.

Los sistemas de transporte están bajo responsabilidad de los Sindicatos de minibuses y también de los Buses que regularmente ingresan a la zona de

estudio es decir a las comunidades de Cohoni y Khapi atravesando varias otras comunidades.

De acuerdo a la percepción de los agricultores, hasta hacen 3 años, la frecuencia de ingreso de transporte a las comunidades era semanal, pero a partir de la habilitación del camino y puente de unión con Rio Abajo, la cantidad de minibuses y camiones que ingresan a la zona se ha incrementado, lo cual favorece la comercialización diaria de sus productos.

La atención del servicio de agua potable es atendida por un Comité de Aguas que se encarga del mantenimiento y la administración de los sistemas de Agua Potable, el servicio de alcantarillado es inexistente pero en muchas de las comunidades se tiene pozos sépticos. Similarmente el servicio de energía eléctrica es atendido por EMPRELPAZ¹, que atiende al 60% de la población.

En el cantón Cohoni se tiene el acceso al servicio de agua potable dentro de las viviendas en un 75% de los hogares, mientras un 25% de los núcleos familiares se abastece de fuentes externas que provienen generalmente de vertientes y/o aguas subterráneas que se almacenan en estanques para la distribución a los hogares de las familias (PDM Palca, 2007). Por otra parte, el 55% de la población tiene baño en su vivienda o tiene acceso a él, mientras que el 45% no cuenta con baño (PDM, Palca, 2007).

3.1.7. Migración

Contrariamente al patrón característico de las poblaciones rurales, el porcentaje de migración en las comunidades en estudio es bajo (menor al 10%); sin embargo la población encuestada percibe que hace 10 años las personas migraban menos (Figura 8). Del 100% de la población que ha salido por primera vez de la comunidad, más del 70% lo hizo después de los años 90's.



Figura 8. Percepción de la migración de la población hace 10 años
El bajo porcentaje de migración se debería a que actualmente las comunidades se hallan fuertemente insertadas al mercado, lo cual justifica un ingreso

¹ EMPRELPAZ, (Empresa Rural Eléctrica La Paz)

permanente que motiva la permanencia en la zona. Por otra parte, por el incremento de las temperaturas, la actividad agrícola se desarrolla todo el año, por lo que los agricultores no enfrentan una época seca sin actividad agrícola como en el pasado y que les obligaba a buscar empleo transitorio en la ciudad u otras zonas agrícolas.

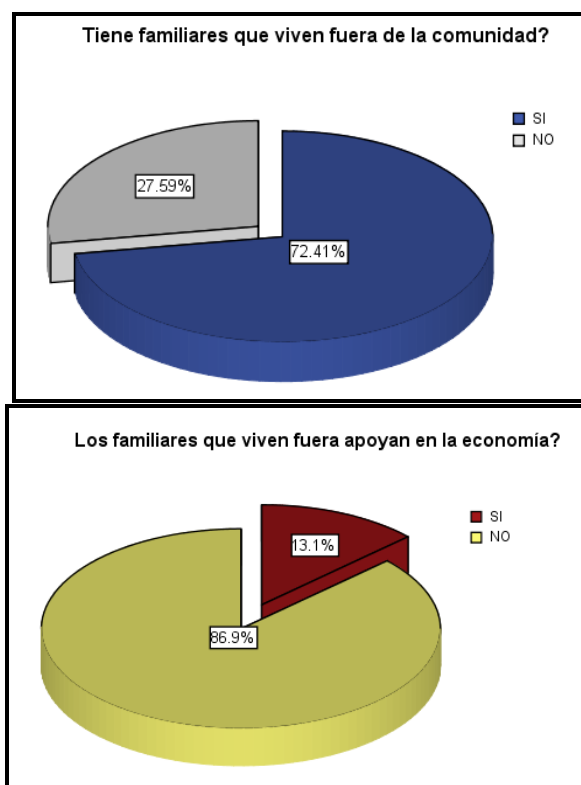


Figura 9. Familiares fuera de la comunidad

Además, un gran porcentaje de los pobladores que residen en estas comunidades proceden de la zona del altiplano; por tanto ya se constituyen en población migrante. Por esta razón, más del 70% de las familias encuestadas tienen familiares fuera de la comunidad de quienes generalmente no reciben apoyo económico (Figura 9).

3.1.8. Actividades extra agropecuarias

Una de las principales características que se presenta en las zonas productoras rurales es la venta de la fuerza de trabajo asalariado en el mercado laboral. Las comunidades en estudio no se constituyen en la excepción; sin embargo solo el 30% de las familias encuestadas ejercen esta práctica. Del 100% de los productores que realizan actividades extra agropecuarias, más del 50% oferta sus servicios como albañil asalariado. Otros oficios son el de chofer asalariado, agricultor jornalero, comerciante y operario de máquinas (Figura 9). Como puede observarse en la Figura 10, son los varones quienes dejan la comunidad para vender su fuerza laboral. Cuando fueron consultados sobre la razón de su

permanencia en las comunidades, los agricultores refieren que la producción actual, especialmente de lechuga (Tahuapalca y Cebollullo) y papa (Khapi), le motiva a continuar en sus comunidades pues su acceso a recursos es suficiente para sus expectativas.

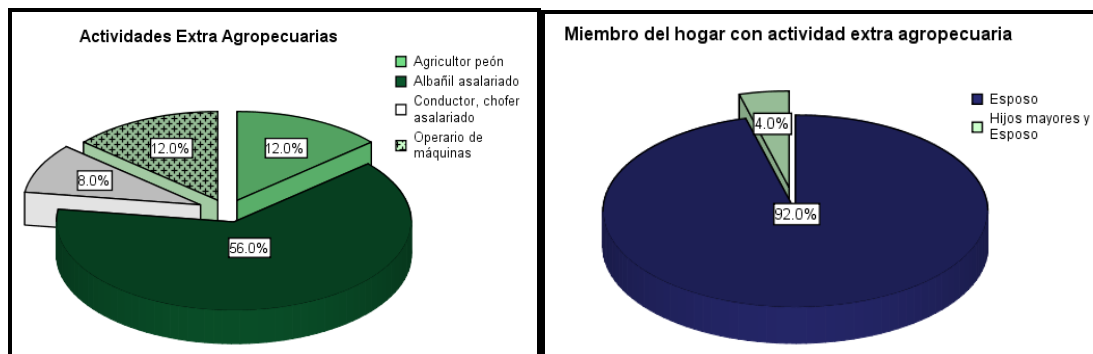


Figura 10. Actividades Extra Agropecuarias

3.2. Vulnerabilidad biofísica

3.2.1. Fisiografía de la cuenca

Según el PDM (2007 – 2011) el área de la cuenca presenta serranías, planicies aluviales drenadas, colinas y depresiones con floraciones salinas. El cantón Cohoni se destaca por su serranía de gradiente este – oeste sin ninguna elevación significativa.

Según el Plan de Acción Ambiental Municipal (2006), Palca corresponde a la provincia Biogeográfica de Puna Peruana, perteneciendo al Distrito Geográfico del Titicaca y Cordillera Real. Las ecoregiones existentes en la cuenca son la región alto andina y de puna y la región de valles secos interandinos.

La región Alto Andina y de Puna se caracteriza por la presencia de heladas, vegetación reducida, praderas y Puna húmeda pastizales abiertos en zonas altas (mayores a 3700 m.s.n.m.). El valle interandino o mesotérmico y valle se caracterizan por ser zonas destinadas al pastoreo de ganado vacuno y tierras de cultivo en diferentes estados de sucesión, debido a que cuenta con un microclima apto para la producción agropecuaria.

En el municipio los procesos erosivos son de grado amplio; de ligero a severo; de tipo laminar, eólico o en cárcavas.

A partir de fuertes lluvias de diciembre a febrero se incrementa el caudal de los cauces, provocando erosión laminar hídrica y turbidez en el agua. El material orgánico es transportado a las zonas bajas, causando erosión fluvial, y degradando aún más el suelo. En los pisos de puna y altoandino, el granizo es

también una frecuente amenaza durante la época húmeda, pues daña los cultivos y la vegetación circundante (Agua Sustentable, 2009).

3.2.2. Riesgos climáticos más importantes

El PDM del municipio de Palca (2007-2011) expresa que los riesgos naturales que afectan en mayor grado al municipio son la helada, granizo, escasez o mala distribución de lluvias e inundaciones. Las heladas se presentan esporádicamente entre los meses de abril a septiembre, al inicio del ciclo de producción dañando los cultivos. La granizada se presenta entre los meses de diciembre a febrero. La nevada se presenta una vez en el mes de agosto, aportando humedad al suelo.

Cuadro 3. Reporte de eventos extremos atendido por defensa civil en el Municipio de Palca durante tres gestiones.

Tipo de Evento	Fecha Ocurrencia	N° de familias damnificadas por año			Total familias	Agricultura: ha. afectadas por año
		2006	2007	2008		2006
Deslizamiento						
	3/19/2007		78		78	2006
	10/6/2007		1		1	
	2/14/2008			0	0	
Total Deslizamiento			79	0		
Granizada						
	2/4/2006	90			90	30
	1/24/2007		1171		1171	
	3/9/2007		92		92	
	3/19/2007		986		986	
	10/27/2008			82	82	
Total Granizada		90	2249	82		30
Inundación						
	3/21/2006	75			75	55
	3/23/2006	102			102	48.25
	1/12/2007		400		400	
	1/21/2008			0	0	
	1/25/2008			92	92	
	2/15/2008			0	0	
	3/10/2008			15	15	
Total Inundación		177	400	107		103.25
Total Palca		267	2728	189	3184	133.25

Fuente: Viceministerio de Defensa Civil y Cooperación al Desarrollo Integral - Dirección General De Emergencias Y Auxilio

En otra publicación, Quiroga et. al. (2008) refieren que los parámetros de amenazas, vulnerabilidades y riesgos en el municipio de Palca son: Bajo índice de

riesgo por inundación, Alto índice de riesgo por sequía y Bajo índice de riesgo por helada, sin embargo los productores tienen la percepción de que los mayores riesgos que enfrentan son la sequía y el granizo. Para confirmar esta percepción se obtuvieron datos del Ministerio de Defensa Civil a través del Centro de Operaciones de Emergencias (COE) que reporta que el Municipio tiene como eventos de mayor incidencia entre 2006 y 2008 a los deslizamientos, granizadas e inundaciones, como demuestra el Cuadro 3.

3.2.3. Ocurrencia de eventos climáticos extremos

Dado que en la cuenca no se dispone de información climática histórica, se ha evaluado la percepción y memoria de los agricultores para poder describir estos parámetros.

Un porcentaje mayor al 80% de la población encuestada ha reportado la ocurrencia de eventos climáticos de importancia en los últimos 25 años siendo los más importantes la granizada y la sequía (Figura 11). En este punto se percibe que existe una contradicción entre las estadísticas de las entidades oficiales y la percepción que tienen los agricultores lo cual podría llevar a una mala planificación de las acciones de respuesta.

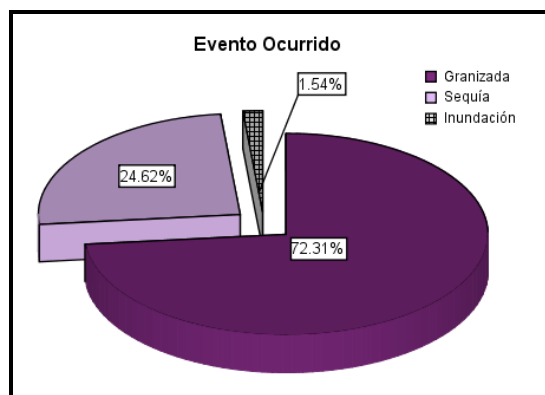


Figura 11. Evento climático ocurrido en los últimos 25 años

Para determinar la relevancia del evento, se solicitó a las familias encuestadas que recordaran el año de ocurrencia del evento. El cuadro 4 presenta los resultados obtenidos ante esta pregunta.

Cuadro 4. Reporte del año de ocurrencia de un evento climático (% de familias encuestadas)

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1950	1	1,1	1,5	1,5
	1970	1	1,1	1,5	3,1
	1975	2	2,3	3,1	6,2
	1977	1	1,1	1,5	7,7
	1980	2	2,3	3,1	10,8
	1982	2	2,3	3,1	13,8
	1983	15	17,2	23,1	36,9
	1985	4	5,5	6,1	43,1
	1993	1	1,1	1,5	44,6
	1995	2	2,3	3,1	47,7
	1997	2	2,3	3,1	50,8
	1998	1	1,1	1,5	52,3
	1999	3	3,4	4,6	56,9
	2000	3	3,4	4,6	61,5
	2001	1	1,1	1,5	63,1
	2002	2	2,3	3,1	66,2
	2003	5	5,7	7,7	73,8
	2004	1	1,1	1,5	75,4
	2005	5	5,7	7,7	83,1
	2006	1	1,1	1,5	84,6
2007	2	2,3	3,1	87,7	
2008	6	6,9	9,2	96,9	
2009	2	2,3	3,1	100,0	
	Total	65	74,7	100,0	
Mssing	System	22	25,3		
	Total	87	100,0		

Como puede observarse, las percepciones son muy variadas; sin embargo, existe coincidencia en que el evento climático ocurrido durante el año 1983 (Año Niño) ha sido el de mayor intensidad ya que un mayor porcentaje de personas lo recuerdan con claridad. El año 1983 se recuerda como el más seco que se ha presentado en el Occidente Boliviano, lo que nuevamente refuerza la importancia de conceptualizar a la sequía como uno de los riesgos climáticos más importantes para la zona, aunque las familias han habilitado el riego como forma de reaccionar ante este evento.

Las familias han enfrentado esta situación de diferentes maneras. El cuadro 5 presenta un listado de las acciones que se han desarrollado para hacer frente a esta problemática.

Cuadro 5. Acciones tomadas para enfrentar el impacto de la ocurrencia de un evento climático (% de familias encuestadas).

Comunidad	Utilizó sus ahorros	Tuvo que migrar para trabajar	El Gobierno dio ayuda
KHAPI	70,6	17,6	0
CEBOLLULLO	61,9	4,8	19
TAHUAPALCA	33,3	7,4	18,5

Los resultados reportan que un gran porcentaje de la población ha enfrentado la situación haciendo uso de sus ahorros, mostrando que las familias usan su capacidad limitada de ahorro como estrategia para enfrentar situaciones críticas. Lamentablemente menos del 20% de las familias han recibido ayuda del Gobierno.

3.2.4. Manejo de Indicadores bio-climáticos tradicionales

En la región andina existen metodologías tradicionales de previsión contra riesgos climáticos. Los agricultores generalmente hacen uso de los llamados indicadores locales del clima conocidos también como bioindicadores.

Uno de los objetivos del proyecto es estudiar estos indicadores a fin de verificar si estos, a pesar del cambio ocurrido en los parámetros climáticos, aún son efectivos. Los resultados de las encuestas y de los Talleres Participativos muestran que los bioindicadores se usan principalmente para predecir si un año será seco o húmedo.

De acuerdo a los resultados presentados en el Cuadro 6, existe un alto porcentaje de la población de las comunidades intermedias y bajas (Cebollullo y Tahuapalca) que no tiene conocimiento de estos indicadores. La principal razón es que debido a que los agricultores acceden a riego, consideran que no es de extrema importancia el conocer estos indicadores.

Sin embargo, más del 50% de las familias que residen en la comunidad de altura (Khapi) afirman tener conocimiento de estos indicadores lo cual la hace interesante para seleccionarla como unidad de estudio.

Cuadro 6. Conocimiento de indicadores del clima locales. (% de familias encuestadas)

			Conoce indicadores naturales del clima?		Total
			Si	No	
Comunidades	Khapi	%	55,0%	45,0%	100,0%
	Tahuapalca	%	25,7%	74,3%	100,0%
	Cebollullo	%	12,5%	87,5%	100,0%
Total			27,6%	72,4%	100,0%

Del 100% de las familias que afirman conocer los indicadores en la comunidad de Khapi, hasta un 55 % asevera que aún los usa. Finalmente, del 100% de la población que declara que hace uso de los mismos, el 72% asegura que el pronóstico de estos es siempre correcto (Cuadro 7).

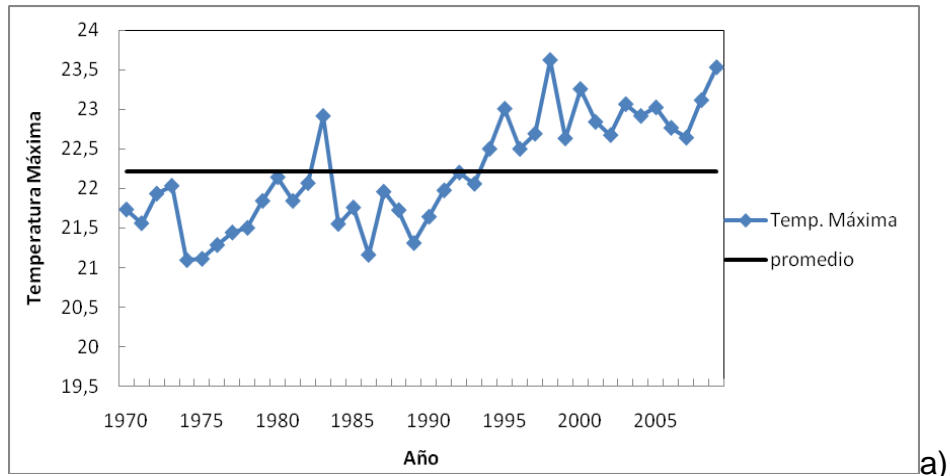
Cuadro 7. Efectividad del pronóstico de bioindicadores (% de familias que hace uso de indicadores naturales)

			El pronóstico es correcto		Total
			Siempre	A veces	
Comunidades	Khapi	%	72,7%	27,3%	100,0%
	Tahuapalca	%	37,5%	62,5%	100,0%
	Cebollullo	%	25,0%	75,0%	100,0%
Total			52,2%	47,8%	100,0%

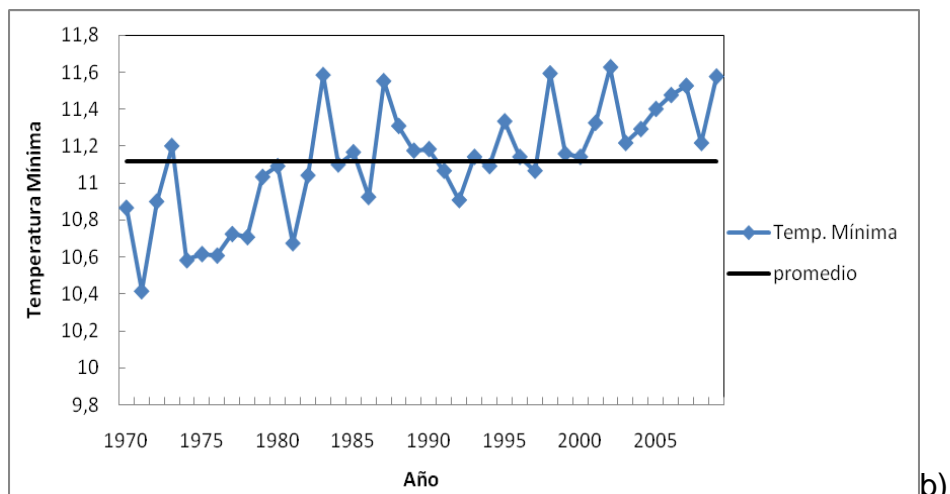
Dado que todavía se refleja la utilidad de los bioindicadores en la zona, y por la importancia que los saberes locales han adquirido en Bolivia, es pertinente analizarlos como apoyo al proceso de adaptación al conocimiento tradicional.

3.2.5. Tendencias de cambio en las temperaturas

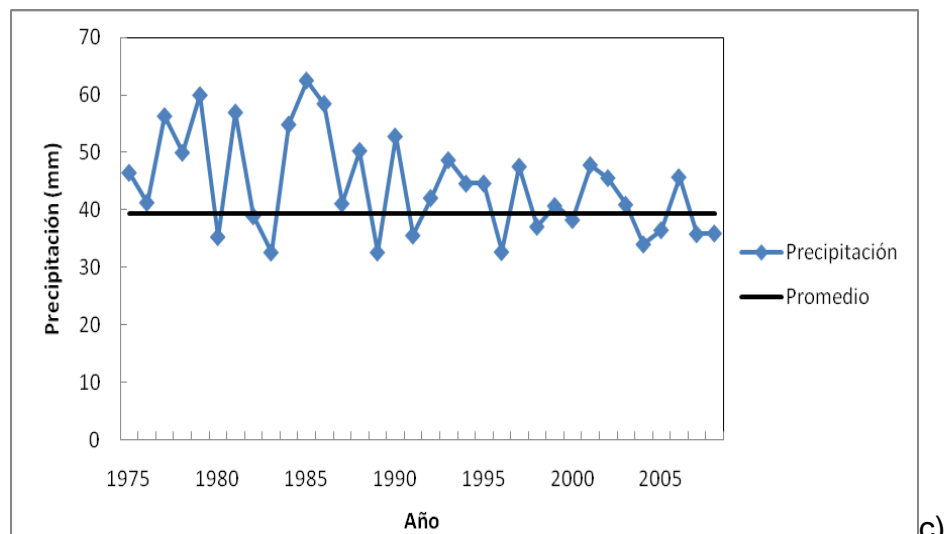
El análisis de tendencias en la cuenca de estudio e incluso en el Municipio de Palca es dificultoso debido a la falta de información de registros históricos en la zona. Por ello, el equipo hidrológico del proyecto realizó la reconstrucción de la información de Temperaturas Máximas y Mínimas medias mensuales y de la precipitación media mensual desde 1970, en base a un análisis geoestadístico correlacionando la zona con las estaciones de El Alto, Patacamaya, Viacha, Bolsa Negra y Achachicala. En base a la información entregada se evaluaron las tendencias de cambio en las temperaturas y la precipitación promedio anual, lo que es presentado en la Figura 13 a), b) y c).



a)



b)



c)

Figura 13. Promedio anual de a) Temperatura máxima, b) Temperatura mínima y c) precipitación para la comunidad de Cebollullo.

Las Figuras presentadas reflejan una fuerte y clara tendencia al incremento térmico tanto en la temperatura máxima como en la mínima y una cierta tendencia al descenso de la precipitación. La aplicación del test de Mann-Kendall para el comportamiento histórico de la información presentada muestra una alta significancia estadística en el incremento de la temperatura tanto máxima como mínima y no significancia de cambio en la precipitación.

De esta forma se concluye que las temperaturas siguen el comportamiento reportado por los agricultores con un incremento sostenido a partir de la década de los 70. Sin embargo, la percepción de los agricultores es que la precipitación está en descenso, lo cual no pudo ser verificado estadísticamente. Una explicación para esto podría encontrarse en los estudios de Seth et al. (2010) que indican que entre las latitudes 10-20°S no se percibe un cambio en la cantidad total de precipitación que se recibiría en el escenario A2 normalizado, pero que las proyecciones sugieren un descenso en la precipitación durante la primavera (Sep-Nov) justo cuando las primeras lluvias deberían estar constituyendo. Una vez que se establecen las lluvias, durante la época alta, las lluvias son más abundantes que en el siglo 20, y el aumento persiste hasta Abril. Se percibe nuevamente condiciones secas rápidamente después del final de las lluvias. Esto sugiere que en el siglo 21, la estación de lluvias en la zona se demoraría en su inicio para intensificarse cuando las lluvias ya se hayan establecido. Esto permite deducir que la percepción de mayor sequía de los agricultores en realidad refleja una tendencia al retraso en el inicio de la estación lluviosa, lo cual se está convirtiendo gradualmente en lo regular en el Occidente Boliviano.

3.3. Vulnerabilidad productiva

La evaluación de la vulnerabilidad productiva fue realizada de forma piloto en tres comunidades representativas de la cuenca de estudio con el fin de extrapolar los resultados a las otras comunidades componentes de ella. Antes de exhibir los resultados encontrados se presenta una corta descripción de las comunidades de estudio con el fin de ubicar espacialmente los resultados encontrados.

Comunidad de Khapi

La comunidad de Khapi es la que tiene mayor altitud de las estudiadas con un valor medio de 3450 m.s.n.m con una precipitación media de 560 mm. El territorio, de acuerdo al mapa de eco regiones de Bolivia, corresponde a la zona de vida denominada región de tierras altas (cordillera, praderas alto andinas, cabeceras de valle). Es la única comunidad que incluye un territorio considerado como alto andino y otro conocido como valle.

La zona alto andina se caracteriza por la fuerte presencia de heladas y una vegetación reducida y una altitud de 3400 a 4500 m.s.n.m. con una temperatura máxima media de 13°C y una mínima media de 1°C. En esta zona se realiza la

producción a secano o temporal en la que no se utiliza riego restringiéndose a la época lluviosa. El clima de la zona de valle es más caliente y posee un mayor potencial agropecuario. Este piso se ubica entre los 2800 y los 3400 msnm (Temperatura máxima media de 18°C y mínima media 5°C); en ésta se realiza la práctica de cultivos intensivos bajo riego.

La papa es uno de los cultivos más importantes por tanto es el que más se produce en la comunidad. Como estrategia para la producción y seguridad alimentaria, los productores siembran una diversidad de variedades de papa; entre ellas se tiene: sani imilla, lucki, huaycha, holandesa, imilla negra y otras.

La rotación de cultivos es una práctica cultural de la comunidad cuyo ciclo es el siguiente: papa-haba-lechuga-descanso. La tecnología utilizada en la zona es tradicional utilizando generalmente la yunta. Las principales labores culturales son el aporque y el deshierbe, para la cosecha se utiliza la chontilla.

El destino de la producción de los principales cultivos, es en su mayoría el autoconsumo. Los excedentes productivos (generalmente papa) tienen como principal destino los mercados de las ciudades de La Paz (mercado Rodríguez) y El Alto. Se destaca que la producción ganadera es casi inexistente, restringiéndose a pequeños animales de granja para el autoconsumo.

Comunidad de Cebollullo

La comunidad de Cebollullo presenta una altitud promedio de 2750 m.s.n.m. El piso ecológico al cual pertenece la comunidad es cabecera de valle; el clima se caracteriza porque presenta una estación seca y una húmeda con poca variación térmica a lo largo del año. Los eventos climáticos más frecuentes son la sequía, el granizo, las heladas y las riadas en la época de lluvias.

La zona registra una temperatura media anual de 16,4 °C. El promedio de temperatura máxima es 22,4 °C y la temperatura mínima promedio es de 10 °C. El promedio anual de precipitaciones es de 525 mm, gran parte de la cual precipita intensamente desde noviembre a marzo (410,9 mm), siendo junio y julio los meses secos.

Los sistemas de producción en la comunidad son intensivos. Cebollullo se caracteriza principalmente por la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) y maíz (*Zea mays*), en menor proporción cultivos como el repollo, locoto, tomate, vainita, brócoli, pepino, apio, acelga, perejil, papa, y reducidas extensiones de alfa alfa.

El 100 % de la superficie cultivada tiene acceso al riego. Una parte de los sistemas de riego están entubados, pero en su mayoría fluyen por canales de tierra. De manera general se cuenta con suficiente agua para los cultivos bajo riego, excepto en los meses de julio y agosto donde ocasionalmente surgen

conflictos sobre el uso del agua, pudiéndose cosechar hasta tres veces al año en función del cultivo.

Siendo el cultivo de lechuga la principal fuente de ingresos, el presente informe se centrará en describir el sistema de producción del mismo. La tecnología empleada para la producción de lechuga es tradicional y semimecanizada. El ciclo de producción se inicia con la siembra que puede ser directa o por almácigo.

La época de siembra no se halla claramente diferenciada, debido a que la mayoría de los cultivos no son estacionales, porque actualmente, la producción se realiza durante todo el año situación que no se daba en años pasados ya que las condiciones térmicas no eran propicias para cultivar hortalizas en invierno (comunicación personal, Edgar Mamani 2009).

El producto es transportado en camiones hasta los centros de comercialización localizados en los mercados de las ciudades de La Paz y El Alto.

Una vez cosechado el cultivo en su totalidad, los restos vegetales como la chala de maíz son aprovechados como alimento para el ganado.

La ganadería es poco practicada por el espacio reducido de los terrenos. La mayor parte de las familias poseen entre 3 a 5 cabezas de ganado vacuno, y ganado ovino, porcino, gallinas y mulas, estos últimos utilizados para el transporte de los productos. A pesar de su bajo impacto, el ganado es una fuente importante de ingresos, generando una forma de ahorro de la unidad familiar en épocas de poca o mala producción agrícola y para cubrir gastos imprevistos.

Comunidad de Tahuapalca

De acuerdo al análisis de las variables agroclimáticas de la zona, el Plan de Desarrollo Municipal de Palca (PDM Palca 2007-2011) ubica a la comunidad de Tahuapalca en el piso ecológico valle. La temperatura máxima media es de 26°C y la mínima media es de 12 °C con una precipitación media anual de 502 mm, concentrados entre Diciembre y Marzo.

La comunidad se caracteriza por presentar sistemas de producción intensivos bajo riego con tendencia al monocultivo. El monocultivo responde a una creciente demanda por lechugas, siendo esta la única alternativa que permite a los productores sostener sus actividades agrícolas y pagar el alquiler de las parcelas pues la mayor parte de las parcelas en producción son alquiladas. Se pudo evidenciar que los comunarios alquilan sus parcelas a sus propios familiares, (por ejemplo de suegros a hijos políticos).

La tecnología empleada en la comunidad de Tahuapalca es la misma descrita para la comunidad de Cebollullo. Esta comunidad se encuentra fuertemente

insertada al mercado por lo que el destino principal de la producción es la comercialización. Al igual que la comunidad de Cebollullo los principales mercados de destino son los mercados de la ciudad de La Paz y El Alto.

3.3.1. Superficie cultivada

Una de las principales características de la zona es que las superficies de cultivo son considerablemente pequeñas; éstas varían entre 250 m² (superficie mínima dada en Tahuapalca) y 4 hectáreas (superficie máxima dada en Khapi). (Figura 14). En la comunidad de Tahuapalca se presentan las menores superficies de cultivo alcanzando un máximo de 1 hectárea. Esta extrema parcelación y el ascenso de las temperaturas, ha definido un escenario productivo intensivo como única alternativa de producción especialmente en las comunidades de Tahuapalca y Cebollullo.

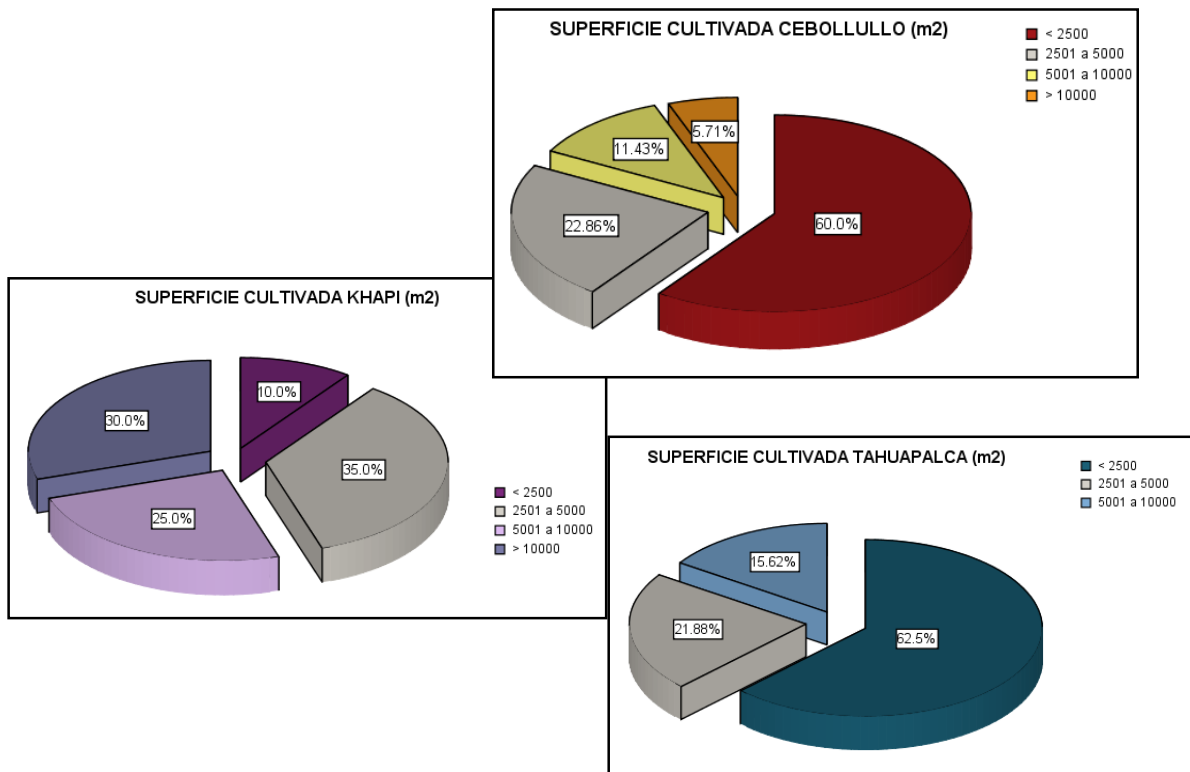


Figura 14. Superficie cultivada por comunidad

La producción intensiva podría ser una solución muy adecuada para esta zona; sin embargo, el sistema tiende al monocultivo de la lechuga que es el producto que permite a los agricultores preservar y reproducir su fuerza de trabajo. Así, por esta práctica, se puede ya observar un desgaste significativo de la fertilidad de los suelos y un uso indiscriminado de plaguicidas debido al incremento de plagas y enfermedades; si además se considera el crecimiento de la población, que trae

como consecuencia un mayor parcelamiento, en el futuro próximo se pueden vislumbrar fuertes problemas medio ambientales.

Finalmente se puede concluir que pese a que las tres comunidades en estudio se encuentran fuertemente vinculadas al mercado, la producción agrícola aún se considera de subsistencia debido a las condiciones de minifundio en las que se desarrolla.

3.3.2. Cambios en la actividad agrícola y Agrobiodiversidad

Durante los últimos 20 años, la actividad agrícola ha sufrido fuertes y notorios cambios como puede observarse en el Cuadro 8. Las comunidades más altas han incrementado su agrobiodiversidad tornándose hacia cultivos más rentables y reduciendo el autoconsumo. Sin embargo destaca Tahuapalca que ha pasado de un sistema agroforestal a prácticamente un sistema completamente agrícola con total predominancia de la lechuga. Se destaca también la reducción de la producción de maíz y casi desaparición de los frutales en las zonas bajas y un incremento de ellos en la zona alta. El sistema agrícola en toda la cuenca se orienta hacia la producción intensiva pero con una fuerte inclinación al monocultivo.

Cuadro 8. Listado de cultivos producidos en la época actual y hace 20 años. Comunidades Khapi, Tahuapalca y Cebollullo (en % de productores)

Cultivo	Khapi		Tahuapalca		Cebollullo	
	Actual	1990	Actual	1990	Actual	1990
Papa	100	100	0	0	0	68
Maíz	80	95	15	72	15	70
Haba	60	50	0	0	-	-
Lechuga	30	-	95	0	87	0
Tomate	0	0	25	6	15	0
Gladiolo	0	0	15	0	10	0
Perejil	0	0	0	68	-	-
Frutales	15	0	2	70	0	70

- Sin dato

A la consulta sobre la razón para tan fuertes cambios productivos, los productores coinciden en la elevación térmica combinada con la mayor facilidad para llegar al mercado con sus productos.

3.3.3. Percepción de la reducción de la producción agrícola

La fisiografía de la zona, ha mostrado zonas escarpadas con elevadas pendientes provocando que los sistemas de producción sean muy frágiles. Los cambios en las prácticas agrícolas ocasionados en los mismos han incrementado esta

fragilidad y por ende, el riesgo de pérdidas en la actividad agrícola es ahora mucho mayor que hace 20 años.

Así durante la gestión 2008-2009 más del 80% de la población ha reportado pérdidas importantes en la producción agrícola. El cuadro 9 presenta los principales motivos por los cuales la población percibe que se han ocasionado estas pérdidas.

Cuadro 9. Percepción de los principales motivos de pérdida en la producción agrícola (% de familias encuestadas)

Comunidad	Plagas y Enfermedades	Evento Climático	Precios Bajos
KHAPI	80	100,00	15
CEBOLLULLO	100	28,13	43,8
TAHUAPALCA	82,9	31,43	27,6

Es interesante observar que en la comunidad de Khapi, el 100% de los productores manifiestan que las pérdidas en la producción se han debido a eventos climáticos principalmente porque no toda la comunidad se encuentra conectada a los sistemas de riego y las heladas son más frecuentes e intensas a su altitud; así se concluye que estos sistemas de producción son más vulnerables a la ocurrencia de estos fenómenos, parcialmente por su ubicación y parcialmente por no poder acceder al riego. A la inversa, para las comunidades de Cebollullo y Tahuapalca el principal motivo de pérdidas ha sido la presencia de plagas y enfermedades las cuales se han incrementado considerablemente debido a la práctica del monocultivo y el uso indiscriminado de pesticidas. Los problemas climáticos no son de importancia pues la sequía no afecta gracias al acceso al riego y la helada no es de importancia a su altitud.

Otro aspecto relevante es que un elevado porcentaje de las familias encuestadas en las comunidades de Cebollullo y Tahuapalca han expresado que los precios de mercado han sido un factor importante de pérdida en la actividad agrícola. Este resultado confirma la fuerte vinculación y dependencia de las familias productoras con el mercado.

3.3.4. Disponibilidad, frecuencia y eficiencia de riego

Por sus características de contar con un curso de agua permanente gracias a la presencia del glaciar, la cuenca incluye a comunidades estrechamente relacionadas al riego. El sistema de riego en la cuenca está constituido por tres canales principales. El 49% de los agricultores tiene acceso a un canal, el 42% accede a dos canales y solo el 8% accede a los 3 canales de riego (Cuadro 10) siendo que el mayor porcentaje de familias que accede a los 3 canales reside en la comunidad de Khapi.

Cuadro 10. Número de canales de riego a los cuales acceden las familias residentes en la zona de estudio (% de familias encuestadas).

			A cuántos canales de riego tiene acceso?			Total
			1	2	3	
Comunidades	Khapi	%	25,0%	65,0%	10,0%	100,0%
	Tahuapalca	%	60,0%	31,4%	8,6%	100,0%
	Cebollullo	%	53,1%	40,6%	6,3%	100,0%
Total		%	49,4%	42,5%	8,0%	100,0%

De acuerdo al acceso a agua que las familias tienen, la frecuencia de riego en generalmente es: una vez/semana, dos veces/semana, según lista y número de personas o según el turno semanal.

Se puede observar que la comunidad de Khapi puede acceder a un mayor uso de los canales de riego, pero es la comunidad con menos uso real del riego pues la frecuencia de heladas en la zona alta de la comunidad determina una necesidad menor de riego para sus cultivos².

En época seca, las comunidades de Tahuapalca y Cebollullo se organizan por turnos para acceder al riego. Mientras que la comunidad de Tahuapalca toma como estrategia el turno por lista y número de personas para evitar conflictos, en la comunidad de Cebollullo que tiene mayor acceso a los canales de riego se han organizado por turnos semanales.

Cuadro 11. Frecuencia de riego (% familias encuestadas)

			Frecuencia de riego					Total	
			una vez/semana	día por medio	dos veces/semana	Segun la lista y el número de personas	Segun el turno semanal		Tres veces por semana
Comunidades	Khapi	%	25,0%	5,0%	55,0%	,0%	,0%	10,0%	100%
	Tahuapalca	%	6,3%	6,3%	12,5%	65,6%	3,1%	6,3%	100%
	Cebollullo	%	29,0%	3,2%	29,0%	,0%	25,8%	12,9%	100%
Total		%	19,3%	4,8%	28,9%	25,3%	10,8%	9,6%	100%

La información presentada muestra la extrema dependencia del riego del sistema productivo de la cuenca con hasta un 100 % de agricultores produciendo bajo riego en las comunidades de zonas bajas. Esto por una parte demuestra una extrema vulnerabilidad pues entre un sistema intensivista de monocultivo y la fuerte dependencia del riego hace que una pequeña perturbación del sistema

² Una evaluación detallada del acceso y uso del riego se encuentra en el mapeo de derechos de agua de la cuenca

(falta de agua, plagas agresivas, bajos precios) podría provocar un colapso productivo de magnitud.

3.3.5. Cambios en los requerimientos de riego

El seguimiento detallado a las prácticas agrícolas (calendario agrícola, actividades culturales, ciclo vegetativo, etc) y la evaluación climática han permitido evaluar los requerimientos de riego en función al clima y el uso de agua de riego en la zona.

La Figura 15 a), b) y c), presenta el cambio y crecimiento de las necesidades de riego promedio anuales de las tres comunidades evaluadas. Aunque todas las comunidades han incrementado mucho sus requerimientos de riego desde 1975, la comunidad de Tahuapalca presenta el máximo incremento con un incremento de hasta 500 % frente a una duplicación de los requerimientos en Khapi. A pesar de que Tahuapalca cuenta con las superficies productivas más reducidas, el cultivo más importante (lechuga) que requiere mucho riego y el número de cosechas por año hace que sus requerimientos sean mayores que en Khapi, donde todavía se produce bajo un sistema de rotación y alternado con mayor sostenibilidad.

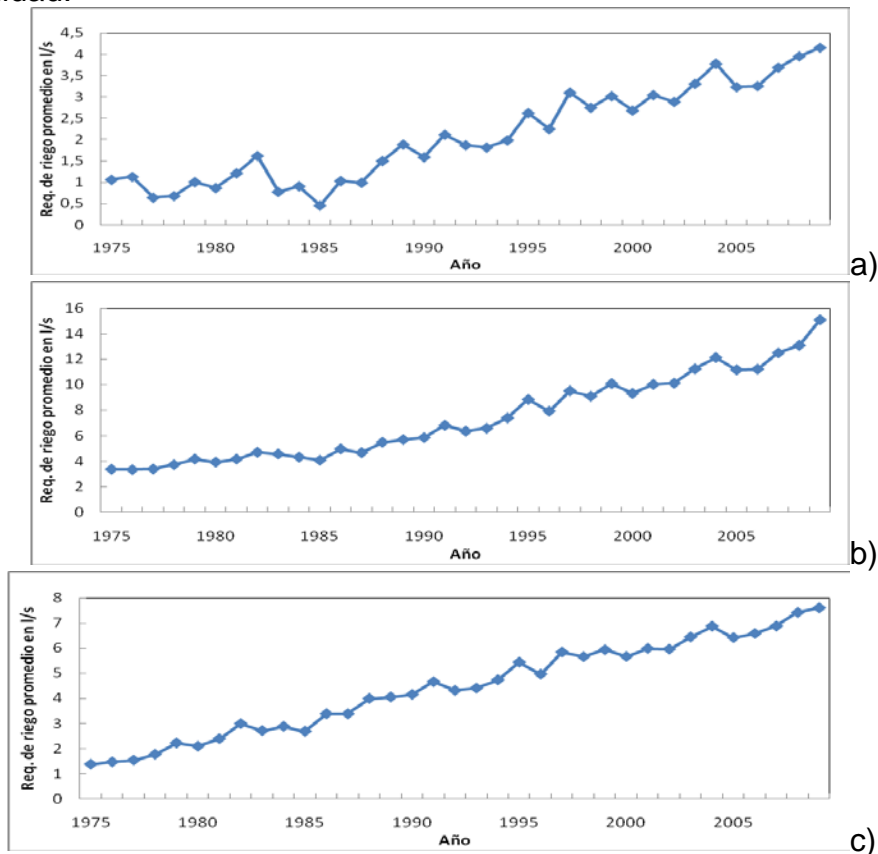


Figura 15. Requerimientos promedio anuales de riego en l/s 1975-2009 para a) Khapi, b) Cebollullo, y c) Tahuapalca

La demanda de riego presentada en líneas anteriores se refiere a aquella calculada en función del clima y del patrón de cultivos de cualquier zona. Sin embargo la cantidad real de riego aplicada podría ser mayor o menor de acuerdo a la disponibilidad del recurso. Esto sólo puede ser identificado a través del seguimiento diario del uso de agua en parcela. De esta manera y como ejemplo que se replica en todas las comunidades, el Cuadro 12, presenta la lámina total de agua realmente aplicada a los cultivos de lechuga y maíz

Cuadro 12. Lámina y frecuencia de riego por ciclo de cultivo en la comunidad de Cebollullo

Cultivo	Código	Lamina de riego	Frecuencia de riego
Lechuga	LJ	634,1	7,0
	LR	616,0	5,6
	LI	894,5	6,7
	LE1	926,8	5,2
	LJ2	909,2	6,8
Promedio		796,1	6,3
Maiz	ME	940,2	8,5
	MI	841,1	8,8
	MB	1135,5	16,4
Promedio		972,3	11,2

En promedio la lámina aplicada al cultivo de lechuga se encuentra en los 796,1 mm, con una frecuencia promedio de riego de 6 días durante el ciclo productivo. Con referencia al cultivo de maíz, en promedio se aplica una lámina de agua de 972,3 mm, con una frecuencia de riego de 11 días. Sin embargo la lámina promedio requerida es sólo de 350 mm en lechuga y de 550 mm en el caso del maíz, lo cual muestra que la aplicación de riego no es eficiente y a veces hasta irracional, pues los agricultores aplican agua en función de su derecho más que de su necesidad.

3.4. Vulnerabilidad institucional

3.4.1. Gobierno Municipal

En la estructura administrativa de Palca no existe ninguna unidad encargada de temas relacionados con el medio ambiente o cambio climático, ni de recursos naturales. En el organigrama del Gobierno Municipal se encuentra un “Encargado de Aguas que depende directamente de la Oficialía Mayor Técnica”, sin embargo en la realidad, este cargo no existe según una encuesta realizada a la Alcaldía de Palca. En esta estructura si existe la Unidad de Fomento a la Producción Agropecuaria, la cual no cuenta con un departamento de prevención o atención de desastres.

Existen muchos factores que conforman la inestabilidad de la Alcaldía de Palca, un ejemplo claro es el congelamiento de las cuentas fiscales de este municipio desde 2007 hasta 2009, como respuesta del Ministerio de Hacienda a la Resolución Municipal 045/2007 en la cual se destituyó al alcalde.

Entre 2004 y 2009 hubo siete cambios de alcalde lo que repercute de tal forma que impide la estructuración del gobierno municipal que incorpore una planificación en el desarrollo de los sectores productivos del Municipio.

3.4.2. Actores sociales

Las comunidades que componen la micro cuenca son de origen aymara, los sistemas de organización que se pueden observar en la zona son dos: los sindicatos agrarios y los ayllus como organizaciones principales a nivel de cada comunidad los mismos que se encuentran afiliados a las Subcentrales agrarias y a un nivel más alto las Centrales Agrarias. Así mismo se puede observar que las familias son los ejes de estas organizaciones y las que también generan el movimiento social y económico.

Estas comunidades mantienen el respeto por las autoridades tradicionales, las mismas que tienen un periodo de un año para su desempeño en tales funciones, para asumir tal responsabilidad deben ser parte y estar afiliadas a los sindicatos agrarios. Uno de los problemas que se pudo encontrar es que la migración a las ciudades debilita este sistema de organización. Los factores que influyen para esto son principalmente la falta de apoyo de políticas públicas dirigidas a la producción agrícola y pecuaria de parte de los gobiernos municipales, en algunos casos por la pérdida en la producción y por la mayor parcelación debido al incremento de la población.

3.4.3. Organizaciones territoriales de base y Asociaciones Comunitarias

El cabildo es una asamblea en la cual los agricultores determinan las acciones que se llevarán a cabo en el municipio. Las autoridades que se encargan del cumplimiento y la ejecución de las resoluciones del cabildo son: Centrales Agrarias, Sub centrales Agrarias, sindicatos y directorios. Adicionalmente cada cantón (Palca, Quillihuaya y Cohoni) tiene una junta de vecinos estructurada que se agrupa en la Junta Central de Vecinos. De esta manera, a falta de una organización administrativa formal, en realidad son las organizaciones sociales las que promueven la planificación en el Municipio y más aún en la Cuenca.

3.4.4. Otras instituciones identificadas

El PDM de Palca (2007-2011) indica que las únicas instituciones gubernamentales, a parte de la Alcaldía, presentes en el municipio son: La Dirección Distrital de Educación, la Policía Nacional y la Red de Salud Municipal.

Según las encuestas realizadas en el municipio, no existe ninguna institución gubernamental que trabaje con la temática de cambio climático, a excepción los institutos de investigación de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), los cuales son: Instituto de Hidrología e Hidráulica de la UMSA (IHH), Instituto de Ecología y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Recursos Naturales de la UMSA. Sin embargo cabe recalcar que el Programa Nacional de Cambios Climáticos (PNCC) efectuó el Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA), con el apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Este proyecto consistía en la implementación de un manejo integrado de cuencas para la adaptación de la agricultura y ganadería a la pérdida de regulación y abastecimiento de agua causada por el retroceso glaciar en el altiplano y valles altos, pero la falta de difusión de los resultados, hace que el municipio no tome en cuenta el estudio.

El Servicio Nacional de Riego (SENARI), dependiente del Viceministerio de Riego tiene la responsabilidad de regular, planificar, gestionar y promover la inversión pública para el desarrollo de riego y la producción agropecuaria y forestal bajo riego. En el municipio de Palca el SENARI realizó cuatro proyectos, que son: Rehabilitación microriego Hampaturi, Rehabilitación Sistema de Microriego Hampaturi, Rehabilitación canal de riego Retamani, Proyecto de Riego Khapi.

Las organizaciones no gubernamentales que trabajan con la temática de cambio climático en el municipio de Palca son Agua Sustentable y Plagbol. Agua Sustentable es una institución que trabaja con organizaciones sociales en relación al de acceso, gestión y uso del agua y medio ambiente. Plagbol es un proyecto ejecutado por la Fundación Plagbol (Organismo Nacional), con el apoyo de DIALOGOS (ONG Danesa) para enfrentar la problemática del uso y manejo de plaguicidas, de una manera integral entre las áreas de salud, agricultura, medio ambiente y comunicación-educación. No se pudieron percibir más actores en el Municipio, lo cual resalta pues se encuentra muy cercano a la ciudad de La Paz.

3.5. Análisis de las estrategias y respuestas de las comunidades ante el impacto del cambio climático (adaptación autónoma)

La estructura productiva, socio-económica e institucional mostrada en los párrafos previos muestra un fuerte proceso de cambio productivo al que no necesariamente se han ajustado los otros entornos. Es interesante apreciar que dos hechos de influencia extrema han ocurrido casi simultáneamente afectando fuertemente al proceso productivo de la cuenca. Por un lado, a partir de 1985, se ha percibido un constante y sostenido incremento térmico que ha permitido replantear la agricultura de la zona, con el cambio de una agricultura de subsistencia hacia otra más intensiva, con cultivos comerciales de alto valor pero al mismo tiempo más demandantes de insumos externos. Por otra parte, la construcción de caminos de conexión con el mercado, el crecimiento demográfico de las grandes ciudades cercanas y hasta la evolución del tipo de consumo en

estas ciudades ha estimulado la producción de los cultivos intensivos antes mencionados. Es coincidente que ambos procesos se hayan dado simultáneamente, pero su impacto combinado sobre la agricultura de la cuenca y otras similares, ha sido extremo, cosa poco probable si solo ocurría uno de los mencionados hechos.

Ante esto los agricultores han respondido con acciones de ajuste que en muchos casos han incrementado su vulnerabilidad ante las variaciones de los dos hechos que han provocado estos ajustes. De esta manera, la agricultura de la zona es cada vez más dependiente del riego, no mantiene su agrobiodiversidad y depende fuertemente de insumos externos que al variar sus precios, afectarían fuertemente a la capacidad productiva. Al mismo tiempo una súbita variación en el mercado de consumo (precios, modas, otras fuentes de abastecimiento más baratas), también podría afectar y hasta derrumbar la estructura productiva de la zona, pues con poca alternabilidad, no podrían responder a un shock del mercado. Adicionalmente factores indirectos como el incremento de las plagas y enfermedades (influenciadas por el monocultivo y el mejor ambiente térmico), son de considerable importancia para la sostenibilidad del sistema.

Desafortunadamente, en la cuenca, el acompañamiento institucional es muy reducido y poco eficiente lo cual incrementa aún más su vulnerabilidad. Cualquier acción de adaptación, respuesta ante un evento extremo u organización para mejorar estas acciones, requiere de un marco institucional fuerte que canalice estas acciones. Lo poco que se hace, ocurre en forma desorganizada y por iniciativas de los grupos sociales, más que por las estructuras administrativas encargadas de ello.

Dentro de la cuenca, la respuesta ante estos nuevos estímulos también es diferenciada. La estructura socioeconómica de las comunidades de Tahuapalca y Cebollullo, ha llevado a una intensiva comercialización de sus principales cultivos en calidad de mayoristas en los principales centros de abastecimiento para la ciudad de La Paz y El Alto. La Figura 16, destaca el esquema general de la actividad económica en ambas comunidades.



Figura 16. Esquema de la actividad económica en las comunidades de Tahuapalca y Cebollullo

Claramente se destaca que la productividad genera dos indicadores muy importantes: los costos de producción (egresos) y la comercialización (ingresos). Los egresos principales están conformados por los gastos directos e indirectos, los gastos extras (indirectos) son los que se realizan durante la producción hasta llegar a la comercialización; así mismo los costos directos son los que inciden en la obtención del producto.

Bajo el escenario productivo cambiante que se ha identificado, la tendencia al monocultivo en ambas comunidades ha ocasionado que exista un incremento de plagas. Este incremento de plagas en los últimos años es reportado por los productores como uno de los problemas principales en la actualidad que por un lado afecta a los ingresos pues reduce la productividad y por otro incrementa los egresos ya que deben adquirir más productos de control fitosanitario. Aunque se reporta la ocurrencia de heladas y granizo como problemas climáticos comunes, los agricultores no los consideran de máxima prioridad para lidiar con ellos, mostrando que la adaptación al cambio climático en la agricultura, no necesariamente debería ser enfocada a los extremos climáticos, sino a sus efectos conexos como en este caso.

Es interesante destacar que los agricultores consideran que el cultivo intensivo de la lechuga especialmente, ha provocado de alguna forma la mejora de su calidad de vida. Este hecho también podría reflejarse en los consumidores pues, las áreas urbanas pueden acceder a hortalizas a menor precio que antes y las áreas rurales acceden a un mercado estable con mejores precios, hecho que antes solo se reducía a la comercialización de excedentes. Sin embargo estos aspectos ocultan factores que aumentan la vulnerabilidad de las comunidades a extremos y un eventual cambio climático de magnitud. Como se mencionó, la mayor demanda ha forzado el monocultivo gradualmente más dependiente del riego y de los plaguicidas y los agricultores no divisan una alternativa rentable para remplazar este producto.

Con respecto a la comunidad de Khapi, el incremento de temperatura reportado por los agricultores hace posible la existencia de dos épocas de siembra de papa lo cual favorece tanto a la seguridad alimentaria como a la mejora de los ingresos familiares. Es así que en esta comunidad se percibe más beneficios que desventajas del incremento de la temperatura y de la inserción en el mercado. Sin embargo, es importante señalar que los agricultores mencionan que la superficie de siembra en las tierras altas disminuyó gradualmente debido a que las lluvias no caen en el tiempo esperado. Este hecho incrementa la vulnerabilidad pues los agricultores tienen en estas tierras, sus bancos de germoplasma y su diversidad genética y de alimentación.

Para todas las comunidades de la cuenca, los factores adicionales que complican el problema estudiado son el minifundio y la, cada vez mayor, dependencia del riego. La propiedad de las parcelas se da por herencia principalmente a los hijos varones, quienes una vez que forman su propia familia reciben del padre una fracción de tierra para su manutención. Este parcelamiento excesivo impide que los productores accedan a una economía de mercado; es decir que a pesar de su fuerte vinculación con el mercado, su desarrollo económico aún se considera como economía de subsistencia, pues no cuentan con suficiente tierra como para realizar inversiones mayores o acceder a créditos productivos. Muchas de las familias ya no cuentan con suficientes unidades de terreno, para producir alimentos suficientes y/o generar altos ingresos. En estos casos los agricultores refieren que consideran, al presente, la posibilidad de migrar a la ciudad, buscar un empleo alternativo y vender sus terrenos productivos a loteadores para el establecimiento de barrios periurbanos. Este aspecto debe ser seriamente analizado pues podría desequilibrar aún más el sistema institucional de la cuenca que como se mostró es extremadamente débil.

Finalmente, la creciente dependencia del riego para una agricultura intensivista, hace que se pierda la alternabilidad, el necesario descanso del suelo y la estrategia de diversificación del riesgo, común en la zona andina. De esta manera, la vulnerabilidad al cambio climático es creciente.

IV. CONCLUSIONES

Las fuentes de desequilibrio o de perturbación para los sistemas de producción de la agricultura campesina son numerosas y provienen: del desgaste de sus elementos durante el proceso de producción agropecuaria; de la existencia de contradicciones en su funcionamiento; y de cambios en el entorno socio-económico. Si se considera la frecuente incidencia de estas perturbaciones, se puede comprobar que como todo sistema, los sistemas de producción no son estructuras estables sino por el contrario estructuras dinámicas capaces, en cierta medida, de transformarse y adaptarse a la aparición de estos desequilibrios, y por lo tanto de evolucionar.

Así, es evidente que el impacto ocasionado por el Cambio Climático sobre los ecosistemas productivos de la cuenca del río Sajhuaya ha forzado rápidas acciones de adaptación autónoma que en muchos casos ponen mucha presión sobre ecosistemas frágiles y estructuras socioeconómicas e institucionales débiles. La fuerte inserción al mercado ha adicionado fuerza en este impacto, llevándolo hasta extremos que en muchos casos se vislumbran como poco sostenibles. El impacto es claramente diferenciado entre comunidades de altura y de zona bajas mostrando que las áreas que permiten el intensivismo son más frágiles y vulnerables que aquellas que, por sus condiciones, todavía fuerzan a una agricultura mixta de subsistencia y de mercado. Esto refuerza el concepto de que la diversidad productiva es determinante en la sostenibilidad de los ecosistemas de montaña, más aún bajo un escenario de cambio climático incluidos sus efectos indirectos. Paradójicamente, la estructura institucional que se requiere para reforzar acciones que orienten a mejorar una efectiva adaptación ante un fenómeno incontrolable, es muy débil incrementando aún más su vulnerabilidad.

La planificación de las acciones necesarias para reforzar la adaptabilidad de la agricultura de la zona debe incluir acciones integrales, buscando mejorar la sostenibilidad productiva del sistema, el mejor uso del recurso agua, el fortalecimiento de la estructura institucional y una inserción al mercado más justa.