



# ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN ACCIÓN EN REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

FEBRERO 2014

Esta publicación fue elaborada por PROSUCO con el apoyo del Programa de Reducción del Riesgo de Desastres-PRRD de la COSUDE, implementado por HELVETAS Swiss Intercooperation en el marco del proyecto demostrativo “Gestión del riesgo integral en la economía familiar de productores vulnerables”

**Investigaciones desarrolladas por:**

CENDA	
Fundación Vida	
SENACYT	
SEMTA	
UMSS-CEPLAG	
UMSA-IIIDPROQ	
Fundación Gaia Pacha	Fundación  Gaia Pacha

**Sistematizado y revisado por:**  
Celso Ayala Vargas  
María Quispe

**Editores:**  
Maria Quispe  
Oscar Paz  
Claudia Rivadeneira

LA PAZ- BOLIVIA  
Febrero, 2014

## INDICE

1. **Centro de Comunicación y Desarrollo Andino (CENDA). "Resiliencia socio-ecológica de sistemas productivos campesinos andinos, estudio de caso en comunidades indígenas de la subcentral chillavi-ayopaya"** H. Araujo , N. Alem, R. Pizarro, H., W. Quintana Y F. Mamani ..... 4
2. **Centro de Planificación y Gestión (CEPLAG-UMSS)"Expansión urbana y cambio climático: percepciones desde el seno de la producción familiar campesina agropecuaria"** Guzmán, P., Ledo, P., Marañón, M. .... 25
3. **Fundación VIDA "Resiliencia a los cambios climáticos en los sistemas de producción en comunidades de Aqoyu Jirapata y Chomoco municipios de Sacaca Norte de Potosí y Colomi Cochabamba"** Escalera J.C, Sindicato Chomoco Colomi, Sindicato Aqoyu Jirapata Sacaca..... 37
4. **Fundación Gaia Pacha "Acciones ciudadanas de adaptación al cambio climático para incrementar la resiliencia de la economía familiar en Villa Coronilla del distrito 10 de la comuna Adela Zamudio de la ciudad de Cochabamba"** H. Gruberg, C. J. Pérez, Y C. Velarde ..... 49
5. **Servicios Múltiples de Tecnología Apropriada (SEMTA). "Evaluación y construcción de indicadores de resiliencia al cambio climático en la economía familiar de cinco comunidades del municipio de Inquisivi"** E. Veliz, G. Benavidez, F. Calle..... 60
6. **Servicio Nacional de Consultoría y Tecnologías (SENACYT). "Tecnologías para la adaptación y mitigación del cambio climático aplicadas a la producción de almácigos y su efecto en la calidad de plántulas de ají (capsicum pendulum willd) en el municipio de Padilla, Chuquisaca"** S. Serrudo , J.P. Vedia, R. Rejas , R. Ramírez , D. Cabrita, B. Beramendi, A. Cabrita. .... 67
7. **Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos (IIDEPRQ-UMSA). Biotest andino. Metodología para productores para la evaluación rápida de aplicación de bioinsumos en cultivos"** R. Álvarez, A. Ramos, R. Céspedes, J. Martí . 76

## **Presentación**

PROSUCO con el apoyo del Programa de Reducción de Riesgos de Desastres (PRRD) de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), implementado por HELVETAS Swiss Intercooperation, en el marco del proyecto “Gestión del riesgo integral en la economía familiar de productores vulnerables” y el “Fondo de investigación para RRD y ACC”, invitó públicamente a organizaciones de la sociedad civil (OSC), institutos de investigación y universidades bolivianas a presentar propuestas para generar información y evidencias respecto de la temática.

El objetivo específico de la convocatoria fue apoyar el desarrollo de pequeños proyectos de investigación acción en torno a la “resiliencia al cambio climático en la economía familiar” mejorando el conocimiento científico respecto de opciones tecnológicas, sociales, metodológicas e instrumentales para establecer información y aprendizajes y aportar a las políticas públicas locales y nacionales de RRD y ACC.

Respondieron a la convocatoria 33 organizaciones que realizan investigación, de las cuales siete propuestas fueron financiadas y lideradas por: CENDA, Fundación Vida, SENACYT, SEMTA, UMSS-CEPLAG, UMSA-IIDEPROQ y Gaia Pacha, de acuerdo a las especificaciones contenidas en los Términos de referencia así como en las recomendaciones del Comité Técnico del Fondo de Investigación conformado por el Programa de Reducción de Riesgos de Desastres (PRRD) y PROSUCO. .

Las siete investigaciones fueron desarrolladas en diferentes comunidades de los departamentos de La Paz, Cochabamba, Potosí y Chuquisaca, en torno a opciones tecnológicas y análisis de las dinámicas socioeconómicas y productivas frente a la variabilidad climática en contextos rurales y urbanos, cuyos resultados nos invitan a reflexionar sobre las evidencias que se van generando sobre los efectos e impactos del cambio climático, las prácticas que se vienen adoptando para hacer frente y los desafíos emergentes hacia el futuro tanto para las familias, comunidades, municipios y otros para afrontar a través de diferentes mediadas, sean esta estructurales y no estructurales.

Finalmente, se espera contribuir con los resultados de las investigaciones a diferentes actores, públicos y privados, para reflexionar y proponer medidas estratégicas y prácticas para asumir el reto de la RRD y ACC y plantear el reto de crear mesas de discusión en torno a la temática.

Los Editores.

# 1. Resiliencia socio-ecológica de sistemas productivos campesinos andinos, Estudio de caso en comunidades indígenas de la subcentral Chillavi-Ayopaya

H. Araujo<sup>1</sup>, N. Alem<sup>1</sup>, R. Pizarro<sup>1</sup>, H. Naranjo<sup>1</sup>, W. Quintana<sup>2</sup> y F. Mamani<sup>2</sup>

## Resumen

A partir de la metodología de investigación-acción y con el objeto de evaluar las estrategias de manejo de riesgos como factor de resiliencia socio-ecológica en sistemas de producción campesinos andinos, se analizaron estas prácticas de acuerdo a las características planteadas por Carpenter *et al.* (2001): capacidad para amortiguar el cambio, capacidad para la auto-organización y la capacidad del sistema para aprender y adaptarse, todo esto para tres ciclos agrícolas. Se constató que las prácticas y tecnologías vigentes en Chillavi generan resiliencia socio-ecológica frente a la variabilidad climática. Adicionalmente, se evaluó el efecto de estas prácticas y tecnologías con respecto a los rendimientos de 47 parcelas de seguimiento en el ciclo 2010-2011, en un modelo lineal múltiple. Los resultados de la modelación en su conjunto muestran relevancia y tienen una correlación al 60.2%; concluyen que cuatro variables (años de descanso del suelo con un coeficiente de 2.43, fertilización con estiércol con un coeficiente de 0.64, calidad de semilla con un coeficiente de 12.37 y precipitación con un coeficiente mucho menor) tienen influencia directa sobre la producción y son estadísticamente significativas al 95%. Los factores que tienen mayor influencia sobre la producción tienen la virtud de que pueden ser controladas familiar y/o comunalmente. Sin embargo, muchas de ellas atraviesan procesos de distorsiones de tipo ambiental, social, económico y político; que se ven reflejados en la migración, presión del mercado, escuela, erosión de la biodiversidad y aumento de la temperatura, que amenazan su recreación.

*Palabras clave:* resiliencia socio-ecológica, sistemas campesinos andinos, rendimiento, papa, Cochabamba.

## I. Introducción

De acuerdo al Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, en las últimas décadas se ha evidenciado una elevación del promedio mundial de la temperatura superficial del planeta (IPCC, 2007). Bolivia, desde hace un tiempo, siente los impactos del calentamiento global; eventos climáticos extremos como heladas, sequías y granizadas son algunas de las manifestaciones cada vez más frecuentes (PNUD, 2011; Regalsky & Hosse, 2010). Expertos nacionales como internacionales coinciden en afirmar que la mayor parte de los países en desarrollo carecen de las capacidades suficientes para enfrentar el creciente riesgo climático (PNUD, 2011), lo cual afecta directamente en una disminución de la seguridad alimentaria (Reddy & Hodges, 2000).

De ser ciertas las apreciaciones campesinas locales y científicas, las consecuencias para los agricultores ubicados en ambientes vulnerables podrían ser muy profundas, ocasionando cambios negativos en el rendimiento de su producción. No obstante, varios estudios muestran que las comunidades alto andinas -fruto de la adaptación a su medio- cuentan con sistemas productivos y estrategias locales que hacen frente a las condiciones extremas de los Andes. Como explican Altieri y Koohafkan (2008) “muchos agricultores se adaptan e incluso se preparan para el cambio climático, minimizando las pérdidas en productividad”, lo cual cobra mucha importancia en cuanto a la seguridad alimentaria (M. Altieri & Koohafkan, 2008; M. A. Altieri & Nicholls, 2013).

Estas condiciones climáticas extremas –acentuadas por el cambio climático- pueden ser consideradas de riesgo si es que las comunidades que están expuestas a ellas son vulnerables a

---

<sup>1</sup> Investigadores CENDA

<sup>2</sup> Técnicos campesinos de Chillavi y Bajo Chillavi, respectivamente

las mismas. El nivel de vulnerabilidad de una comunidad tiene relación con la capacidad de la sociedad de hacerle frente a un cambio ambiental (amenaza). Sin embargo, la vulnerabilidad puede ser reducida por la capacidad de respuesta que tiene una comunidad (M. A. Altieri & Nicholls, 2013).

Además un sistema socio-ecológico menos vulnerable y/o con buena capacidad de respuesta y adaptación será más resiliente a los efectos de los eventos climáticos adversos o del cambio climático global. La capacidad de adaptación en todos los niveles de la sociedad está limitada por la capacidad de adaptación de sus instituciones y de los sistemas naturales de los que dependen. Cuanto mayor sea su resiliencia, mayor es su capacidad para absorber los choques y perturbaciones y adaptarse al cambio. Por el contrario, cuanto menos resiliente es un sistema, mayor es la vulnerabilidad de sus instituciones y las sociedades para hacer frente y adaptarse al cambio (Adger, 2000).

La resiliencia socio-ecológica es la magnitud de perturbación que puede absorber o amortiguar un sistema antes de que éste redefina su estructura cambiando las variables y procesos que controlan sus características funcionales (Berkes et al., 2003; Carpenter et al., 2001; Olsson, 2003). La resiliencia socio-ecológica está determinada en parte por la seguridad de la subsistencia de un individuo o grupo. Dicha garantía implica cuestiones de derecho, acceso y distribución de los recursos (Berkes et al., 2003). Según Carpenter et al. (2001), la resiliencia socio-ecológica tiene tres propiedades:

- a) La capacidad de amortiguar el cambio o la alteración (es decir, cuánto cambio puede sostener un sistema y mantener su estructura y funciones)
- b) El grado en que el sistema es capaz de auto-organizarse
- c) La capacidad del sistema para aprender y adaptarse

## **II. Justificación**

Si un sistema agropecuario de una comunidad andina cumple con estas propiedades, se puede decir que es resiliente a los efectos de la variabilidad climática, acentuadas en estos últimos años por el cambio climático. Sin embargo, para el área andina de Cochabamba no se han realizado todavía estudios que evalúen qué prácticas campesinas otorgan mayor resiliencia al sistema agropecuario y qué prácticas se están erosionando volviendo a las comunidades más vulnerables y poniéndolas en una situación de mayor riesgo climático.

Frente a esta problemática existe la necesidad de evaluar los factores de las estrategias campesinas que posibilitan la resiliencia socio-ecológica de sus sistemas, fortalecerlas y promoverlas en niveles locales y regionales; tomando en cuenta que la mayor parte de los impactos climáticos son localizados y el accionar de las instancias públicas son marginales.

## **III. Objetivo**

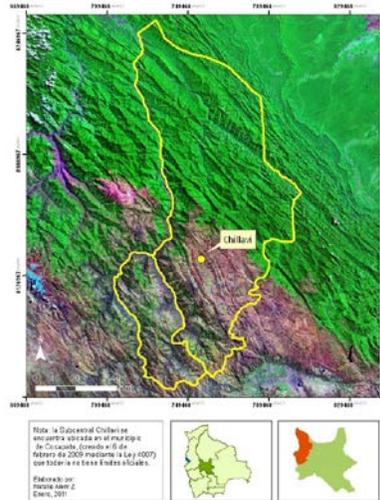
El objetivo general del estudio es evaluar las estrategias de manejo de riesgos como factor de resiliencia socio-ecológica en sistemas de producción campesinos andinos.

- Para alcanzar el objetivo general se han trazado los siguientes objetivos específicos:
- Describir y analizar las tecnologías y prácticas campesinas de la Subcentral Chillavi que contribuyen a la resiliencia de sus sistemas productivos frente a la variabilidad climática, en tres ciclos agrícolas.
- Evaluar la producción en relación a los factores de resiliencia socio-ecológicos frente a la variabilidad climática en comunidades de la Subcentral Chillavi.

## **IV. Materiales y métodos**

El estudio se desarrolla en las comunidades de Chillavi (UTM Z19S 755812; 8135242) y Bajo Chillavi (UTM Z19S 754335; 8136414). Ambas comunidades pertenecen a la Subcentral Chillavi, que se encuentra ubicada en el departamento de Cochabamba, Provincia Ayopaya, Municipio Cocapata. La población de la Subcentral es aproximadamente de 770 habitantes. La actividad económica principal, de estas comunidades, es la ganadería y la agricultura.

**Fig. 1 Ubicación del área de estudio**



Esta investigación se realizó a través de la acción conjunta y participativa con el sujeto “comunidad” utilizando el método de la investigación-acción. La metodología de investigación-acción supone un compromiso con la comunidad que participa en la misma (Borda, 1981) y apunta a la producción de un conocimiento propositivo y transformador, mediante un proceso de debate, reflexión y construcción colectiva de saberes entre los diferentes actores de un determinado territorio (Bru & Basagoiti, 2006).

El procedimiento metodológico contempló tres grandes momentos:

- a) **Trabajo de campo:** consistió en un seguimiento profundo en el ciclo 2010-2011; y un seguimiento parcial en los ciclos agrícolas 2011-2012 y 2012-2013. En el primer ciclo se hizo el seguimiento a 47 parcelas del cultivo de papa correspondientes a seis familias, reuniones comunales y actividades familiares. En el segundo ciclo se hizo el seguimiento a 25 parcelas de cuatro familias. Y en el último ciclo se estudiaron 30 parcelas correspondientes a seis familias.
- b) **Sistematización y análisis de la información:** Por una parte se describieron y analizaron las prácticas y tecnologías campesinas de la Subcentral Chillavi que contribuyen a la resiliencia a los sistemas productivos frente a la variabilidad climática, de acuerdo a las características de resiliencia socio-ecológica planteadas por Carpenter *et al.* (2001): capacidad para amortiguar el cambio, capacidad para de auto-organización y la capacidad del sistema para aprender y adaptarse. Por otra parte, se evaluó el efecto de estas prácticas y tecnologías con respecto a los rendimientos de 47 parcelas de seguimiento en el ciclo 2010-2011, en un modelo lineal múltiple.
- c) **Retroalimentación de la información y planteamiento de alternativas:** se realizó junto con las comunidades involucradas, a través de talleres participativos.

## V. Resultados

Las condiciones climáticas en los Andes son extremas y representan restricciones para la producción agropecuaria (Claverías & Benavente, 2006; Hervé, Genin, & Migueis, 2002). Para convivir con las duras condiciones ambientales (sequías, heladas, inundaciones, pendientes abruptas, plagas y enfermedades, etc.), y satisfacer sus necesidades de subsistencia, los pequeños agricultores andinos han desarrollado y heredado, a lo largo del tiempo, un sistema agropecuario con características particulares (M. Altieri, 1991; Bianco & Sachs, 1998; Bonkougou, 2010; Brush & Guillet, 1985; Tengö & Belfrage, 2004). Este proceso de adecuación a las condiciones particulares de Los Andes es resultado de un proceso civilizatorio que tiene miles de años (Chilon, 2009; Regalsky & Hosse, 2010) y que puede constituirse en un sistema de resiliencia frente al cambio climático.

### **5.1. Capacidad para amortiguar el cambio**

Los cambios o alteraciones a las que se enfrentan los sistemas socio-ecológicos de Chillavi son de carácter ambiental (principalmente variabilidad climática: sequía e inundaciones, presión de plagas y enfermedades); socio-cultural (por ejemplo la migración y la escuela); político-económico (como ser la presión del mercado y normativa vigente) y tecnológico (principalmente la erosión de la biodiversidad, falta de estiércol animal y falta de mano de obra). En esta sección se describen las prácticas y tecnologías campesinas que contribuyen a amortiguar efectos de la variabilidad climática, acentuada en los últimos años por el cambio climático, en el sistema socio-productivo de Chillavi.

#### **5.1.1. Observación de indicadores y predicción climática**

El conocimiento del clima y la observación de indicadores climáticos permiten que los campesinos tomen decisiones de diferente índole, pero sobre todo para la planificación de sus actividades agrícolas. Algunas de ellas son (Alcantara, 2002; Claverías, 2002):

- Predicción del tipo de año (lluvioso o seco)
- La ocurrencia de lluvias y temperaturas (sobre todo heladas)
- El pronóstico de las fechas de siembra: temprana, intermedia o tardía
- El tipo de cultivos que podría tener mayor éxito
- Las zonas de producción que deben ser priorizadas para la siembra
- Los tipos de semillas (papa dulce o amarga)
- Los tipos de plagas y enfermedades que afectarían a cada una de las especies cultivadas

Las personas observan más de un indicador climático para tomar decisiones (Earls, 2006). Estas decisiones se van formando primero dentro de la familia y luego en el conjunto de la comunidad a través del intercambio de opiniones sobre los sucesos que se van observando. Aun cuando el agricultor siempre dispone una distribución del riesgo en función del comportamiento climático, existen comportamientos colectivos de acuerdo a ciertos consensos, como por ejemplo adelantar o retrasar la fecha de inicio de siembra en la papa.

En la Subcentral de Chillavi se han logrado inventariar 27 indicadores climáticos (cuadro 1), que son observados por las familias campesinas. Estos indicadores pueden predecir eventos a corto y largo plazo. Los indicadores climáticos observados por los campesinos de la Subcentral Chillavi, fueron evaluados en su conjunto y discutidos a nivel de la organización comunal, los que buscan principalmente predecir cuál será intensidad de las lluvias, el momento de las heladas y sus efectos sobre la producción. EJ. La transpiración-escarchamiento debajo de las piedras, la intensidad de las nubes, son observadas entre el 1ro y 3er día de agosto e indican las primeras siembras (agosto) serán afectadas por la helada, y las siembras del medio serán regulares y mucho mejor las últimas siembras.

#### **5.1.2. Manejo vertical del espacio**

En la Subcentral Chillavi, el sistema de control vertical se presenta bajo el modelo “compacto” (Brush, 1976), que es la diferenciación de micro-ambientes se da a cortas distancias. Las familias y

comunidades mantienen un control casi continuo de los pisos altitudinales (Camino, 1982). De esta manera, acceden a un rango más amplio de condiciones climáticas y pueden minimizar las pérdidas por fenómenos climáticos en parcelas que están dispersas espacialmente.

**Cuadro 1: Indicadores climáticos observados en Chillavi**

Indicador	Características observadas	Predicción productiva
<b>Indicadores físicos – atmosféricos</b>		
Nubes	Si está nublado o llueve: 1 de agosto 2 de agosto 3 de agosto	Buen año de producción en la: Primera siembra (agosto – septiembre) Segunda siembra (septiembre – octubre) Tercera siembra (octubre – noviembre)
Rayo	Si cae: lunes, miércoles, jueves y sábado Si cae: domingo, martes o viernes	Buena señal Mala señal
Trueno	Si los truenos suenan de arriba Si los truenos suenan de abajo	Buena producción en el altiplano Buena producción en los valles
Lluvia	Si llueve en Todos Santos Si no llueve el tres de mayo	Año con enfermedades La <i>q'olacha</i> se hace bien
Viento	Si llega del este Si llega del oeste	Buen año de producción Mal año de producción
Relámpago	Si cae desde arriba	Va a haber granizada
<b>Zooidicadores</b>		
Zorrino ( <i>añaskitu</i> )	Cuando escarba en la tierra: En los bofedales ( <i>qhochitateqmarqun</i> ) En lugares secos ( <i>t'ajras</i> )	Año seco. Las siembras de las lomas son buenas. Año lluvioso. Siembras en <i>qhochas</i> son buenas.
Leuqe leuqe ( <i>Vanellus chilensis</i> )	Lugar donde pone sus huevos: Pone huevos en lugares húmedos, a la orilla del río Si pone sus huevos en lugares altos, en pajas Si aparece temprano Si sale un poco retrasado	Va a ser año seco Va a ser año lluvioso El frío se va a adelantar Buen año de producción
Zorro	Si llora en las lomas, alturas Si llora desde abajo Si llora bien clarito Si llora atorándose Si llora temprano en la madrugada (4 am) Si llora antes de que salga el sol	Buena producción en las lomas (alturas) Buena producción en las tierras bajas Buena producción Buena o mala producción Buen año para las primeras siembras Buen año para las siembras del medio
Poco poco	Ave que vive en las alturas, si vuela a las zonas bajas	Señal de nevada
Waychu	Si llora antes del amanecer	Va a llover uno o dos días más tarde
Yakeyake	Aves que andan en parejas, lloran de determinada forma	Cuando va a llover y también cuando va a solear
Perdiz ( <i>Yuthu</i> )	Si pone huevos encima de la paja	Año seco
Gaviota	Si salen desde el monte	Va a llover
P'isaqa	Si su guano está amontonado	Buena producción
Pichitanka	La pichitanka ha cantado antes de que amanezca.	Las primeras y segundas siembras van a ser buenas.
Pancaríá	La espalda de la pancaríá no está muy verde.	No va a haber mucha lluvia.
<b>Fitoindicadores</b>		
Brotos de papa	Si la punta está negra Si se queman las puntas Si se pudre por la mitad del brote	Puede haber helada Siembra adelantada Puede haber enfermedades
Yuraqkellwa	Cuando florecen (en forma de violín)	Indica lluvia
Muña	Si florece bien blanquito	Buena siembra
Sank'ayu	Fecha de floración Si tiene abundantes frutos	De acuerdo a cuándo florece será buena la 1ra, 2da o 3ra siembra, Buena producción
Laqus	Cuando hay muchos en la parte de arriba	Buena producción en las lomas
Q'uwa	La <i>q'uwa</i> ha florecido bien.	Buen año de producción.
<b>Fenómenos astronómicos</b>		
Estrella grande	Al amanecer empieza a salir, pero luego regresa atrás y desaparece	Anuncia buena producción en kutirpas
Estrella Qotus (pléyades)	Se forma como los montones de papa recién cosechada: Si la <i>qayana</i> es grande, Si cae abajo	Indica buena producción en la puna o en las lomas Indica buena producción en el valle
Luna	Si tiene anillo hacia el monte	Lluvia en los siguientes días
<b>Otros indicadores</b>		
Piedras	Se mira si hay escarcha debajo la piedra: 1 de agosto	Helada en las primeras siembras

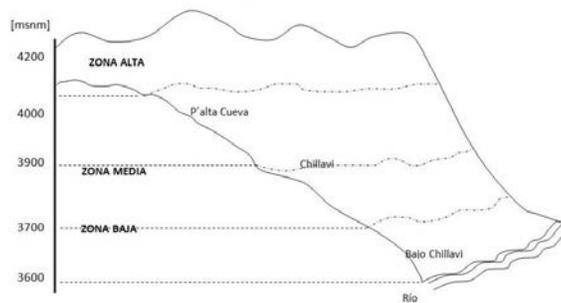
2 de agosto	Helada en las primeras siembras
3 de agosto	Helada en las primeras siembras

En las comunidades de Chillavi y Bajo Chillavi, las familias con las que ha trabajado, tienen en promedio más de 100 parcelas (N. Gutiérrez, 2011), las que se encuentran entre los 3600 msnm y los 4200 msnm, que se manejan en sistemas de *aynoqas*, *sayañas* o alambrados. La extensión de las parcelas es en promedio de 500 m<sup>2</sup> y rara vez tiene una extensión mayor a 2000 m<sup>2</sup>. Se conforman así tres zonas de producción (los valores altitudinales son valores aproximados): la primera va de los 3600 msnm hasta los 3900 msnm, la segunda de los 3900 msnm hasta los 4100 msnm y la tercera sobre los 4100 msnm (ver gráfico 1). En estas tres zonas se produce a secano.

En la zona baja el manejo de la tierra es comunal en forma de *aynoqas*. En esa zona se siembra mayormente papa *waych'a* para el mercado (1ra siembra). En Bajo Chillavi, las familias cultivan en terreno individuales alrededor de sus casas para su propio consumo. En estas parcelas se siembra además de papa, oca, isaño, papa lisa y haba, entre otros, para el autoconsumo. En la zona media hay mayor presencia de heladas y menos lluvia, la tierras se manejan comunalmente en *aynoqas* son para el cultivo de papa para el autoconsumo y para la venta al mercado, generalmente en la segunda y tercera siembra. En la zona alta (4100-4300) las heladas son más frecuentes, existen pastizales y algunas lagunas. Esta zona se destina principalmente para el pastoreo de animales (ovejas, llamas y alpacas), para la producción de papa *luk'i* y para la elaboración de *chuño*, aprovechando las heladas de los meses de invierno (junio y julio principalmente).

Este sistema de apropiación espacial se constituye en un factor de resiliencia de los sistemas productivos campesinos, frente a la variabilidad climática. El acceso a la tierra es un factor fundamental para hacer frente a los riesgos climáticos, no sólo por el acceso a un número mayor de parcelas dispersas espacialmente, sino porque cada parcela tiene en sí una condición ambiental que es aprovechada de manera integral por parte de los campesinos. De esta manera hay una mayor diversificación, lo cual implica mayores alternativas y menor riesgo. Así, las familias campesinas aseguran el abastecimiento de alimentos.

**Gráfico 1. Zonas de producción en la Subcentral de Chillavi**



### 5.1.3. Siembra escalonada

Los campesinos en Chillavi siembran en tres diferentes momentos, decisiones realizada a partir de la predicción climática. Con esta práctica aseguran, por un lado, que si “fracasa” una de las siembras, todavía pueden cosechar de las otras, pero también acceder al mercado en momentos donde el precio está más alto. Las comunidades de la Subcentral Chillavi realizan tres siembras de papa en el año (ver cuadro 2) en diferentes pisos altitudinales.

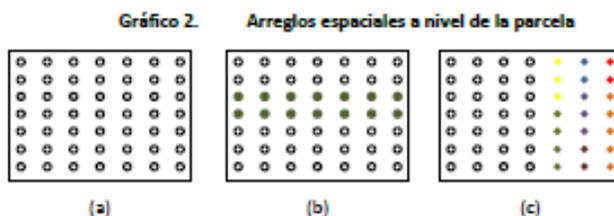
## Cuadro 2. Época de siembra en Chillavi

Tipo de siembra	¿Cuándo se realiza la siembra?
Primera siembra ( <i>Ilojch</i> )	25 de julio al 31 de agosto
Segunda siembra	01 de septiembre hasta 30 de septiembre
Tercera siembra	01 de octubre hasta 07 de noviembre

### 5.1.4. Manejo de las parcelas

Si bien el manejo de las *aynoqas* es realizado de manera comunal, a nivel de las parcelas, los campesinos organizan su producción de acuerdo a sus necesidades alimenticias, fuerza de trabajo, disponibilidad de ganado y las normas comunales definidas para la *aynoqa* (Hervé et al., 2002). Algunas características que influyen en el manejo a nivel de parcelas en la Subcentral de Chillavi son:

- Orientación de la parcela: de acuerdo a la *aynoqa* elegida y la tenencia de parcelas en la misma, éstas pueden tener mayor o menor exposición al sol, lo que define el momento de siembra. Por ej. si una parcela está orientada al sol los suelos tienen menor humedad, por lo que la siembra debería ser más retrasada. Las familias toman estas decisiones también a partir de la predicción climática.
- Preparación del terreno para la siembra: para los terrenos que han descansado por varios años o que son phurumas, primero se realiza el barbecho y luego se amontona el material seco (pastos del mismo terreno junto con abono), que es quemado durante dos días. La ceniza que queda de estos residuos conocido como *golacha* aporta con nutrientes a las plantas, principalmente potasio que favorece en la floración y desarrollo de los frutos, además de controlar las plagas del suelo. Finalmente, se expanden las cenizas y se voltea la tierra, que ya está lista para ser sembrada.
- Utilización de insumos: algunas de las familias utilizan abonos químicos en la siembra de papa, mayormente cuando cultivan en el mismo terreno del año anterior (*kutirpa*) y cuando es destinada al mercado. Otras familias sólo utilizan guano de oveja para sembrar.
- Orientación del surco: la orientación de los surcos está determinada por cómo será el año: si será lluvioso los surcos son más orientados con la pendiente (para evitar anegamiento), y si el año será seco los surcos son más perpendiculares a la pendiente. Estas decisiones se toman mayormente a partir de la predicción climática.
- Actividades culturales: Las familias realizan dos aporques en momentos precisos para aporcar dependiendo de las condiciones climáticas. Por ejemplo, si hay sequía los campesinos no aporcan para no remover el suelo lo que le quitaría humedad a las plantas.
- Arreglo espacial de la semilla: las familias disponen las semillas de diferente forma en la parcela. En el tiempo de estudio se han observado tres tipos de arreglos espaciales a nivel de las parcelas, como se puede ver en la gráfico 2.



El primer arreglo (a) es un monocultivo, siembra un solo tipo de semilla, mayormente *waych'a* (destinada al mercado), o donde sólo se siembra una variedad nativa. El segundo arreglo (b) combina papa *waych'a* y alguna variedad nativa. El tercer arreglo (c) se compone de papa *waych'a* y de diferentes variedades de papa *wayk'u*. Una parcela con mayor biodiversidad presentará mejores posibilidades de hacerle frente a la variabilidad climática.

Las decisiones de cuándo sembrar y cómo manejar las parcelas son familiares, por tanto los resultados de los rendimientos variarán de una parcela a otra, aun cuando éstas tengan las

mismas condiciones ecológicas. El manejo apropiado de las parcelas es un factor de resiliencia y dependerá de las habilidades de cada agricultor que está influenciado por su aprendizaje de los conocimientos ancestrales. También es necesario señalar que existen factores que están afectando negativamente el manejo resiliente de las parcelas. Uno de ellos es la penetración del capital y del mercado, el cual afecta no sólo en la reducción del uso de sistemas tradicionales de rotación de cultivos, como el manejo de las *aynoqas*, también produce la disminución y erosión de variedades nativas por comerciales (Bianco & Sachs, 1998).

### **5.1.5. Manejo de la biodiversidad**

En Chillavi, las familias tienen en promedio entre seis y 40 variedades de papa, y en total, alcanzan a 1444. De ellas, la mayor producción (78%) es de la variedad comercial *waych'a*, 13% son papas *luk'i* para *chuño* y el restante 8% comprende las 138 variedades nativas restantes.

El cultivo de diversas especies y variedades es una práctica que permite que las familias campesinas enfrentar la variabilidad climática, logren equilibrio ecológico en sus parcelas y aseguren su alimentación (Claverías, 2000). La biodiversidad es básica para su seguridad alimentaria y junto al manejo y prácticas locales empleadas por las familias, representa su principal factor de resiliencia en los ecosistemas (R. Gutiérrez, 2008). La diversidad genética de las papas nativas que existen en Chillavi, hace que las mismas se adapten en diferentes ecosistemas. Esta adaptación tiene que ver con características agronómicas y mecanismos fisiológicos, morfológicos y genéticos que expresa la planta para tolerar diferentes tipos de estrés, entre ellos el estrés por temperatura. Por ejemplo las papas *luk'is* son más resistentes a heladas, por lo que son sembradas a mayor altitud, de esa manera también se evita el ataque de plagas y enfermedades. En cambio las variedades *Solanum tuberosum* se adaptan mejor a las bajas temperaturas (R. Gutiérrez, 2008).

En este sentido, las familias pueden combinar las características ambientales, topográficas, climáticas, de suelos, etc., de sus parcelas con la disponibilidad de diferentes variedades de papa. El manejo de diferentes variedades de papas cultivadas –dulces y amargas- sirve como un “amortiguador” frente a las fluctuaciones ambientales (granizos, heladas, vientos fuertes, lluvias intensas, etc.), “debido a que la diversidad de cultivos y variedades responden de manera diferente a la variabilidad climática, alcanzando una comunidad más predecible” (Nicholls, 2013).

## **5.2. Auto-organización**

En las comunidades de la Subcentral Chillavi, la organización social aglutinada en tres sindicatos agrarios, es la que norma consuetudinariamente las relaciones y reglas de comportamiento entre sus integrantes y es la encargada de la resolución de conflictos en el ámbito social y productivo. Para el desarrollo de las actividades socio-productivas, posee un conjunto de instituciones y prácticas que posibilitan niveles de cohesión social y auto-organización, que se caracterizan por el acceso y control colectivo de la tierra y territorio; acceso y organización familiar-comunal de la fuerza de trabajo; y el ejercicio de la democracia directa en sus diferentes espacios comunales; características que en su conjunto configuran la identidad cultural de la comunidad andina. Sin embargo, estas características no son estáticas, se enfrentan a procesos de transformación y debilitamiento como se analiza a continuación.

### **5.2.1. Manejo y acceso a la tierra**

En las comunidades de la Subcentral Chillavi, el tiempo de descanso y la adecuada rotación de suelos se garantiza mediante el manejo colectivo de la tierra bajo el sistema de *aynoqas*. La asamblea comunal, entre los meses de enero y febrero de cada año, define el lugar de las *aynoqas*. Por lo general, se escogen dos *aynoqas*, una para el cultivo de papas dulces y/o en la

zona baja de la comunidad y otra en la zona media destinado al cultivo de papas dulces y amargas. La primera suele estar destinada a las primeras siembras (agosto-septiembre) y la segunda es reservada para las últimas siembras (octubre-noviembre).

Para cada ciclo agrícola, la organización comunal determina las fechas de inicio para las actividades agrícolas y norma la prohibición y sanción para que animales y rebaños no ingresen al sector de la *aynoqa* durante el periodo de producción agrícola en la zona. Cada año, la organización comunal designa un responsable para el cuidado de las parcelas ubicadas en la *aynoqa*, al que se lo denomina como chacarero. Éste cumple una especie de servicio a la comunidad y tiene la responsabilidad de evitar el ingreso de los animales a las parcelas de cultivo. Asimismo, reporta y en su caso encierra, en corrales de resguardo, a los animales que causaron daños en los cultivos, para que luego los dueños de estos, paguen la sanción por el daño ocasionado. Esta labor dura durante todo el ciclo productivo del cultivo y como gratificación hacia el chacarero cada parcelario otorga la producción de un surco por parcela producida.

A pesar de que en las zonas de manejo comunal se verifican mejores resultados productivos en Chillavi, también se evidencia procesos de abandono de tierras comunales y un incremento de cultivos de mayores superficies de tierra en parcelas con pocos o ningún año de descanso. Esta situación responde a procesos migratorios que disminuyen la cantidad de fuerza de trabajo agrícola para las diferentes fases; y la otra, por que las familias priorizan la realización de cultivos en terrenos más cercanos aunque con un manejo más intenso, asociado a prácticas convencionales.

Otro factor influyente para el abandono de tierras productivas son algunos cambios tecnológicos y presiones del mercado. La reciente aparición de maquinaria agrícola en las comunidades, está intensificando el cultivo en sectores planos, desincentivando la producción en zonas con mayor pendiente, intensificándose así el cultivo en determinadas áreas.

### **5.2.2. Acceso a la fuerza de trabajo**

El desarrollo de las actividades y la dinámica de la vida cotidiana en las comunidades están estrechamente vinculados con las relaciones locales de reciprocidad (el *ayni*, la *minka*). Las relaciones sociales de producción y acceso a la fuerza de trabajo de tipo familiar, comunal y con el entorno son un indicador de estabilidad del agro-ecosistema. Estas relaciones, contribuyen a una mayor resiliencia social.

Los resultados del estudio realizado en las comunidades de la Subcentral Chillavi evidencian que la cantidad de horas de trabajo destinadas al desarrollo de los cultivos es importante para la obtención de buenas cosechas. Un adecuado preparado del suelo tiene la finalidad de remover y oxigenar los nutrientes. La disposición de mano de obra durante las siembras incide en una mejor distribución del abono en el suelo, mejor tratamiento para la semilla, espacios propicios entre plantas para un adecuado crecimiento, etc. En los últimos años la fuerza de trabajo se ve mermada por procesos de migración u ocupación por parte de las familias campesinas, en dos actividades económicas; los hombres migran hacia Yungas de Chillavi para emprender actividades relacionadas con el cultivo de la coca y las mujeres quedan a cargo de la actividad agropecuaria en Chillavi. Al existir una reducción de la fuerza de trabajo para el desarrollo de los cultivos, se disminuye la capacidad de resiliencia del sistema. Asimismo estos procesos están generando sobrecarga de actividades en las mujeres, quienes ya evidencian cambios negativos producto de estos procesos.

### **5.2.3. Matriz socio-política y democracia directa**

El control comunal sobre el acceso a la tierra (que en el caso de Chillavi, no es tratada como una mercancía) es una base fundamental que garantiza el sistema de seguridad alimentaria y su auto-organización. La producción se asienta en el control comunal sobre los recursos. El control comunal e incluso la propiedad colectiva sobre la tierra, en el caso de Chillavi al ser parte de una TCO, no significan la colectivización de la tierra ni la desaparición de la unidad familiar como

unidad fundamental de la comunidad y de la producción de vida. Por el contrario, cada familia tiene usufructo exclusivo de las tierras que tradicionalmente ha cultivado por generaciones y también de las tierras que sean redistribuidas por la asamblea comunal.

La democracia comunal, a través de las asambleas comunales, asegura los sistemas de rotación y descanso que protegen la fertilidad del suelo, mejorando las posibilidades de resiliencia socio-ecológica. Esa democracia comunal apoyada sirve de barrera para la profundización de sistemas de diferenciación social. Situaciones de diferenciación social distorsionarían los mecanismos de cohesión social, que se constituyen en requisitos fundamentales para la auto-organización y autonomía.

### **5.3. Aprender y adaptarse**

En la Subcentral Chillavi, se han observado nuevas prácticas y tecnologías de adaptación relacionadas con las actividades productivas. Estas prácticas mejoran la resiliencia de los sistemas productivos frente a la variabilidad climática y al cambio climático que se presentan de forma diferente y particular de un ciclo agrícola a otro. Sin embargo, estas prácticas también pueden ser negativas desde una evaluación integral de la resiliencia socio-ecológica. Esta sección muestra un mayor análisis sobre estas nuevas prácticas.

#### **5.3.1. Cambio de actividad productiva**

Antes, las familias, se dedicaban solo a la actividad ganadera, pero actualmente –por efectos del cambio climático- también se dedican a la actividad agrícola. Al respecto doña Juana Mamani comenta: “Antes todas las tierras de Chillavi se utilizaban para el pastoreo de los animales; un tiempo se pasteaba en K’utini y otras veces se bajaba, al sector de Inkalaq’aya. No producía ninguna clase de cultivos, después el tiempo ha cambiado y hemos empezado a sembrar papas” (Entrevista a Juana Mamani, 04-08-2013).

Las familias de las comunidades de la Subcentral Chillavi, han desarrollado nuevas prácticas de adaptación de algunas variedades de papa en zonas más altas, que antes no eran aptas para la producción de cultivos debido a las bajas temperaturas de la zona. La habilitación de nuevas parcelas, destinadas a la producción agrícola, en zonas más altas que antes solo eran destinadas exclusivamente al pastoreo de animales, requieren de nuevas prácticas en el uso de suelos que exigen una reconfiguración continua de las tecnologías que permiten capacidades adaptativas que garanticen la producción de cultivos. La adaptación que posee un cultivo en particular, no se mantiene igual durante un largo período de tiempo. Esto se debe a que el ambiente siempre está cambiando y los cultivos están adaptándose continuamente (Gliessman, 2002).

#### **5.3.2. Cambios en los sistemas agrícolas: alambrados y kutirpas**

Otra práctica que las familias de Chillavi, han adaptado en los sistemas agrícolas es la producción de papa en alambrados<sup>3</sup>. La habilitación de la parcela en alambrado, es una tecnología de adaptación frente a la variabilidad climática -pues se puede acceder a diferentes pisos altitudinales y así minimizar los riesgos climáticos- y a la falta de disponibilidad de fuerza de trabajo familiar, acentuada por la migración y la escuela.

Sin embargo, esta forma de producción es cuestionada por algunas familias. Don Eufasio Díaz, productor de la zona, comenta que esta forma de producción debilita el trabajo en *aynoqas* y que

---

<sup>3</sup> La producción en alambrados se realiza sobre todo en las sayañas y en las zonas altas donde se produce papa luk'i. Según don Eufasio Díaz en la parte alta “uno elige el lugar y el tamaño del terreno que quiera y luego de sembrar la primera vez, el terreno se convierte automáticamente de él”. En cambio en las partes bajas de las sayañas alambran sus terrenos porque no existe fuerza de trabajo para evitar que las parcelas sean dañadas por los animales.

muchas familias realizan alambrados sin respetar la normativa comunal. Esta situación debilita la auto-organización del sistema social, en tanto otro factor para la resiliencia.

Otra tecnología importante de adaptación que se desarrolló en la actividad agrícola, es la producción de *kutirpas* de papa. Muchas comunidades andinas realizan la rotación de cultivos con la finalidad de garantizar la producción de los cultivos, disminuir los problemas de plagas, enfermedades y presencia de malezas y contar con la disponibilidad de fuerza de trabajo. Sin embargo, las familias de Chillavi, no realizan prácticas de rotación de cultivos en las parcelas de las *aynoqas* (la rotación de cultivos, es papa-papa-papa-descanso); y solo realizan rotación de cultivos (papa, papa-tubérculos menores- cebada- descanso o papa-papa-descanso) en parcelas *sayañas*, para diversificar la producción cultivos. Se desarrollaron prácticas en el manejo y uso de suelos que permiten la producción de *kutirpas* de papa, en la misma parcela, por más de tres ciclos agrícolas consecutivos. En esta práctica, se toma en cuenta la calidad de suelo, rendimiento de la papa, predicción climática y también la cercanía de la parcela al camino carretero.

La producción en *kutirpas* permite el desarrollo del cultivo de papa sin disponibilidad de fuerza de trabajo en algunas actividades agrícolas (preparación de suelos, desterronada y *kol'acha*), por varios ciclos agrícolas. Sin embargo, los rendimientos en *kutirpas* son menores que en suelos descansados o en *phurumas* (Araujo et al., 2012). De todas formas, las familias toman decisiones adaptativas en base a múltiples factores, como las amenazas climáticas, la disponibilidad de mano de obra, de insumos, etc., debido a que “riesgos climáticos ocurren dentro de un marco más amplio de condiciones e influencias” (M. Altieri, 2013).

Al igual que la producción en alambrados, esta práctica de resiliencia es negativa desde un punto de vista de descanso de los suelos. También tiende a individualizar el manejo de la tierra, lo cual afecta negativamente a los niveles de auto-organización.

### **1.3.3. Uso de insumos adicionales**

Las familias de la subcentral de Chillavi, utilizan la cal, como insumo de adaptación para hacer frente la variabilidad climática y minimizar el riesgo climático. La cal se utiliza en aquellas parcelas que podrían ser afectadas por la helada, decisiones que toman las familias, a partir del conocimiento de las parcelas y la predicción climática. Este insumo, se coloca al suelo antes de realizar la siembra de papa y se utiliza tanto en parcelas ubicadas en la *aynoqa* como en la *sayaña*.

“Utilizamos la cal para que no enfríe el suelo y para que la helada no afecte mucho a la papa. En estas parcelas de la pampa sembramos papa porque mucho llega la helada, pero el año pasado le hemos puesto cal y la helada no le afecto mucho a la papa, por eso ahora estoy volviendo a utilizar la cal para mantener la temperatura del suelo” (Entrevista a Pedro Mamani, octubre 2013).

Algunas familias utilizan cal en todas las parcelas destinadas a la producción de papa. Con esta práctica, la familia garantiza mantener la temperatura adecuada del suelo y garantizar la producción de papa en condiciones climáticas adversas.

En general, las familias de la comunidad Chillavi han desarrollado una serie de prácticas y tecnologías que ha posibilitado la resiliencia de los sistemas productivos, los mismos que hacen frente a la variabilidad climática y además permiten producción de cultivos en condiciones adversas y por último garantizan la seguridad alimentaria de la familia.

### **5.3.4. Limpieza y Mejoramiento de semilla**

Una práctica iniciada por algunas familias de la Subcentral Chillavi, en el ciclo agrícola 2010-2011, es la recuperación del vigor, sanidad y variabilidad de la semilla de papa, a través de la semilla botánica (*mak'unku*)<sup>4</sup>, en condiciones naturales y utilizando insumos locales de la zona.

---

<sup>4</sup> El *mak'unku* es un término quechua que se le asigna al fruto de la papa. La experiencia se realizó en parcelas ubicadas en las *aynoqas* y *sayañas*.

Los resultados del proceso de recuperación de semilla de papa obtenidos, indican que la recuperación de las semillas producidas a secano, es un proceso que requiere de tres ciclos agrícolas continuos. En la primera generación se recupera el vigor, la sanidad y principalmente la variabilidad genética de la papa. En la segunda y tercera generación, las papas van aumentando en tamaño. La papa cosechada en la tercera generación ya se puede reproducir para la alimentación y venta de papa -para mayor información de los resultados ver suplemento de semillas sobre resultados de la recuperación de semilla de papa (CENDA, 2013).

**Cuadro 3. Proceso de recuperación de la semilla de papa a través de la semilla botánica**

Primera generación (ciclo agrícola 2010-2011)		Segunda generación (ciclo agrícola 2010-2011)		Tercera generación (ciclo agrícola 2010-2011)	
Cantidad sembrada	Cantidad cosecha	Cantidad sembrada	Cantidad cosecha	Cantidad sembrada	Cantidad cosecha
300 pepitas de <i>mak'unku</i>	43 papitas	43 papitas	1 arroba	1 arroba	1 carga

El compañero Wildo Quintana comparte su experiencia de los tres ciclos: “El primer año, derramé a la tierra unas cuantas semillitas (*mak'unku*) de la variedad *waych'a* y ha producido como cuarenta y tres papitas, de eso ha salido cuatro variedades: uno tiene el corazón amarillo, del otro también es amarillo pero tiene el corazón morado, al otro lo llamamos *macho wañuchi*. Nosotros esa variedad no conocíamos pero ahora ha salido bastante. El año pasado, en la segunda generación he sembrado esas cuarenta y tres papitas de la primera cosecha y en eso hice producir como una arroba de papa. Ahora de esa arroba ha producido como una pesada, esto es lo que continuo multiplicando” (Entrevista a Wildo Quintana, 17/06/13).

“En la primera generación, de una sola planta ha salido como tres variedades, de otras plantas he sacado dos variedades y en algunas plantas una variedad no más también ha salido. De la variedad *puka waycha* han salido tres variedades más. Ahora a estas tres nuevas variedades hay que bautizarlas poniéndoles nombres” (Entrevista a doña Felicidad Mamani, 17/06/13). “En la tercera generación” tengo un poco más de media carga, esto es la producción de tres años. Este se parece a *luk'i* o a *pali*, de esto ha aparecido así negro, varias variedades habían sabido salir de la semilla del *mak'unku*” (Entrevista a don Cirilo Campos, 17/06/13).

La variabilidad genética de papa obtenida desde la semilla botánica, se adapta a diferentes altitudes y cada variedad posee diversas características morfológicas, fisiológicas y genéticas que ayudan a las plantas hacer frente a las sequías, heladas, granizadas y otros eventos que ocasiona el cambio climático.

### 5.3. Evaluación de la resiliencia socio-ecológica de las tecnologías y prácticas campesinas sobre la producción

Con la finalidad de simplificar el análisis -referido a los efectos de las condiciones climáticas adversas sobre el cultivo de la papa-, en este estudio se han dividido las fases fenológicas en cinco: dormancia o reposo, brotación, emergencia, desarrollo de los tallos, tuberización y floración y desarrollo de los tubérculos.

Se han identificado las prácticas y tecnologías campesinas de la Subcentral Chillavi que contribuyen a la resiliencia de los sistemas productivos frente a la variabilidad climática; y se las ha clasificado de acuerdo a las características de resiliencia socio-ecológica planteadas por Carpenter *et al.* (2001). Los resultados pueden verse en la Tabla 1. Si bien algunas de estas características cumplen una o más de estas funciones, por cuestiones didácticas se las ha separado en estos tres grupos, pero todas se interrelacionan y contribuyen en general a generar resiliencia socio-ecológica de los sistemas productivos.

Como se puede ver en la tabla 1, las tecnologías y prácticas vigentes en la Subcentral Chillavi, permiten a las familias campesinas amortiguar los efectos de los cambios o presiones a los cuales están expuestos. La organización social que sostiene a estas prácticas y tecnologías es además la que las hace sostenibles, regula y establece normativas para su funcionamiento. Por otra parte, las familias se han ido adaptando a los cambios, adoptando nuevas tecnologías que les permiten lidiar con las presiones actuales.

Es importante, sin embargo, discutir y generar alternativas para hacerle frente a las limitaciones que están enfrentando las estrategias de manejo del espacio vital de las comunidades andinas, como ser la erosión de la biodiversidad nativa, la migración, la presión del mercado, la escuela y otras. Además que algunas de estas prácticas también pueden ser negativas desde una evaluación integral de la resiliencia socio-ecológica (por ejemplo, la práctica de alambrados y *kutirpas*).

#### **5.4 Evaluación de la producción en relación a los factores de resiliencia socio-ecológica**

Los datos de los tres ciclos estudiados permiten evaluar los resultados de la producción en relación a la predicción climática. Si bien la predicción climática, que actúa como un sistema de alerta temprana, tiene una cierta eficiencia en el pronóstico de las lluvias, parece no funcionar en la identificación de posibles eventos extremos, como comenta doña Felicidad Mamani:

*“Entonces ahora a lo que veo, está cambiando el tiempo porque antes las lluvias solo eran momentáneas, no llovía dos tres días, hasta semanas. Ahora llueve, no? Eso pienso yo, cuando la papa esté saliendo, cuando estemos aporcando podría haber sequías, estoy pensando que le puede afectar, si se secaría donde nosotros sacamos agua. Esas cosas son difíciles de predecir” (Entrevista a Felicidad Mamani, 26-09-2013).*

Los resultados productivos del cultivo de la papa, medidos en su rendimiento, por lo general no son consecuentes con el pronóstico realizado. Esta situación es dada porque la producción campesina en la zona depende de muchos factores que orientan a la decisión del dónde sembrar, cuándo sembrar, con qué insumos etc. Si bien uno de los factores más importantes para la toma de decisiones adaptativas en respuesta a las amenazas climáticas es la predicción climática; las familias campesinas toman sus decisiones en base a una multiplicidad de factores, debido a que los “riesgos climáticos ocurren dentro de un marco más amplio de condiciones e influencias” (M. Altieri, 2013). Por este motivo el estudio busca identificar qué factores tienen mayor influencia sobre la producción, utilizando un modelo de regresión lineal múltiple<sup>5</sup>.

##### **a) Datos disponibles**

Para fines de la modelización se ha utilizado la información de 47 parcelas de papa cultivadas por las seis familias a las cuales se les realizó un seguimiento profundo durante el ciclo productivo 2010-2011. De esta manera, la unidad de estudio es la “parcela”.

##### **b) Variable Dependiente**

**Rendimiento (rend):** Es una variable continua que mide las toneladas de papa por hectárea obtenidas en las parcelas de estudio durante el ciclo 2010 – 2011.

##### **c) Variables Independientes**

El modelo ha sido trabajado con ocho variables independientes, consideradas como factores influyentes en la determinación de los rendimientos de papa, y por su contribución a la resiliencia socio-ecológica del sistema productivo. La descripción de estas variables y su influencia esperada en los rendimientos de papa se detalla a continuación.

---

<sup>5</sup> Este modelo es una aproximación a la realidad y es válido para el ciclo agrícola 2010-2011 y en la zona de trabajo donde fue realizada la investigación. Para generalizar las conclusiones, más se debe estudiar el comportamiento de más ciclos agrícolas, seleccionando las diferentes variables, a través de una muestra probabilística.

**d) Años de descanso del suelo (descanso1):** Variable categórica que determina la cantidad de años que ha descansado el suelo de cada parcela antes del último cultivo de papa en el ciclo 2010 – 2011. La variable toma el valor de 1 cuando se habla de parcela de tipo *kutirpa*, el valor de 2 cuando el suelo ha descansado de 5 a 14 años, el valor de 3 cuando el descanso ha sido de 15 a 29 años, el valor de 4 si los años de descanso varían entre 30 y 50, y finalmente, el valor 5 si la parcela es de tipo *phuruma*. Se espera que mientras más años de descanso tiene el suelo, mayores serán los rendimientos obtenidos.



**e) Fertilización con estiércol (guano):** Es una variable continua que recoge la cantidad de estiércol, medida en toneladas por hectárea, utilizada para la fertilización del suelo de cada parcela para cultivar papa. Se espera que a medida que aumente la cantidad de estiércol usada por hectárea, se obtendrá mayores rendimientos de papa.

**f) Fertilización química (ferti):** Variable continua que muestra la utilización de fertilizante químico en toneladas por hectárea en cada una de las parcelas. Un uso adecuado de fertilizante químico supondría mayores rendimientos de papa, por lo cual se espera una influencia positiva de esta variable.

**g) Fuerza de trabajo (traba1):** Variable categórica que da cuenta de las horas de trabajo por hectárea aplicadas en cada parcela de papa. Toma el valor de 1 cuando en la parcela se han aplicado hasta 2047 horas/ha, el valor de 2 cuando se trabajó en la parcela entre 2048 y 2754 horas/ha, el valor de 3 cuando el rango está entre 2755 y 3461 horas/ha, el valor de 4 si el trabajo está entre 3462 y 4168 horas/ha, y el valor 5 si la fuerza de trabajo superó las 4168 horas/ha. Se espera que mientras mayor sea el trabajo aplicado en la parcela, mejor cuidado tendría el cultivo y esto generará mayores rendimientos.

Dos variables han sido utilizadas para cuantificar las condiciones climáticas que influyen en el cultivo de papa dentro de la modelización: precipitación y altura. La limitación más importante en este sentido, ha sido la información disponible, ya que para el caso de la precipitación no se contaba con los datos del año 2010. A manera de *proxy* se utilizaron los datos de agosto a enero de 2011 que tuvo niveles de precipitación muy similares a los del ciclo anterior. Sin embargo, se reconoce que esta aproximación puede ser una fuente de error dentro de la modelización.

**h) Altura (altura):** Variable continua que muestra la ubicación de la parcela de papa medida en metros sobre el nivel del mar (msnm). La influencia de la altura en el rendimiento de papa es distinta dependiendo de muchos factores adicionales (variedad sembrada por ejemplo), por lo cual no se tiene una idea previa sobre la influencia de esta variable.

**i) Precipitación (critica2):** Variable continua que muestra la suma de la precipitación total (medida en milímetros) entre los días 40 y 120 del ciclo del cultivo (fase crítica) para cada parcela tomando en cuenta su ubicación en Chillavi o Bajo Chillavi. Los requerimientos de lluvia para papa son variados y dependen de las fases fenológicas del cultivo, escasa lluvia afectará al desarrollo del cultivo pero cuando la misma es excesiva los problemas también se presentan, es por ello que la influencia de esta variable en los rendimientos es difícil de pronosticar previamente.

**j) Calidad de la semilla de papa (semi2):** Variable dummy que toma el valor de 0 cuando la semilla utilizada en la parcela es considerada de calidad normal o baja y el valor de 1 cuando es considerada semilla de buena calidad. Se espera que el uso de semilla de alta calidad genere rendimientos más altos.

**k) Principales resultados del modelo**

En esta investigación se ha asumido el siguiente modelo:

$$E(\text{rend}) = B_0 + B_1 \text{descanso1} + B_2 \text{guano} + B_3 \text{ferti} + B_4 \text{traba1} + B_5 \text{altura} + B_6 \text{critica2} + B_7 \text{semi2} + \epsilon$$

Los resultados de la regresión se pueden ver en el cuadro 1.

De acuerdo a los resultados presentados, se observa que cuatro variables tienen un P-value < 0.05, lo que significa que son estadísticamente significativas al 95% de nivel de confianza. Estas variables son: años de descanso del suelo, fertilización con estiércol, calidad de semilla y precipitación<sup>6</sup>.

Para las tres primeras variables los resultados confirman la influencia positiva que tienen sobre los rendimientos de papa, de acuerdo a las expectativas previas. Es decir, que mientras aumentan estas variables, se genera un incremento en los rendimientos. De entre las tres variables, la calidad de semilla presenta la influencia más grande, ya que su coeficiente tiene un valor de 12.37 frente a 2.43 y 0.64 de las variables de años de descanso del suelo y fertilización con estiércol respectivamente.

**Cuadro 4: Stata Output: Regresión lineal múltiple**

```
. regress rend descansol guano ferti traba1 altura critica2 semi2, robust
Linear regression
```

					Number of obs =	47
					F( 7, 39) =	9.77
					Prob > F	= 0.0000
					R-squared	= 0.6023
					Root MSE	= 7.9787

		Robust				
rend	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
descansol	2.434128	1.141003	2.13	0.039*	.1262319	4.742023
guano	.6432445	.2678349	2.40	0.021*	.1014974	1.184992
ferti	2.499609	18.91106	0.13	0.896	-35.75162	40.75084
traba1	-.886943	1.207508	-0.73	0.467	-3.329357	1.555472
altura	-.0064179	.0084987	0.76	0.455	-.0107724	.0236082
critica2	-.0325312	.0132075	-2.46	0.018*	-.0592459	-.0058165
semi2	12.36887	3.96382	3.12	0.003*	4.351283	20.38645
_cons	-11.71223	33.279	-0.35	0.727	-79.02536	55.60089

Para las variables fertilización química, fuerza de trabajo en las parcelas y altura en la que se ubican las parcelas, no se ha encontrado niveles de significancia importantes como para concluir que tienen estadísticamente una influencia en los rendimientos de papa en el caso de las 47 parcelas investigadas.

El modelo en su conjunto muestra relevancia, ya que se observa que los coeficientes de las variables son significativamente diferentes de cero (F(7,39) = 9.77, P-value=0.0000<0.05)) y gracias a estas variables se ha podido explicar aproximadamente el 60% de la varianza presente en la variable dependiente (R-squared=0.6023).

La regresión lineal múltiple ha sido corrida con errores estándar robustos para corregir la presencia de heterocedasticidad. Además, no se ha visto la presencia de multicolinealidad entre las variables independientes (Mean VIF=1.91). Las pruebas realizadas han permitido observar que no hay razones para creer que los residuos de la regresión no estén normalmente distribuidos<sup>7</sup>.

**VI. Discusión**

<sup>6</sup> Se encuentran marcadas con un asterisco en el cuadro 4.

<sup>7</sup> Se ha utilizado el test Shapiro-Wilk para confirmar la normalidad de los residuos, cuyo P-value=0.09 permite confirmar que los residuos tienen una distribución normal.

### **6.1. Años de descanso del suelo**

El modelo confirma la influencia positiva (coeficiente de 2,4) que tienen los años de descanso del suelo sobre los rendimientos de papa. Esto se debe principalmente a que los años de descanso del suelo restauran y mejoran la fertilidad física, química y biológica de los suelos (Montilla, Sarmiento, & Monasterio, 2002; Shaxson & Barber, 2005).

### **6.2. Fertilización con estiércol**

El modelo confirma la influencia positiva que tiene la fertilización con guano sobre los rendimientos de papa, con un coeficiente de 0,6. Esto se debe principalmente a que la adición de estiércol animal incrementa la materia orgánica en el suelo, así mejora la actividad biológica y su calidad física y química (M. A. Altieri & Nicholls, 2013). Además el estiércol aporta con todos los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) y micronutrientes (elementos traza) necesarios para el crecimiento de la planta (Brandjes, Wit, Meer, & Keulen, 1996).

Adicionalmente, si se realiza la fertilización con estiércol, los efectos positivos no sólo aplican para el cultivo de ese año, sino de cultivos consecuentes, pues la descomposición de la materia orgánica no se completa dentro de un año (Brandjes et al., 1996).

### **6.3. Precipitación en fase fenológica crítica**

La precipitación en la fase fenológica crítica (floración y tuberización) tiene una influencia positiva sobre los rendimientos de papa en el modelo. Sin embargo, esta variable es negativa. En primera instancia se podría pensar que la precipitación debería ser positiva, es decir, para que haya mejor rendimiento de papa debería llover más. Sin embargo, en el ciclo 2010-2011 hubo un evento climático extremo (llovieron 40mm en menos de 6 horas), y sólo durante el mes de febrero llovió 328mm (el 70% del total requerido durante todo el ciclo vegetativo del cultivo de papa). Varias parcelas se vieron afectadas por este evento extremo; algunas sufrieron pudrición y otras –las más cercanas al río y ubicadas en terrenos de mayor pendiente- sufrieron erosión hídrica.

En general, para un buen rendimiento de papa se requiere una disposición adecuada de lluvia, durante la fase fenológica crítica. Parcelas que tuvieron una adecuada disposición durante el ciclo 2010-2011, por lo general tienen mejores rendimientos. Por ello es importante identificar cuándo habrá mejor disposición de agua para el momento de siembra y en las fases de floración y tuberización. Ese momento puede pronosticarse a partir de la predicción climática y los bioindicadores, una práctica vigente en la zona de estudio.

El determinar el momento adecuado de siembra, de acuerdo a la disponibilidad de lluvia, es una práctica de resiliencia porque contribuye a minimizar el riesgo por sequías o por fuertes lluvias, y así las familias garantizan su producción.

Si bien la precipitación en la fase fenológica crítica es significativa, su coeficiente de explicación (igual a 0,03) es claramente menor al de las otras variables. Este hecho es relevante pues la variabilidad climática no va a afectar determinantemente al rendimiento de sus cultivos, siempre y cuando las familias hagan un buen manejo de los otros factores de mayor influencia en el modelo. Por ende, el que se garantice niveles adecuados de producción depende fundamentalmente de factores controlados por la familia y la comunidad, específicamente en la zona de estudio.

### **6.4. Calidad de la semilla de papa**

Los resultados del modelo muestran una influencia positiva de la calidad de la semilla de papa sobre los rendimientos. De acuerdo a su coeficiente (de 12,4) la calidad de semilla es la variable que tiene más influencia sobre el rendimiento. Es decir, el hecho de que existan semillas de buena

calidad (ya sea de variedades comerciales o nativas) y que produzcan por encima del promedio, influye de manera positiva en el rendimiento.

Desde el punto de vista de la resiliencia socio-ecológica el contar con semillas revitalizadas in situ aumenta las posibilidades de una mejor producción. La semilla es uno de los insumos más importantes dentro del proceso de producción de papa. En Ecuador un estudio estimó que el 29% de los rendimientos en el cultivo de papa depende de la calidad sanitaria y fisiológica de la semilla (Navarrete, 2012). Por ello, contar con semilla de calidad es una manera de que la producción, productividad, pureza varietal y sanidad del cultivo de papa se vean asegurados (Cayambe, Montesdeoca, & Andrade-Piedra, 2011).

## VIII. Agradecimientos

Esta investigación no hubiera sido posible sin el apoyo y confianza de las familias campesinas de Chillavi y Bajo Chillavi. Queremos agradecer especialmente a las familias de Walter Quintana, Feliciano Mamani, Felicidad Mamani y Eufasio Díaz (+), Teodosio Mamani, Víctor Quintana, Cirilo Campos, Elías Condori, Félix Ríos y a todas las familias de la Subcentral Chillavi.

## IX. Bibliografía.

- Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography*, 24(3), 347-364. doi: 10.1191/030913200701540465
- Altieri, M. (1991). ¿Por que estudiar la agricultura tradicional? *Agroecología y desarrollo. Revista de CLADES, Numero Especial Nº 1* <http://www.clades.org/r1-art2.htm>.
- Altieri, M. (2013). Construyendo resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. In C. Nicholls, L. Ríos & M. Altieri (Eds.), *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (pp. 94-104). Medellín, Colombia.
- Altieri, M., & Koohafkan, P. (2008). *Enduring Farms: Climate Change, Smallholders and Traditional Farming Communities*. In T. E. D. S. n. 6 (Series Ed.)
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2013). *Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas* (Vol. 8).
- Alvarez, S. (2007). Bioindicadores ancestrales en zonas altoandinas: mecanismos de alerta y resiliencia ante desastres. *Reducción de desastres en Las Américas*, 14.
- Araujo, H., Alem, N., Pizarro, R., & Regalsky, P. (2012). Manejando el riesgo climático de los andes. El caso de las comunidades aymara quechuas de Chillavi - Ayopaya. In C. Fundación PIEB, Oxfam, Embajada de Dinamarca (Ed.), (pp. xii; 146p). La Paz, Bolivia.
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*, 10(5), 1251-1262. doi: 10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2003). *Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Bianco, M., & Sachs, C. (1998). Growing Oca, Ulluco, and Mashua in the Andes: Socioeconomic differences in cropping practices. *Agriculture and Human Values*, 15(3), 267-280. doi: 10.1023/a:1007572203541
- Bonkougou, E. G. (2010). *Biodiversity in drylands: challenges and opportunities for conservation and sustainable use*. Paper presented at the Awareness Seminar Series.
- Borda, F. (1981). *La Ciencia y el Pueblo in Investigación Participativa y Praxis Rural. Nuevos conceptos en educación y desarrollo comunal* F. V. Grossi, V. Gianotten & T. d. Wit (Eds.),
- Brandjes, P. J., Wit, J. d., Meer, H. G. v. d., & Keulen, H. V. (1996). Livestock and the Environment. Finding a Balance. Environmental impact of animal manure management. In I. A. Centre (Ed.). Wageningen, The Netherlands.
- Bru, P., & Basagoiti, M. (2006). La Investigación-Acción Participativa como metodología de mediación e integración socio-comunitaria.

- Brush, S., & Guillet, D. W. (1985). Small-Scale Agro-Pastoral Production in the Central Andes. *Mountain Research and Development, Vol. 5, No.1, Convergences and Differences in Mountain Economies and Societies: A Comparison of the Andes and Himalaya*, 19-30
- Calvo, L. M., Espinoza, C., Hosse, T., & Regalsky, P. (1994). Raqaypampa, los complejos caminos de una comunidad andina. Estrategias campesinas, mercado, revolución verde. *CENDA. Cochabamba*.
- Carpenter, S., Walker, B., Anderies, J. M., & Abel, N. (2001). From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? *Ecosystems, 4(8)*, 765-781. doi: 10.1007/s10021-001-0045-9
- Cayambe, J., Montesdeoca, F., & Andrade-Piedra, J. (2011). *Producción de semilla prebásica de papa en el sistema aeropónico en Ecuador: Evaluación de soluciones nutritivas*. Paper presented at the Cuarto Congreso Ecuatoriano de la Papa, Guaranda.
- Claverías, R., & Benavente, S. (2006). "Buenas prácticas con el permiso de la "Pachamama". Roles de las culturas aymara y quechua para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible. *Programa Cultura, Comunicación y Transformaciones Sociales, CIPOST, FaCES, Universidad Central de Venezuela., Nº 40*.
- Chilon, E. (2009). Tecnologías ancestrales y su vigencia frente al cambio climático. *Ciencia y tecnología agraria, Vol.1 Nr.4* 139-143.
- DeAngelis, K. (2013). Creación de resiliencia ante el cambio climático mediante los conocimientos del pueblo indígena: El caso de Bolivia. *Historias por dentro: sobre el desarrollo compatible con el clima*.
- Earls, J. (2006). *La agricultura andina ante una globalización en desplome*. Perú: CISEPA - PUCP.
- Estrada, N. (2000). *La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa: PROINPA/CID/CIP*.
- FAO. (2013). *La fauna silvestre en un clima cambiante* E. Kaeslin, I. Redmond & N. Dudley (Eds.),
- Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography, 24(3)*, 347-364. doi: 10.1191/030913200701540465
- Altieri, M. (1991). ¿Por que estudiar la agricultura tradicional? *Agroecología y desarrollo. Revista de CLADES, Numero Especial Nº 1* <http://www.clades.org/r1-art2.htm>.
- Altieri, M. (2013). Construyendo resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. In C. Nicholls, L. Ríos & M. Altieri (Eds.), *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (pp. 94-104). Medellín, Colombia.
- Altieri, M., & Koohafkan, P. (2008). *Enduring Farms: Climate Change, Smallholders and Traditional Farming Communities*. In T. E. D. S. n. 6 (Series Ed.)
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2013). *Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas* (Vol. 8).
- Alvarez, S. (2007). Bioindicadores ancestrales en zonas altoandinas: mecanismos de alerta y resiliencia ante desastres. *Reducción de desastres en Las Américas, 14*.
- Araujo, H., Alem, N., Pizarro, R., & Regalsky, P. (2012). Manejando el riesgo climático de los andes. El caso de las comunidades aymara quechuas de Chillavi - Ayopaya. In C. Fundación PIEB, Oxfam, Embajda de Dinamarca (Ed.), (pp. xii; 146p). La Paz, Bolivia.
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptative management. *Ecological Applications, 10(5)*, 1251-1262. doi: 10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2003). *Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Bianco, M., & Sachs, C. (1998). Growing Oca, Ulluco, and Mashua in the Andes: Socioeconomic differences in cropping practices. *Agriculture and Human Values, 15(3)*, 267-280. doi: 10.1023/a:1007572203541
- Bonkougou, E. G. (2010). *Biodiversity in drylands: challenges and opportunities for conservation and sustainable use*. Paper presented at the Awareness Seminar Series.
- Borda, F. (1981). *La Ciencia y el Pueblo in Investigación Participativa y Praxis Rural. Nuevos conceptos en educación y desarrollo comunal* F. V. Grossi, V. Gianotten & T. d. Wit (Eds.),
- Brandjes, P. J., Wit, J. d., Meer, H. G. v. d., & Keulen, H. V. (1996). Livestock and the Environment. Finding a Balance. Environmental impact of animal manure management. In I. A. Centre (Ed.). Wageningen, The Netherlands.

- Bru, P., & Basagoiti, M. (2006). La Investigación-Acción Participativa como metodología de mediación e integración socio-comunitaria.
- Brush, S., & Guillet, D. W. (1985). Small-Scale Agro-Pastoral Production in the Central Andes. *Mountain Research and Development*, Vol. 5, No.1, *Convergences and Differences in Mountain Economies and Societies: A Comparison of the Andes and Himalaya*, 19-30
- Calvo, L. M., Espinoza, C., Hosse, T., & Regalsky, P. (1994). Raqaypampa, los complejos caminos de una comunidad andina. Estrategias campesinas, mercado, revolución verde. *CENDA. Cochabamba*.
- Carpenter, S., Walker, B., Anderies, J. M., & Abel, N. (2001). From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? *Ecosystems*, 4(8), 765-781. doi: 10.1007/s10021-001-0045-9
- Cayambe, J., Montesdeoca, F., & Andrade-Piedra, J. (2011). *Producción de semilla prebásica de papa en el sistema aeropónico en Ecuador: Evaluación de soluciones nutritivas*. Paper presented at the Cuarto Congreso Ecuatoriano de la Papa, Guaranda.
- Claverías, R., & Benavente, S. (2006). "Buenas prácticas con el permiso de la "Pachamama". Roles de las culturas aymara y quechua para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible. *Programa Cultura, Comunicación y Transformaciones Sociales, CIPOST, FaCES, Universidad Central de Venezuela.*, Nº 40.
- Chilon, E. (2009). Tecnologías ancestrales y su vigencia frente al cambio climático. *Ciencia y tecnología agraria*, Vol.1 Nr.4 139-143.
- DeAngelis, K. (2013). Creación de resiliencia ante el cambio climático mediante los conocimientos del pueblo indígena: El caso de Bolivia. *Historias por dentro: sobre el desarrollo compatible con el clima*.
- Earls, J. (2006). *La agricultura andina ante una globalización en desplome*. Perú: CISEPA - PUCP.
- Estrada, N. (2000). *La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa*: PROINPA/CID/CIP.
- FAO. (2013). *La fauna silvestre en un clima cambiante* E. Kaeslin, I. Redmond & N. Dudley (Eds.),
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253-267. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- Fuente, M. E. (2012). La comunalidad como base para la construcción de resiliencia social ante la crisis civilizatoria. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana, Volumen 11, Nº 33*, 195-217.
- Gliessman, S. (2002). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, Costa Rica: AGRUCO-CATIE.
- Golte, J. (2001). *Cultura, racionalidad y migración andina*. Lima, Perú: Instituto de Estudios Peruanos (IEP).
- Gutiérrez, J. G., Aguilera, L. I., & González, C. E. (2008). Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia*, vol.15 no.46 Toluca.
- Gutiérrez, R. (2008). Papas nativas desafiando al cambio climático. *Lima: Soluciones Prácticas-ITDG*.
- Hervé, D., Genin, D., & Migueis, J. (2002). A modelling approach for analysis of agro pastoral activity at the one-farm level. *Agricultural Systems*, 71(3), 187-206.
- Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1), 1-23. doi: doi:10.1146/annurev.es.04.110173.000245
- IPCC. (2007). *Informe de Síntesis*. P. Core Writing Team, R.K. and Reisinger, A. (Ed.) *Cambios observados en el clima, y sus efectos* (pp. 104). doi:[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/syr/es/spms1.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/es/spms1.html)
- Lin, B. B. (2011). Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental Change. *BioScience*, 61(3), 183-193. doi: 10.1525/bio.2011.61.3.4
- Liu, D. (2012). *Comparative Research on Spatial Resilience to Climate Change: between Flemish Region and Hangzhou Region*. Paper presented at the AESOP PhD Workshop Izmir, Turkey.
- Montilla, M., Sarmiento, L., & Monasterio, M. (2002). Dinámica sucesional de la fitomasa y los nutrientes en parcelas en sucesión-regeneración en un agrosistema de páramo. *Ecotropicos*, 15.

- Navarrete, I. (2012). Determinación de pérdidas en rendimiento causadas por plagas y enfermedades transmitidas por tubérculo-semilla de papa. *Ingeniería Agronómica, Universidad Central del Ecuador*.
- Nicholls, C. (2013). Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. In C. Nicholls, L. Ríos & M. Altieri (Eds.), *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (pp. 18-29). Medellín, Colombia.
- Olsson, P. (2003). *Building capacity for resilience in socialecological systems*. (PhD), Stockholm University, Stockholm, Sweden.
- Pestalozzi, H. (2000). Sectoral Fallow Systems and the Management of Soil Fertility: The Rationality of Indigenous Knowledge in the High Andes of Bolivia. *Mountain Research and Development*, 20(1), 64-71. doi: 10.1659/0276-4741(2000)020[0064:SFSATM]2.0.CO;2
- PNUD. (2011). *Tras las huellas del cambio climático en Bolivia. Estado del arte del conocimiento sobre adaptación al cambio climático. Agua y seguridad alimentaria*. La Paz.
- Reddy, K. R., & Hodges, H. F. (2000). Climate change and global crop productivity. *CABI Publishing, Wallingford*.
- Regalsky, P., & Hosse, M. (2010). *Estrategias campesinas andinas de reducción de riesgos climáticos. Segunda edición aumentada*. Cochabamba: CENDA.
- Shaxson, F., & Barber, R. (2005). Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal: El significado de la porosidad del suelo. In O. d. I. N. U. p. I. A. y. I. Alimentación (Ed.), *Boletín de Suelos de la FAO 79*. Roma, Italia.
- Tengö, M., & Belfrage, K. (2004). Local management practices for dealing with change and uncertainty: a cross-scale comparison of cases in Sweden and Tanzania. *Ecology and Society*, 9(3): 4.
- Torres, F., Berrú, M., Gómez, E., & Ramaycuna, L. (2011). Influencia de la altitud en la reproducción sexual de papas nativas como sistema de conservación in-situ en los andes del norte del Perú. *FACTORTIERRA*.
- Trosper, R. L. (2003). Resilience in pre-contact Pacific Northwest social ecological systems. *Conservation Ecology*, 7(3), 12.

## 2. Expansión Urbana y Cambio Climático: Percepciones desde el seno de la producción familiar campesina agropecuaria

Guzmán, P., Ledo, P., Marañón, M.

### Resumen

Pucarita Chica pertenece a la Comuna Itocta del Distrito 9 del municipio de Cochabamba; cuenta con cerca de 681 familias que se dedican a la producción lechera de Cercado-Cochabamba y a la cría de ganado menor (porcino, avícola, caprino) que corresponde a un tipo de producción familiar campesina multiactiva que permite generar el sustento necesario garantizando los ingresos de la unidad familiar.

El presente estudio ha estado dirigido a realizar un análisis de la Resiliencia de la economía agropecuaria familiar lechera en la comunidad de Pucarita Chica, frente a los efectos del cambio climático y la expansión urbana. A través de metodologías de Investigación Participativa, se ha podido identificar cambios en los patrones climatológicos como por ejemplo lluvia/escasez de agua, incremento de temperatura/rayos solares y por otro lado la hasta ahora incontrolable expansión de la mancha urbana. Estos fenómenos han generado que los comunarios tomen acciones para atenuar los problemas en el desarrollo de la actividad lechera (problemas en el cultivo, tierra, ganado, paisaje, etc.). Lamentablemente muchas de estas medidas no han sido las más adecuadas como la excavación de pozos de baja profundidad en cada uno de sus terrenos, básicamente “lado a lado”, llegando a reducir el agua de estos pozos a medida que van creando uno nuevo, esto en el largo plazo puede terminar en peleas entre vecinos por el agua. De igual manera el incremento de la intensidad de los rayos solares ha generado efectos negativos en el ganado lechero como la “fatiga” del animal que produce disminución en su producción de leche; o el estabulamiento que es generado por la expansión de la mancha urbana. En este sentido a través de la investigación, el presente documento se ha convertido en portavoz de las estrategias que las familias y sus dirigentes quisieran adoptar y otras que ya adoptaron para hacer frente a esta problemática tan compleja. Estas medidas van desde la perforación de pozos profundos, adquisición de tanques de enfriamiento, cambios en su forma de vestir y limitación del volumen de su producción; sobresaliendo un estudio de caso que consiguió alcanzar un nivel de resiliencia más elevado y sostenible.

*Palabras clave:* resiliencia de la economía agropecuaria familiar, percepciones del Cambio Climático, expansión urbana, calidad y uso del suelo.

### I. Introducción

En la ciudad de Cochabamba, la mancha urbana para el presente año, se halla sobre las 18.960 has, cuando hace 13 años, en el año 2000, era de sólo 8.244 ha. Este municipio experimentó un proceso de expansión urbana irregular hacia los distritos 8, 9 y 14, donde hubo “una explosión” de asentamientos humanos ilegales (Dirección de Planificación Territorial del Ministerio de Planificación del Desarrollo, 2012). Esta situación trae consigo muchos problemas, que adquieren características específicas según las zonas de análisis, pero que en general se traducen en vulnerabilidad de las familias frente a enfermedades, debido a la carencia de servicios básicos, deficiencias en cuanto a infraestructura, seguridad social, transporte, educación, salud y otros que atañen al desarrollo económico regional.

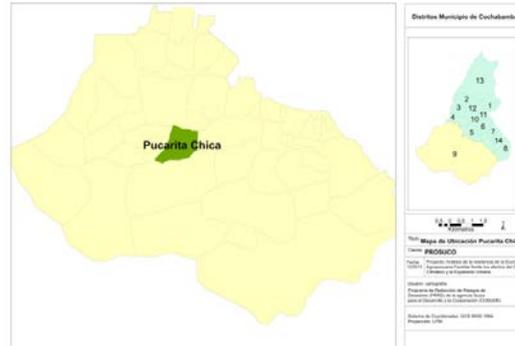
Dentro el distrito 9, donde mayor ha sido el número de asentamientos urbanos ilegales, se ha percibido una contraposición entre la vida rural y urbana. El distrito 9, dentro el municipio de Cochabamba, históricamente ha jugado un papel fundamental en la producción de diversos productos agropecuarios, que han sido y siguen siendo sustento económico fundamental para este

importante grupo poblacional del que forman parte las familias de la comunidad agraria Pucarita Chica.

Pucarita Chica, como parte de esta zona históricamente agropecuaria, desempeña un importante papel en la producción lechera y en la crianza familiar de ganado menor (porcino, avícola y caprino), desarrollando también cultivo de forraje, principalmente maíz y alfa alfa. Actualmente la producción lechera diaria en Pucarita Chica oscila entre los 15000 y 17000 litros. Esta situación, además de ser un pilar fundamental para el sustento económico de sus familias, ya que se trata principalmente de producción familiar campesina, sirve para el sustento alimenticio de las cochabambinas y cochabambinos en general. Los principales problemas por los que atraviesan los productores están vinculados principalmente a la escasez de agua. Tanto para consumo humano y del ganado, por la carencia de servicios básicos en la zona, como para riego, por la disminución de agua por parte de la represa de la Angostura. Esto ha desembocado en la perforación de varios pozos de agua de 6 metros de profundidad y de aproximadamente 2 metros de radio, en los que aparente el agua es más salada de lo habitual y en los que ocasionalmente existen gases.

En este sentido, las áreas de cultivo han disminuido considerablemente, las especies cultivadas son principalmente forrajeras, se han dejado de cultivar especies destinadas a la alimentación humana como verduras, legumbres y cereales. Además las áreas como pastizales han desaparecido, posiblemente por la variabilidad en los niveles de agua provenientes de las lagunas de oxidación de la planta de tratamiento de Albarrancho. Como muchas zonas agropecuarias de Cochabamba, Pucarita ha sufrido el asentamiento descontrolado de diversas familias que sin menor reparo en el ordenamiento tradicional territorial, han modificado abruptamente el hábitat y por ende los niveles de productividad del suelo generando así cambios en la estructura productiva, social, económica y política de la comunidad.

### Mapa 1. Ubicación geográfica de Pucarita Chica



## II. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

Elaborar un análisis de la Resiliencia de la Economía Agropecuaria Familiar frente a los efectos del Cambio Climático en la zona de Pucarita Chica.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Describir las características económicas de las familias en Pucarita Chica.
- Estudiar la percepción de las familias frente al cambio climático y la expansión urbana.
- Analizar los efectos económicos en las familias de la zona frente al cambio climático y la expansión urbana.
- Estudiar la calidad y el uso del suelo en la zona de Pucarita Chica.
- Describir y desarrollar la resiliencia que han tenido las familias frente al cambio climático y la expansión urbana.

### III. Métodos y materiales

La Investigación Participativa Revalorizadora se enfoca en la comprensión de la vida cotidiana de las comunidades a través del relacionamiento horizontal entre el investigador y los actores campesinos, bajo una visión integral transdisciplinar, intra e inter cultural y en función a las distintas temáticas locales involucradas en la consolidación del desarrollo endógeno sustentable. Busca la generación de conocimiento y acciones para el desarrollo, en el marco del diálogo horizontal entre la sabiduría indígena originaria y la ciencia occidental [moderna], mediante la inserción y participación del investigador en la vida cotidiana de las comunidades<sup>8</sup>.

La presente investigación se basó en recolección de información primaria y secundaria en función a la temática propuesta, teniendo como principal elemento la realización de estudios de caso. Elegimos este perfil porque consideramos que los actores locales son los que conocen cabalmente sus problemas, y en su complejidad es importante conocer a profundidad su realidad y afianzar el relacionamiento con los gestores de políticas para una adecuada formulación del desarrollo.

En este contexto, inicialmente se coordinó de manera general (a través del taller de sensibilización y acercamiento) con las familias, la estructura teórica y conceptual del proyecto (criterios y categorías de análisis) con el fin de conocer la percepción de los actores y estructurar participativamente la investigación. Posteriormente se procedió a la elección de las familias de estudio a través de dos criterios: Tipología según ciclo de vida de la familia y accesibilidad.

Los **estudios de caso** fueron realizados a través de una serie de procesos e instrumentos metodológicos como: entrevistas semi-estructuradas, mapas parlantes de amenazas y riesgos, grupos focales y talleres, que han permitido desarrollar de manera participativa los objetivos propuestos para esta investigación. Hay que resaltar que con los estudios de caso, la información generada es multidimensional (figura 1), cada día se compartían diferentes aspectos de la vida de las familias además del conocimiento de los actores y el intercambio de experiencias.

La información desarrollada sobre la percepción de las familias frente al cambio climático ha sido contrastada con información secundaria del SENAMHI sobre precipitaciones, olas de frío y olas de calor mensualmente en el periodo que abarca el año 1975 hasta el año 2013. Para el estudio de la calidad y uso del suelo, además de la información desarrollada entre las familias y el investigador<sup>9</sup> se complementó el análisis con imágenes Landsat históricas (1988,1996, 2004 y 2011). Respecto al análisis de los efectos económicos de las familias de la zona sobre el cambio climático y la expansión urbana, además de los estudios de caso, se han aprovechado los talleres y reuniones con la comunidad, dirigentes sindicales y otros actores clave para lograr entender, más allá de los efectos económicos, las demandas de la comunidad y sus expectativas para el futuro.

Figura 1 Proceso metodológico de la investigación

---

<sup>8</sup> La producción de llamas y su importancia en la reproducción socioeconómica familiar alto andina, Martín Maraño y Juan Carlos Mariscal, AGRUCO-Plural, 2011.

<sup>9</sup> El trabajo de campo se ha desarrollado con 6 familias de la comunidad y 6 investigadores del Ceplag, uno por familia, además de 2 responsables de comunicación.



La investigación se ha delimitado bajo un enfoque principalmente cualitativo donde los criterios y categorías de análisis se han enmarcado bajo el análisis de la producción familiar agropecuaria de leche y los factores de producción involucrados, el concepto de resiliencia frente al cambio climático, la expansión urbana y la calidad y uso del suelo. Estos criterios han sido establecidos de manera inicial entre el equipo principal de investigadores, para luego ser complementados con los aportes de la comunidad, lo cual ha desembocado en la elaboración de un micro-documental que será transmitido por el canal local de Televisión Universitaria con la intención de reflejar la realidad y el potencial productivo de la zona y así intentar frenar de algún modo y sensibilizar a la sociedad sobre la expansión urbana y sus efectos.

#### IV. Resultados

##### 4.1. Características económicas de las familias en Pucarita Chica.

El objetivo principal de la investigación fue consolidar un análisis de la resiliencia de la economía agropecuaria familiar frente a los efectos del cambio climático, por lo que primeramente (siguiendo el orden de los objetivos específicos) se ha desarrollado la descripción de las características económicas de las familias de la comunidad, donde se ha identificado que las familias en Pucarita Chica se caracterizan por la crianza de animales, principalmente para la producción de leche (de 1600 familias 681 se dedican a la lechería<sup>10</sup>), y en segundo plano la agricultura, de forraje en la mayoría de los casos.

Las familias productoras de leche, en Pucarita Chica cuentan con una formación no reconocida o informal. Esta formación está basada en la experiencia y los conocimientos transferidos de anteriores generaciones que han mantenido la tradición de la producción de leche en la comunidad. La jornada laboral para las familias productoras de leche en Pucarita Chica está basada en el ordeño como actividad principal. Manualmente o con ordeñadoras electromecánicas. Este evento es realizado dos veces al día: primero en horas de la madrugada (4 am) y el segundo al terminar la tarde (5 pm). Esta jornada incluye actividades de limpieza, alimentación del ganado, traslado de la leche y cosecha de forraje. El destino de la producción de leche de la comunidad es acopiada mayormente por la Planta Industrializadora de Leche Cochabamba (PIL) y algún excedente que por lo general es mínimo, lo utilizan para el autoconsumo, producción de queso y yogurt.

En cuanto a los ingresos de las familias, dado que la actividad lechera se caracteriza por el trabajo de 14 horas diarias es muy difícil que los y las productoras de leche tengan una segunda actividad que les genere ingresos, es decir que sus ingresos están en función a los litros diarios que entregan a la PIL (3.20 Bs/ Litro), mediante cheque periódico cada 15 días. (ver cuadro 1)

<sup>10</sup> Información basada en el trabajo de campo declarada por el dirigente Ariel Gutiérrez Medrano (ver grabación en anexos).

### Cuadro 1 Caracterización de la producción lechera (familias de Estudio)

Familia	Número de vacas		Superficie para ganado	Producción de leche Vaca/día	Producción de leche por día
	Lecheras	Ternereras			
Familia A	6	6	350	25 litros	150 litros
Familia B	12	6	300 m2	26 litros	150 litros
Familia C	3	3	4000 m2	20 litros	60 litros
Familia D	5	2	250 m2	24 litros	120 litros
Familia E	27	4	1000 m2	30 litros	360 litros
Familia F	45	41	5000 m2	25 litros	1000 litros

Fuente: Elaboración propia en base a los estudios de caso.

### 4.2. Percepción frente al Cambio Climático y la Expansión Urbana.

A lo largo de los últimos años las familias han percibido que la escasez de agua se ha convertido en un problema mayúsculo. A pesar de que la comunidad campesina de Pucarita Chica ha sido avasallada por la expansión urbana, los servicios no se han incrementado de la misma manera. Si tomamos en cuenta la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cochabamba (Albarrancho) que constantemente se desborda (rebaso su capacidad) y, dada su proximidad a la zona de Pucarita Chica, se podría decir que incluso los servicios básicos en cantidad y calidad han empeorado. Por otro lado, las familias sienten que durante los últimos años hubo muchos cambios en el clima, percibiendo al cambio climático como el incremento de la temperatura en la zona y la notable disminución de las lluvias (en frecuencia e intensidad), factores que incrementan los periodos de sequía, marcados por la reducción de aguas superficiales como vertiente y pozos (ver cuadro 2).

### Cuadro 2 Comprensión de Cambio Climático por las familias en Pucarita Chica

	Cambio Climático (que entiende por)
Familia A	Más calor, heladas, viento, menos lluvia.
Familia B	Alteraciones en el clima, aumento del frío en invierno, mayor calor en verano. Deterioro en el paisaje, desaparición de pequeñas lagunas que existían en el pasado. Desaparición de vertientes
Familia C	Más sequías, heladas que han aparecido.
Familia D	Más calor, heladas, viento, menos lluvia.
Familia E	Más sequías, heladas que han aparecido.
Familia F	Son eventos variables como lluvia, sequía, etc.

Fuente: Elaboración propia en base a estudios de caso en familias de Pucarita Chica

Según indica una comunaria, parte del estudio de caso "A", a partir de sus 55 años (año 2006) es que ha notado más el cambio del clima:

*"...Como les he dicho ahora el clima totalmente se ha cambiado, no hay como antes, antes todo daba maíz, papa, haba, cebolla, todo, ahora ya no da, puro forrajero nomás da, para vacas no más, ya no conocemos choclo, ya no conocemos papa, ni cebolla nada, total con las vacas no más se va, la forrajera ponemos y le hacemos picar cuando ya está floreciendo el maíz, ya no da choclo, le hacemos picar para la vaca no más, para nosotros ya no hay, compramos de la ciudad maíz para comer, choclo también compramos nosotros también..."* Grabación 0087

### 4.3. Estudio de la calidad y el uso del suelo en la zona de Pucarita Chica.

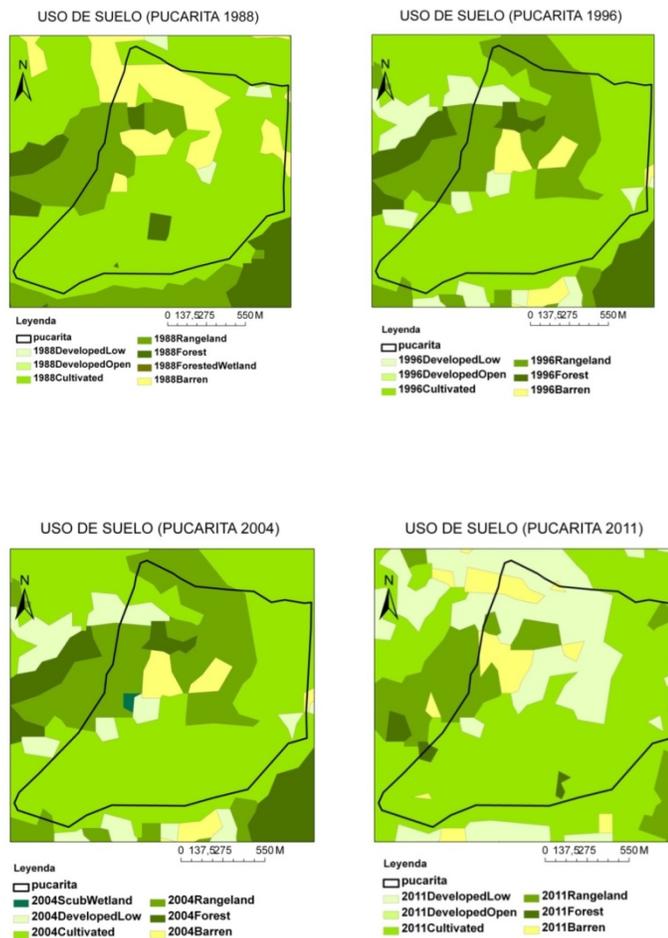
En este sentido se ha realizado un análisis sobre la calidad y uso del suelo en la zona aplicando técnicas de clasificación digital y visual con imágenes que representan ocho categorías de usos del suelo rurales y cuatro categorías urbanas, a través imágenes LANDSAT registradas en septiembre

de los años 1988, 1996, 2004 y 2011; dicho análisis sugiere una evolución marcada por la pérdida de cobertura en las categorías no urbanas, contra una ganancia en las urbanas. Las imágenes de 2011 muestran dos tipos de uso de suelo en crecimiento, por un lado el “terreno estéril” y por otro lado el “desarrollo de baja densidad<sup>11</sup>” que se extienden donde años anteriores eran “pastizales”. Por otro lado, otros problemas latentes son la disminución de las áreas de cultivo, la utilización de aguas contaminadas en el riego y la utilización de sistema de rotación de cultivos inadecuados, todo esto contribuye o genera la degradación y salinización de los suelos.

#### 4.3.1. Uso del Suelo en Pucarita Chica

A continuación señalamos el análisis del cambio de uso del suelo en Pucarita Chica a partir de la interpretación de imágenes de clasificación de uso de suelo histórico elaboradas por la consultora: Environmental Resources Management (ERM), aplicando técnicas de clasificación digital y visual en imágenes de la evolución de ocho categorías de usos del suelo rurales y cuatro categorías urbanas, realizado sobre imágenes LANDSAT registradas en septiembre de los años 1988, 1996, 2004 y 2011.

**Mapa 2. Evolución en los usos del suelo de 1988 a 2011 a partir de imágenes Landsat**

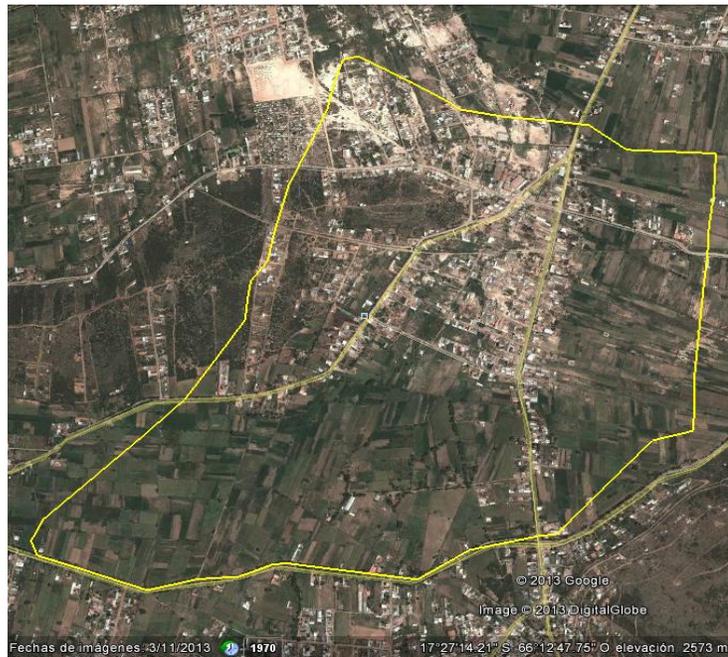


**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de Estudio de Huella Urbana y Escenarios de Crecimiento ERM-BID, 2013

<sup>11</sup> Este último contiene zonas con una mezcla de materiales construidos y cantidades sustanciales de vegetación u otra cubierta.

Si se analiza este panorama desde la capacidad de resiliencia, se concluye que en este ecosistema la variedad de funciones, sobre todo ecológicas, no es amplia ya que contiene en su mayoría cultivos y pastizales, así como pequeñas áreas de bosque en desaparición. No cuenta con humedales de ningún tipo, masas de agua importantes ni zonas forestales o boscosas. Esto significa que ante perturbaciones del ecosistema, por efectos del cambio climático, la comunidad no tendría la capacidad de absorber estas perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad. El aporte más significativo de las características del uso de suelo en Pucarita a la resiliencia, vendría dado no por la diversidad sino por la cantidad, si tomamos en cuenta la extensión de área cultivada. Aun así, el riesgo que presenta el acelerado crecimiento del área urbana denominada “desarrollo de baja densidad” se convierte en un peligro latente.

**Mapa 3. Imagen satelital de Pucarita Chica**



En cuanto al agua para riego, se observa que esta sigue proviniendo de la Angostura. Sin embargo, la cantidad de veces que se proveen de esta, ha disminuido a un 50% de las veces.

**Cuadro 3 Tipo de distribución de agua para riego en Pucarita Chica hace 10 años y en la Actualidad**

	Tipo de distribución de agua para riego	
	hace 10 años	en la Actualidad
Familia A	Agua de la Angostura (5-7 veces al año)	Agua de la Angostura (2 veces al año).
Familia B	Agua de la Angostura (aprox. Cada 2 meses)	Agua de la Angostura (Depende de las lluvias).
Familia C	Agua de la Angostura (5-7 veces al año)	Agua de la Angostura (2 veces al año).
Familia D	Por turnos según cantidad de lluvia	Agua de la Angostura (2 veces al año).
Familia E	Agua de la Angostura (5-7 veces al año)	Agua de la Angostura (2 veces al año).
Familia F	Agua de la Angostura (5-7 veces al año)	Agua de la Angostura (2 veces al año).

Fuente: Elaboración propia en base a estudios de caso en familias de Pucarita Chica

**Tipo de distribución de agua para riego en Pucarita Chica hace 10 años y en la Actualidad**

	Tipo de distribución de agua para riego

	hace 10 años	en la Actualidad
Familia A	Agua de la Angostura (5-7 veces al año)	Agua de la Angostura (2 veces al año).
Familia B	Agua de la Angostura (aprox. Cada 2 meses)	Agua de la Angostura (Depende de las lluvias).
Familia C	Agua de la Angostura (5-7 veces al año)	Agua de la Angostura (2 veces al año).
Familia D	Por turnos según cantidad de lluvia	Agua de la Angostura (2 veces al año).
Familia E	Agua de la Angostura (5-7 veces al año)	Agua de la Angostura (2 veces al año).
Familia F	Agua de la Angostura (5-7 veces al año)	Agua de la Angostura (2 veces al año).

Fuente: Elaboración propia en base a estudios de caso en familias de Pucarita Chica

Es de esperarse que esta cantidad de agua no les alcance para realizar el riego de sus cultivos agrícolas y de pastoreo, y por tanto opten por reducir su extensión, haciéndose a si mismos de esta manera menos productivos, y menos rentables en el mercado.

#### **4.3.2. Analizar los efectos económicos en las familias de la zona frente al cambio climático y la expansión urbana.**

Como consecuencia de lo expuesto anteriormente, se identificaron puntualmente ciertos efectos y adaptaciones dentro la economía familiar vinculados al cambio climático y la expansión urbana:

**a) Cambios en los patrones de lluvia/Escasez de Agua,** se ha identificado que frente a la urgencia de agua, las familias han optado por la perforación de pozos, y se han encontrado con agua altamente salinizada (hasta con gas) que lamentablemente en vez de resolver el problema lo ha agudizado.

**b) Incremento de la temperatura y en la intensidad de los rayos solares,** frente a esta situación, por las gestiones realizadas a través de los módulos lecheros y la comunidad se han logrado establecer 8 tanques de enfriamiento (uno en cada modulo lechero). Esto asegura la estabilidad de la leche y el ingreso diario de la producción (diferente para cada productor acorde al número de vacas y la productividad por vaca). Esta es una muy buena medida para adaptarse al cambio en las temperaturas, sin embargo significa una inversión muy fuerte de capital (hasta 10.000 dólares aproximadamente). También un 80% de los casos ha indicado que ahora los comunarios deben llevar ropa con mangas largas, sombreros y otros elementos que les permitan refugiarse de los fuertes rayos solares.

**c) Expansión Urbana y Cambio Climático,** se ha manifestado en la disminución<sup>12</sup> de las cosechas, la reducción de la cobertura vegetal, la salinización, la disminución de la fertilidad y el aumento de la erosión. Frente a este problema la comunidad se ve maniatada, dado que desde su posición realizan constantes movilizaciones para buscar alternativas que de algún modo frenen estos problemas, sin embargo no pueden desarrollar soluciones que mejoren su situación, como expresó uno de los estudios de caso:

*"...no se puede privar al ser humano de seguir creciendo pero si podemos delimitar áreas de crianza de ganado lechero, áreas verdes, áreas protegidas y seguir trabajando por nuevas alternativas de forraje. Esa es una real solución para el productor lechero..."* (Grabación 00078).

En función al trabajo realizado con la comunidad, se han relacionado los siguientes efectos de la expansión urbana:

- a) Disminución de los espacios de cultivo y pastoreo
- b) Incremento del precio de la tierra.
- c) Mayor acceso a servicios y bienes públicos.
- d) Alteración en la conducta de los animales, la presencia de mayor flujo vehicular, mayores personas y casas ha incrementado el ruido y también ha modificado el paisaje al cual estaban acostumbradas las vacas, además que ahora ya no se puede pastear a los

<sup>12</sup> Esta cualificación se basa fundamentalmente en las expresiones de los comunarios, sistematizadas a través de los estudios de caso, y no a través de mediciones cuantitativas.

animales, se alterado la conducta del animal, y según algunos comunarios también a contribuido a alterar sus niveles de productividad y calidad en la leche.

- e) Alteración en la calidad del agua, el agua se ha salinizado y en algunos lugares sale con gas<sup>13</sup>.
- f) Fuerte alteración del paisaje.

En este sentido los comunarios han optado por mantenerse con un número de cabezas de ganado mínimo. Lo cual les representa pocos ingresos y mucho esfuerzo físico. En este sentido se pudo identificar que uno de los factores que mejor explica la rentabilidad del productor de leche, vinculado a su estrategia de resiliencia, es el capital productivo con el que cuenta. Se pueden identificar 3 niveles de productividad (Según la percepción de uno de los estudios de caso), que determinan claramente la situación de los productores lecheros en la comunidad de Pucarita Chica.

Para aquellos que crían:

- Menos de 10 vacas: no es rentable, la crianza es básicamente familiar. Los productores viven en una situación muy vulnerable.
- De 11 a 40 vacas: el negocio ya es un poco más sustentable, ya que es considerado un primer ingreso para la familia pero este es muy sacrificado y tiene que ser desarrollado por el padre, la madre y los hijos. Algunos aun ordeñan a mano y otros tienen ordeñadoras al tacho, luego llevan toda la leche a un centro de acopio. Además deben ir a cortar alfa diariamente, lo cual es un trabajo bastante pesado.
- De 40 vacas o más: si es rentable, todo es prácticamente automático, y puede ser desarrollado por un solo vaquero, lo cual reduce costos. Sin embargo, mantener ese ganado, alimentarlo, ordeñarlo, almacenar la producción, la maquinaria, y todo lo demás implica fuertes montos de capital.

#### **4.4. Describir y desarrollar la resiliencia que han tenido las familias frente al cambio climático y la expansión urbana.**

En este sentido, se desarrolló un modelo matemático teórico que trata de explicar las condicionantes por las cuales una familia es más o es menos resiliente al cambio climático y la expansión urbana. En este modelo la Resiliencia esta explicada por 5 componentes descritos a continuación:

**Cuadro 5 Componentes y variables del modelo de resiliencia<sup>14</sup>**

COMPONENTES	VARIABLES
<b>I. SOCIAL</b>	1. Número de personas mayores a 7 años: 2. Edad jefe de hogar: 3. Sexo del jefe 4. Nivel de educación medio del hogar (mayores de 7 años)
<b>II. ECONOMICO - PRODUCTIVO</b>	1. Tasa de Dependencia 2. Condición de actividad del jefe de hogar 3. Ocupación Principal promedio hogar 4. Ocupación Secundaria promedio hogar 5. Categoría Ocupacional promedio hogar 6. Rama de Actividad 7. Índice de productividad 8. Tamaño del Hato de Ganado 9. Nivel de ingresos 10. Nivel de gastos 11. Nivel de ahorro 12. Fuentes de ingreso 13. Ubicación de la Unidad Familiar de Producción y Consumo 14. Proporción de activos productivos

<sup>13</sup> Referirse al mapa parlante de "Familia C", y su entrevista.

<sup>14</sup> Una descripción más detallada de los componentes y variables se encuentra en el Anexo Variables Modelo Resiliencia.

	15. Práctica de reciprocidad este año
	16. Dependencia a redes de seguridad social
<b>III. CALIDAD DE VIDA</b>	1. Vivienda 2. Índice de hacinamiento 3. Satisfacción frente a los servicios básicos
<b>IV. ESTABILIDAD</b>	1. Miembros que perdieron su puesto de trabajo este año 2. Cambio de la renta 3. Percepción de capacidad de mantenerse estable 4. Factores que consideran para mantenerse estable
<b>V. CAMBIO CLIMATICO Y EXPANSION URBANA</b>	1. Principales efectos de la expansión urbana que percibe la familia 2. Principales efectos del cambio climático que percibe la familia

Fuente: Elaboración propia en base a estudios de caso.

## V. Discusión

Sin agua no hay vida, y lamentablemente su escasez es el principal problema por el que atraviesan los comunarios de Pucarita Chica, y otras muchas familias agropecuarias alrededor del mundo. El clima es un enigma, que si bien se genera por fenómenos físicos que el hombre continúa intentando entender, aún no podemos predecir completamente su comportamiento, sin embargo poseemos los elementos que nos pueden ayudar a reducir los riesgos a desastres y adaptarnos al cambio climático.

En este sentido es necesario promocionar estrategias de adaptación que aseguren una base forrajera al productor. De manera que se pueda prever un déficit hídrico sin pérdida de área cultivada y además se pueda recuperar rápidamente el crecimiento vegetal al normalizarse el régimen hídrico.

Una de estas medidas se traduce en una ya ha adoptada empíricamente por los productores lecheros de Pucarita Chica, rotaciones con ciclos de pradera largos de gramíneas perennes (o Alfalfa), dado que han mostrado ser las especies que, luego de implantadas, no se pierden durante una sequía agronómica.

Sin embargo, también es necesario poder disponer de alimento extra que sea posible utilizar rápidamente cuando la oferta de forraje descende poniendo en peligro la estabilidad de la producción de leche. Esta situación puede volverse insostenible para algunos productores de bajo nivel de producción y por ende ocasionar bajo nivel de ingresos. Por ello la FAO propone que la única estrategia para poder pasar los periodos de escasez forrajera es disponer de reservas forrajeras excedentarias para utilizar en los períodos de déficit hídrico prolongados o sequías agronómicas.

Otro factor crucial es el poder contar con información meteorológica anticipada para poder realizar los ajustes necesarios previos a que se sucedan los eventos climatológicos extremos. Y finalmente, pero de gran importancia, sustentar la capacidad financiera para disminuir pérdidas en momento de sequía agronómica y/o déficit hídrico (posiblemente no se podrá contar siempre con disponibilidad excedentaria de reservas forrajeras). En estos casos, es importante poder tener un respaldo financiero de ayuda a los productores, de modo que se pueda eludir la crisis sin desarmar el aparato productivo como sería la venta de las vacas lecheras y/o sus terrenos. Este respaldo puede ser resultado de políticas municipales, departamentales y nacionales, o en su defecto de la unión de 2 o más productores en una sola granja (escenario que les permite contar con mayor capital de inversión y producción).

Sin duda las estrategias para enfrentar las sequías son costosas en nuestro medio (Ej. la implementación de reservas forrajeras), pero este costo es menor si se compara con las pérdidas económicas directas y residuales que deja la falta de agua cuando no se toman medidas de adaptación.

El diseño de políticas debe considerar la mayor cantidad de factores posibles en su formulación, tratar de velar por un bienestar social conjunto, y no solamente satisfacer a ciertos sectores. Lamentablemente los antecedentes nacionales nos reflejan que esto no ha sido así, sin embargo no hay que perder la esperanza, podemos empezar a ponernos a pensar que no solo nosotros tenemos que comer (los demás también lo necesitan) y que nuestro comportamiento (principalmente el relacionado con nuestros hábitos de consumo, manejo de recursos, moral...honestidad) es un factor determinante en el proceso del desarrollo.

Las constantes movilizaciones realizadas por los comunarios han sido un instrumento de lucha contra loteadores y proyectos de expansión urbana. En la actualidad esta problemática continua, probablemente debido a los vacíos que se encuentran en la Ley del Servicio Nacional de Reforma Agraria (INRA), la especulación sobre el mercado de tierras y el desconocimiento de la población acerca de las consecuencias que podría traer el extinguir las fuentes naturales de oxígeno, y las posibles alteraciones que puedan ocurrir en la oferta de alimentos.

Los resultados del SENAMHI (en un rango de 39 años, aproximadamente 456 meses observados) desde junio del año 1974 a mayo del año 2013 en la estación de La Tamborada, muestran que los meses de lluvia como los de época seca se mantienen a lo largo de los años, sin embargo los altos niveles de desviación entre los datos sugieren un alta variabilidad en los niveles de precipitación pluvial. Se ha evidenciado una tendencia a la disminución en el número de días que llueve a lo largo de periodo de estudio, es como si estuviese dejando de llover.

En este sentido es primordial la necesidad de generar información sobre mayores alternativas de desarrollo tecnológico que permitan continuar con la producción de forraje; sin embargo también es importante considerar alternativas de encadenamiento productivo; particularmente en el sector lechero se ha evidenciado que Cochabamba, por sus características climatológicas y fisiográficas permite conseguir niveles elevados de producción de leche por vaca en relación a otros departamentos como Santa Cruz, que no pueden conseguir los mismos niveles de producción, pero tienen vastos espacios que permiten cubrir las necesidades de un amplio número de cabezas de ganado; pese a que en Santa Cruz los niveles de productividad por vaca no alcanzan los niveles de Cochabamba. Ahora se ha consolidado en el departamento que más litros de leche produce por día. El problema que esto puede generar es muy grave, si consideramos los niveles de emisión de gases de efecto invernadero que produce el ganado. Se debe ver la forma de generar políticas que complementen y encadenen los potenciales productivos interregionales en función a las capacidades y necesidades productivas de cada región, velando por el cuidado del medio ambiente de manera sostenible y con el menor desgaste.

## **Bibliografía**

- \_\_\_\_\_ (2009) Nuevas dinámicas en la migración cochabambina: Trayectorias, Reconfiguraciones Familiares y Transnacionalismo, Cochabamba, 2009 - 2012.
- Cruz, M. (2011) La prospección sísmica costera 2D en el mar ecuatoriano, las investigaciones realizadas para minimizar sus impactos.
- ECERM (2013) Desarrollo Urbano y Cambio Climático - Estudios básicos de mitigación y adaptación al cambio climático, vulnerabilidades, huella urbana y escenarios de crecimiento urbano y para la Región Metropolitana de Cochabamba. Compromiso de consultoría # 3: Estudio de Huella Urbana y Escenarios de Crecimiento Environmental Resources Management(2013)
- Ecologistas en Acción (2007), Cambio climático en España 2009 - 2020, Ecologistas en Acción.
- FAO (2013) Building Resilience for Adaptation to Climate Change in the Agriculture Sector: Proceedings of a Joint FAO/OECD Workshop 23–24 April 2012, for Economic Co-operation and Development, Digital Version, Rome, 2012.
- FAO Medidas de Gestión sostenible de la tierra, pagina web de la FAO en español <http://www.fao.org/nr/land/gestion-sostenible-de-la-tierra/medidas-de-gst/es/>

- IFPRI (2009) Cambio Climático: El impacto en la agricultura y los costos de adaptación, International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2009.
- Ledo, C. (2010) Contaminación ambiental y pobreza en Bolivia: El caso de la periferia sur de Cochabamba, Ledo Carmen, Cochabamba, 2010.
- Marañón, M. (2011) La producción de llamas y su importancia en la reproducción socioeconómica familiar altoandina, AGRUCO-Plural.
- MGAP-FAO, 2013. Sensibilidad y capacidad adaptativa de la lechería frente al cambio climático. Volumen IV de Clima de cambios: nuevos desafíos de adaptación en Uruguay. Autores: Astigarraga, Laura; Cruz, Gabriela; Caorsi, M. Laura; Taks, Javier ; Cobas, Paula; Mondelli, Mario; Picasso, Valentin. Resultado del Proyecto FAO TCP URU 3302, Montevideo
- ONU (1994) Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Naciones Unidas.
- PROINDER, (2008) Revisando la Definición de agricultura familiar, PROINDER / Proyecto de Desarrollo de Pequeños Productores Agropecuarios, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Buenos Aires, 2008.
- SENAMHI (2010), Base de datos basados en la estación ubicada en la zona de la Tamborada (1975-2010).

### 3. Resiliencia a los cambios climáticos en los sistemas de producción en Comunidades de Aqoyu Jirapata y Chomoco, Municipios de Sacaca norte de Potosí y Colomi Cochabamba

Escalera J.C, Sindicato Chomoco Colomi, Sindicato Aqoyu Jirapata Sacaca.

#### Resumen

La comunidad de Aqoyu Jirapata se encuentra en el municipio de Sacaca del Norte de Potosí, mientras que la comunidad de Chomoco pertenece al municipio de Colomi del departamento de Cochabamba. El estudio determinó las estrategias campesinas de resiliencia a los cambios climáticos en los sistemas de producción, y que redes solidarias organizadas fortalecen estas prácticas. Como resultados del trabajo de investigación, se ha consolidado mediante testimonios locales, que en ambas comunidades, son tres los eventos recurrentes que generan pérdidas y preocupación comunal producto de los cambios climáticos: a) Presencia de heladas, b) Eventos de granizada, c) Sequía. Estos desajustes climáticos son de alta incidencia en los sistemas de producción comunal y familiar (señalar en porcentajes cuanto incide en la población).

Los testimonios vivenciales de los campesinos de ambas comunidades, afirman que el tiempo ha cambiado, que las temperaturas máximas han aumentado y que las temperaturas mínimas ya no llegan a extremos negativos en los últimos 20 años. Los reportes climatológicos analizados y sistematizados estadísticamente correlacionan que evidentemente las temperaturas máximas y mínimas se han desequilibrado en ambas comunidades, la precipitación promedio no se ha modificado en los últimos 20 años (“sigue lloviendo igual que antes”) lo que se ha desequilibrado es la intensidad de los eventos lluviosos concentrándose en pocas horas las máximas precipitaciones, seguidas de veranos extremadamente largos, lo que ha generado una elevada incertidumbre productiva como producto de los desajustes climáticos (heladas, granizadas y sequías). **Estrategia de resiliencia a helada** (las temperaturas se han elevado) se han confirmado los testimonios locales de la comunidad de Aqoyu Jirapata, “Como hace más calor, ahora podemos sembrar trigo y maíz, hasta hace 25 años era imposible hacerlo”, mientras que la comunidad de Chomoco, por el cambio de temperatura le ha permitido incorporar un segundo cultivo de papa mishka (invierno). H hasta hace 50 años era imposible cultivar en dos ciclos de producción comunal.

**Estrategias de resiliencia a granizadas**, identificamos comportamientos culturales resilientes muy diferentes en ambas comunidades, por ejemplo en Aqoyu Jirapata, existen practicas vigentes de prevención, adecuación y atenuación desde las autoridades originarias, quienes se encargan de implementar sistemas de alerta temprana mediante la explosión de dinamita, desviando el curso del granizo, mientras que en Chomoco, todos afirman que es imposible implementar alguna practica que vaya a disminuir el efecto de la granizada. **Estrategias de resiliencia a sequías**, en Aqoyu Jirapata se mantienen, y se implementa un micro laboratorio de combinaciones orientadas y consolidadas para el manejo de veranos largos y cortos (sequía productiva). El espacio territorial que permite esta forma de micro planeamiento socio productivo, radica en combinar fechas de siembra, tipos de suelo, pendientes de la parcela, variedad de cultivos complementados con lógicas culturales de predicción climática, permitiéndoles a los campesinos fortalecer sus sistemas de producción comunal. En Aqoyu Jirapata, la comunidad ha ingresado al riego en el ciclo mishka, por lo que la sequía no es un problema relevante de la comunidad.

*Palabras clave:* resiliencia en sistemas de producción, indicadores locales, variables socioculturales.

#### I. INTRODUCCIÓN

La investigación se realizó en dos comunidades, Aqoyu Jirapata que pertenece al municipio de Sacaca, ubicado al extremo norte del Departamento de Potosí, 18°04' 00" Latitud Sud y 66° 22' 60" Long. Oeste, a una altitud de 3400 msnm, y la comunidad de Chomoco, del municipio de Colomi, que se encuentra entre los 17° 20' 10" de Latitud Sud y 65° 52' 15" de Longitud Oeste, a una altitud de 3309 msnm.

La comunidad de Aqoyu Jirapata cuenta como base económica familiar a los cultivos de papa y maíz, mientras que Chomoco basa sus ingresos en base a la papa, haba y papa lisa, distribuidos en dos ciclos agrícolas de producción siembra el anual y la mishka. La ganadería ovina en ambas comunidades, complementa a la diversificación productiva comunal.

El enfoque territorial de la investigación articulada a las fortalezas organizativas de las dos comunidades, ha permitido establecer nuevas estrategias campesinas de resiliencia a los cambios climáticos, también se han explorado estadísticamente la magnitud de los cambios en las tres principales variables que enfrentan cada ciclo productivo las familias y comunidades, como son heladas, granizadas y sequías.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Identificar sistemas de producción familiar, que han soportado eventos climáticos extremos en los últimos quince años, estableciendo los mecanismos sociales y ecológicos que permiten y permitieron a los agricultores y sus sistemas productivos resistir y/o recuperarse de los diferentes impactos climáticos.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Identificar de manera participativa, los indicadores locales de los sistemas de producción familiar dirigidas a resistir, contrarrestar y/o reponerse de los posibles cambios climáticos.
- Identificar las principales variables socioculturales (organización social, redes de solidaridad, conocimiento tradicional, etc.) que potencian, limitan o explican la resiliencia de los sistemas de producción estudiados.

## **III. MÉTODOS Y MATERIALES**

El núcleo del trabajo de campo consistió en una serie de visitas a las comunidades preseleccionadas, donde a través de entrevistas individuales y colectivas se intercambió información en el marco de los impactos del cambio climático en los sistemas de producción.

La información fue trasladada a matrices de sistematización, que ayudaron a tener un panorama general de la percepción individual y colectiva sobre los cambios climáticos locales ocurridos en los últimos años. La primera fase de diseño del estudio, incluyó la definición del contenido de las entrevistas semiestructuradas, con preguntas guía y temas de enfoque regional y la selección de las regiones donde se realizaría el trabajo de campo. En la segunda etapa se realizaron las entrevistas en campo y el relevamiento de información como datos de precipitación y otros disponibles localmente.

### **a) Tratamiento de datos sobre temperatura y precipitación**

Estos datos de información histórica fueron extraídos del SENAMHI, los cuales detallan aspectos sobre precipitación y temperaturas máximas y mínimas para analizar tendencias de variación en las dos comunidades.

La información destaca datos históricos de precipitación y temperatura mensual promedio registrados entre 1983 y 2013, en las estaciones de Colomi y Sacaca. El municipio de Sacaca

carece de información histórica para este periodo, por lo que se analizaron los datos existentes y no así los promedios.

#### **b) Herramientas empleadas**

Se emplearon las bases de datos de precipitación y temperatura revisadas para constatar su calidad, luego se identificaron valores extremos que no guardaban coherencia con las dinámicas internas de los datos y superaban significativamente (50% por encima o por debajo) los valores máximos o mínimos más próximos, La comparación de promedios para precipitación se realizó de manera intramensual, es decir que se equipararon los valores de precipitación para cada mes de manera separada. A fin de analizar la variación histórica mensual se cotejaron los totales anuales, para establecer las tendencias.

#### **c) Probabilidades de ocurrencia e impactos de los cambios climáticos en las dos comunidades de estudio.**

En las dos comunidades mediante talleres colectivos, testimonios individuales con hombres y mujeres el 100% de la población concertó que las probabilidades de mayor ocurrencia de desajustes climáticos en los sistemas de producción, son diferentes. En la comunidad de Aqoyu Jirapata las familias enfrentan problemas en el orden de jerarquía en sequias, heladas y granizadas, mientras que en Chomoco los problemas son; heladas, granizadas, sequia, por lo tanto la investigación se ha centrado en determinar estrategias de resiliencia comunal a cada uno de los factores anteriormente mencionados.

### **IV. RESULTADOS**

#### **4.1. Aqoyu Jirapata, estrategias y parámetros a observar a nivel del sistema de producción para estimar resiliencia a sequias.**

##### **¿Llueve más o llueve menos en la comunidad de Aqoyu Jirapata?**

Analizados los datos para un periodo de 7 años, con información proporcionada por el SENAMHI Cochabamba, se ha establecido que estadísticamente en la comunidad se ha incrementado la precipitación (llueve mas), sin embargo la información histórica proyectada en base a siete años es insuficiente, tomando en cuenta que la máxima precipitación alcanzada fue el año 2012 con 1317 mm de pp. El año 2010 la mínima anual reporta 453 mm de pp. El análisis testimonial o según HICA local (Hipótesis Campesina), a través de Percepción Colectiva, precisa que existen lluvias intensas en periodos cortos, seguida de largos veranos, lo que genera durante el ciclo agrícola alta incertidumbre productiva. El siguiente cuadro, muestra las percepciones locales respecto del cambio climático

**Cuadro 1: indicadores de predicción climática comunidad Aqoyu Jirapata**

<b>INDICADOR</b>	
<b>CALENDARIO SANTORAL</b>	
<b>+</b>	Nevada el 2 de agosto es un indicador de un año malo para la agricultura, y ausencia de humedad de madrugada por debajo de las piedras en ese mismo día. Esto predispone la ausencia de lluvias (sequia y helada) como año malo para la agricultura
<b>San Sebastián (20 de enero) y el Carnaval</b>	Cuando transcurren más de dos semanas entre San Sebastián (20 de enero) y el carnaval, predispone a los agricultores hacia la ausencia de lluvias durante el año agrícola, la ocurrencia de un "año largo" conocido como verano largo.
<b>Santiago 25 de julio y Mama Santa Bárbara el 4 de diciembre</b>	Se observa también el día de tata Santiago 25 de julio y mama Santa Bárbara el 4 de diciembre, cuando cae a los días martes y viernes, predispone a los agricultores un año malo donde puede pasar muchas cosas malas durante el año agrícola, es decir muchas lluvias tormentas, granizada, vientos locos, sequias, heladas, truenos y rayos de la lluvia matan a los animales o humanos
<b>COMPORTAMIENTO ANIMALES</b>	
<b>Comportamiento del Zorro</b>	Cuando se observa que el zorro "baja de las puntas hacia el río llorando", anuncia una buena cantidad de lluvias durante el año agrícola y buena producción agrícola en ese año. Cuando el zorro que "sale del río llorando" augura un año seco.
<b>Comportamiento del Zorrino</b>	Cuando se observa que el zorrino llamado también añasqo, se remueve y rasca abundantemente en las montañas en época seca, predispone un año muy seco para la agricultura.

<b>COMPORTAMIENTO AVES</b>	
<b>Leuque Leuque</b>	Quando los animales silvestres, aves como: leoqi leoqi y puco puco, que viven en las montañas para que sea un buen año agrícola ponen su huevo al suelo bien protegido de la lluvia; es decir el escurrimiento de agua de la lluvia no debe entrar a sus nidos, sus huevos se ubica en un sector pequeño y alto, esto indica una buena cantidad de lluvias durante el año agrícola.
<b>Puco Puco</b>	Si estos animalitos ponen su huevo en cualquier sector sin cuidarlo del escurrimiento de agua de la lluvia, indica un año seco para la agricultura, estos animalitos saben muy bien si es año seco o lluvioso
<b>Chijta</b>	Los pájaros llamados Chijta, cuando construye su nido en la parte superior de las plantas arbustivas, indica una abundante cantidad de lluvias durante el año agrícola y si construye en la parte inferior o al pie de la planta, indica un año seco igualmente ocurre con la tela de las arañas en las plantas.
<b>SENALES DE LAS ESTRELLAS</b>	
<b>Primeros días de agosto Primeros días septiembre</b>	Quando se observa en las estrellas, un grupo de estrellas salen de las 4 a 5 de la madrugada viniendo del este al lado oeste, llamado por los agricultores "phuqto o carwilla" en el meses de agosto y septiembre, cuando en ese grupo de estrellas en la parte de atrás se encuentra grandes estrellas, predispone una siembra tardía para los agricultores y cuando se encuentra en la parte adelante grandes estrellas que predispone una siembra temprana para la agricultura.
<b>PLANTAS ARBUSTIVAS</b>	
<b>Cactus</b>	La abundante floración y mayor cuajado de frutos de los cactus, indica un año bueno para la agricultura y lo contrario indica un año malo y seco. También la abundancia en la floración de cacto indica momento oportuno para sembrar la papa.
<b>Muña</b>	Quando la planta de muña empieza a florecer en la parte superior o la punta, indica a los agricultores una siembra temprana y si empieza a florecer de la parte inferior indica una siembra tardía de la papa.
<b>Mamanilla</b>	Quando las plantas de mamanilla que tienen abundante floración es un indicador de un año bueno para agricultura, es decir abundante producción en ese año agrícola no va afectar nada y lo contrario es un indicador de un año malo para la agricultura. Esto se observa en los principios de la siembra de la papa, mes de septiembre en las montañas altas.
<b>RIOS</b>	
<b>Ríos quebradas y agua</b>	Quando en los ríos al fondo del agua se encuentran algas de color verde claro, indica un buen año para la producción agrícola y cuando se toma de un color no agradable amarillo o café indica un año malo para agricultura. Esto se observan en el mes de septiembre.
<b>Ríos</b>	Con las primeras lluvias el agua que corre por los ríos y limpia en los ríos pequeños, cuando se limpia todas las arenas existentes de anterior año indica una buena cantidad de lluvia durante el año agrícola y cuando se llena más arena con la primera lluvia predispone un año seco con sequía.

FUENTE: Elaboración Aqoyu Jirapata, Conchari

#### **4.1.1. Resiliencia a sequía en las aynoqas familiares**

La comunidad de Aqoyu Jirapata cuenta con siete aynoqas comunales en diferentes niveles de enclave altitudinal desde los 3300 a 3900 msnm. Este sistema de producción comunal combinando con los indicadores de predicción climática (año seco o lluvioso), ha establecido un patrón de estrategias tomando en cuenta el tipo de aynoqa en producción, el cultivo, la altitud de la aynoqa, el tipo de suelo, las siembras en surcos con pendiente cero o "surco trancado" en suelos arcillosos (linkis) o tierras en descanso (phurumas) es una práctica generalizada en la comunidad para años secos transmitida y replicada de generación en generación.

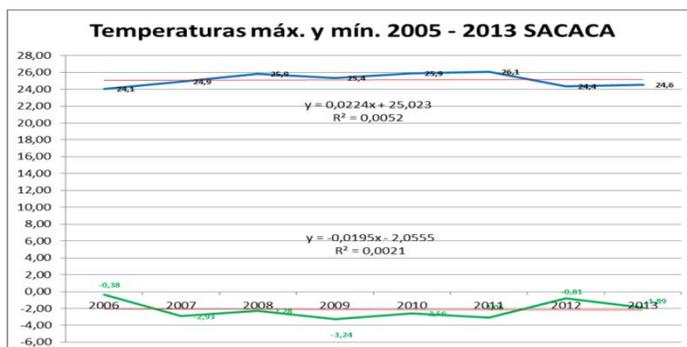
Esta estrategia de resiliencia a sequia divulgada en la actualidad en talleres, encuentros y faenas agrícolas se mantiene vigente en la comunidad, generándole enormes fortalezas de gestión productiva a las familias campesinas.

#### **¿Ha disminuido la temperatura en la comunidad de Aqoyu Jirapata?**

De acuerdo a la investigación realizada con información del SENAMHI para siete años, estadísticamente las temperaturas medias y promedios se han mantenido constantes en los últimos siete años.

Según la "HICA" (Hipótesis Campesina) = (Percepción Colectiva), analizando las temperaturas mínimas, existe dos afirmaciones contundentes: a) No hace frío como antes, las heladas no llegan con tanta intensidad, b) En la actualidad las heladas llegan de manera tardía, lo que ha modificado las estrategias de producción y planificación fortaleciendo sus fortalezas resilientes al

cambio climático.



#### 4.1.2. Aqoyu Jirapata, estrategia de resiliencia a heladas en las aynoqas

Hasta el año 1970 la comunidad no sembraba trigo, los argumentos que justificaban este hecho, señalaban que la heladas no permitían el éxito de los cultivos, sin embargo a partir de 1975 se inician los primeros ensayos hasta llegar al año 2013 con siembra generalizada para este cultivo, respaldando con la afirmación campesina de que “las heladas ya no son tan fuertes como “antes” lo que ha permitido a la comunidad el manejo de nuevas variedades en estos últimos años.

#### 4.1.3. Estrategia de resiliencia a heladas en las aynoqas y sayañas familiares

Hasta el año 1990, era imposible el cultivo del maíz en la comunidad, testimonios locales justificaban que la presencia de heladas y temperaturas mínimas extremas impedían el éxito de este cultivo. En la actualidad es posible el cultivo del maíz en la comunidad en un 100% de su territorio comunal, gracias al sistema productivo y manejo de recursos naturales

**CUADRO 2 ESTRATEGIA PRODUCTIVA Y MANEJO DE RECURSOS**

ESPACIO PRODUCTIVO	SUP. HA.	%	USO PRODUCTIVO	RELACION RESILIENCIA CLIMATICA
AYNOQAS	1.748	58	Sistema de producción comunal, consta de 7 aynoqas, distribuidas en un rango y diferencia altitudinal de 400 msnm. De una manera general en los últimos 20 años, se encuentran en permanente producción cinco aynoqas.	Manejo estratégico de suelo, semilla, trabajo con el comportamiento climático. En este espacio se practica una multiplicidad de ensayos productivos técnicos y culturales en función al clima
SAYAÑAS	302	10	Sistema de producción familiar, espacio destinado cerca de la vivienda, generalmente mejor manejado y cuidado de producción intensiva.	Representa el espacio de esperanza productiva, donde se asegura la producción, caracterizada por una multidiversa forma y alternativas de producción.
LISA QALLPAS	50	1,0	Espacio de producción familiar, se encuentra en producción en casos de situaciones extremas de desajuste climático (sequías, granizada)	Tiene la orientación de atenuar las pérdidas por riesgos climáticos.
AHIJADERO	900	31	Espacio exclusivamente destinado al pastoreo, hasta hace 20 años, territorio productivo de control comunal, en la actualidad se encuentra manejado de manera individual, lo que le ha generado una mayor vulnerabilidad en su sistema pecuario.	Es la variable cultural de resiliencia no trabajada orientado en la lógica comunal de que a mayores cantidades y niveles de fertilización orgánica, mayores y mejores alternativas y opciones de atenuar riesgos climáticos.
FORESTACION	S/I	S/I	La comunidad cuenta con espacios de reforestación, en base al enfoque estratégico agroforestal, se ha priorizado espacios quebradas (huaykos) linderos familiares, laderas para conservación de suelos, linderos de sayañas familiares	Ha modificado las estrategias productivas de la comunidad. Testimonios locales afirman que la reforestación más cambios en la temperatura han permitido que el cultivo de trigo se arraigue productivamente en la comunidad.
<b>TOTAL</b>	3000	100		

FUENTE: Elaboración propia

En base a la estrategia productiva tanto familiar como comunal, las familias ordenan sus sistemas productivos, combinando el manejo de la disponibilidad de recursos, la predicción climática y la disponibilidad de la fuerza de trabajo en los momentos oportunos.

**Cuadro 3: Principales características de las Aynoqas en la comunidad de Aqoyu Jirapata**

NOMBRE DE AYNQAS Y ALTITUD	ALTITUD LOCAL	TOPONIMIA O SIGNIFICADO DE AYNQAS	OTROS NOMBRES DE LAS AYNOKAS	CONDICIONES CLIMÁTICOS	EXTENSIÓN (EN HA.)	NÚMERO DE FAMILIAS BENEFICIARIAS	TIPO DEL SUELO	APTO PARA CULTIVOS
<b>SIWARILLANI</b>	3600-3660	Porque había mucha pasto de cebadilla	Qaramachi, Pisaqa Umaña, incuyo, Wilapampa, Chuqñamiqa	Zona templado baja	95.	27	Arenoso y arcilloso	Papa, trigo cebada, arveja, tarwi
<b>JAQIWATA,</b>	3646-3720	Porque murieron una persona con nieve	Apachita, coilanda, Asankiri, Qala inqhaña, Portamiq'a y Jachuyo.	Zona templado	195	30	Arcillosa y arenoso	Papa, trigo, arveja, centeno, cebada
<b>ALMA SAMANA</b>	3650-6698	Porque descansa el alma de las personas.	Castilla pampa, Ramosaña, Jamiraya, Lolitune.	Zona templado	170	30	Limoso, arenoso, y arcilloso	Papa, cebada, trigo, tarwi, arveja
<b>MOLINO WAYQ'O</b>	3630-3700	Porque había un molino en el río	Ticona pampa, Mormontire, qala saya, malpasire,	Zona templado	360	30	Arenoso y arcilloso	Papa, trigo, cebada, centeno, arveja, tarwi
<b>CHULIWATA</b>	3655-3715	Porque murieron la persona en chujlla	Sekichiri, Jupa yapo, Pacolla,	Zona templado	308	30	Pedregoso, arenoso, arcilloso	Papa, trigo cebada, oca, centeno, tarwi
<b>HUARI UMANA</b>	3700-3850	Porque tomaban las huaris el agua en ese sector	Sonahuayo, Qala Piya, Chutamiqa,	Zona frio	300	30	Pedregoso, arenoso y arcilloso	Papa, cebada, oca y avena
<b>QARA JANT'A</b>	3690-3870	Porque poblaban las llamas	Wilaqota, Jalsori, Sayanco Pampa, Cinto loma, Wichulawa,	Zona frio	320	30	Pedregoso, arenoso, arcilloso	Papa, oca, cebada, avena, centeno

FUENTE: Testimonios comunales, Conchari 2013.

#### **4.1.4. Percepciones locales del cambio climático**

La disminución de heladas según testimonios campesinos, ha permitido ampliar la cedula de cultivos, sin embargo se ha generado también una mayor demanda de fuerza de trabajo, que permita una producción equilibrada, dentro el sistema de producción familiar.

#### **4.1.5. Aqoyu Jirapata, estrategias y parámetros a observar a nivel del sistema de producción para estimar resiliencia a granizadas.**

En la resiliencia a granizadas, más que generar estrategias productivas (que siguen siendo costosas y de difícil alcance a la economía campesina) se han identificado estrategias organizativas solidarias y comunales para atenuar los efectos de las granizadas.

Las autoridades originarias (mallku, segundas) son las encargadas de generar al estilo de alertas tempranas, detectar eventos de granizadas. Estas autoridades en los meses de enero febrero marzo, son las vigilantes de la producción comunal y ante la posible presencia o cercanía de granizo proceden a la detonación de dinamitas, cambiando la presión atmosférica local, desviando o alejando por este principio de diferencias de presión al granizo de la ayñoqa.

#### **4.2. Comunidad de Chomoco, estrategias y parámetros a observar a nivel del sistema de producción para estimar resiliencia a heladas**

Hasta el año 1970 agrónomicamente era imposible cultivar en dos ciclos de producción, según los testimonios locales la presencia de heladas impedía realizar siembras mishka de junio a febrero.

Gradualmente se inician ensayos comunales para ingresar al ciclo mishka o siembra de invierno en el ecosistema de valle de altura. Un aspecto interesante es que los primeros ensayos consistían en realizar pruebas de siembra mishka en el mes de agosto, gradualmente ir adelantando las fechas de siembra hacia el mes de julio, luego junio hasta lograr establecer y estabilizar el calendario productivo actual de “siembras de año en los meses de septiembre y octubre, y “siembras mishka en los meses de junio a febrero, consolidando también el riego en este espacio productivo. Este sistema de producción era inexistente hasta hace 50 años.

#### **¿Hace más frío o el clima se ha calentado más en Chomoco?**

Analizando la información sobre precipitación en el rango de 28 años, se visualiza que el promedio anual es de 582,35 mm/año, con un rango de precipitación mínima de 316 mm ocurrida el año 2003 y una máxima de 805 mm el año 1993. Esta diferencia denota una alta inestabilidad de los periodos lluviosos en la zona, con una diferencia máxima mínima de 489 mm entre ambos eventos en un periodo transcurrido de 10 años.

Según los testimonios campesinos ya no hace frío como antes, sin embargo realizando un análisis técnico y estadístico con información del SENAMHI en un periodo de 28 años la temperatura se ha incrementado en un rango no significativo y las mínimas han disminuido en la comunidad de Chomoco.

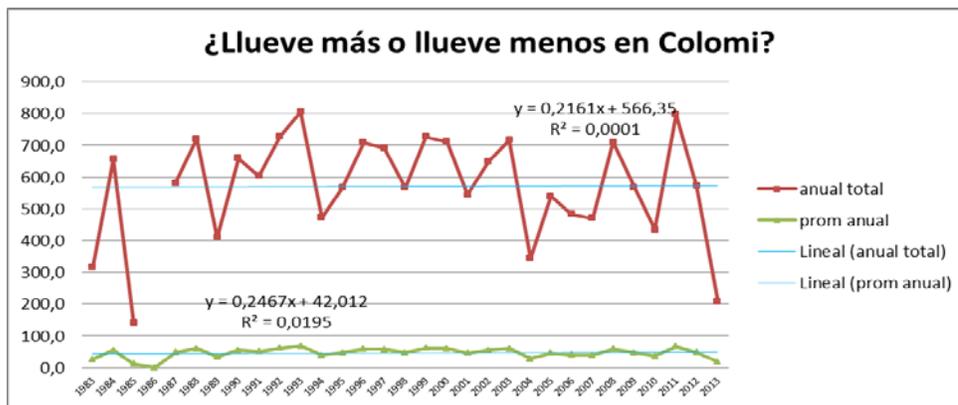
Ingresando al análisis específico de resiliencia comunal a la presencia de heladas, los eventos extremos de temperaturas mínimas diarias que se concentran en los meses de junio, julio, agosto, evidentemente se han modificado, lo que ha permitido a la comunidad ingresar a un segundo ciclo de producción mishka. El éxito de un determinado cultivo para la altitud de la comunidad de chomoco 3400 msnm, no depende específicamente de la temperatura promedio anual o mensual, sino los eventos extremos que se da cada día durante el ciclo agrícola, es decir que si un determinado día la temperatura desciende mucho más del promedio, causa la “helada” del cultivo.

El siguiente testimonio, contrastado con información técnica, consolida las estrategias de resiliencia en la comunidades, “ahora ya podemos sembrar en dos ciclos de producción, siembra de año jatun Tarpuy en las tierras de ladera en la que se siembra principalmente papa, mientras que en las siembras mishka se siembra haba y papa, hasta hace 50 años en los sistemas de altura y valle era un solo tipo de trabajo” (de quien es el testimonio?).

#### 4.2.1. Información climatológica orientada al ciclo agrícola

En la comunidad de Chomoco, es importante analizar los factores o variables climatológicas que han originado que desde hace 25 años se haya incentivado a cultivar en un segundo ciclo agrícola más conocido como Mishka, por esa razón es importante analizar el promedio de precipitación de los meses en los cuales se concentra la producción agrícola de ambos ciclos productivos.

Según la información cuantitativa y grafica de las temperaturas máximas absolutas entre el periodo 2006 – 2012, no existen variaciones significativas de temperatura, reflejándose un comportamiento casi homogéneo, cuyo promedio oscila entre los 17 – 19 grados centígrados, en el año 2012 se observa un ligero incremento estadístico en todos los meses de este periodo.



#### 4.2.2. Características organizativas

La comunidad de Chomoco después de la reforma agraria de 1953, ingresa a fortalecer sus niveles organizativos. En la actualidad se identifican organizaciones que directamente se encuentran relacionadas con la gestión integral de los recursos naturales.

El machu sindicato (sindicato originario post 53) cuenta con 40 afiliados. Esta instancia es la que se encarga de la gestión territorial, tierras comunales, huaykos comunales.

La Organización del agua potable (sindicato de 15 años de antigüedad) cuenta con unos 85 afiliados o acciones y derechos al uso del agua, en la actualidad es una organización muy fortalecida económica y socialmente hasta llegar a ser la máxima instancia de representación de la comunidad por encima del sindicato comunal.

La Asociación de regantes, cuenta con 45 miembros aproximadamente. El rol más influyente de esta instancia se encuentra específicamente durante la producción del ciclo mishka (junio Octubre) donde los turnos mitas, etc. ejercen actividad de regulación del uso del agua.

Todas las organizaciones vigentes de la comunidad se encuentran relacionadas con el uso de los recursos naturales principalmente agua, de este modo, la organización que ejerce una tuición más directa para el trabajo de resiliencia a los cambios climáticos es el “Machu sindicato” en función al manejo espacios de producción, predicción climática.

#### 4.2.3. Sistemas productivos y manejo de recursos naturales

**Cuadro 4: Estrategia productiva y manejo de recursos**

ESPACIO PRODUCTIVO	SUP. HA.	%	USO PRODUCTIVO	RELACION RESILIENCIA CLIMATICA
<b>PAMPA DE ALTURA</b>	600	30	Sistema de producción familiar, el acceso es individual en función a la construcción cultural. La diferencia altitudinal va desde los 3000 a 3500 msnm. Espacio que cuenta con riego lo que ha permitido incorporar a la comunidad a un segundo ciclo productivo (mishka)	El espacio permite la alta diversificación de cultivos tubérculos principalmente.  Existe una alta diversidad de suelos relacionados a la producción y a las estrategias productivas.
<b>LADERA</b>	1000	50	Sistema de producción familiar de acceso individual. La gradiente altitudinal es de los 3500 a 4000 msnm. Espacio determinado solo por la producción de siembra de año (jatun tarpuy)	Espacio estratégico de la comunidad, que ha permitido mantener una diversidad de germoplasmas principalmente en tubérculos (hasta siete variedades de papa). Diversidad de suelos específicamente manejados en función al clima y su relación con la producción.
<b>FAMILIAR</b>	80	0,4	Tierras en cercanía a las viviendas, un gran porcentaje bajo riego orientados por la mono producción debido a su alta relación con la fertilización.	Los espacio de producción familiar, son tierras de producción en donde se visibiliza, cambios climáticos, por la inmediata cercanía de la familia, con los cambios de temperatura principalmente.
<b>AGRO FORESTAL</b>	320	16	La agroforestería es individual, existen múltiples alternativas y estrategias, linderos de guinda, cultivos asociados a la fruticultura, cultivos intercalados entre variedades de ciclo corto y tardío.	Es el principal espacio donde se identifican estrategias de resiliencia a los cambios climáticos, debido a la diversidad de variables productivas combinados en función al ciclo productivo.
<b>TOTAL</b>	2000	100		

FUENTE: Elaboración propia, 2013

#### 4.2.1. Chomoco, estrategias y parámetros a observar a nivel del sistema de producción para estimar resiliencia granizadas

La ocurrencia de granizadas es propio e igual a cualquier territorio comunal, sin embargo en la comunidad de Chomoco, no se implementa ninguna estrategia comunal ni familiar para granizo.

Existe un alto nivel de escepticismo para implementar sistemas de alerta temprana en la

comunidad, al igual o parecido que en comunidades del norte de Potosí. Esta probabilidad de alerta temprana, parece coincidir técnicamente debido al enclave fisiogeográfico de la comunidad, rodeado de altas montañas, encerrando al piso valle de altura e imposibilitando divisar el acercamiento o alejamiento de granizadas.

#### 4.2.2. Chomoco, estrategias y parámetros a observar a nivel del sistema de producción para estimar resiliencia a sequías

Desde que la comunidad ha ingresado a trabajar en dos ciclos de producción, para las siembras mishka se ha implementado el sistema de riego, combinando estratégicamente la presencia de veranos largos (14 días sin precipitación) es decir riego y variedades resistentes a sequías, como por ejemplo la variedad de haba kinsa killero. Este es un conocimiento práctico ya habitual en la comunidad.

**Cuadro 5: Indicadores de predicción climática comunidad Chomoco**

INDICADOR	
<b>NUBES Y MONTAÑAS</b>	
<b>Nubes en el cerró Titi loma</b>	Si sale el nube del cerró de Titi loma, se menciona que va a llover los próximos días o continuarán las lluvias, esta señal se cumple.
<b>Formas de nubes</b>	Si las nubes se ven en el cielo como cedazos de lana de oveja , se menciona que los próximos días habrá caída de la nieve
<b>Atardecer y montañas</b>	Si al anochecer se ve la antawara (el fondo del cielo color rojizo amarillito) en el cielo en la entrada del sol y viene un viento frío calmado, el cielo despejado lleno de estrellas, se menciona que al amanecer del día siguiente caerá la helada.
<b>Nubes sobre el camino</b>	Si baja la nube hacia el camino o hacia la pampa donde las casas, quiere decir que alguien se va morir o habrá un accidente o choque de movilidades
<b>ESTRELLAS Y LUNA</b>	
<b>Fases de la luna</b>	En la luna nueva no se debe sembrar, papa, oca , papa lisa, porque solo la planta crecerá rápido y no habrá tubérculo, por que el crecimiento se va al follaje
<b>COMPORTAMIENTO AVES</b>	
<b>Jharghañas (Aves grandes de color café oscuro)</b>	Si de día vuelan en el cielo peleando siempre dos o más Jharghañas (Aves grandes de color café oscuro) quiere decir que se va nublar y los siguientes días posiblemente llueva, pero seguro serán días nublados con chubascos.
<b>Leugue leugue</b>	Si de día vuelan leugue leugues (aves blancas con patas largas) haciendo ruidos y peleando, quiere decir que va hacer helada a la noche.
<b>SEÑALES DE LAS ESTRELLAS</b>	
<b>Primeros días de agosto</b>	Primero de agosto significa días de la siembra de la papa, se lee cómo se comporta el clima ese día, similar a este día serán las fechas de la siembra de la papa.
<b>Primeros días septiembre</b>	Segundo día de agosto significa, días de segundo aporque y floración del cultivo de la papa, similar a ese día se comportaran las fechas de la floración de la papa. Tercer día de agosto significa, días de la cosecha de la papa, similar a ese día se comportaran las fechas de la cosecha de la papa.
<b>PLANTAS</b>	
<b>Cultivo de haba</b>	Si las hojas de la haba se vuelca al revés y hace fuerte calor, quiere decidir que muy pronto va a llover

FUENTE: Elaboración Testimonios Chomoco, Roberto Calicho 2013

## V. DISCUSION

La investigación ha vencido la barrera de los diagnósticos de predicción climática, ha identificado estrategias campesinas de resiliencia a los cambios climáticos contrastando con análisis técnico, por esta razón implica cruzar los resultados con otras regiones.

Los sistemas de producción de las dos comunidades son un laboratorio continuo de micro ensayos familiares y comunales de resiliencia a cambios climáticos, lo que implica una fortaleza cultural del manejo territorial, a su vez esto implica un continuo monitoreo técnico, con indicadores que respondan a HICAs locales, por tanto se debe trabajar en indicadores de resiliencia climática.

Un aspecto fundamental a discutir en diferentes ámbitos técnicos, y de investigadores de campo, implica los alcances conceptuales de la resiliencia a los cambios climáticos. La presente

investigación ha definido a la resiliencia como a “la capacidad de los ecosistemas de sobreponerse de manera natural a las condiciones climáticas, sean estas de desastre o de un cambio gradual”. Por supuesto que se entiende que para otros ámbitos la resiliencia se entienda como “manejo tecnológico del cambio climático”, en tanto para los campesinos de Aqoyu Jirapata la resiliencia es entendida como : “así nos hemos ido acostumbrando y viviendo” lo cual compartimos plenamente en su génesis etimológica y cosmovisión local, mientras que para los campesinos de Chomoco la resiliencia climática es entendida “como el cambio de vida”

La economía territorial definida y entendida como el “estudio las relaciones de producción y las fuerzas productivas en su aspecto concreto”, es la mejor herramienta conceptual que se adecua para estudiar la resiliencia de los sistemas de producción a los cambios climáticos. Realizar esfuerzos o combinaciones extremas de evaluar la resiliencia en base al concepto de economía agrícola entendida como “la maximización productiva de un determinado cultivo vía cambio tecnológico, nos orientaría hacia la competitividad productiva en el mercado, resaltando así una competencia desleal entre resiliencia y cambios tecnológicos.

Es importante desmitificar la influencia de los cambios climáticos a la luz de conclusiones catastróficas o incidir de manera contundente resaltando solo los aspectos negativos.

Tomando en cuenta el marco conceptual de resiliencia, lo que se visibiliza en la presente investigación, responde a la interrogante de cómo las comunidades con estrategias propias locales, han generado nuevas alternativas de vigorización de los sistemas de producción, por lo que se recomienda continuar con estas estrategias.

Las dos comunidades han readecuado y diversificado sus estrategias productivas, por tanto consideramos que este es el momento fundamental y oportuno de fortalecer ecosistemas similares bajo estas lógicas, que al margen de ser recomendaciones excesivamente técnicas resaltan más bien las fortalezas culturales para encarar nuevos procesos de producción.

Es importante socializar la información de reportes climáticos, ya que es un gran avance en cuanto a la oportunidad de acceso que se tiene a la base de datos del SENAMHI, sin embargo se requiere información más precisa y oportuna, es decir en los momentos nucleares de la producción.

De acuerdo al estudio del diagnóstico sobre la disponibilidad de recursos para inversión de los municipios, en donde de manera directa existe una relación “pocos recursos mayor vulnerabilidad climática”, no es posible generar políticas municipales con esta orientación, de manera que se deberían reordenar los niveles de jerarquización y asignación de recursos nacionales en base a índices de vulnerabilidad climática y situación económica municipal.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- DUFUMIER. M. 2013, Sistemas de Producción, los agricultores han perdido la brújula, entrevista, telerama, Francia, 2013.
- FAO, 2000, El estado de la inseguridad alimentaria en la inseguridad alimentaria mundial, cuando la gente vive en crisis alimentaria.
- FUNDACIÓN JUBILEO 2013, Los municipios pobres no priorizan inversión productiva, artículo en boletín mensual.
- HARRINGTON, Total Factor Productivity, La productividad total de los factores (PTF o TFP del inglés **Total Factor Productivity**) es la diferencia entre la tasa de crecimiento de la producción.
- KARIN COLUMBA ZARATE 2013, la salud del planeta ya no tienen remedio”, (PNUD) 2010. Bolivia es uno de los países que más sufre las consecuencias del cambio climático, a pesar de incidir con menos contaminación mundial.

PLATT. T, THERESE B, HARRIS O. 2011. Qaraqara Charca, Mallku Inka y Rey en la provincial Charcas (Siglos XV – XVII), Historia antropológica de una confederación Aimara

WHEELER DAVID 2011, un índice de vulnerabilidad que mide el riesgo de una determinada zona región o territorio,

WILCHES, CHAUX 1989, Vulnerabilidad Global y Pobreza, Consideraciones conceptuales, Desastres, ecologismo y formación profesional; herramientas para la crisis, Servicio Nacional de Aprendizaje, Popayán, 44 – 48p.

#### 4. Acciones Ciudadanas de Adaptación al Cambio Climático para incrementar la Resiliencia de la Economía Familiar en Villa Coronilla del Distrito 10 de la Comuna Adela Zamudio de la ciudad de Cochabamba

H. Gruberg, C. J. Pérez, y C. Velarde

##### RESUMEN

En Bolivia, el cambio de uso de suelo de agrícola a urbano se hace cada vez más dramático y con esto, las personas y las áreas que alguna vez fueron de producción agro-pecuaria ahora presentan otro tipo de vulnerabilidades frente al Cambio Climático (CC). En este sentido, el propósito del estudio fue determinar en qué medida acciones de Reducción de Riesgos de Desastres (RDD) y/o Adaptación al Cambio Climático (ACC) pueden disminuir el impacto de los efectos negativos del CC en la economía familiar de las familias ubicadas en Villa Coronilla. Para alcanzar este objetivo se realizó una revisión bibliográfica extensiva sobre acciones de ACC y RRD urbanos en el mundo. Asimismo, se diseñaron y validaron dos herramientas de investigación que fueron encuestas socio-económicas de carácter cualitativo-cuantitativo y planes de sesión para la realización de grupos focales de carácter cualitativo. También se levantaron 280 encuestas socio-económicas que representan una muestra con un nivel de confianza del 95% y un margen de error de 4.75% para un universo de 800 familias. Finalmente, se condujeron cinco grupos focales y una entrevista a profundidad con hombres, mujeres, niños, niñas, y jóvenes hacedores y no-hacedores de acciones de acciones de ACC y RRD. Esto para la determinación de las barreras y motivantes de su adopción.

Los hallazgos son sugestivos e indican que: **a)** de manera general, el impacto del CC en la economía de las familias de Villa Coronilla según los datos obtenidos esta puede llegar hasta ~ 19 % sumando todas las vulnerabilidades urbanas en su conjunto; **b)** aproximadamente 17 acciones de ACC y RRD fueron identificadas a nivel mundial siendo evaluadas por su impacto y su factibilidad para ser aplicadas en Villa Coronilla; **c)** aproximadamente 12 acciones de ACC y RRD fueron identificadas en Villa Coronilla y fueron categorizadas por su estímulo o intención de señalar dos o tres de las más importantes; **d)** estas medidas locales de ACC y RRD ayudan a reducir el impacto del CC hasta un 2 % en relación a su economía anual (más del 40% de la población tiene ingresos mensuales entre 1200 y 3000 Bs.); **e)** las familias con ingresos económicos más bajos (generalmente menores al sueldo básico de 1200 Bs. mes<sup>-1</sup>) son aquellas cuyas economías son golpeadas más duramente por eventos climáticos extremos en comparación a las familias con ingresos mayores (rangos de sueldos mensuales superiores a 1200 Bs.) que presentan una economía mucho más resiliente a los efectos del clima extremo; **f)** en Villa Coronilla existe una ausencia sentida del estado, que pierde de vista la importancia de atender necesidades básicas de la población que están estrechamente relacionadas con la capacidad de resiliencia frente al CC; **g)** el costo de la ACC y RRD cae sobre los hombros de las familias (~0,5 millón de Bs. año<sup>-1</sup>) y **h)** los temas de ACC y RRD deben ser de competencia municipal. Esta investigación sugiere que se debe prestar mayor atención a las zonas de expansión urbana que impermeabilizan áreas que anteriormente eran de uso agropecuario. Este trabajo también sugiere que el municipio debe ser responsable de aumentar la resiliencia climática a Villa Coronilla y se propone un capítulo con recomendaciones políticas.

Equipo de apoyo a la investigación, citados alfabéticamente: **M. Cazón, N. Camacho, B. Flores, A., M. García, R. Guizada, B. Lizarazu, D. Patiño, D. Sejas, M. Vargas, y S. Vexina.**

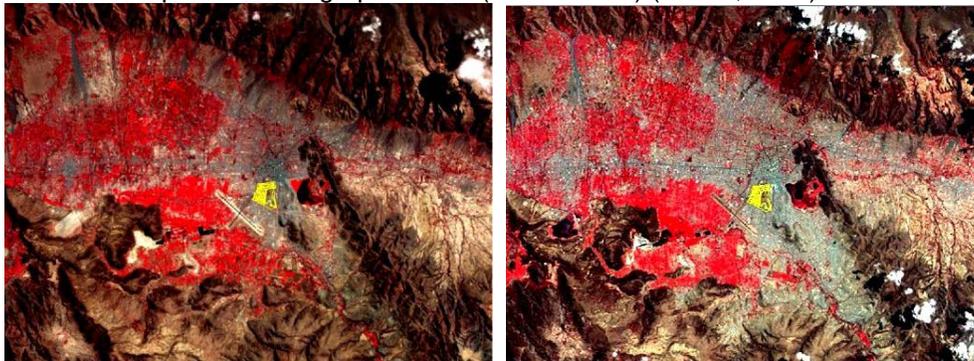
*Palabras claves:* Adaptación Urbana al Cambio Climático, Acciones Ciudadanas, Reducción de Riesgos de Desastre, Villa Coronilla, Cochabamba, Bolivia.

##### 1. Introducción

Bolivia es considerado un país altamente vulnerable ante los efectos del Cambio Climático (PNUD, 2011). Es más, dentro del ranking del Centro para el Desarrollo Global (2013). (<http://international.cgdev.org>), Bolivia está dentro de los 50 países de los 169 más vulnerables al Cambio Climático (CC). Vulnerabilidades solamente superadas por los países de Cuba (posición 41) y Haití (23) en el continente Americano. Las urbes a nivel mundial son responsables de aproximadamente el 70% de la generación mundial de Gases de Efecto Invernadero (GEI) responsables del calentamiento global y por consecuencia del CC (IPCC, 2007). Curiosamente, las ciudades también son los centros poblados que reciben los golpes más duros del CC (Moser & Satterthwaite, 2008). La ciudad de Cochabamba, como otras ciudades de Bolivia, no está al margen de esta realidad. Sin embargo, las ciudades también pueden convertirse en la solución del problema y aumentar su capacidad de respuesta a través de la implementación de acciones de Reducción de Riesgos de Desastre (RRD) y Adaptación al Cambio Climático (ACC).

En Bolivia, el cambio de uso de suelo de agrícola a urbano se hace cada vez más dramático. Con esto, los impactos del CC golpean otro tipo de vulnerabilidades. La ciudad de Cochabamba es un claro ejemplo de esto. Las imágenes satelitales mostradas en la Figura 1 indican que la mancha urbana creció en más del 100% desde el año 1992 hasta el 2011 ocupando lugares importantes de producción agrícola y pecuaria. Hasta mediados de los años 60, la zona de Villa Coronilla, donde se encontraba el Matadero Municipal, era un centro de producción agropecuaria importante para la ciudad. Pero al igual que muchas otras áreas de producción de alimentos, debido a una falta de visión en la planificación del crecimiento urbano, esta zona se urbanizó drásticamente ya para inicios de los 1970s (CEPLAG et al, 2012; Ledo, 2010).

Fig. 1. Imagen satelital de 1992 (izq.) e imagen de 2011 (der.) muestran el crecimiento de la mancha urbana (color azul) en más del 100%; y la consecuente disminución de las áreas productivas agropecuarias (color rosado) (USGS, 2013).



## II. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

Determinar en qué medida acciones de Reducción de Riesgos de Desastres (RDD) y/o Adaptación al Cambio Climático (ACC) pueden disminuir el impacto de los efectos negativos del Cambio Climático (CC) en la economía familiar de las familias ubicadas en Villa Coronilla del Distrito 10 de la Comuna Adela Zamudio de la ciudad de Cochabamba.

### 2.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar el impacto del Cambio Climático (CC) en la economía familiar de las familias ubicadas en Villa Coronilla.

- b) Determinar qué acciones de Reducción de Riesgos de Desastres (RRD) y Adaptación al Cambio Climático (ACC) tienen más impacto y son más factibles de realizar en Villa Coronilla.
- c) Determinar qué tipo de acciones de RDD y/o ACC son realizadas por las familias de Villa Coronilla.
- d) Determinar cuáles son los principales motivantes y/o barreras para la implementación o no-implementación de acciones de RDD y/o ACC en Villa Coronilla.
- e) Determinar en qué medida acciones realizadas de RDD y/o ACC disminuyen el impacto negativo del CC en la economía familiar de Villa Coronilla.

### 3. Metodología

La presente investigación es principalmente de carácter cualitativo, pero también las acciones realizadas demandaron la utilización de criterios de muestreo y de análisis estadísticamente significativos. A continuación se detallarán los pasos metodológicos para cada uno de los objetivos de investigación que guiaron el trabajo.

#### ***a) Determinar el impacto del CC en la economía familiar de las familias de Villa Coronilla***

Para poder desarrollar el presente objetivo se tuvo que: a) determinar indicadores de amenazas y vulnerabilidades de Villa Coronilla frente al CC, b) en base al anterior punto, diseñar y validar el instrumento de investigación cualitativa (encuesta); c) determinar el número de muestra respecto al universo; d) realizar el levantamiento de las encuestas con la población; y e) tabular y analizar los resultados encontrados en las encuestas.

#### ***b) Determinar qué acciones de Reducción de Riesgos de Desastres (RRD) y Adaptación al Cambio Climático (ACC) tienen más impacto y son más factibles de realizar en Villa Coronilla.***

Para este objetivo específico, se realizó una revisión bibliográfica extensiva. En este sentido, se consideraron publicaciones científicas y literatura “gris” sobre varios estudios de caso de ciudades en países con ingresos bajos-medios donde se llevan a cabo acciones de ACC y RRD.

Asimismo, todas estas acciones fueron evaluadas utilizando los criterios de impacto y factibilidad que también son utilizadas por la metodología del Cambio de Comportamiento (Booth, 1996; GreenCOM, 2000).

#### ***c) Determinar qué tipo de acciones de Reducción de Riesgos de Desastres (RRD) y Adaptación al Cambio Climático (ACC) son realizadas por las familias de Villa Coronilla***

Para poder identificar las acciones de ACC y RRD realizadas en Villa Coronilla se tuvo que recurrir a la base de datos conformada por la información de las 280 encuestas levantadas y a los grupos focales. En este sentido, se anotaron todas las respuestas correspondientes a cada una de las vulnerabilidades consideradas como ACC o RRD. El análisis de las mismas se basó en el trabajo de Smit et al. (2000) y UN-Habitat (2011) que explican que la adaptación al cambio climático debe ser entendida a partir de: a) estímulo relacionado al clima; b) la unidad de análisis: personas, sistemas, actividades, procesos, etc.; c) procesos y formas que toman las adaptaciones; d) ocurrencia relativa; y e) intención o propósito.

#### ***d) Determinar cuáles son los principales motivantes y/o barreras para la implementación o no-implementación de acciones de RRD y/o ACC en Villa Coronilla***

Para poder realizar este objetivo, se siguieron los siguientes pasos: a) se llevaron a cabo 5 sesiones con grupos focales de hombres y mujeres “hacedores” y “no hacedores” de acciones de ACC y RRD; y una entrevista a profundidad con un “no hacedor”, y b) se identificaron los “motivantes” y “barreras” para la adopción de acciones de ACC y RRD en base a los principios de Cambio de Comportamiento y Marketing Social (Booth, 1996; GreenCOM, 2000).

**e) Determinar en qué medida las acciones realizadas de RRD y/o ACC disminuyen el impacto negativo del CC en la economía familiar de Villa Coronilla**

A partir de los resultados del Objetivo Específico 1 (del impacto en la economía), y de los resultados del Objetivo Específico 3 (de la lista de acciones de ACC y RRD anticipatorias) se ha estimado el porcentaje del costo evitado por la realización de acciones anticipatorias en la economía anual familiar. De este modo, se pudo realizar una aproximación de la medida en que las acciones de ACC y RRD pueden disminuir el impacto negativo del CC en la economía de las familias

**IV. Resultados**

**4.1.. Determinar el impacto del CC en la economía familiar de las familias de Villa Coronilla**

Los resultados muestran que en general el impacto de los eventos climáticos extremos sobre las ocho vulnerabilidades sumadas puede llegar a afectar hasta un ~19% los ingresos anuales de los habitantes de Villa Coronilla. El resumen de resultados se presenta en la Tabla 1. Según las encuestas, las vulnerabilidades más frecuentes repercuten mayormente en los Negocios o Industrias (7,4 %), la Infraestructura de las viviendas y/o negocios (4,0%), y la Salud Familiar (2,8%). Por otro lado, las amenazas climáticas que más influyen en las vulnerabilidades fueron principalmente las temperaturas máximas y las lluvias con aproximadamente 23% de incidencia en ambos casos. Seguidamente, las temperaturas mínimas con un ~16 %, y finalmente los vientos con un 12%.

**Tabla 1. Resultados del impacto del CC en la economía familiar de las familias de Villa Coronilla de los eventos climáticos extremos sobre las vulnerabilidades ciudadanas. Estos resultados están expresados en porcentaje (%).**

	Temperatura		Vientos	Lluvias	Promedio
	Máxima	Mínima			
----- % -----					
Infraestructura	4,2	4,5	4,4	3,0	4,0
Negocio o Industria	9,8	4,6	3,1	12,0	7,4
Provisión de Agua	1,1	0,9	0,5	0,3	1,0
Servicio de Alcantarillado	0,7	0,1	0,0	1,3	0,5
Salud Familiar	3,4	2,7	2,1	3,0	2,8
Uso de Energía	1,2	0,7	0,0	0,0	0,8
Provisión de alimentos	1,8	1,3	1,0	1,3	1,3
Transporte	1,0	0,9	0,9	2,0	1,2
Sumatoria Total	23,2	15,7	12,0	22,9	18,5

**4.2. Determinar qué acciones de Reducción de Riesgos de Desastres (RRD) y Adaptación al Cambio Climático (ACC) tienen más impacto y son más factibles de realizar en Villa Coronilla.**

Las acciones de RRD y ACC se presentan en la Tabla 2, donde se especifica la fuente de información, el potencial sobre el problema y la factibilidad de implementar tales acciones. En ese sentido, las acciones de mayor impacto y más factibles de realizar serían evaluadas con puntajes de 1-3 para impacto y 1-3 para factibilidad. Siendo la puntuación de 3 la nota de mayor impacto y factibilidad, y 1 la menor.

**Tabla 2. Lista de acciones de ACC y RRD identificadas a nivel mundial para su adaptación en Villa Coronilla. Cada acción fue evaluada dependiendo a su impacto (I) y factibilidad (F)**

Acciones en Salud	I	F
-------------------	---	---

Establecer programas de nutrición familiar Ahorrar agua a través de estrategias que trabajen en la demanda y comportamiento de la población Modificaciones estructurales para tratar y cosechar agua de fuentes alternativas de agua Instalaciones para la cosecha de agua de lluvia para los inodoros Promoción de la higiene Desarrollar una línea base sobre la situación climática de las ciudades Iniciar evaluaciones de riesgo y vulnerabilidad Enseñar a la población habilidades básicas de supervivencia.	2	2
<b>Acciones en Energía como combustible e iluminación</b>	<b>I</b>	<b>F</b>
Cableado subterráneo Uso de focos ahorradores en las casas y calles Uso de paneles solares o molinos de viento Sistemas programados de iluminación en las calles Desarrollar una línea base sobre la situación climática de las ciudades Iniciar evaluaciones de riesgo y vulnerabilidad	1	1
<b>Acciones en Infraestructura</b>	<b>I</b>	<b>F</b>
Reconstrucción basada en la integración de actores sociales y en la seguridad Desarrollar una línea base sobre la situación climática de las ciudades Iniciar evaluaciones de riesgo y vulnerabilidad Incrementar la capacidad de absorción de los suelos	3	1
<b>Acciones en Negocios</b>	<b>I</b>	<b>F</b>
El capital bajo construcción debe ser diseñado para ser robusto a distintos regímenes climáticos El capital existente a largo plazo debe ser depreciado rápidamente para sustituirlo anticipadamente	1	1

#### 4.3. Determinar qué tipo de acciones de Reducción de Riesgos de Desastres (RRD) y Adaptación al Cambio Climático (ACC) son realizadas por las familias de Villa Coronilla

A continuación se presentan las acciones identificadas de ACC y/o RRD para mitigar o disminuir los efectos negativos de los eventos climáticos extremos en base a las ocho vulnerabilidades.

**Tabla 3. Lista de acciones de ACC y/o RRD realizadas por algunas familias en Villa Coronilla.**

Vulnerabilidad	Acción	Estímulo	Intención
Infraestructura	Mantenimiento de infraestructura como techos, canaletas, paredes, jardines antes de los eventos climáticos extremos.	Anticipatoria	Autónoma
Negocios o Industria	Acomodamiento del negocio a la oferta de bienes y servicios en relación al clima del momento.	Anticipatoria y Concurrente	Autónoma
Agua	Almacenamiento, ahorro, reciclaje y compra de agua. Mejoramiento de la calidad del agua	Anticipatoria y Concurrente	Autónoma
Alcantarillado	Prevenir el taponamiento del alcantarillado con residuos sólido y líquidos (grasas y aceites). Des-taponamiento por medio de SEMAPA o de manera personal del alcantarillado	Anticipatoria y reactiva	Autónoma
Salud familiar	Antes de la época de invierno modifica su dieta complementándola con vitaminas. Aplican medicina natural preventiva y curativa. Uso de ropa y accesorios adecuados según clima.	Anticipatoria y Concurrente	Autónoma
Uso de energía	Uso limitado de gas y energía eléctrica	Concurrente	Autónoma
Provisión de alimentos	Cultiva sus propias verduras o las consigue de otro lado que no sean el mercado Almacenan y conservan alimentos	Anticipatoria	Autónoma
Transporte	Uso de transporte y adecuación de vestimenta	Concurrente	Autónoma

#### 4.4. Principales motivantes y barreras para la implementación o no-implementación de acciones de RRD y/o ACC en Villa Coronilla

Los motivantes y/o barreras identificados durante el proceso de la investigación son los siguientes (Booth, 1996): a) disponibilidad y pertinencia de tecnologías adecuadas; b) políticas y leyes; c) antecedentes en conocimientos y habilidades, d) consecuencias percibidas, e) normas sociales percibidas, y e) habilidades percibidas.

La disponibilidad de tecnologías apropiadas es un factor importante para la implementación de acciones de ACC y RRD. En el caso de las familias de Villa Coronilla, el almacenamiento de agua durante los eventos extremos de sequía en tanques elevados o depósitos ha sido una opción accesible, fácil de implementar, compatible con la cultura de la gente y sobre todo provee un beneficio perceptible para las personas. Esta opción ha sido tomada por gran parte de los vecinos. Asimismo, aunque en mucha menor escala, la implementación de huertas urbanas es otra alternativa utilizada para contar con alimentos frescos en época de escasez y al mismo tiempo una terapia contra el estrés.

La carencia de políticas y leyes o en su defecto su no implementación, son barreras que afectan la adopción de comportamiento para la ACC y RRD de la población. Por un lado, no existen instrumentos políticos que promuevan estas acciones como ser la implementación de huertos urbanos, la reforestación, o la planificación sostenible del uso del suelo de Villa Coronilla. Por otro lado, el reforzamiento de políticas de seguridad ya existentes es precario. En este sentido el peligro de las pandillas que realizan acciones vandálicas no solamente atentan contra la seguridad de la ciudadanía, sino también contra el ornato público, o cualquier iniciativa de mejora del barrio.

Los antecedentes, que incluyen los conocimientos y la información, derivan en algunos comportamientos actuales de la gente. A pesar de que existe información relacionada a ACC y RRD por los medios de comunicación, como por ejemplo los pronósticos del tiempo que permite planificar las actividades diarias de varios hogares y negocios; existen otros canales de información como el proyecto de Bosques Urbanos y el mARTadero. Así, los conocimientos relacionados a los beneficios que traen los árboles son conocidos pero falta promover espacios que posibiliten realizar acciones concretas.

Los comportamientos que tienen consecuencias inmediatas son los más realizados por las personas (Booth, 1996). La gente ve que sus acciones son útiles y se sienten contentos con los resultados obtenidos. Por ejemplo, la implementación de tecnologías para el almacenamiento de agua trae una consecuencia y un beneficio a corto plazo. Por otro lado, las consecuencias percibidas pueden convertirse en factores de decisión para el cambio de comportamiento, especialmente si están relacionados a los pronósticos del clima y la afectación de sus actividades en el hogar y su negocio. También, varias familias pueden percibir las consecuencias positivas a mediano y largo plazo de las acciones de reforestación y de la implementación de las huertas urbanas.

Las Normas sociales percibidas en Villa Coronilla pueden actuar como barreras para la adopción de comportamientos de ACC y RRD. Por ejemplo, se considera como socialmente aceptable que la basura puede ser desechada en el lecho del río. También que el paradigma de desarrollo sea sinónimo de obras de cemento que impermeabilizan el suelo y que destruyen las áreas verdes. Justamente lo contrario a lo que años atrás se consideraba a Cochabamba como "Ciudad Jardín". Las habilidades percibidas se refieren al hecho de cuán competente y capacitada se sienta una persona para la adopción de un comportamiento (Booth, 1996). Por ejemplo, para contrarrestar el problema del alza de precios de los alimentos, algunas familias de Villa Coronilla han optado por la implementación de huertos urbanos. Sin embargo, a pesar de que tengan espacio adecuado, no todas las personas sienten que tienen las destrezas para poder instalar un pequeño huerto. Esto puede representar una oportunidad para implementar programas de extensión a la comunidad en la implementación de huertas urbanas como estrategias de ACC y RRD.

#### ***4.5. Determinar en qué medida acciones realizadas de RDD y/o ACC disminuyen el impacto negativo del CC en la economía familiar de Villa Coronilla***

Nuestros resultados sugieren que la disminución efectiva del impacto negativo en la economía familiar a causa de las acciones implementadas por las familias de Villa Coronilla puede llegar a aproximadamente 2%. La Tabla 4 muestra estas estimaciones.

**Tabla 4. Estimaciones de la disminución del impacto en la economía familiar debido a la implementación de acciones de ACC y RRD anticipatorias**

Vulnerabilidad	Acción	Estimulo	Disminución del impacto en la economía familiar
<b>Infraestructura</b>	Mantenimiento de infraestructura como techos, canaletas, paredes, jardines <b>antes</b> de los eventos climáticos extremos.	Anticipatoria	- 2,0%
<b>Negocios o Industria</b>	Acomodamiento del negocio a la oferta de bienes y servicios en relación al clima del momento.	Anticipatoria y Concurrente	- 0,2 %
<b>Agua</b>	Almacenamiento, ahorro, reciclaje y compra de agua. Mejoramiento de la calidad del agua	Anticipatoria y Concurrente	- 0,02 %
<b>Alcantarillado</b>	Prevenir el taponamiento del alcantarillado con residuos sólido y líquidos (grasas y aceites).	Anticipatoria y reactiva	- 0,01 %
<b>Salud familiar</b>	Antes de la época de invierno modifica su dieta complementándola con vitaminas. Aplican medicina natural preventiva y curativa. Uso de ropa y accesorios adecuados según clima. Cultivan sus propios alimentos.	Anticipatoria y Concurrente	- 0,1 %
<b>Uso de energía</b>	Uso limitado de gas y energía eléctrica	Concurrente	N/A
<b>Provisión de alimentos</b>	Cultiva sus propias verduras o las consigue de otro lado que no sean el mercado Almacenan y conservan alimentos	Anticipatoria	Tiende a 0
<b>Transporte</b>	Uso de transporte y adecuación de vestimenta	Concurrente	N/A
<b>Total</b>			<b>- 2,3%</b>

## V. Discusión

De forma general, los resultados sugieren que **el impacto sumado en las ocho vulnerabilidades puede llegar a afectar hasta el 19% de los ingresos anuales familiares.**

Nuestra **hipótesis fue parcialmente rechazada.** Esto porque si todas las familias de Villa Coronilla con apoyo de acciones del gobierno municipal, pondrían en práctica acciones de ACC y RRD en su conjunto, el impacto en la economía reduciría en la misma proporción del impacto económico alcanzado por los eventos extremos que es de 19%. Es decir, este impacto sería evitado. Pero los resultados sugieren que el porcentaje que se evita afectar, a causa de la implementación de ACC y RRD llega a 2%. Esto considerando que el 42% de la población tiene ingresos mensuales entre 1200 y 3000 Bs; el 26% de la misma tiene ingresos menores al sueldo básico nacional (1200 Bs.); ~22% de la población con ingresos entre 3001 y 5000 Bs.; y aproximadamente el 10% percibe ingresos mayores a 5000 Bs.

Se pudieron identificar acciones de ACC y RRD individuales y colectivas exitosas a nivel mundial las que se realizan en Villa Coronilla y de ese modo determinar cuáles son los motivantes y barreras más comunes para la adopción de las mismas. Aproximadamente 17 acciones de ACC y RRD fueron identificadas a nivel mundial siendo evaluadas por su impacto y su factibilidad para ser aplicadas en Villa Coronilla. Las más importantes incluyen: *establecer programas de nutrición familiar, modificaciones estructurales para tratar y cosechar agua de fuentes alternativas, reconstrucción basada en la integración de actores sociales y en la seguridad, incrementar la capacidad de absorción de los suelos, disponer capital para riesgos climáticos* (UN-habitat, 2011; Barlett, 2008; UN, 2007; Prasad, 2009; y Fankhauser et al., 1999).

Aproximadamente 12 acciones de ACC y RRD fueron identificadas en Villa Coronilla y fueron categorizadas por su estímulo o intención. Las más importantes incluyen: *mantenimiento de infraestructura; acomodación del negocio de acuerdo al estado climático; almacenamiento, ahorro, reciclaje y compra de agua; mejoramiento de la calidad de agua; prevención del taponamiento de alcantarilla; modificación de su dieta antes de época del invierno; cultivo de sus propias verduras y frutas; y almacenamiento y conservación de alimentos.*

Se pudo comprobar, como indican los autores UN-Habitat (2011), Satterthwaite (2008 y 2013), y el World Bank (2009, 2011, y 2012), que las **familias con ingresos económicos más bajos (menores al sueldo básico de 1200 Bs. mes-1) son aquellas cuyas economías son golpeadas más duramente por eventos climáticos extremos.** Por otro lado, familias con ingresos mayores presentan economías mucho más resilientes a los efectos del clima extremo.

**En Villa Coronilla, existe una ausencia sentida del Estado,** que está perdiendo de vista la importancia de atender necesidades básicas de la población, las cuales están estrechamente relacionadas con la capacidad de resiliencia frente al CC. El tema del alcantarillado, restricciones de capital para contrarrestar desastres, la seguridad ciudadana, falta de áreas verdes, y la inexistencia de centros de salud accesibles entre otros factores son agudizados por los efectos negativos del CC.

**El costo de la ACC y RRD cae sobre los hombros de las familias y no es asumido por el municipio.** Haciendo una rápida estimación, y considerando que 800 familias reciben un ingreso promedio entre 1.200 y 3.000 Bs. al mes, con una afectación climática de casi el 20% anual; obtendremos gastos económicos entre 192.000 Bs y 480.000 Bs anuales en términos de ACC y RRD. En otras palabras, esto significa que las familias de Villa Coronilla están gastando alrededor de medio millón de bolivianos anualmente por un costo, que en este caso los gobiernos municipales deberían ayudar a alivianar. En cambio, el municipio ha castigado a Villa Coronilla negándole asignar recursos de participación popular por un tiempo de 13 años.

**Los temas de ACC y RRD deben ser de competencia municipal.** Esta capacidad de gobernanza adaptativa debe ser demostrada en Villa Coronilla con las características que Hordoy y Romero (2011) identifican: descentralizada, transparente, sensible & flexible, participativa & inclusiva, y de apoyo.

El crecimiento y el desarrollo de Villa Coronilla debe ser concebido bajo nuevos códigos de urbanismo que hagan frente a las amenazas climáticas constantes que pueden terminar en desastres ambientales. Estos códigos deben incluir una regulación efectiva del uso del suelo.

En este sentido, en el proceso continuo de consulta a las familias de Villa Coronilla, se propusieron instrumentos políticos municipales para incrementar la resiliencia de las familias y su economía frente a la amenaza constante del CC. Estos fueron organizados principalmente en base a Satterthwaite (2007), Booth (1996), y GreenCOM (2000): a) *Políticas para construir un buen nivel de gobernanza*, que incluyen que Villa Coronilla sea parte de la Planificación Operativa Anual del municipio para la asignación de recursos, y la implementación de nuevos códigos de urbanismos que incluyan una reglamentación clara del uso del suelo; b) *Implementación de Tecnologías e Infraestructura adecuada*, que incluyen el cambio del sistema de alcantarillado y la mejora del drenaje, la creación de más áreas verdes y la re-forestación urbana, y espacios adecuados para

impartir programas de nutrición familiar y cultivos en huertas urbanas; y c) *Fortalecimiento de capacidades locales y servicios municipales* como ser la re-institucionalización de la representatividad local, provisión de agua en épocas secas, implementación de instituciones financieras, implementar un centro de salud, implementación de un sistema de alerta temprana, atención inmediata de desastres, implementación de programas, y el mejoramiento de la seguridad ciudadana. Estas ideas y propuestas pueden ser también ajustadas y replicadas en otras ciudades en constante crecimiento del país.

## VI. Bibliografía

- Andaluz Antonio, Derecho ambiental, propuestas y ensayos, Centro de Publicaciones UPSA, Santa Cruz de la Sierra, 2da. Edición, 2003.
- Alam M. y G. Rabbani, 2007. Vulnerabilities and responses to climate change for Dhaka. Environment & Urbanization Copyright © 2007 International Institute for Environment and Development (IIED).
- Bartlett Sheridan, 2008. Climate change and urban children: Impacts and implications for adaptation in low- and middle-income countries. Human Settlements Discussion Paper Series. Theme: Climate Change and Cities – 2. IIED.
- Barnett, Jon, and Saffron O'Neill. "Maladaptation." *Global Environmental Change* 20.2 (2010): 211-213.
- Booth E., 1996. Starting with Behavior: A Participatory Process for Selecting Target Behaviors in Environmental Programs. GreenCOM.
- Center for Global Development, 2013. Mapping the Impacts of Climate Change. Virtual map available on: <http://www.cgdev.org/page/mapping-impacts-climate-change>.
- CEPLAG, CIUF/CUD, DVLP, Universidad Católica de Lovaina, Instituto de Ciencias Sociales, y Universidad de Liege. 2009 – 2012. Nuevas Dinámicas en la Migración Cochabambina: Trayectorias, Reconfiguraciones Familiares, y Transnacionalismo.
- Cruz, D.; F. Canedo; H. Gruberg; F. Luján; C. Pérez y E. Zelada. 2012. Cambio Climático y Políticas Municipales. Acciones en las comunidades de Aiquile, Challapata y Padcaya. Fundación Gaia Pacha, PIEB, DANIDA. La Paz.
- EAWAG/SANDEC. Desinfección Solar del Agua. Guía de aplicación. 2003. Lima En [http://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente\\_material/manual\\_s.pf](http://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente_material/manual_s.pf).
- Dixon, Jane M., et al. "Functional foods and urban agriculture: two responses to climate change-related food insecurity." *New South Wales Public Health Bulletin* 20.2 (2009): 14-18.
- Fankhauser, Samuel, Joel B. Smith, and Richard SJ Tol. "Weathering climate change: some simple rules to guide adaptation decisions." *Ecological economics* 30.1 (1999): 67-78.
- Fernandez-Valderrama Luz y C. Ureta, 2013. Vivienda y Entornos Saludables: Un Modelo para la regeneración de Barrios en Cochabamba, Bolivia. Proyecto conjunto entre la Universidad de Sevilla, la Universidad Mayor de San Simón, y el proyecto mARTadero. Link al documento:[http://www.sextocongresocud.es/wpcontent/uploads/2013/03/vicongresocud2013\\_submission\\_251.pdf](http://www.sextocongresocud.es/wpcontent/uploads/2013/03/vicongresocud2013_submission_251.pdf).
- Gill S., J. Handley, A. Pauleit, 2007. Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure. *Built Environment*, Volume 33, Number 1, 13 March 2007 , pp. 115-133(19).
- Goodchild M., B. Parks, y L. Steyaert, 1993. Environmental Modeling with GIS. Oxford University Press.
- GreenCOM, 2000. Environmental Communication & Education for a Sustainable World. Academy for Educational Development.
- Google. (2013) Google Earth (Versión 7.1.2.2041) [Computer program]. Available at [http://www.google.com/earth/download/ge/...](http://www.google.com/earth/download/ge/)
- Gruberg, H.; H Augstburger y R. López, 2009. El tiempo se está cansando: Percepciones del Cambio Climático. Fundación Gaia Pacha. Cochabamba.
- Hardoy J., P. Romero., 2011. Latin American cities and climate change: challenges and options to mitigation and adaptation responses. *Environmental Sustainability* 2011, 3:158–163.
- Honorable Alcaldía Municipal de Cochabamba (HAM), 2013. Información del Distrito 10 Adela Zamudio. Link a la página: <http://www.cochabamba.gob.bo/Comunas/Zamudio/distrito10>

- Hunt A. and P. Watkiss, 2011. Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature. *Climatic Change*. January 2011, Volume 104, Issue 1, pp 13-49.
- IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IIED, 2007. Adapting to Climate Change in Urban Areas: The possibilities and constraints in low- and middle-income nations. Human Settlements Discussion Paper Series: Theme: Climate Change and Cities. Acceso al documento: <http://www.iied.org/HS/topics/accc.html>; it can also be accessed direct at [www.iied.org/pubs/display.php?o=10549IIED](http://www.iied.org/pubs/display.php?o=10549IIED). International Institute for Environment and Development.
- Krejcie Robert y Daryle Morgan, 1970. Determining Sample Size for Research Activities. *EDUCATIONAL AND PSYCHOLOGICAL MEASUREMENT*. 1970, 30, 607-610. Disponible en: <http://opa.uprrp.edu/InvInsDocs/KrejcieandMorgan.pdf>
- Kithia Justus, 2011. Climate change risk responses in East African cities: need, barriers and opportunities. *Environmental Sustainability*. Volume 3, Issue 3, May 2011, Pages 176–180.
- Ledo C., 2010. Contaminación ambiental y pobreza en Bolivia: El caso de la periferia sur de Cochabamba. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais - Número 18 - Dezembro/2010*.
- Los Tiempos, 2006. Villa Coronilla gana un mARTadero; hay acuerdo. Por Redacción Central - Los Tiempos - 15/07/2006
- MARTadero, 2013. Proyecto mARTadero. Link: <http://www.martadero.org>
- Mary Marczak, y Meg Sewell. 2013. USING FOCUS GROUPS FOR EVALUATION. *Cyfernet Evaluations*. University of Arizona. Link disponible en: <http://ag.arizona.edu/sfcs/cyfernet/cyfar/focus.htm>
- McCarney, P., H. Blanco, J. Carmin, M. Colley, 2011: Cities and climate change. *Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*, C. Rosenzweig, W. D. Solecki, S. A. Hammer, S. Mehrotra, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 249–269.
- Moser C. and D. Satterthwaite, 2008. Towards Pro-poor adaptation to Climate Change in the Urban Centres of Low- and Middle- Income Countries. *Global Urban Research Centre Working Paper #1*. The University of Manchester, United Kingdom.
- Mukheibir P. and G. Ziervogel. Developing a Municipal Adaptation Plan (MAP) for climate change: the city of Cape Town. Published in *Environment & Urbanization* Vol. 19, No. 1, April 2007.
- NOAA y NWS, 2013. Storm Prediction Center. Link disponible en: <http://www.spc.noaa.gov/>.
- Opinión, 2013. Cultura y solidaridad impulsan el desarrollo de Villa Coronilla. *Diario de circulación Nacional*. Edición impresa del 9 de Septiembre de 2013.
- PNUD, 2011. Tras las huellas del Cambio Climático. Adaptación en Agua y Seguridad Alimentaria. Documento de Reporte Técnico. La Paz.
- Prensa.com. 2010. Cosechar agua de lluvia? En <http://mensual.prensa.com/mensual/contenido/2010/08/21/hoy/vivir/2304336.asp>
- Proyecto Bosques Urbanos de Cochabamba, 2013. Bosques Urbanos Cochabamba. Link: <http://bosquesurbanos.wix.com/bosquesurbanos#!elproyecto/csgz>. Fundación Gaia Pacha.
- Prasad, Neeraj. Climate resilient cities: a primer on reducing vulnerabilities to disasters. *World Bank-free PDF*, 2009.
- Ramirez Eliana, 2013. Entrevista individual sobre la situación del barrio de Villa Coronilla con la Coordinadora de Acción Urbana del mARTadero. Fecha: 27 de Agosto de 2013.
- Revi A., 2008. Climate change risk: an adaptation and mitigation agenda for Indian cities. *Environment and Urbanization*. 2008 20: 207. DOI: 10.1177/0956247808089157. Disponible en: <http://eau.sagepub.com/content/20/1/207>
- Satterthwaite D., 2008. Climate Change and Urbanization: Effects and Implications for Urban Governance. UNITED NATIONS EXPERT GROUP MEETING ON POPULATION DISTRIBUTION, URBANIZATION, INTERNAL MIGRATION AND DEVELOPMENT Population Division Department of Economic and Social Affairs United Nations Secretariat New York, 21-23 January 2008.

- Satterthwaite D., 2013. Eight (8) points on financing climate change adaptation in urban áreas. International Institute for Environment and Development (IIED). Link: <http://www.iied.org/8-points-financing-climate-change-adaptation-urban-areas>
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), 2013. Información histórica de datos climáticos desde el 2012 hasta Junio 2013: Precipitación, Vientos, y Temperaturas. Estación de El Aeropuerto y zona Jaiwaico.
- Smit B., I. Burton, R. Klein, y J. Wandel. 2000. An Anatomy of Adaptation to Climate Change and variability. Climatic Change. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. ." Climatic change 45.1 (2000): 223-251. Disponible en: En <http://media.cigionline.org/geoeng/2000%20-%20Smit%20et%20al%20-%20An%20Anatomy%20of%20Adaptation%20to%20Climate%20Change%20and%20Variability.pdf>
- Tanner T., T. Mitchell, E. Polack, y B. Guenther, 2009. Urban Governance for Adaptation: Assessing Climate Change Resilience in Ten Asian Cities. IDS WORKING PAPER 315. Disponible en: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2040-0209.2009.00315\\_2.x/pdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2040-0209.2009.00315_2.x/pdf).
- United Nations expert group meeting on population distribution, urbanization, internal migration and development" (2007)
- UN-HABITAT, 2011. Global Report on Human Settlements 2011. Cities and Climate Change. United Nations Human Settlements Programme. United Nations Human Settlement Programme. London, Earthscan
- USGS, 2013. United States Geology Survey. Landsat Archives. [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov).
- World Bank, 2009. Climate Resilient Cities: A primer on Reducing Vulnerabilities to Disaster. Disponible en: [http://siteresources.worldbank.org/INTEAPREGTOPURBDEV/Resources/Primer\\_e\\_book.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTEAPREGTOPURBDEV/Resources/Primer_e_book.pdf)
- World Bank, 2011. Cities and Climate Change: Responding to an Urgent Agenda. Volume 1. Washington D.C.
- World Bank, 2012. Cities and Climate Change: Responding to an Urgent Agenda. Volume 2. Washington D.C.

## **5. Evaluación y construcción de indicadores de resiliencia al cambio climático en la economía familiar de cinco comunidades del municipio de Inquisivi**

E. Veliz, G. Benavidez, F. Calle

### **Resumen**

El Municipio de Inquisivi se encuentra ubicado en la zona de los valles interandinos del departamento de La Paz, Cuenta con una gradiente altitudinal y climática muy diversa, lo que también permite una alta diversificación en su producción. En estos últimos tiempos según la percepción de la comunidad, el clima ha tenido modificaciones en su presentación, siendo esta situación la que causa dificultades económicas en las familias. Estos factores han sido motivo de análisis, porque las comunidades desde tiempos ancestrales continúan con un proceso de adaptación a las modificaciones climáticas y que en base a prácticas de resiliencia ancestrales como el Ayni, Minka, que aun tienen una alta vigencia en las comunidades estudiadas, viene superando esta problemática. El presente estudio se realizó en cinco comunidades de Inquisivi (Quincusuyo, Yamora, Sita, Ventilla, Machacamarcá), las cuales estuvieron estratificadas, y se identificaron los indicadores económicos que pueden ser considerados como una guía en la planificación del territorio, ya que las mismas son las respuestas naturales de las familias ante los eventos climáticos, desde un punto de vista del manejo económico. Las familias en el desarrollo de sus actividades tienen una alta resiliencia en la zona, pues uno de los factores más importantes identificados en las prácticas locales, es la estructura de comunidad, la disponibilidad de recursos naturales, la variabilidad de la producción ya sea para comercialización o para el autoconsumo. La forma de resiliencia se torna compleja en la zona, así como la diversidad de la producción. Un aspecto importante que se ha determinado es el uso y la fertilidad de la tierra a través de la rotación de cultivos para lograr una mayor fertilidad del suelo, y es que en este mismo aspecto se viene adaptando la producción de arveja, como respuesta a las contingencias económicas que afrontan las familias, por representar como un cultivo de alto retorno y baja inversión en su producción.

*Palabras claves:* indicadores de resiliencia, factores que inciden en la economía familiar, estrategias de resiliencia.

### **I. Introducción**

La producción agrícola es de una gran diversidad, por la gran amplitud altitudinal registrada en el Municipio de Inquisivi, la misma que varía desde los 1700 msnm hasta los 3000 msnm, rango en el que se puede desarrollar una gran variedad de productos agrícolas, de los que se puede mencionar, mango, naranja, mandarina, palta, coca, Walusa, maíz, trigo, locoto, haba, zapallo, durazno, arveja, papa, entre los principales productos de significancia económica, y algunas otras hortalizas de consumo familiar.

Así como varía el clima en estas zonas, también los suelos se caracterizan por ser muy poco profundos a profundos, en pendientes escarpadas a muy escarpadas de textura franco arenosas a franco arcillosas con alta presencia de grava y piedras. La erosión y la pérdida de materia orgánica superficial de los suelos de tierras cultivables se constituyen en la principal preocupación de las comunidades debido a la pendiente, las fuertes lluvias y la escasa vegetación. La presencia de la erosión es muy significativa, se estima una pérdida de 51 a 100 Tn/ha/año, la cual no tiene un manejo eficiente para poder contrarrestar estos eventos.

## II. Objetivos

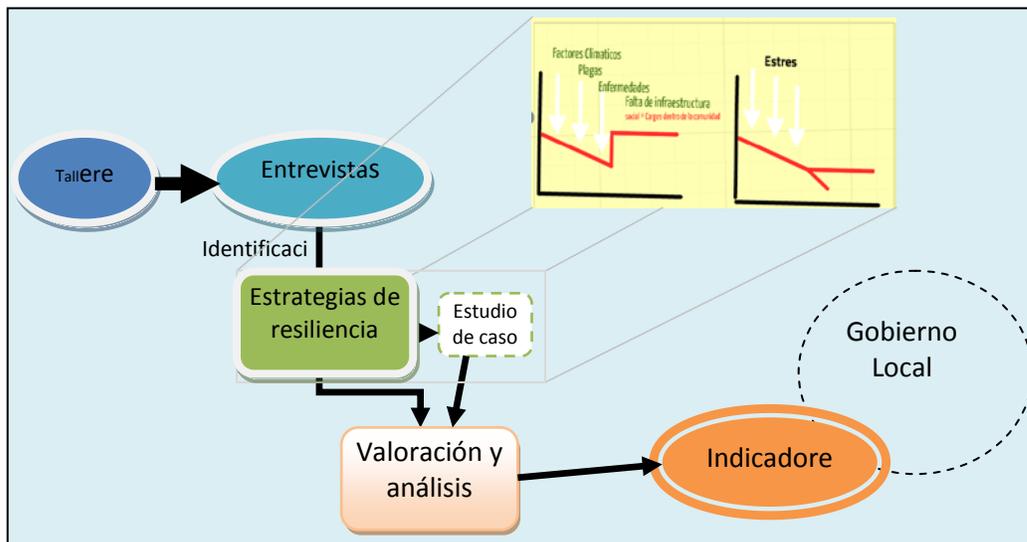
Desarrollar e identificar la aplicación de indicadores locales de resiliencia al cambio climático de la economía familiar, en cinco comunidades del municipio de Inquisivi del departamento de La Paz.

## III. Métodos y materiales

La investigación desarrollada es del tipo exploratorio donde se recogió información a partir de la realización de talleres, y donde se pudo extraer de manera sistemática la información. Se unieron en este propósito criterios en los que las autoridades participantes estuvieron con la predisposición de poder colaborar con información más precisa sobre temas de factores adversos que enfrentan las familias, sobre todo cuando estas se encuentran en situación difíciles por efecto de eventos extremos referidos al clima, y que repercuten en la economía de sus hogares.

Se llevaron a cabo cinco talleres en los cantones de Inquisivi, Capinata, Sita y Locotani, en los cuales se pudo extraer información referente a factores adversos que presenta la zona con referencia a los cambios climáticos, además de poder interpretar las lógicas que mueven al productor de la zona para poder utilizar características importantes dentro del municipio y con respecto a otros.

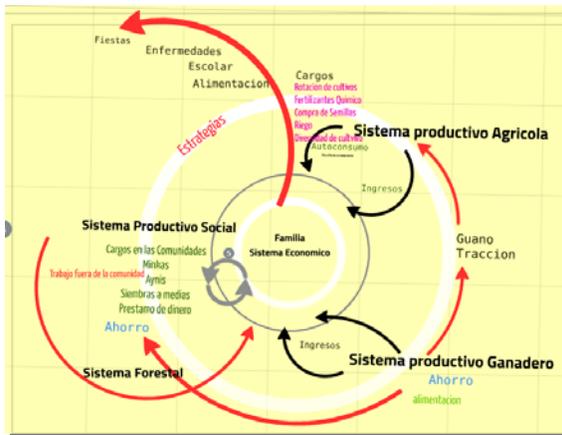
Así mismo fue importante y relevante que los aspectos de la investigación tuvieron un carácter exploratorio y descriptivo, del cual se rescató un análisis sobre las alternativas que se adopten y las alternativas viables de ser adoptadas, las mismas que puedan ser una guía para la adopción de políticas productivas que fortalezcan a los gobiernos locales y autoridades originarias.



## IV. Resultados

### 4.1. Sistema económico local

El sistema de producción local en el valle de Inquisivi se encuentra muy relacionado con los diferentes pisos ecológicos de la zona, por lo que los mismos le dan al productor y las familias a adoptar formas de interpretar su espacio en base a un conocimiento local, los cuales se encuentran también relacionados con el mercado local. Este es uno de los motivos por los cuales los diferentes sistemas de producción coadyuvan para poder crear alternativas resilientes a eventos extremos, los mismos que se manifiestan y afectan a los cultivos de valiosa importancia económica para las familias de estas comunidades.



El sistema de producción agrícola es la principal base para la generación de ingresos económicos que coadyuvan al sustento familiar, los cuales han tenido cambios positivos en los últimos años y como consecuencia de ello se tiene la introducción de sistemas de riego que han posibilitado a las familias no depender del factor lluvia, y que por causa de su variación limita la producción local de las comunidades, pero al mismo tiempo en estos últimos años, dicha estrategia ha perdido efectividad, ya que los recursos naturales de riego con los que se

cuentan en cada territorio comunitario, están sufriendo mermas en los caudales disponibles para la agricultura. El sistema está complementado por la producción ganadera (ovinos, equinos, camélidos, vacunos, ) que depende principalmente de la disponibilidad de mano de obra familiar, y no tenga una dependencia con sistemas de otros territorios, teniendo una alta relación con la producción agrícola. Este sistema es el de ahorro del productor, y su venta está condicionada como una de las últimas opciones para la recuperación de la economía familiar (señalar el uso del estiércol en la agricultura).

El sistema social de ingresos económicos está dado principalmente por la venta de la fuerza de mano de obra a otras comunidades, y también dentro de ello poder recuperarse económicamente (resiliencia). Otra actividad claramente descrita en las comunidades, es la permanente migración temporal para vender su fuerza de trabajo dirigida principalmente a la cosecha de coca, naranja, arroz, actividades que se realizan principalmente en los Yungas paceños.

#### Cultivos más importantes en las comunidades de estudio:

Yamora (Valle Alto)	Quincusuyo (Valle alto)	Machacamarca; Ventilla (Valle bajo)	Comunidad Sita (Valle medio)
Forestal (eucalipto) Papa Maíz Zapallo	Maíz Trigo Papa Poroto Oca arveja	Papa Zapallo Maíz Locoto Palta Vaina Racacha	Durazno Papa Maíz Trigo Poroto Arveja

Elaboración en base a talleres

#### 4.2. Factores que inciden en la economía de las familias

Muchos de estos factores que inciden en la economía familiar han convivido con las comunidades sin causar un daño económico significativo. Esta situación se ha venido modificando hasta causar un daño económico considerable, por ejemplo si la arveja no se cuida del ataque de las aves, esta es posible que se pueda perder tan solo en un día, por tanto la dedicación de la familia entera es muy exigente, o en caso del ataque de la P'utira enfermedad fúngica en las *Solanaceas*, principalmente en la papa, puede acabar en un par de días con el cultivo, si el productor no tiene el cuidado de atenderlos con fungicidas, de modo que estos factores que si bien antes no ocasionaban problemas, ahora se han convertido en verdaderas plagas para la producción y, por tanto, tienen una consideración bastante exigente para las familias.

Respecto a los factores climáticos, la alteración en sus patrones de la normalidad, (lluvias, sequías especificar) las mismas han traído como consecuencia provocar el aumento de las plagas y enfermedades que atacan a los cultivos, las cuales se describen en el siguiente cuadro.

#### Factores relacionados a cambio climático que influyen en la economía familias

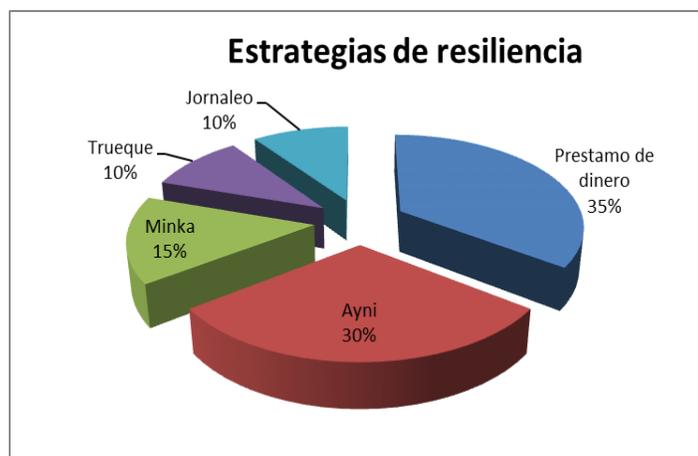
	Climático	Precipitaciones Insolación	No causaba daño económico	Aumento con efectos sobre el ganado, y erosión de terrenos.	Ataca a todos los cultivos, pero con alta sensibilidad en la papa. Las altas precipitación afectan a la mortandad de animales.
	Plagas y enfermedades	Pútila (fitofora) Gorgojo Saja () Cochinilla ( <i>Planococcus citri</i> )	No existía Había Había No había	Existe Con incremento Aumentado Existes con incremento	Produce necrosis en las estructuras vegetativas de las plantas. Grano y verde del grano (especificar) La cochinilla afecta a toda la estructura de los cítricos.
	Fauna	Sari ( <i>Dasyprocta punctata</i> ) Conejo (liebre)	Había	Aumentó	Todos los cultivos
	Climáticos	Granizos Calor Sequia viento	Existía	Aumentaron en su frecuencia, y su daño	Afecta a todos los cultivos
	Fauna	Cocota, Perdiz, Tarajchi Sajke, Loro, Cochicho Sari, Conejo de monte, Raton	Había sin causar ningún tipo de daño en los cultivos	Aumentó y empezaron a causar daño económico	Afecta a cultivos como: Zapallo Racacha Wualusa
	Plagas y Enfermedades	Ticono, Hormiga, Saja, Putira  Yaja, Casawi, Muchi broca, Mosca	Había  Había	Aumentó	Afecta a cultivos: Maíz, afectado en el fruto Arveja, Haba, Poroto (raíz, hoja)
	Climático	Altas Precipitaciones Insolación o altas temperaturas Sequias vientos	Existía con poca frecuencia	Aumentó con efectos perjudiciales	A todos los cultivos con alta sensibilidad en la papa. El viento afecta principalmente a las zapallos
	Plagas y Enfermedades	Putira Gorgojo Saja Cochinilla tierra	No existía Había Había No había	apareció Aumentado Aumentado Si hay	Negrea la planta Grano y verde del grano Comen la hoja Cítricos
	Fauna	Sari, Tejon, Pajaros, Venado, Palomas, Chancho Zorro, Osos, Águilas, Condor Puma,	Había y no causaba daño significan te	Aumentó el ataque a los cultivo	Todos los cultivos  A todos los animales pequeños Que poseen

Elaboración en base a talleres

### 4.3. Estrategias de resiliencia de las familias

Las Familias ante las adversidades y problemáticas descritas anteriormente, en la búsqueda de satisfacer las necesidades de la familia, ha optado principalmente por el préstamo de dinero como

una forma de resiliencia y de recuperación económica de primera línea (inmediata), la misma que está condicionada principalmente a un relacionamiento familiar entre los prestatarios, siempre y cuando tenga la familia un respaldo sobre qué préstamo, como la tenencia de animales, o una cosecha comprometida.



El Ayni<sup>15</sup> es una actividad de reciprocidad, muy utilizado en la zona (30%), es una de las estrategias para conseguir o volver más eficiente el trabajo en ámbito agrícola, principalmente dando apoyo de mano de obra para la cosecha y la siembra, es una práctica originaria utilizada entre las familias. La minka es otra de las formas aún practicada en la zona, la misma que viene a ser la adquisición de bienes ya sea de valor monetario en efectivo o en especies, asimismo le da al productor la posibilidad de poder subsanar el déficit económico de las familias. Mientras que el trueque, aún funciona en una proporción pequeña (en la figura esta 10%), principalmente para través del intercambio de productos alimenticios y para el consumo local de las familias. Ocurre principalmente con productos que tienen un bajo precio en los mercados, y finalmente, en un número más reducido, se encuentra la migración temporal para el desarrollo de trabajos remunerados en otras localidades, como parte del aporte económico dentro del hogar.

#### 4.4. Los indicadores de resiliencia

Las estrategias identificadas en el presente estudio permitieron observar que los principales indicadores económicos que se manifiestan como actividades de resiliencia de las familias, se encuentran condicionadas al acceso de agua en sus comunidades, por ej. la producción de arveja que no es un cultivo tradicional, pero por su buena rentabilidad, esta es adoptada por las familias, las practicas ancestrales de reciprocidad como el ayni, la Minka, y el préstamo de dinero entre parientes, que si bien es una práctica común, esta se intensifica cuando existe problemas en las familias.

Es evidente que el tema de resiliencia en la economía de las familias campesinas tiene características complejas y no es posible manejar de manera sencilla, o ser interpretadas como indicadores especiales, sino más bien por la gran complejidad de factores que intervienen, como por ej. El número de integrantes en cada familia, hace que sus esfuerzos, para poder paliar la escasez económica después de eventos extremos, hace que la reacción de recuperación sea casi

<sup>15</sup> El AYNi es un sistema económico-social que las culturas aymaras y quechuas practican hasta hoy en día para vivir en armonía y equilibrio en bien de la comunidad. En este sistema hay un compromiso con la comunidad de trabajo recíproco y complementario que aún es usado en el trabajo agrícola donde varios miembros de la comunidad siembra las tierras de un compañero junto con este y este compañero debe pagar su AYNi sembrando las tierras de las personas que trabajaron junto a él sembrando las suyas, no es una ayuda o un trabajo voluntario sino una obligación con la comunidad, es así que los indígenas aymaras y quechuas se sienten muy identificados con este tipo de trabajo y lo practican en varias esferas de su vida, detrás de todo "trabajo comunitario" se sigue practicando el AYNi como hace décadas ya sea en la ciudad o en el campo, por mestizos o indígenas originarios. **V. Rivero 2011** <http://www.aynibolivia.com/fair.trade/es/content/11-el-ayni>

inmediata, para ello una de sus mejores opciones es la venta de su mano de obra en las zonas de cultivo de coca; entre otras también tenemos la aplicación de prácticas de reciprocidad, estabilidad de los recursos naturales (cultivos?), y el acceso a los mercados. Otra medida en la cual se basa la resiliencia es el préstamo de dinero entre familiares productores que presentan dificultades económicas por las causas señaladas.

Una de las estrategias descritas como indicador, es la producción de arveja, cultivo alentador para las familias, que de acuerdo a los datos registrados, esta se produce en una superficie promedio de 0,6 Ha/familia (indicar qué comunidades ya que abajo se mencionan promedios menores). Para las familias es un cultivo bastante simple, pero el cual se ha convertido en un cultivo exigente sobre todo en la época de cosecha, ya que el mismo debe ser protegido de la plaga de las aves silvestres, las cuales hasta hace poco tiempo atrás no significaban problema serio como lo es ahora. La característica importante del cultivo es que este es de muy poca inversión de capital. En los valles bajos como las comunidades de Ventilla y Machacamarca, la siembra de este cultivo es baja llegando a 0,25 ha, mientras que en la comunidad de Sita se da en un promedio de 0,125/ha. El cultivo está condicionado principalmente a la disponibilidad de agua, que es más reducida en estas zonas, pero aun así el cultivo se torna importante para las familias, ya que en algunos casos se está cultivado en forma mixta, es decir sobre superficies de las plantaciones de durazno, considerando que es una alternativa para mejorar la fertilidad del suelo, razón por la cual se estima un aumento de un 20% en la producción de durazno, posterior a la siembra de la leguminosa. En la zonas de los valles altos la producción de arveja se vuelve más importante porque son poblaciones donde la mayoría de los productores son de edad muy avanzada, por tanto los trabajos pesados como la siembra de papa, es una actividad que se va reduciendo.

## **V. Discusión**

La identificación de la resiliencia es una decisión tomada en base a los recursos disponibles, en tanto las prácticas ancestrales vigentes, y otros elementos como el préstamo de dinero, el trueque, son elementos que condicionan la toma de decisiones de las familias para poder acceder a una recuperación económica. También podemos señalar que la protección del recurso agua, infraestructura de acceso, y el manejo de la fertilidad del capital de la tierra, son elementos que posibilitan la resiliencia de las familias, las cuales están condicionadas a la posibilidad de cambio de estrategia, como el cultivo de leguminosas, estrategia de resiliencia establecida por los comunarios en vista de mejores resultados obtenidos en su producción, o como aquellos logrados en las parcelas de durazno con un incremento de un 20%. También es importante ver que las prácticas de reciprocidad y solidaridad (ayni Minka) entre familias son cualidades de resiliencia muy bien adecuadas en las familias, las mismas que permiten una mayor resiliencia de las familias en la comunidad.

Las entidades territoriales deberán considerar que las acciones de planificación deben apuntar a poder fortalecer estas prácticas de resiliencia en las familias de las comunidades que las adoptan como una forma de poder satisfacer las necesidades productivas del municipio. El núcleo familiar es todavía la unidad de análisis del desarrollo. La migración es uno de los males que está condicionado a la falta de espacio para seguir creciendo en tierra cultivable, y también la preservación de los recursos naturales como fuente de capital.

Las familias que salen de la comunidad a vender su mano de obra, es un indicador que demuestra que estas familias están pasando una alta necesidad económica, en tanto el ganado continúa siendo un respaldo económico, con menos vulnerabilidad que los cultivos, y con el cual la familia puede ser sujeto de crédito local, y su aplicación en las comunidades es bastante sólida.

Si bien el área forestal es parte de los ingresos familiares, este es más considerado como un ahorro que es aprovechado cada 5 años, aunque estos solo se dan en ciertos niveles del cantón de Inquisivi. sin embargo tiene algunas consideraciones negativas, por ejemplo desplazar áreas nativas de especies forestales, lo cual crea un desequilibrio en la fauna. Este aspecto que coincide con el incremento de aves silvestres que se han convertido en una plaga para los cultivos

agrícolas. También existen otros efectos colaterales por efecto de la actividad forestal introducida, que es un análisis que vienen realizando la unidad técnica productiva del municipio.

La diversificación de cultivos sigue siendo una estrategia interesante, pero se debilita con el tiempo disponible que demanda a los productores, es decir la dedicación del tiempo utilizado para un cultivo se prolonga demasiado por efecto de las plagas que pueden afectar a la producción, teniendo como efecto una merma en la diversidad de la producción familiar.

## **VI. Bibliografía**

SEMTA (2012) Plan de desarrollo Municipal del Municipio 2012-2015, Gobierno autónomo municipal de Inquisivi - Semta,

GMAI (2012). Plan de acción Ambiental 2012, liga de defensa del medio ambiente- Semta- Gobierno Autonomo Municipal de Inquisivi.

INE (2008), "Superficies Cultivadas, producción y rendimiento"

CIDES Umbrales (2012) "Revista del postgrado de la ciencia y el desarrollo" CIDES-UMSA N°23

Rivero, V (2011) <http://www.aynibolivia.com/fair.trade/es/content/11-el-ayni>

## 6. Tecnologías para la adaptación y mitigación del cambio climático aplicadas a la producción de almácigos y su efecto en la calidad de plántulas de ají (*Capsicum pendulum Willd*) en el municipio de Padilla, Chuquisaca

S. Serrudo<sup>16</sup>, J.P. Vedia<sup>1</sup>, R. Rejas<sup>17</sup>, R. Ramírez<sup>18</sup>, D. Cabrera<sup>3</sup>, B. Beramendi<sup>3</sup>, A. Cabrera<sup>3</sup>.

### Resumen

En el Municipio de Padilla, una de las principales zonas productoras de ají en el país, los efectos conocidos del cambio climático en los últimos años se sienten con mayor magnitud. Esto se debe a que generalmente la producción se desarrolla en sistemas abiertos, expuestos al clima y dependientes de su comportamiento, sea para tener éxitos productivos, o por los efectos negativos que se manifiestan. Particularmente en la producción de almácigos de ají, la mayor preocupación se ha centrado en las pérdidas (parciales o totales) por causa de las granizadas, heladas tardías o la sequía, debido a su frecuencia y magnitud, las mismas que tienen una gran connotación en la reducción de las capacidades productivas y por sus disímiles efectos en la economía de las familias involucradas en esta actividad.

El objetivo del proyecto de investigación fue evaluar e identificar los mejores medios tecnológicos resilientes al cambio climático, aplicadas a la producción de almácigos y en el cual se obtenga la mejor calidad de plántulas de ají.

El experimento se realizó en la comunidad de San Julián Alto del municipio de Padilla. La base organizacional para desarrollar procesos participativos de investigación-acción, operó a través de la conformación y funcionamiento de un Comité de Investigación Agrícola Local (CIAL). En base a un diseño experimental, los tratamientos se sometieron en un factorial (2x3) con arreglo en parcelas divididas, distribuidas en bloques completamente al azar con tres repeticiones, donde el factor de la parcela principal fue la aplicación de dos sistemas de producción (en invernadero y campo abierto) y en la subparcela 3 se utilizaron métodos de siembra (en multicelda, en surco y al voleo). Los resultados han demostrado que existieron diferencias significativas entre los tratamientos. La mayor altura y grosor de tallo, se obtuvo en el sistema de producción bajo invernadero, con promedios de 19,44 cm y 2,21 mm, en tanto a campo abierto, las respuestas fueron más bajas con 13,44 cm y 2,14 mm respectivamente, y el mejor método de siembra para la producción de plántulas de calidad fue en multicelda, logrando una altura de 17,5 cm y grosor de tallo de 2,5 mm. Los menores valores obtenidos fueron al voleo, con 16,3 cm y 1,71 mm respectivamente.

A los 40 días después de la siembra, se realizó el trasplante en campo definitivo. Para la variable porcentaje de mortalidad de plantas, evaluado a 10 días, la mejor respuesta se obtuvo en plántulas provenientes de invernadero, con 3,33% frente al 7,04% en plántulas producidas a campo abierto. En los métodos de siembra, las plantas producidas en multiceldas tuvieron una mortalidad del 1,94%, significativamente menor a las plantas provenientes de siembra al voleo con el 10,00%. Asimismo, un periodo de sequía después del trasplante puso a prueba los tratamientos al estrés hídrico. Esto indica que las condiciones ambientales (cantidad y distribución de la humedad, la temperatura y sus fluctuaciones durante el día) generadas dentro del invernadero, influyeron en el desarrollo óptimo de las plántulas, y el utilizar multiceldas permitió a las plántulas conservar la raíz y sustrato intacto hasta el trasplante. En ambos casos las posibilidades de sobrevivencia en el campo se han incrementado. Los principales parámetros y supuestos para la estimación de los beneficios económicos es el incremento de los ingresos directos (mayor en 35%), que registraron

<sup>16</sup> Ingenieros Agrónomos. Servicio Nacional de Consultoría y Tecnologías (SENACYT). c.\ Ballivián N° 56 (Zona Central) Sucre-Bolivia, correo del investigador principal: [santiagoserrudo@gmail.com](mailto:santiagoserrudo@gmail.com)

<sup>17</sup> Ingeniero Agrónomo. Técnico Agropecuario del Gobierno Autónomo Municipal de Padilla, Chuquisaca.

<sup>18</sup> Productores de ají. Integrantes del Comité de Investigación Agrícola Local "San Julián". Municipio de Padilla, Chuquisaca

los agricultores con la producción de plántulas de calidad, y la disminución de las pérdidas en trasplante de 4.500 Plantas/ha producidas tradicionalmente, a 1000 Plantas/ha después de considerar la incorporación de la tecnología.

**Palabras clave:** *Capsicum pendulum*, calidad de plántulas, producción de almácigo, invernadero, rendimiento en campo, germinación.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de ají (*Capsicum pendulum* Willd.) es un rubro agrícola estratégico y de alto valor económico para el municipio de Padilla ubicado en la región de Chuquisaca Centro, donde al menos 900 pequeños productores (tenencia aproximada de tierra de 0,7 ha) cultivan alrededor de 950 tn de ají, que en total representa un 14% del volumen total producido en Bolivia. El rendimiento promedio por hectárea es de 1,7 tn y corresponde al rendimiento obtenido en condiciones de producción a secano (FDTA-Valles, 2010). La agricultura aplicada es tradicional, pues casi todas las unidades productivas (94.44 %), usan herramientas manuales y no tienen más capital fijo que un arado de palo, un corral, mochila para fumigar, picotas, palas, azadón y un depósito para almacenar su producción (Calle; Martínez 2009). Este sistema de producción genera empleo. Se calcula que una hectárea requiere alrededor de 70 jornaleros por ciclo de producción, lo cual representa aproximadamente 50.000 jornaleros utilizados en el municipio anualmente en este cultivo.

La realización del almácigo es una práctica necesaria en la producción de ají, debido a que las semillas son muy pequeñas y requieren cuidados especiales para lograr su efectiva germinación y la emergencia de plántulas viables. Las semillas son sembradas inicialmente en un semillero especialmente preparado, denominado almácigo (Blanco, 2009).

En el cultivo de ají, el éxito de la futura producción dependerá de la calidad de la plántula que se lleve al campo y de hacer un buen almácigo. Ambos aspectos son parte fundamental en la plantación, particularmente en el municipio de Padilla, donde no se ha dado la atención debida a esta etapa. En este municipio aún predominan sistemas tradicionales de almácigado realizadas directamente en el suelo: en platabandas y cajones. Ambos sistemas de producción presentan problemas, que se ven reflejados en la mala calidad de plántulas que se logran. Entre las principales causas identificadas tenemos: a) El bajo control de los factores de producción, los almácigos están expuestos al aire libre, haciéndolos muy vulnerables a las condiciones del clima. Asimismo, la ocurrencia de otros factores climatológicos (presencia de heladas, sequía y granizada, cada vez más frecuentes y con mayor agresividad) conduce a que el riesgo productivo sea alto, siendo una de las mayores debilidades del sistema de producción tradicional; y b) La aplicación de un método de siembra ineficiente, observándose que casi en la totalidad, los agricultores realizan las siembras al voleo, usando altas densidades que limitan el desarrollo óptimo de las plántulas. Por otro lado, el traslado de estas al lugar definitivo se hace siempre a raíz desnuda, lo cual representa una gran desventaja para alcanzar un rápido y vigoroso restablecimiento después del trasplante.

Actualmente, el sistema tradicional de producción de plántulas de ají está siendo cambiado en todas las áreas de cultivo por el sistema de almácigo bajo condiciones controladas. Este cambio tecnológico está motivado, principalmente, porque la nueva técnica mejora notoriamente la calidad de la plántula y por la necesidad de optimizar el uso de los recursos suelo y agua, lo que permite un control contra las lluvias, granizadas, bajas temperaturas, vientos, tempestades, etc. En la actualidad, el 90% de la superficie cultivada con ajíes en el Perú (importante productor de ají en Sud América) ya proviene de almácigos desarrollados en viveros o invernaderos (Delouche, 2002).

El sistema de producción de almácigos bajo condiciones protegidas y el uso de multiceldas es relativamente nuevo en el país. Específicamente en la producción de almácigos de ají no se ha desarrollado esta tecnología. Pero por la similitud en el cultivo de ají, son relevantes las iniciativas realizadas por la Asociación de Productores Agropecuarios del Municipio de Pampa Grande

(ASOPRAMP) en los Valles mesotérmicos del departamento de Santa Cruz, quienes han implementado viveros (para uso como plantineras) de hortalizas, en este sentido, el plantín de mayor producción es el de tomate y es entregado en bandejas multiceldas a los socios, generando un impacto importante en los últimos años, por su incremento en áreas de cultivo, productividad, rentabilidad y calidad del producto (FDTA-Valles, 2013).

En lo que corresponde a los rubros de Ají y Maní en el Municipio Padilla del Departamento de Chuquisaca, existe una Instancia de Innovación denominada “Comité Local del Ají y Maní de Padilla – CLAMPA”, establecido como un espacio de articulación y concertación multiactoral de carácter local, en el cual se analizan, discuten y definen temas de investigación y de difusión inherentes a sus intereses productivos en función a los rubros de Ají y Maní. En el marco de esta plataforma se ha priorizado, en la definición de mandatos (demandas), la necesidad de promover procesos de investigación y generación de nuevos conocimientos y tecnologías, enmarcados en el Cambio Climático como eje transversal, principalmente en áreas de mitigación y adaptación de estos rubros.

Aunque se dispone de las condiciones agronómicas para alcanzar altos rendimientos y calidad, existen pocos antecedentes en el país sobre sistemas de producción de almácigos y métodos de siembra efectivos que podrían mejorar la productividad del cultivo. Éste aspecto, permitió el concurso de instituciones como PROSUCO y el Programa de Reducción de Riesgos de Desastres (PRRD) de la Cooperación Suiza en Bolivia (COSUDE) a través de la asignación de recursos financieros para la implementación del presente proyecto de investigación, con la finalidad de evaluar diferentes métodos de siembra bajo dos sistemas de producción de almácigos de ají e identificar entre ellos los mejores medios tecnológicos resilientes al cambio climático y en cual de ellos se obtenga la mejor calidad de plántulas.

## **II. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Evaluar e identificar los mejores medios tecnológicos resilientes al cambio climático aplicadas a la producción de almácigos y determinar su efecto en la calidad de plántulas de ají.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Implementar y evaluar de manera sistemática tres métodos de siembra bajo dos sistemas de producción de almácigos de ají.
- Emplear métodos de trabajo participativos bajo el enfoque de investigación-acción dirigidas a desarrollar experiencias locales resilientes al cambio climático.
- Generar información tecnológica adecuada para la producción de almácigos de ají, en base a los resultados cualitativos y cuantitativos obtenidos de la investigación, que promueva un marco favorable en materia de innovación en la región.

## **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se realizó durante el ciclo primavera-verano, bajo condiciones de riego y temporal. La localidad de prueba corresponde al predio agrícola de un productor de ají en la comunidad de San Julián Alto del municipio de Padilla, departamento de Chuquisaca. La comunidad está situada geográficamente entre las coordenadas Latitud 19°21'2" y Longitud 64°16'38"; a 6 Kilómetros de la ciudad de Padilla o 15 minutos al oeste por la carretera a Monteagudo.

El material vegetal utilizado fue semilla de ají del ecotipo Asta de Toro Amarillo. Se describe los materiales principales que se incorporaron en el ensayo como parte de las innovaciones, además su procedencia y costo actual:

### **Cuadro 1. Materiales**

Ítem	Descripción	Procedencia	Costo
Plástico para invernadero (Agrofilm)	Plástico translucido de 200 micrones de espesor Difusión = 12 % Color amarillo	Varias casas comerciales de insumos y materiales agrícolas en la ciudad de Sucre, Chuquisaca.	60 Bs. 1 metro lineal por 4 metros de ancho
Malla sombra Raschel (Malla semisombra)	Malla tejida con rafias de polietileno. 65% de sombreamiento, color negro	Varias casas comerciales de insumos y materiales agrícolas en la ciudad de Sucre, Chuquisaca.	40 Bs. 1 metro lineal por 4 metros de ancho
Bandeja multicelda	Material de poliestireno de 170 celdas cada una. Color negro	Fabricante Matriceria Cayola Ciudad de Cochabamba	35 Bs. la unidad

Para los ensayos de producción de almácigos bajo condiciones controladas (humedad y temperatura), se construyó un invernadero de agrofilm, malla semisombra y la estructura de postes de madera, con forma de media agua, una dimensión de 4 metros de ancho, 8 metros de largo y 2 metros de alto. Los tratamientos a campo abierto fueron establecidos bajo condiciones ambientales de la zona con régimen de temperatura variable y sin control de humedad.

Los métodos de siembra empleados fueron tres: 1) Bandejas multicelda de 170 celdas cada una, en cada celda se colocó una o dos semillas a una profundidad de 0,5 cm. Previo a su colocación en las bandejas, el sustrato fue humedecido hasta obtener una condición de capacidad de campo; 2) en surco, sembrado sobre el suelo en líneas con una separación de 10 cm entre surcos, con una densidad uniforme de 10 gr de semilla/m<sup>2</sup>; y 3) al voleo, la semilla fue esparcida sobre la superficie según la forma tradicional de siembra, con una densidad alta de siembra de 30 gr de semilla/m<sup>2</sup>.

La siembra se realizó el 29 y 30 de septiembre del 2013. Al momento de la siembra se hizo una aplicación preventiva a la semilla con plaguicida de bajo perfil toxicológico. Para todos los tratamientos se utilizó el mismo sustrato compuesto por tierra vegetal (30 %), tierra agrícola (60 %) y limo (10 %). El almácigo fue regado tres días por semana, en horas tempranas y lo más tarde en el día (a las 6:30 am y 5:00 pm) hasta el final de la evaluación con una manguera según su condición de humedad y las condiciones ambientales.

Los tratamientos se sometieron en un factorial (2x3) con arreglo en parcelas divididas, distribuidas en bloques completamente al azar con tres repeticiones, donde el factor de la parcela principal fueron sistemas de producción y la subparcela métodos de siembra, haciendo un total 18 unidades experimentales, en almacigo cada una consistió en una cama de germinación de un metro de ancho y dos metros de largo, y 18 unidades experimentales en campo definitivo (transplante) cada una de cuatro surcos de 8 m de longitud, con una separación de 0,60 m entre surcos; se plantaron 16 plantas por línea, es decir, una distancia de planta a planta de 0,50 m.

**Cuadro 2. Tratamientos aplicados en almacigo y transplante. Padilla, Chuquisaca, 11/2013**

Nº	temas de producción	Métodos de siembra	Símbolo
1	En invernadero	En multicelda	S <sub>1</sub> M <sub>1</sub>
2		En surcos	S <sub>1</sub> M <sub>2</sub>
3		Al voleo	S <sub>1</sub> M <sub>3</sub>
4	A campo abierto	En multicelda	S <sub>2</sub> M <sub>1</sub>
5		En surcos	S <sub>2</sub> M <sub>2</sub>
6		Al voleo	S <sub>2</sub> M <sub>3</sub>

En cada una de las unidades experimentales las variables registradas fueron: Porcentaje de germinación, altura de plántulas, grosor de tallo, número de hojas y en campo definitivo el porcentaje de mortalidad de plantas, consideradas como parámetros o indicadores que determinan la calidad de plántulas de ají. Guzmán *et al.* (2003). Para cada variable se corrió el análisis de varianza empleando el paquete estadístico MSTAT®. Posteriormente se determinaron los efectos

principales e interacciones, y se procedió a la comparación de medias, para tal efecto los datos se sometieron a la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

#### IV. Resultados

##### 4.1. Condiciones climáticas durante el periodo de la investigación

Durante el periodo del almácigo, trasplante y desarrollo inicial de las plantas en campo definitivo, este se extendió desde el mes de octubre a noviembre, la temperatura mínima y máxima media fue de 4,5 y 29°C respectivamente, con una precipitación acumulada de 43 mm. En el mes de noviembre, luego de realizado el trasplante la precipitación se redujo al mínimo, presentándose un periodo de sequía con registro de altas temperaturas (31°C). En este periodo no se presentaron granizadas.

##### 4.2. Comparación de los sistemas de producción de almácigos y métodos de siembra.

Los análisis de varianza para el porcentaje de germinación, altura de plántulas, grosor de tallo, número de hojas y porcentaje de mortalidad, presentaron diferencias significativas tanto para el factor sistemas de producción y métodos de siembra ( $P < 0,05$ ). Para la mismas variables los análisis de varianza mostraron diferencias estadísticas no significativas en la interacción métodos y sistemas ( $P < 0,05$ ).

Observando por separado los sistemas de producción en el porcentaje de germinación, de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ) los promedios hasta los diez días mostraron que en el sistema de producción bajo invernadero se obtuvieron o los mayores porcentajes de germinación (95,33%) en todas las tomas de datos. Del mismo modo el efecto del factor métodos de siembra sobre el porcentaje de germinación de las semillas, presentó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) únicamente a los diez días después de iniciada la prueba, donde las siembras realizadas en multiceldas superaron estadísticamente a los demás métodos evaluados (98% promedio), como se observa en el cuadro 3.

Según Tukey ( $P < 0,05$ ), a 40 días de la siembra la mayor altura de plantas se obtuvo con el sistema de siembra en invernadero, con una media de 19,44 cm, en cambio a campo abierto la altura media de las plántulas fue de 13,44 cm. Respecto al factor métodos de siembra se observó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). Las plantas de mayor altura en los tres métodos de siembra evaluados se dieron en multiceldas con una media de 17,5 cm, registrándose datos muy similares tanto en la siembra en surcos como al voleo con alturas medias de 16,5 y 16,3 cm respectivamente (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Efecto de los factores sistemas de producción y métodos de siembra sobre en el porcentaje de germinación, altura, grosor de tallo, número de hojas y porcentaje de mortalidad de plántulas de ají (*Capsicum pendulum* W.). Padilla, Chuquisaca, 11/2013<sup>1</sup>

Factor	Porcentaje de germinación (%) <sup>2</sup>		Altura de plántulas (cm)	Grosor de tallo (mm)	Número de hojas (unidad)	Mortalidad de plantas (%) <sup>3</sup>
<b>Sistemas de producción</b>						
En invernadero	45,78 A	95,33 A	19,44 A	2,21 A	4,44 A	3,33 A
A campo abierto	41,67 B	88,78 B	13,44 B	2,14 B	3,56 B	7,04 B
<b>Métodos de siembra</b>						
En multiselda	44,50 A	98,00 A	17,50 A	2,50 A	4,67 A	1,94 A
En surcos	43,50 A	95,00 B	16,50 B	2,30 A	4,40 AB	3,61 AB
Al voleo	43,17 A	94,00 B	16,30 B	1,71 B	2,67 B	10,00 B

<sup>1</sup>Medias en la columna con la misma letra no difieren significativamente entre sí ( $P > 0,05$ ) y medias con diferente letra son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ).

<sup>2</sup>Evaluaciones a los 7 y 10 días después de la siembra.

<sup>3</sup>Evaluación a 10 días del trasplante en campo definitivo.

De acuerdo a la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ), el mayor grosor de tallo, después de los 40 días de la siembra, se obtuvo con el sistema de producción en invernadero ( $P < 0,05$ ) con una media de 2,21 milímetros. Al analizar el efecto de los métodos sobre el grosor de tallo, las plántulas desarrolladas en multicelda (con una media de 2,50 mm) y en surcos (con una media de 2,30 mm) fueron estadísticamente iguales y ambos superiores al método de siembra al voleo (con una media de 1,71 mm).

Para la variable evaluada número de hojas, según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ), la mayor cantidad de hojas por plantas, después de los 40 días de la siembra, se obtuvo con el sistema de producción bajo invernadero con una media de 4,44 hojas/planta, y en relación al sistema tradicional a campo abierto con una media de 3,56 hojas/planta. Por otro lado, los métodos de siembra tuvieron un efecto altamente significativo ( $P < 0,05$ ) sobre el número de hojas. Como se observa en el cuadro 3, la mayor cantidad de hojas por plantas, después de los 40 días de la siembra, se obtuvo en multicelda con una media de 4,67 hojas/planta, seguido de siembra en surcos con 4,40 hojas/planta. El método de siembra al voleo mostro el menor resultado con 2,67 hojas/planta.

El porcentaje de mortalidad de plantas fue evaluado a los 10 días después del trasplante en campo definitivo. Para el factor sistemas de producción, los resultados obtenidos muestran una diferencia significativa sobre el porcentaje de mortalidad; las plantas provenientes de invernadero presentaron una mortalidad media de 3,33%, por el otro lado las plántulas producidas a campo abierto presentaron una media de 7,04% de mortalidad. Independientemente del sistema de almácigo empleado, en el cuadro 3 la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ) muestra que el porcentaje de mortalidad de plantas, estuvo influenciado por el método de siembra, produciéndose mayor mortalidad en las plantas provenientes de siembras al voleo y trasplantadas a raíz desnuda, con una media del 10,00%. En contraposición, las plantas provenientes de multiceldas presentaron un porcentaje de mortalidad notablemente menor con una media del 1,94%.

#### 4.3. Comparación de costos

Para determinar los costos se ha establecido una superficie de producción de almácigos de  $16 \text{ m}^2$ , la unidad de medida 275 plántulas equivalente a una "cabeza" (unidad local de medida), el costo por unidad de medida alcanzó a Bs.-50 de plántulas producidas con tecnología (estimado en base a un sondeo rápido. El precio promedio que podría pagar un agricultor), para plántulas producidas de forma tradicional se ha considerado el precio unitario (cabeza) actual de comercialización equivalente a Bs.-30, además se ha estimado el valor de la mano de obra por día (jornal) en Bs.-50.

La producción de almácigo en invernadero con el uso de multiceldas en la siembra, es la que presentó los mayores costos, equivalentes a 20,06 Bs./Cabeza, comparado con las formas de producción tradicional (a campo abierto y siembra al voleo) cuyo costo unitario es de 10,60 Bs./Cabeza.

**Cuadro 4.** Cuadro de costos de producción de plántulas de ají con la aplicación de tecnologías frente al sistema tradicional. Padilla, Chuquisaca, 12/2013. (Expresado en Bolivianos)

Concepto	Costo total	
	Con tecnología	Tradicional
<b>Costos variables</b>		
Instalación de invernadero	150,00	0,00
Manejo del Cultivo:		
- Siembra	200,00	370,00
- Labores culturales	100,00	250,00
<b>Costos fijos (depreciación anual)</b>		
Invernadero	1.658,00	0,00
Multiceldas	2.835,00	0,00
Herramientas	90,00	90,00
<b>Totales</b>		

Costo variable total:	450,00	620,00
Costo fijo total:	577,80	18,00
Costo total:	1027,80	638,00
Costo unitario (Bs/cabeza de plántulas)	20,60	10,60
Ganancia	1472,20	1.042,00

## V. Discusión

Según los resultados obtenidos, hasta los 10 días después de la siembra, el sistema de producción de almacigo en invernadero influyó sobre el porcentaje de germinación. Del mismo modo el método de siembra en multiceldas favoreció en la germinación de las plántulas. La germinación, como todos los procesos fisiológicos, es afectada por la temperatura. Al respecto Bewley (1997) menciona que para cada clase de semilla, existe una temperatura mínima y una máxima que se registran durante la germinación. Además, dentro de este ámbito, existe un punto en el que se obtiene la mayor velocidad y porcentaje de germinación y este corresponde a la temperatura óptima. Martínez (1999), indicó que conforme se incrementa la temperatura en el almacigo, ocurre también un aumento en la intensidad de las reacciones metabólicas en la semilla, por lo que el desarrollo del embrión es más rápido.

Bajo condiciones controladas el crecimiento de los plantines tuvo una respuesta positiva, obteniéndose mayores alturas. En contraposición a campo abierto el crecimiento fue menos positivo, ambos sistemas fueron evaluados a 40 días de la siembra. Al respecto Guevara (1999), menciona que los almacigos son dependientes del aporte de agua, energía y aire que un medio pueda aportarle adecuadamente. Estas condiciones a su vez están relacionadas con factores físicos como la capacidad de intercambio gaseoso, agua disponible y temperatura, entre otros. Las plantas de mayor altura en los tres métodos de siembra evaluados se dieron en el uso de multiceldas, en cambio en surcos y al voleo se han obtenido plantas más bajas. Es posible que la mayor densidad de siembra aplicada en estos últimos métodos afectará negativamente en el desarrollo, lo que coincide con reportes de Gómez C. y Oberpaur Ch. (1995), quienes mencionan que en sistemas de producción tradicional la alta densidad de siembra tiene un efecto restrictivo en el desarrollo de plántulas, pues no permite a la planta explorar un volumen de suelo más grande. A pesar que en todas las mediciones realizadas en la etapa de almaciguera, la altura de plántulas no reflejó diferencias entre los métodos en surco y al voleo, sin embargo fue posible apreciar visualmente diferencias morfológicas en las plántulas producidas en surcos, por lo cual este método no debería descartarse al momento de decidir la forma más conveniente de siembra debido a que tiene la ventaja que su aplicación puede hacerse sin el uso de otros materiales, por tanto es económico y práctico.

El grosor de tallo es un indicador del estado vigoroso de una plántula. Se ha tomado el diámetro de cuello de la plántula para establecer efectos de los sistemas de producción y los métodos de siembra y correlacionar con el nivel de adaptación de la planta en campo definitivo, por lo cual la importancia de esta variable está relacionada también con el rendimiento total del cultivo, obteniéndose mejores resultados en plántulas que se han desarrollado en el invernadero. Esto indica que las condiciones ambientales (temperatura y humedad) generadas dentro del invernadero influyeron directamente al diámetro del cuello de la plántula, comparado con el sistema tradicional. Independientemente del sistema de producción de almacigos empleado, las siembras en bandejas multiceldas y en surcos, favorecieron al lograr un mayor diámetro del cuello de las plántulas, en cambio la siembra al voleo afectó negativamente en el grosor. Esta respuesta puede ser ligada a la densidad de siembra, lo que genera la competencia de las plántulas por el nutriente, aire, luz, etc., influyendo en el vigor. Lo que coincide con reportes realizados por Martínez (1999), quien menciona que las siembras en almacigos tradicionalmente se hacen al voleo, pero está demostrado que siembras en bandejas multicelda o en pequeños surcos a 10 cm producen plántulas de mejor calidad.

En cuanto al número de hojas, la mejor respuesta, se obtuvo en plántulas producidas bajo invernadero, en relación al sistema tradicional a campo abierto. Esto es debido fundamentalmente a que los procesos metabólicos y fisiológicos que se producen durante el desarrollo vegetal son

más rápidos en el interior del invernadero. Contrariamente a lo que ocurre a campo abierto, donde la pérdida de humedad y la radiación directa del sol, posiblemente permite que la planta limite la producción de hojas ante condiciones adversas (Firman, 1986). Por otro lado, la mejor respuesta se obtuvo en plántulas producidas en multicelda, seguida de la siembra en surcos. Delouche (2002) indica que los plantines que crecen en alvéolos presentan generalmente una morfología diferente en comparación a las que se desarrollan en condiciones normales de suelo, pero cuando se prolonga en demasía el tiempo de permanencia del plantín en el alvéolo, se aumenta progresivamente la restricción del crecimiento tanto radical como aéreo.

Una vez trasplantadas las plántulas se evaluó el porcentaje de mortalidad de las mismas. Los resultados para esta variable concuerdan y están relacionadas con los datos obtenidos en la fase de almácigo para los dos factores, reflejado en la calidad de la plántula y su influencia en la supervivencia de las plantas en terreno definitivo. La mejor respuesta se obtuvo de las plantas producidas bajo condiciones controladas, las cuales pudieron resistir mejor al estrés de trasplante en contraposición a las plantas obtenidas bajo el sistema tradicional de producción.

Aljaro (2001), indica que los almácigos producidos en invernaderos presentan una mejor capacidad de respuesta del plantín en el trasplante lo cual tiene efecto importante en el rendimiento final del cultivo. Del mismo modo, se detectó visualmente una menor mortalidad en las plantas provenientes de bandeja multiceldas en comparación con plantas producidas en surco y al voleo. En el primer caso el traslado de las plántulas al lugar definitivo se ha realizado a raíz cubierta, y en el segundo caso se ha trasplantado a raíz desnuda. La cualidad positiva de utilizar multiceldas permitió a las plántulas conservar la raíz y sustrato intacto hasta el momento del trasplante, ya que salen de las cavidades con el cepellón completo, de este modo las raíces sufrieron un maltrato mínimo y su posibilidad de sobrevivencia se incrementó. Este resultado es aún más relevante si tomamos en cuenta que desde la fecha de trasplante hasta el día de la evaluación, no se ha producido precipitación pluvial en el sitio del ensayo (la lluvia es la única posibilidad de riego de la parcela), condicionando a todos los tratamientos a una dura prueba de estrés hídrico por sequía.

La elección de la mejor opción tecnológica para la producción de almácigos, sea este bajo condiciones controladas o la aplicación de nuevos métodos de siembra, involucra inversión y a menudo se decide de acuerdo con principios y posibilidades económicas del agricultor. Sin embargo, los estándares de calidad logrados en la plántula permitieron un incremento en las ganancias (por su venta) superior en un 35% al promedio obtenido con las formas de producción tradicional; de la misma forma, la reducción de mortalidad de plantas en campo tienden a ser proporcionales al rendimiento final del cultivo, consecuentemente a mayor retorno monetario para este. En el escenario planteado, que corresponde al incremento de márgenes de utilidad, el retorno de la inversión se realizaría en un periodo de 3 años, si se considera como alternativa para su financiamiento un crédito de las entidades bancarias.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Aljaro, A. 2001. Almacigo, producción y selección de plantas y sistemas de plantación. Segundo curso/taller. Serie Actas N° 11. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina (INIA). Santiago, Chile. 104 pp.
- Bewley, J. D. 1997. Germinación y dormancia de Semillas. Las plantas tomo 9. Universidad del Estado de Michigan, Michigan, EEUU. 6 pp.
- Blanco, E. 2009. Protocolo para el mejoramiento de variedades vegetales de ají (*Capsicum pendulum* Willd.). Guía técnica. Sucre, Bolivia. 25 pp.
- Calle, C. y Martínez, J. C. 2009. El ají y el maní: su contribución en la generación de ingresos en Padilla, Chuquisaca. Boletín técnico. Publicación de la Fundación PROINPA. Sucre, Bolivia. 9 pp.
- Delouche, J. C. 2002. Germinación, deterioro y vigor de semillas. Seed News 6 pp.
- Firman, E. B. 1986. Los Suelos con relación al crecimiento de los cultivos. Ed. Omega. S.A. España. 362 pp.

- FDTA-Valles. 2010. Manual del Cultivo de Ají. Documento Técnico. Programa Ají. Cochabamba, Bolivia. 53 pp.
- FDTA-Valles. 2013. Apoyo a la Asociación de Productores Agropecuarios del Municipio de Pampagrande. Plan de Negocios. Cochabamba, Bolivia. 33 pp.
- Gómez, C. y Oberpaur Ch. 1995. Efecto del sistema y densidad de la almaciguera en el cultivo de cebolla (*Allium cepa*). Escuela de Agronomía, Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile. 13 pp.
- Guzmán, J. M. et al. (2003). Sustratos y tecnología de almácigo. In: Memoria de cursos de producción en ambientes protegidos. UCR-CYTED. San José, Costa Rica. 25 p.
- Guevara, E. 1999. Germinación. Curso de principios y aplicaciones de la fisiología vegetal. Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica. Material mimeografiado. 13 pp.
- Martínez, de la Cerda. 1999. Siembra de hortalizas. Manual técnico. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México. 20 pp.
- Serrudo, S. 2010. Manejo y Tecnología de almácigos. Manual Técnico. Proyecto de Innovación Tecnológica Aplicada en Ají. Sucre, Bolivia. 8 pp.

## 7. Biotest Andino. Metodología para productores para la evaluación rápida de aplicación de bioinsumos en cultivos

R. Álvarez (1)<sup>19\*</sup>, A. Ramos (2)<sup>20</sup>, R. Céspedes (2)<sup>21</sup>, J. Martí (3)<sup>22</sup>

### Resumen

El biol es un producto de la digestión anaerobia que se genera en los biodigestores. Su producción a nivel familiar es de gran importancia e impacto, pues permite al productor pasar de una agricultura convencional dependiente de químicos externos, a una de autoproducción ecológica, donde el biol y los bioensayos son elaborados por el mismo agricultor a partir de los recursos locales. Para evaluar dosis/aplicación de biol se han venido empleando metodologías académicas, que están alejadas de los usos de los productores. En la actualidad se cuenta con nuevas propuestas metodológicas que pueden ser desarrolladas por los propios productores previa estandarización como es el BIOTEST. El método ha sido desarrollado en Colombia en climas tropicales y templados, pero no así en climas fríos como el del Altiplano boliviano. Por tanto el presente proyecto contempla la adaptación y validación de esta metodología al clima y cultivos andinos. Se han considerado los cultivos de haba y cebada en macetas, y en forma paralela se ha realizado un análisis de productividad clásico de cultivos en parcelas, efectuados en la Estación Experimental Choquenaira y trabajos de campo realizados por Yapuchiris en diferentes comunidades del área rural del Altiplano.

Las concentraciones de biol en los cultivos han sido de 50%, 75% y 100% de biol, 111 ml por maceta con una frecuencia quincenal; su equivalente ha sido aplicado en los cultivos de campo. Excepcionalmente, cuando se han presentado eventos climáticos extremos como heladas, se han aplicado dosis adicionales de biol al 50% directamente a la planta. Las aplicaciones de los yapuchiris han sido diferentes, pero en cultivos seleccionados se han aplicado las mismas cantidades. Los resultados preliminares muestran una buena correlación entre los resultados del biotest y de los cultivos en campo. En promedio se tiene que la longitud de planta de haba con aplicación de biol en los dos cortes, a 45 y 60 días, están en promedio 25 cm y 45 cm, el follaje tienen 22 cm y 31 cm, el peso de biomasa verde se encuentra en 38 gr y 60 gr y peso de biomasa seca en 1,6 gr y 6,5 gr respectivamente. La productividad final permitirá correlacionar los indicadores del biotest con la producción real en cultivos en terreno.

*Palabras claves:* biol, biotest, bioestimulante, biobolsa.

### I. Introducción

Los abonos orgánicos constituyen un grupo de materiales diversos y de múltiples usos. La valoración de los abonos orgánicos se la efectúa generalmente en base a su contenido de materia orgánica, macro y micronutrientes. Los suelos aprovechan la materia orgánica de los residuos de las cosechas que permanecen en el terreno. Esta aportación se ha venido complementando con los desechos orgánicos de la propia explotación o bien de los fertilizantes. Últimamente se incentiva el uso de biofertilizantes como alternativa ecológica a los fertilizantes químicos.

Los biofertilizantes, también llamados abonos orgánicos son sustancias naturales, de origen animal o vegetal que proveen al suelo de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas y así tener un buen rendimiento de las mismas. El estiércol de animales, compost, turba, extractos húmicos, lodos de depuradoras, harina de sangre, biol son ejemplos de los fertilizantes orgánicos más utilizados.

<sup>19</sup> Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos – IIDEPROQ, Carrera de Ing. Química, Ambiental y de Alimentos, Facultad de Ingeniería, UMSA. La Paz, Bolivia.

<sup>20</sup> Estación Experimental de Choquenaira, Facultad de Agronomía, UMSA.

<sup>21</sup> Estación Experimental de Choquenaira, Facultad de Agronomía, UMSA.

<sup>22</sup> Universidad Politécnica de Cataluña – UPC

La tecnología de digestión anaerobia para la producción de biol y de biogás es un proceso biológico en el que la materia orgánica en ausencia de oxígeno, y mediante la acción de un consorcio de bacterias, se descompone produciendo dos productos: el biogás, producto gaseoso compuesto básicamente por metano, dióxido de carbono y otros compuestos en menores proporciones. El otro producto de la digestión anaerobia es el lodo estabilizado, que es una mezcla de productos minerales (Nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, etc.) y compuestos de difícil degradación más la biomasa<sup>3</sup>. Algunos autores han denominado a la parte sólida del efluente como "biosol" y a la parte líquida del efluente como "biol", ambos son utilizados como fertilizante. Sin embargo, el Biol es el que tiene más aplicaciones ya que aproximadamente el 90% del material que ingresa al biodigestor se convierte en biol.

El biol es un fitoregulator que actúa como bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades y es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas. El biol puede ser utilizado sobre la floración, sobre el follaje y sobre las raíces, dependiendo del tipo de planta. Para las plantas gramíneas como el trigo, cebada, avena, quinua, etc. El biol puede ser aplicado como abono foliar (directamente al follaje) o también sobre las raíces.<sup>4</sup>

Los ensayos con biol se han venido realizando en parcelas de investigación de 3x3m, llevando por triplicado cada tipo de tratamiento trabajado. Esto implica que para un ensayo donde se va a trabajar 4 variables, se requiere de 15 parcelas 3x3, o sea 135 m<sup>2</sup>, No siempre es fácil disponer de este espacio, además de que se requiere de una persona a cargo del ensayo (normalmente se ha trabajado con tesistas) que se desplace hasta el cultivo, de forma semanal, para aplicar los tratamientos considerados en el ensayo. Además, se hace necesario esperar a todo el ciclo del cultivo para conocer qué tratamiento será el más adecuado, por lo que los resultados de un ensayo no se suelen poder aplicar hasta el año siguiente.

El hecho de academizar este tipo de ensayos aleja a los productores de hacer sus propias pruebas de forma sistemática por verlo complicado y requerir gran cantidad de espacio de ensayo, en perjuicio del espacio dedicado a sus cultivos productivos. Es por ello que se hace necesario desarrollar y validar metodologías de evaluación de frecuencias y dosificación de biol en cultivos que puedan ser llevadas a cabo por los productores, que sean rápidas, que no ocupen espacio, que sean accesibles en cuanto a materiales, y que como resultado se obtengan indicadores que le digan al productor que dosis/frecuencia de biol u otros bioinsumos aplicar en su cultivo.

## **II. Objetivos**

Desarrollo y validación de una metodología rápida de evaluación de biol en cultivos accesible al productor.

- Desarrollar un ensayo Biotest con resultados a 45 y 60 días para dos semillas diferentes del altiplano (haba y cebada) para evaluar el peso de biomasa verde y seca generada
- Desarrollar un ensayo en parcelas 3x3 de dos semillas de altiplano, para evaluar su producción
- Contrastar los resultados e indicadores del Biotest, frente a los resultados de los cultivos para validar la metodología en comunidades del altiplano.

## **III. Métodos y Materiales**

### **2.1 Ubicación Geográfica del proyecto**

La Estación Experimental de Choquenaira dependiente de la facultad de Agronomía – Universidad Mayor de San Andrés, está ubicada en la comunidad de Choquenaira, a 8 km de la población de Viacha, provincia Ingavi y a 38 km de la ciudad de La Paz; situada una altitud de 3870 msnm, geográficamente se halla a 14°16'45" Latitud Sur y 65°34'23" Longitud Oeste.

En el proyecto intervinieron como ejecutores el IIDEPROQ, la Estación Experimental de Choquenaira, el CIMNE. Como financiadores del proyecto: PROSUCO con apoyo del PRRD-COSUDE.

## **2.2. Procedimiento experimental**

Para desarrollar esta propuesta se llevaron a cabo ensayos en paralelo de BIOTEST y cultivos en parcelas de ensayo, de modo que se puedan comparar los resultados entre el BIOTEST y la producción de los cultivos. El trabajo de campo se desarrolló en la Estación Experimental de Choquenaira, los análisis de laboratorio fueron efectuados en el Instituto de Investigación de Procesos Químicos (IIDEPROQ) de la Facultad de Ingeniería de la UMSA. El biol para estas pruebas proviene del Centro de Investigación de Biodigestores Biogás y Biol (CIB3). El CIB3 cuenta con 14 biodigestores, 11 de ellos del modelo tubular, un modelo Biobolsa-mexicano, otro Cidelsa-Peruano y otro CAMARTEC de domo fijo de Tanzania.

Las semillas/cultivos seleccionados para el altiplano estarán acorde con la época del año del ensayo, que corresponde con final del invierno y época seca y principios del verano y primeras lluvias. Se utilizaron dos tipos de semillas/cultivos: haba y cebada. En la siembra del cultivo de haba, las semillas se sembraron en líneas o camellones, con una distancia entre surcos de 50-60 cm y 25-30 cm entre plantas. La emergencia se produce a los 8-12 días, dependiendo de la temperatura y los cambios climáticos que ocurren en la zona. La siembra de la cebada en las terrazas se realizó en surcos o líneas y a chorro continuo, donde esta favorece a su maduración y resulta más homogénea.

Se llevó en paralelo un ensayo BIOTEST en macetas y un ensayo en surcos, ambos por triplicado y con el mismo tipo de tierra. En ambos casos se tiene testigos regados solo con agua, un tratamiento de biol 100%, otro biol 75%, y otro biol 50%, todo ello aplicado alternando semanalmente entre riego y aplicación del tratamiento con biol. Los tratamientos con biol (y agua) se aplicaron (10 litros por bloque en campo, y 1 litro para todas las macetas) con mochila de aspersor en forma directa a los cultivos de haba y cebada cada 15 días, después se aplicó en riego directamente al suelo juntamente con el agua de riego así como en las macetas las cantidades en cada tratamiento. En las eventualidades de heladas, se aplicaron al día siguiente en la mañana, con el tratamiento 50:50%, una sola vez. (En todo el periodo reportado se presentaron cuatro heladas).

Durante los cultivos de BIOTEST se llevaron a cabo ensayos para cortar a los 45 días y otros a los 60 días. Se registró cada semana la altura de las plantas y se sacaron medias por tratamiento, tanto del BIOTEST como de los cultivos. Se pesó la biomasa verde de raíz por un lado y tallo por otro, y posteriormente se pesó la materia seca de cada una de estas partes. Al finalizar el ciclo de los cultivos se midió el rendimiento de cada producto.

Disponiendo de estos datos (evolución en altura, peso de biomasa verde y seca de raíz y tallos y producción última de cultivos) se realizó el análisis de las variables para contrastar los resultados del BIOTEST de 45 y 60 con los resultados de los cultivos.

Además se realizó análisis de micro y macronutrientes del biol, así como un análisis de los suelos de las parcelas y la tierra usada para el BIOTEST. Finalmente se caracterizó el biodigestor que proveyó el biol.

## **2.3. Diseño Experimental**

Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar, con tres repeticiones. El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde

$Y_{ij}$ = Rendimiento de la biomasa de la unidad experimental del j-esimo bloque que recibió a la i-esima dosis de biol

$\mu$ = Media general

$\beta_j$ = Efecto del j-esimo bloque

$\tau_i$ = Efecto fijo de la i-esima dosis de biol

$\epsilon_{ij}$ = Error experimental

## 2.4. Métodos analíticos

Sólidos totales (ST), Sólidos volátiles (SV), cenizas y pH fueron determinados de acuerdo a métodos estandarizados APHA 2000. El contenido de ST fue determinado después de repetidos procesos de calentamiento (105°C por 1 h), enfriamiento y peso, hasta que la diferencia de pesos fueran menores al 4%. Los SV y cenizas fueron determinados por calcinación de los residuos sólidos en el análisis de ST en un horno mufla a temperatura de 550°C.

Los contenidos de nitrógeno total Kjeldhal (NT), y fosforo fueron medidos con el sistema de análisis HACH (HachCompany, Loveland, Colorado, USA) compuesto por un espectrofotómetro (DR/4000 UV VIS), Reactor COD (45600-00), viales de nitrógeno total (10-1500 mg/l N) y fosforo total (0-3.5 mg/l  $PO_4^{3-}$ ) de acuerdo a procedimiento del fabricante.

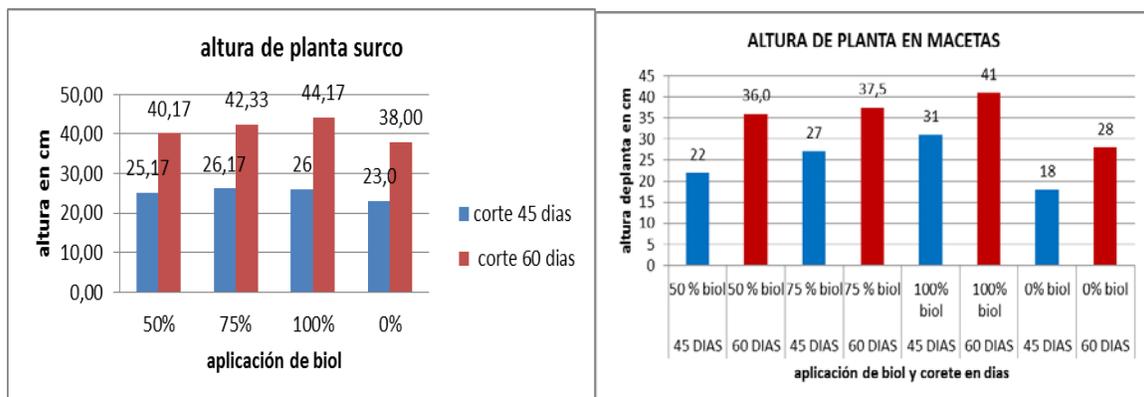
El contenido de potasio en las diferentes muestras fue cuantificado mediante la técnica de emisión.

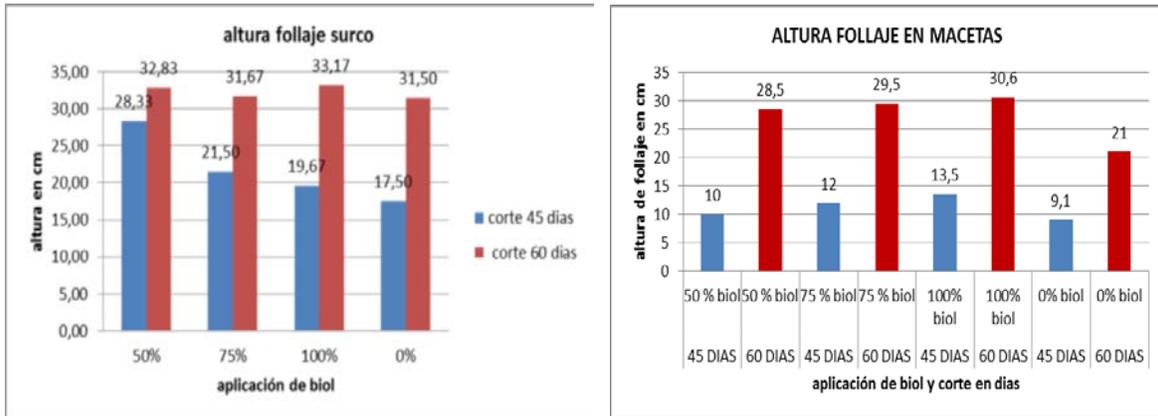
## III. Resultados

### 3.1. Cultivo de haba, altura de planta y follaje

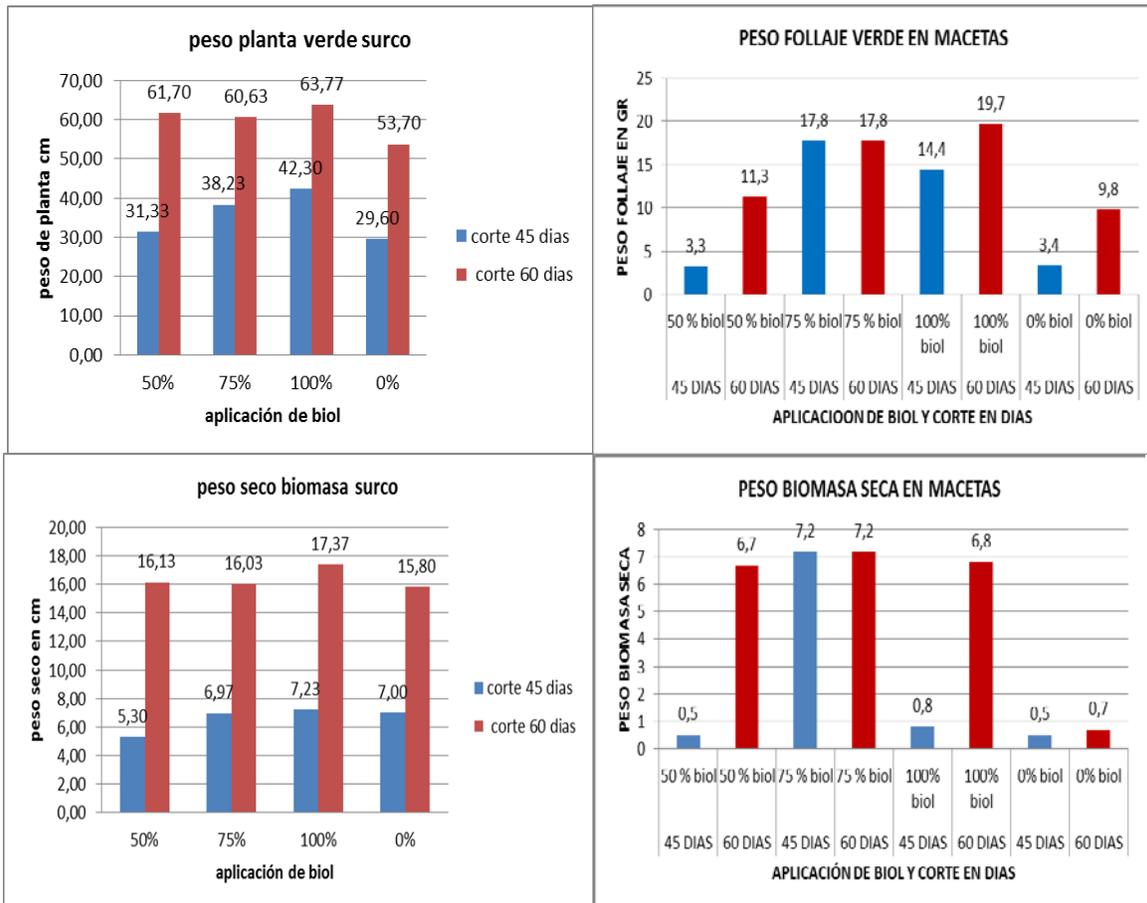
En la figura 1, se presenta una variación en altura de la planta por efecto a los cortes realizados y a la aplicación en tratamientos diferentes de biol. Se puede observar que existen diferencias en la altura de la planta entre el corte a los 45 y 60 días después de la siembra y a la aplicación del biol con sus diferentes tratamientos. Por otro lado se puede observar que la altura de planta en los dos cortes y sometidas a los tratamientos de biol con el 100% es mayor consiguiendo un incremento hasta del 43% respecto a las plantas que no recibieron biol.

**Figura 1: Altura de planta y follaje después de los dos cortes a los 45 y 60 días**





**Figura 2, Peso en verde y seco de la biomasa con la aplicación de biol y el corte a los 45 y 60 días de igual manera se debe señalar las diferencias**



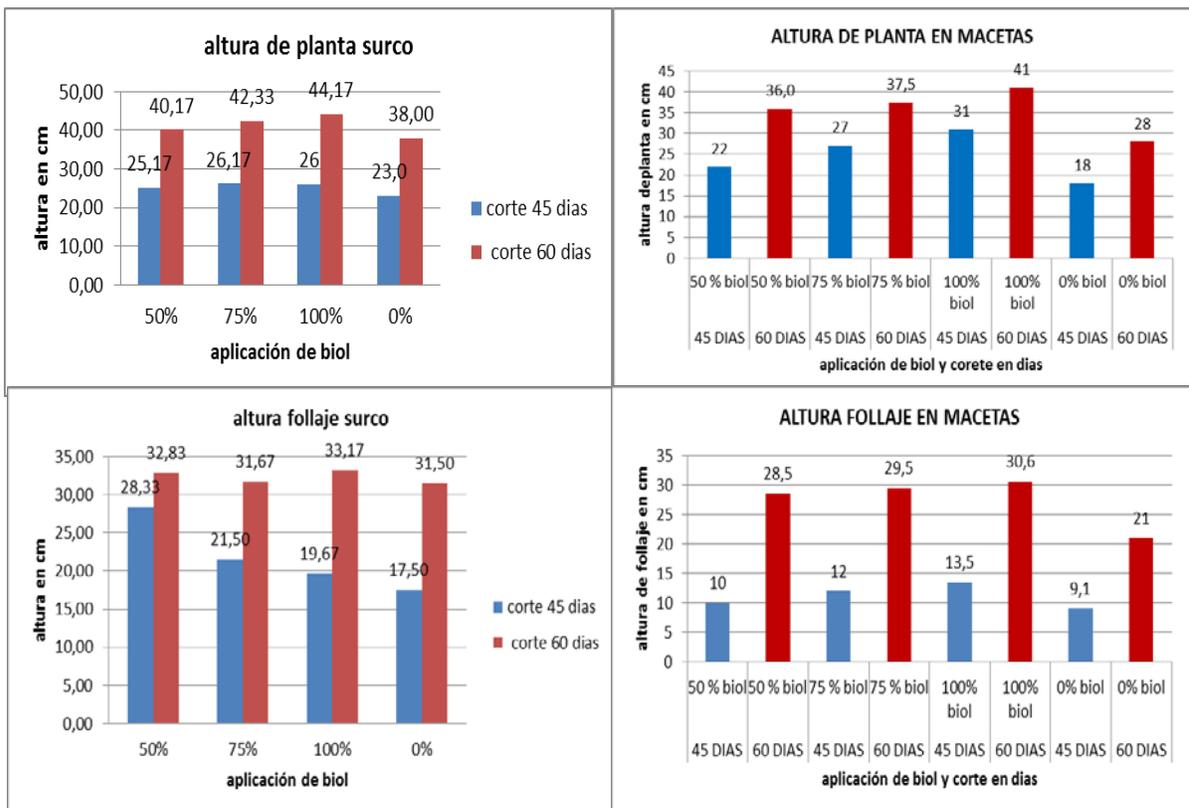
La diferencia entre los rendimientos es evidente como se observa en la figura 2, el tratamiento con el 100% de biol presenta mayor biomasa que con los tratamientos con el 75%, 50% de biol, mientras que el tratamiento que no tiene la aplicación de biol presenta un menor rendimiento en biomasa seca, realizando los cortes a los 45 y 60 días.

Entonces según estos resultados la aplicación con el tratamiento del 100% de biol es la que produce mayor biomasa verde que los otros tratamientos.

### 3.2. Cultivo de cebada, altura de planta y follaje

La variabilidad del crecimiento de la planta y follaje tiende a equilibrarse con el tiempo. En resumen se diría que existe una variabilidad relativa en cuanto a las alturas de follaje después de los cortes a 60 días como también a las aplicaciones del biol con los diferentes tratamientos, como puede observarse en la figura 3.

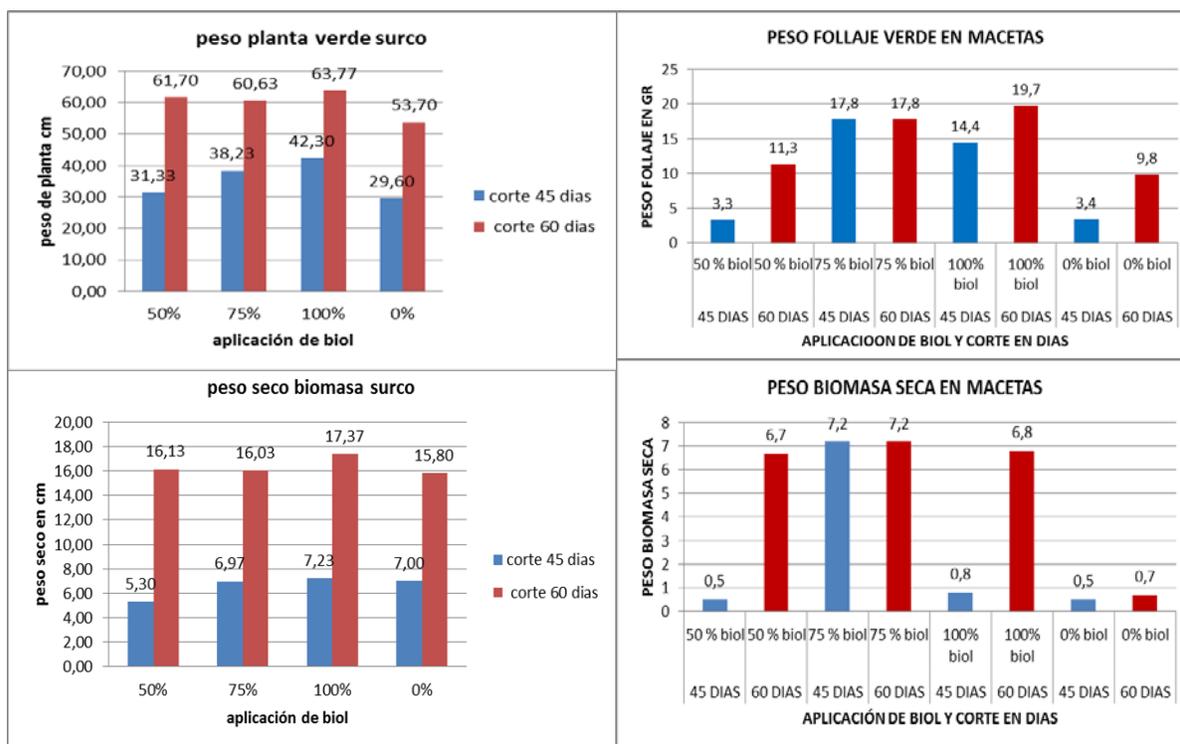
**FIGURA 3: Alturas de planta y follaje cultivo cebada para los cortes realizados a los 45 y 60 días**



### 3.6. Peso de biomasa verde y seca

En la figura 4 se observa el comportamiento correspondiente al peso de biomasa en verde y seco foliar, en los cuatro niveles de fertilización orgánica fue similar, la diferencia se encuentra entre los cortes realizados a los 45 y 60 días, esto se debe a que la planta asimila de mejor forma los elementos esenciales del suelo, principalmente el nitrógeno absorbido del biól aplicado en los diferentes niveles y manifestado por la mayor acumulación de materia seca foliar de parte de las plantas, llegando a incrementar hasta en un 10% respecto al peso seco de la biomasa de los experimentos sin aplicación de biol.

**Figura 4** Peso de biomasa en verde y en seco del cultivo de cebada con las diferente aplicaciones de biol y cortes



#### IV. Discusión

Los resultados preliminares obtenidos a la fecha de las pruebas de maceta y cultivos de campo, muestran las notables diferencias de las pruebas con aplicaciones de biol y las pruebas en blanco donde solo se utilizó agua. Lo que confirma resultados reportados sobre los efectos positivos en el crecimiento de los cultivos al aplicar biol:

Los resultados de análisis de macronutrientes de los suelos de cultivo (tabla 1) muestran una deficiencia generalizada de nitrógeno y fósforo. Los altos contenidos de nitrógeno, fosforo y potasio en las muestras de biol (Tabla 3), sugieren que el biol es un apropiado sustituto de estiércol u otros fertilizantes, lo que es confirmado por todos los resultados de las pruebas de cultivo en maceta y de campo. Las cantidades de nitrógeno y fósforo aplicados en los cultivos aumentan con el incremento del porcentaje de biol formulado, por tanto, los incrementos observados de alturas de planta, follaje, pesos de biomasa verde y seca se correlacionan con los requerimientos de macronutrientes para un adecuado crecimiento.

Los incrementos promedios conseguidos en la longitud de planta, follaje, y pesos de biomasa del 10% al 40% en los cultivos de cebada y haba con aplicaciones de biol respecto a estos cultivos sin aplicación de biol, están dentro del rango de incrementos reportados en otros cultivos.

En razón a que los ensayos en la granja experimental de Choquenaira están todavía en curso, y los resultados finales se tendrán con la cosecha de los cultivos considerados, los resultados y conclusiones presentadas son preliminares:

- La fertilización con biol y el riego complementario favorecen al desarrollo de la planta en cuanto a crecimiento de planta, formación de follaje y la biomasa del cultivo de haba.

- La fertilización con biol y el riego complementario favorecen al desarrollo de la planta en cuanto a número de plantas, crecimiento de planta, formación de follaje y la biomasa del cultivo de cebada.
- La concentración del biol en la mezcla biol-agua es importante y se evidencia que a mayor concentración produce mayor incremento de la altura de la planta, follaje y peso de la biomasa producida en el cultivo de haba.
- En el cultivo de la cebada, aplicaciones de biol con mayor concentración claramente favorecen el crecimiento en cuanto a altura de planta y peso de biomasa.
- De las variables respuesta consideradas: Altura de planta, altura de follaje, número de ramas, número de plantas, peso de follaje y peso seco de biomasa. La Altura de planta, es la variable respuesta que aparece como la ideal para la evaluación de bioles en pruebas de biotest, en razón a la variabilidad en función de la concentración o relación biol-agua, tiempo de corte y correlaciona los factores deseables de crecimiento de planta entre los resultados de maceta y cultivos de campo.
- La aplicación del biol después de un evento climático como la helada fue de 10 lt de biol realizado a toda la parcela, lo cual no existe una diferencia entre los bloques y testigo

## V. Agradecimientos

Los autores desean agradecer el apoyo financiero y logístico, en las visitas de campo y la supervisión general, provisto por PROSUCO y el Programa de Reducción de Riesgos de Desastres (PRRD) de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), implementado por HELVETAS Swiss Intercooperation, a través del FONDO de INVESTIGACION para RRD y ACC.

## VI. Bibliografía

- Alvarez R. A. (2010). Fertilizantes vía digestión anaerobia. UMSA. Bolivia.
- Baca María Teresa (1988). Fertilizantes orgánicos. Universidad de Granada. España.
- Álvarez René, A. (2012) Tecnología de digestión anaerobia en el altiplano boliviano. UMSA. Bolivia.
- INIA (2005) "Producción de Biól: Abono líquido, natural y ecológico". Estación Experimental Illpa-Puno, Perú.
- Rodriguez Lylian (2012). Ponencia sobre granja experimental de Tosoly, biotest. Congreso de la Red BioLac. Nicaragua, 2012.
- Moller K, Stinner W, Deuker A & Leithold G. 2008. Effects of different manuring systems with and without biogas digestion on nitrogen cycle and crop yield in mixed organic dairy farming systems. Nutrient Cycling in agroecosystems. Vol 82. Pp 209-23.
- Lennart de Groot and Anne Bogdanski. 2013. Bioslurry = Brown Gold?. FAO. Environment and Natural Resource Management Working Paper.
- Garfi M, Gelman P, Cosman J, Carrasco W, Ferrer L. 2011. Agricultural reuse of the digestate from low-cost tubular digester in rural Andean communities. Waste Management, doi:10.1016/j.wasman.2011.08.007
- Garg RN, Pathak H, Das DK, Tomar RK. 2005. Use of fly ash and bioslurry for improving wheat yield and physical properties of soil. Environment Monitoring and Assessment. Vol 107, pp 1-9.
- Chau, Le Ha. 1998 a,b. Biodigester effluent versus manure from pig or cattle, as fertilizer for production of cassava foliage. Livestock research for Rural Development. Volume 10. 3. 1998.
- Singh KP, Suman A, Singh PN, Srivastava TK. 2007. Improving quality of sugarcane growing soils by organic amendments under subtropical climatic conditions of India. Biology and Fertility of Soils. Vol 44, pp367-376.