

# Perspectivas sobre el cambio climático

Adaptación al cambio climático a nivel local (Bolivia)  
*Javier Gonzalez*

Cambio climático, cuencas y fractales *John Earls*

Estrategias ante el cambio climático de las comunidades campesinas (Bolivia) *Hilda Araujo*

The role of adaptive capacity and resilience in climate change *Jonathan Ensor*

Experiencias de adaptación tecnológica en siete zonas rurales del Perú *Juan Torres*

**SOLUCIONES PRÁCTICAS**  
**ITDG**

*Tecnologías desafiando la pobreza*





---

**TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD**  
REVISTA LATINOAMERICANA **8**

---

**SOLUCIONES PRÁCTICAS**  
**ITDG**

*Tecnologías desafiando la pobreza*



Revista publicada por Soluciones Prácticas

Año 16, número 8

Julio de 2009

Director / *Director*

Alfonso Carrasco Valencia

Editor científico / *Scientific Editor*

Dr. Benjamín Marticorena Castillo  
Universidad Antonio Ruiz de Montoya

Comité científico / *Scientific Committee*

Dr. Enric Velo García

Universitat Politècnica de Catalunya

Dra. Juana Kuramoto Huamán

Grupo de análisis para el desarrollo

Dr. Juan Tarazona Barboza

Consejo nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica

Comité editorial / *Editorial Committee*

Alfonso Carrasco Valencia

Pedro Ferradas Mannucci

Daniel Rodríguez Ascarate

Juan Torres Guevara

Doris Mejía Vásquez

Francis Salas Flores

Mario Cossío Olavide

Edición y corrección de estilo / *Proof-reading*

Mario Cossío Olavide

Coordinación / *Coordination*

Mario Cossío Olavide

Alejandra Visscher Piqueras

Diseño / *Art Editor*

Carmen Javier Rojas

Diagramación / *Graphic Designer*

Víctor Herrera Meza

ISSN: 1562-1294

<http://www.solucionespracticas.org>

# Índice

Editorial.....	7
Carta del director.....	9
Perspectivas sobre el cambio climático. Artículos	
Organización social y tecnológica de la agricultura andina para la adaptación al cambio climático en cuencas hidrográficas <i>John Earls</i> .....	13
Adaptation to climate change. The role of adaptive capacity and resilience <i>Jonathan Ensor</i> .....	33
Aprendiendo a adaptarnos al cambio climático en los ámbitos locales. Una experiencia de adaptación a nivel local en las regiones de montaña de Bolivia <i>Javier González Iwanciw y Marilyn Aparicio Effén</i> .....	53
Estrategias de adaptación ante el cambio climático en las comunidades campesinas de la parte alta de la cuenca del río Suches <i>Hilda Araujo</i> .....	65
Agrobiodiversidad, género y cambio climático en la cuenca del río Mantaro <i>José Eloy Cuellar y Tulio Medina</i> .....	83
Cambio climático... ¿amenaza u oportunidad para la agricultura peruana? <i>Yonel Mendoza</i> .....	101
Abordando la neutralidad de género en un clima de cambios rápidos. Temas que los expertos en cambio climático deciden ignorar <i>María Arce</i> .....	123

## Perspectivas sobre el cambio climático. Notas técnicas

Adaptación al cambio climático.....	135
Papas nativas desafiando al cambio climático.....	163
Agroforestería: una estrategia de adaptación al cambio climático.....	175
Gestión del agua para enfrentar al cambio climático.....	187

## Reseñas

<i>¿Y por dónde comenzamos? Prioridades de la Comunidad andina ante el cambio climático</i> de la Secretaría general de la Comunidad andina.....	203
<i>Revista de agroecología</i> de LEISA.....	205
<i>Las guerras del agua. Privatización, contaminación y lucro</i> de Vandana Shiva.....	207
<i>Estrategias campesinas andinas de reducción de riesgos climáticos</i> de Pablo Regalsky y Teresa Hosse.....	209
<i>El clima está en nuestras manos</i> de Tim Flannery.....	211

# Editorial

Hasta 1730 el empleo de carbón mineral como combustible estaba prohibido en Inglaterra. La densidad y toxicidad del humo daba lugar a quejas entre los vecinos y el desdichado innovador que lo usara podía ser ejecutado bajo las leyes draconianas del imperio. Vemos que hasta hace trescientos años las otras grandes sociedades del mundo tenían varias características en común con la cultura andina: empleaban leña para cocinar y calentar agua, tracción animal y la fuerza del viento y del agua para sus pequeñas industrias, cuyos productos no se vendían, generalmente, más allá de la próxima aldea.

Aún en 1860, 70 % de la energía que se consumía en el mundo provenía de la leña y 30 % del carbón mineral, que había transitado de proscrito a ciudadano, con la revolución industrial y la máquina de vapor. Calderas para mover locomotoras, barcos y maquinaria textil y para bombear agua empozada en las minas, sustituyeron leña, mulas, viento y fuerza humana. Para 1920 el petróleo, que poco antes había anunciado su presencia en el escenario mundial, inició su resuelto ascenso en el consumo global, de la mano del motor a explosión.

Otras fuentes de energía como el gas natural, la fuerza hidráulica en gran escala y la energía nuclear se hicieron visibles después de la segunda guerra mundial. Entretanto, las fuentes solar, eólica, geotermal y los biocombustibles, usados desde tiempos antiguos artesanalmente, volvieron a emerger durante las últimas dos décadas con tecnologías más eficientes. En los casi 300 años que acabamos de reseñar, la población mundial se multiplicó por 20 y, en esa proporción, la demanda global de energía y alimentos.

Los combustibles fósiles (carbón mineral, petróleo y gas natural) y de biomasa (leña, etanol, biogás, etc.) son aquellos que se queman para liberar su energía, contenida en sus enlaces químicos, produciendo dióxido de carbono, principal factor del cambio climático global. En esos tres siglos, la industria de los países del norte ha generado una gran cantidad de gas, que se ha acumulado en la alta atmósfera en forma de un casquete esférico, que ha generado un sobrecalentamiento del planeta, alterando los ciclos del agua, oxígeno, carbono, nitrógeno y otros componentes indispensables para la vida.

A pesar de que los organismos especializados del Perú, empleando la metodología aconsejada por el Panel intergubernamental de cambio climático (IPCC), realizaron hace diez años el previsible *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero*

*de la actividad económica nacional y luego un estudio de Opciones de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en el Perú* para los sectores de generación energética, transporte y agrícola, sólo en los últimos años realmente los organismos del Estado responsables de la gestión ambiental, universidades, institutos de investigación y un grupo de organizaciones civiles han comenzado a realizar sobre los posibles efectos del cambio climático en la regiones andina, amazónica, las líneas costeras y el océano.

Desde la Segunda cumbre de la tierra (Río de Janeiro, 1992) los estudios regionales sobre cambio climático han sido escasos y, generalmente, limitados a los países más industriales y desarrollados. Sin embargo, más recientemente este escenario está cambiando y regiones como los Andes, que comprenden países de economías más modestas, están esforzándose por contar generar información y planes de acción que consideren sus especificidades ambientales y sociales.

La revista *Tecnología y Sociedad*, publicada por **Soluciones Prácticas**, dedica este número al cambio climático, presentando resultados de importantes investigaciones que incorporan perspectivas tecnológicas, culturales, sociales y de género, con énfasis en temas de agricultura, forestería y provisión de agua, siempre bajo el enfoque de los efectos del cambio climático. Los autores son investigadores que trabajan en los países andinos con poblaciones rurales más pobres (Bolivia y el Perú), aquellas poblaciones que sufren los mayores impactos del cambio climático en el subcontinente. Otros autores presentan temas de interés global. En la sección de notas técnicas se reseña la experiencia de **Soluciones Prácticas** en el tema del cambio climático, y se incluyen reseñas de trabajos de Vandana Shiva, Pablo Regalsky, Teresa Hosse y Tim Flannery.

En los países andinos solo existe una instancia con capacidad para organizar eficazmente los esfuerzos que serán necesarios frente a los graves desafíos del cambio climático: los gobiernos nacionales. A ellos corresponde convocar a los expertos de diversas disciplinas y a las instituciones especializadas para prever el escenario por venir. Solo así tendremos éxito en mitigar y adaptarnos a los previsible cambios del clima del siglo XXI.

Benjamín Marticorena  
Editor científico



# Carta del director

El presente número de *Tecnología y Sociedad* está dedicado, por segunda vez, al tema del cambio climático. Esto no es casual: la ciencia y la práctica sobre este tema avanzan particularmente rápido. Frente a problemas cada vez más evidentes, tales como el retroceso de los glaciares y sus efectos en la disponibilidad de agua, y los inesperados y cada vez más frecuentes cambios de temperatura y sus impactos en la producción agrícola, existe la urgencia de profundizar la comprensión de los procesos relacionados a la variabilidad climática en general y al cambio climático en particular.

En los últimos años, este sentido de urgencia se ha traducido en el inicio de varias intervenciones promovidas por la cooperación internacional y los gobiernos de varios países de la región, con el objetivo de promover modelos adecuados de adaptación frente a los impactos del cambio climático.

En este contexto, las investigaciones y discusiones sobre el cambio climático en América Latina están rápidamente dejando de ser reflexiones o preocupaciones más o menos generales o abstractas, para avanzar hacia estudios y diagnósticos cada vez más concretos y localizados. Este número de *Tecnología y Sociedad* quiere contribuir en esta dirección, presentando estudios sobre experiencias de adaptación en Perú y Bolivia.

Estas experiencias, bien definidas respecto a su ubicación, población y problemas, permiten observar qué se ha logrado avanzar como experiencias concretas de adaptación y establecer pautas y preguntas respecto a qué aspectos conceptuales y metodológicos necesitan ser mejor desarrollados para lograr intervenciones de mayor impacto.

Este aprendizaje es mucho más importante y apremiante si tomamos en cuenta que es muy probable que en un futuro cercano, cuando se tenga listo el nuevo diseño de los acuerdos internacionales sobre cambio climático, existirá una mayor cantidad de recursos financieros de los que están disponibles ahora. En ese nuevo contexto, si queremos que nuestros países puedan darle un uso provechoso a tales recursos, es importante que las experiencias e investigaciones en curso sobre cambio climático sean conocidas y debatidas, generando nuevos conocimientos. Esperamos que el contenido de este número de *Tecnología y Sociedad* aporte en esta dirección.

Alfonso Carrasco  
Director



# Perspectivas sobre el cambio climático



Artículos

1



Earls, John. «Organización social y tecnológica de la agricultura andina para la adaptación al cambio climático en cuencas hidrográficas». En: *Tecnología y Sociedad*. Lima: Soluciones Prácticas. Año 16, n° 8. 2009. pp. 13-31.

## Organización social y tecnológica de la agricultura andina para la adaptación al cambio climático en cuencas hidrográficas

● John Earls<sup>1</sup>

### Abstract

Fractal mathematics, founded on the chaos theory, provides a better understanding of the operation of complex systems like watersheds and models used for agricultural organisation in Andean communities. This article contains an introduction to the use of fractals to understand how these systems work and proposes an alternative for understanding climate change phenomena.

### Resumen

La matemática fractal, fundamentada en la teoría del caos, permite una mejor comprensión del funcionamiento de sistemas complejos como cuencas hidrográficas y modelos utilizados para la organización agrícola en comunidades andinas. El presente artículo realiza una introducción al uso de fractales para comprender el funcionamiento de estos sistemas y propone una alternativa para comprender los fenómenos del cambio climático.

### Introducción

El impacto del calentamiento mundial es más pronunciado en las zonas circumpolares del planeta y en las montañas altas tropicales. En estas dos zonas se manifiesta mediante la continua desglaciación. Toda la evidencia científica demuestra que la tasa del proceso se va acelerando en ambas zonas y los impactos socioeconómicos serán enormes (Alley *et al.*, 2003; Thompson *et al.*, 2009; Vuille, 2007). En el área andina los impactos se harán muy severos y se necesitarán fuertes ajustes sociales y tecnológicos para adaptarse a la nueva situación, lo que exige un enfoque urgente hacia el problema de manera integral. En el Perú y los países vecinos existe una larga tradición de adaptación a

1 Bachiller en física y antropología por las universidades de Gales del Sur (Australia) y San Cristóbal de Huamanga, respectivamente. Doctor en antropología por la universidad de Illinois. Es profesor del departamento de ciencias sociales de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

condiciones climáticas agrestes basada en el manejo integral de las cuencas. El manejo sociotecnológico<sup>2</sup> de la agricultura andina deberá evolucionar de acuerdo a la nueva situación ecoclimática de manera eficiente y con el menor costo posible.

### ***Desglaciación e impacto hídrico***

El impacto del calentamiento global es notorio en el Perú con el retroceso glaciar y la elevación de los límites altitudinales de los pisos ecológicos. Los glaciares son las principales fuentes de la red de cuencas que conducen las aguas para el uso doméstico, agricultura e industria. En la vertiente occidental, 80 % de los recursos hídricos se originan del hielo. Perú contiene 70 % de los glaciares tropicales andinos, su desglaciación tiene efectos en todos los aspectos de la vida social y económica de las cuencas receptoras de sus aguas. Este proceso está acompañado por una tendencia general de disminución de precipitaciones en los Andes centrales y en el sur del Perú (Vuille *et al.*, 2003), y más notablemente en la cuenca del Mantaro, fuente principal para el agua en la ciudad de Lima (Silva *et al.*, 2006). Sin embargo, quizá el efecto de mayor importancia es el incremento de la variabilidad temporal y la magnitud en los flujos hídricos por las cuencas en la forma de eventos extremos<sup>3</sup>. Según futuros escenarios habrá mayores sequías interrumpidas por intervalos de lluvias torrenciales (Kayser *et al.*, 2002; Pouyaud *et al.*, 2009; Thompson *et al.*, 2009; Vuille *et al.*, 2000; Vuille, 2007; Gobierno de Argentina *et al.*, 2004).

La precipitación en los Andes subtropicales tiene un carácter estacional; la mayoría de las lluvias ocurren en los meses de verano, entre diciembre y febrero, mientras en los meses de invierno, entre junio y agosto, las lluvias son escasas y esporádicas. Los glaciares amortiguan la variabilidad estacional de las precipitaciones y aseguran a la población acceso al agua durante todo el año. En la estación húmeda del verano los glaciares acumulan masa hídrica por el congelamiento de la precipitación y disminuye el escurrimiento directo. En la estación seca esta agua se descongela y fluye lentamente por la zona de ablación en el borde inferior del glaciar. La reducción del área glacial aumenta el flujo estival del agua pluvial hacia los ríos por el mayor escurrimiento, mientras en el invierno seco el escurrimiento disminuye y así el caudal de los ríos. Esta

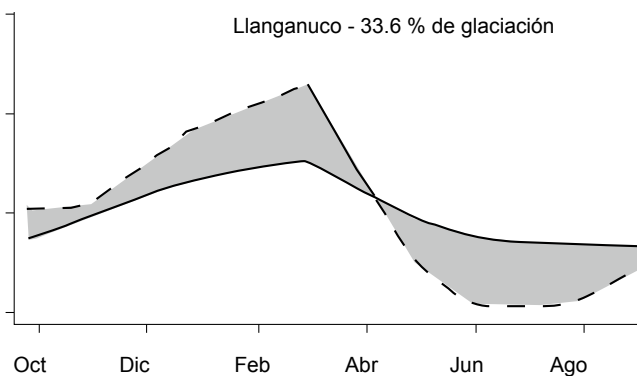
---

2 Usamos el término sociotecnología en el sentido dado por Plaffenberger (1992), quien señala que toda tecnología está embebida en una red de interacciones sociales coordinadas dentro de un contexto socioeconómico y cultural. La tecnología no puede entenderse a partir de la estructura material de los artefactos que la manifiestan del mismo modo que no hay organización social humana que opera sin involucrar la manipulación de la naturaleza material en artefactos. Este punto es importante para el argumento ya que la adaptación al cambio climático exige respuestas integrales a resultado de la articulación de lo humano (intelectual) y lo material (físico).

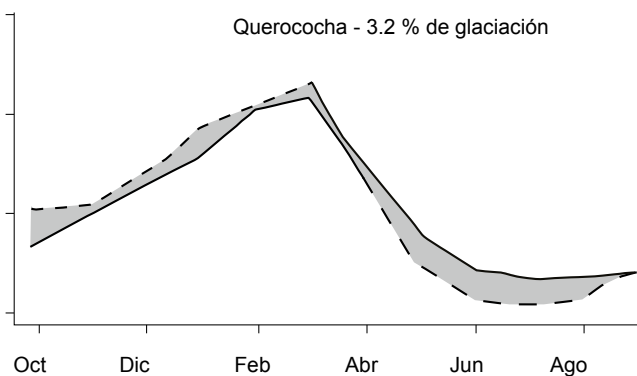
3 Entendemos por evento extremo aquellos episodios en los que el clima se desvía sustancialmente de su comportamiento promedio a largo plazo y de las fluctuaciones típicas locales particulares asociadas con periodos específicos del año.

relación ha sido cuantificada en ciertas cuencas de la cordillera Blanca. Por ejemplo, 33.6 % del área de captación en la cuenca del Llanganuco es glacial y por eso retiene la precipitación veraniega y atenúa el ciclo estacional del escurrimiento (**ver figura 1**). Al contrario, en la cuenca de Querococha (**ver figura 2**), con sólo 3.2 % de glaciación, el escurrimiento se asocia estrechamente al ciclo pluvial (Kaiser *et al.*, 2005; Pouyaud *et al.*, 2009). El incremento en la estacionalidad del agua se acompaña de mayor variabilidad e incertidumbre sobre la disponibilidad, dando lugar así inevitablemente al estrés hídrico y a conflictos socioeconómicos en el mediano y largo plazo (Kaser *et al.*, 2005; Pouyaud *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2006).

**Figura 1. Glaciación en la cuenca Llanganuco**



**Figura 2. Glaciación en la cuenca Querococha**



En las figuras, la línea no continua representa el coeficiente de precipitación y la línea continua el coeficiente de escurrimiento. El área resaltada es la capacidad de reserva de las cuencas.

La variabilidad climática se asocia con la ocurrencia de eventos extremos. En general, los eventos extremos son fenómenos que ocurren ocasionalmente con un clima estable y sobre largos intervalos de tiempo. En el Perú se presentan en muchas formas como inundaciones, sequías, huaicos, derrumbes de represas, escarchas atemporales, friajes, recortes de electricidad y de agua, plagas de insectos, etc. Con la configuración geomórfica de la cordillera de los Andes dichos eventos extremos son más o menos asimilados como fluctuaciones típicas locales características de ciertos tiempos del año, es decir, manifestaciones de una suerte de variabilidad natural. Sin embargo, debido a las condiciones de estrés geoclimático resultantes del cambio climático, su frecuencia aumenta y ocurren en tiempos inusuales del año. Investigaciones han establecido que hay aumentos en la frecuencia y magnitud de una gama de estos eventos en todo el país. Sin embargo, sus efectos se sienten especialmente en el sector rural debido a los daños a sobre la agricultura, el impacto en grandes ciudades como Lima es poco sentido (Angulo, 2005; Paz *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2006, Pouyard *et al.*, 2009). El impacto de la incertidumbre en la agricultura altoandina es significativo ya que dificulta el manejo efectivo del riesgo. Además, la disminución de la precipitación y la disponibilidad del agua en el centro-sur potencia la generación de conflictos internos entre los agricultores y conflictos externos con otros sectores productivos como la minería (Gobierno de Argentina *et al.*, 2004; Young *et al.*, 2006; Valdivia *et al.*, 2003, Lubovich, 2007). En esta configuración climática emergente, una inversión considerable y costosa en nueva infraestructura será necesaria para asegurar el acceso continuo del agua a todos los sectores. Sin embargo, los costos pueden reducirse mucho si se efectúan reajustes organizativos en la administración del recurso hídrico en base a la estructura natural de las cuencas y su manejo en la historia sociotecnológica de la adaptación climática de la sociedad andina.

### **Cuencas y fractales**

Los fenómenos de la naturaleza generalmente son estructuras irregulares determinadas por el azar. La geometría clásica o de Euclides no sirve para describir fenómenos como el curso de los ríos, la forma de las montañas, nubes, circulación de la sangre, etc., pues estos no se adecuan a la dimensionalidad definida en este espacio: no son exclusivamente líneas, planos o volúmenes. La geometría fractal fue desarrollada por Benoit Mandelbrot en su estudio de la estructura compleja de las formas irregulares y autosimilares. Estableció que los fractales se rigen por algoritmos simples basados en los principios de la autosimilitud y dimensionalidad fraccional.

Un patrón es autosimilar cuando se compone de copias de sí mismo a escalas más pequeñas: se dice que el patrón tiene la propiedad de invarianza de escala. Si se arreglan todas las copias en una jerarquía de escala, la dimensión fractal se expresa entre los logaritmos del número de copias y el factor de reducción.

La cuenca es un sistema complejo adaptativo: un sistema que tiene comportamientos integrales o emergentes que no pueden explicarse a partir de las propiedades de



sus componentes individuales. Las cuencas son muy diversas entre ellas pero todas tienen un patrón geométrico fractal en común.

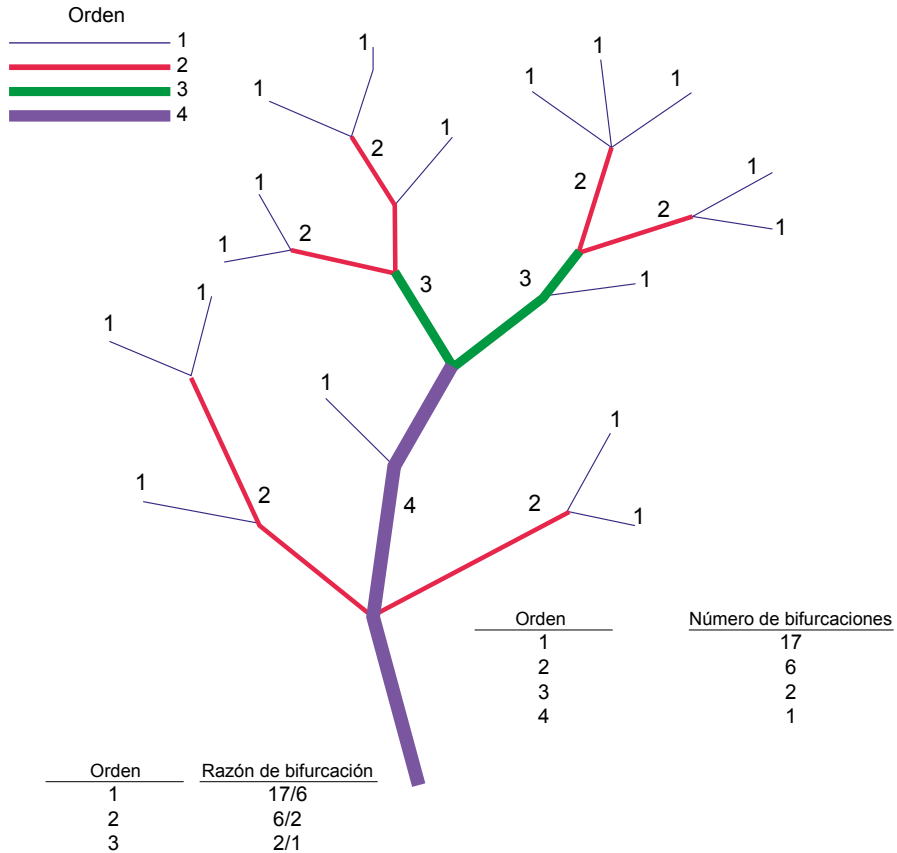
Una cuenca se forma de dos sistemas interconectados: la red de drenaje y las pendientes de los cerros. El escurrimiento de las pendientes es al mismo tiempo una causa y un efecto del crecimiento y desarrollo de la red de drenaje (Rodríguez *et al.*, 2001). De esta manera, y con las lluvias y tormentas, la cuenca se organiza en una jerarquía de subcuencas de estructura fractal (**ver figura 3**). Cada nivel de escala descendiente los ríos se forma de la confluencia de dos o más ríos menores y la totalidad reproduce el mismo patrón. Toda la red de ríos, arroyos y riachuelos se caracteriza por la estructura fractal. Las propiedades estadísticas del área de captación como longitud de ríos, descarga del agua, tamaño de canal, pendiente del terreno, frecuencia de huacicos, etc. son invariantes a todo nivel de escala e interrelacionadas entre sí.

**Figura 3. Estructura fractal de una cuenca**



La autosimilitud fractal de la cuenca, y de casi todos los objetos naturales, es de naturaleza estadística. Las propiedades estadísticas son invariantes sobre un rango específico de escalas. El orden jerárquico de las subcuencas, conocido como el orden Horton-Strahler, está representado en la **figura 4**, donde  $\omega$  es el orden de una subcuenca dada. La confluencia secuencial de los ríos se expresa en el patrón definido por la razón de bifurcación de los ríos ( $R_b$ ), que es el número de ríos de orden  $\omega$  dividido por el número de ríos de orden  $\omega+1$ . En el ejemplo de la figura el promedio  $R_b \approx 2.6$ , pero en la naturaleza el valor de  $R_b$  tiende a 4. Muchas de estas relaciones entre las partes y las interacciones entre ellas a diferentes niveles de escala, son conocidas como las leyes de Horton (Rodríguez *et al.*, 2001).

Figura 4. Orden Horton-Strahler



La razón de bifurcación de las cuencas es igual a 3 radios de bifurcación: 2.6

$$\text{Razón de la bifurcación } R_b = N(\omega)/N(\omega+1)$$

El volumen del agua en los ríos de una cuenca o subcuenca es condicionado por el área de captación de las lluvias, los tipos de suelos y su geometría. De esta forma se definen los límites absolutos del agua disponible para la agricultura a cada nivel de una subcuenca. El riego permite aumentar la disponibilidad al reducir las pérdidas del escurrimiento por infiltración, evapotranspiración, etc. mediante modificaciones en los dos últimos factores. La coordinación del trabajo y la cooperación en la construcción, uso y mantenimiento de sistemas de riego es una condición básica para la irrigación. Para lograr mayor eficiencia la organización del trabajo se ajusta a escala de la subcuenca (Janssen *et al.*, 2007; Wilbanks, 2004).

Una de las propiedades emergentes del sistema cuenca que nos interesa es el manejo de energía. Geomorfología e hidrología de cuencas se autoorganizan para minimizar la pérdida de energía en el flujo de las aguas y los sedimentos, ajustando la forma de los canales a un estado óptimo, logrando una tasa de disipación de energía uniforme en todos los canales (Rodríguez *et al.*, 2001; Molnár *et al.*; 1998). Hay tres principios que definen el orden energético en una cuenca:

- Primer principio: se debe usar el mínimo posible de energía para transportar una descarga dada a cada vínculo en la red
- Segundo principio: el gasto de energía por unidad de área debe ser el mismo en toda la cuenca
- Tercer principio: se debe gastar el mínimo de energía en la cuenca entera

No es posible explicar detalladamente estos principios aquí. La idea básica es que la red de cuencas se autoorganiza de manera tal que se mantenga una estructura espacial de estabilidad máxima bajo los impactos heterogéneos de las lluvias en todas las subcuencas componentes usando el mínimo posible de energía. La cuenca se comporta como si fuera una entidad viva que procura mantenerse frente a las perturbaciones incesantes de la naturaleza con un gasto mínimo de energía, del mismo modo que los seres vivos. Se puede considerar la red de cuencas como un fenómeno análogo a una sociedad humana pre-estatal: 1) las personas se interconectan para optimizar el acceso de cada uno a la energía de los recursos, 2) para atenuar la emergencia de la desigualdad de acceso entre ellas, y 3) para que la sociedad entera gaste la energía mínima en mantenerse operativa. Según Rodríguez *et al.* (2001) los patrones de conectividad en las cuencas que corresponden al capitalismo puro (cada uno por sí mismo) y al socialismo puro (todos iguales) son deficientes en el uso de energía; el sistema óptimo integra la heterogeneidad local con un orden igualitario.

Determinar las relaciones cuantitativas entre todos los factores es obviamente de gran importancia para el manejo sostenible de la agricultura frente a los cambios acelerados de los parámetros climáticos.

### ***Tecnología agrícola, energía y organización***

La tecnología agrícola consiste en la reinversión de una parte de la energía alimenticia cosechada en actividades subsidiarias (construcción y uso de herramientas, riego, etc.) para amplificar la energía obtenida. Para minimizar el gasto de energía en el proceso se exige la coordinación de actividades en cada nivel de la subcuenca y entre todos los niveles. Las energías invertidas en barbechar, sembrar, desyerbar, regar, aporcar, etc. tienen que sincronizarse: 1) con las etapas correspondientes del ciclo vegetativo de los cultivos, 2) con el ciclo del agua, y 3) con la disponibilidad de mano de obra. Una coordinación eficiente en la agricultura con riego exige una organización compleja especial, de manera que algunos científicos hablan de una organización típica que caracteriza la sociedad de irrigación.

Es útil pensar en la sociedad de irrigación como un controlador que está urdido para cumplir con criterios específicos de performance definidos por el rendimiento sostenido de alimento a una tasa relativamente constante, de la variable entrada del agua en el espacio y el tiempo. Es decir, el sistema del control de la sociedad de irrigación operativa asegura la entrega de la cantidad correcta del agua al lugar correcto en el tiempo correcto (Janssen *et al.*, 2007).

La disponibilidad del agua para la agricultura es variable e imposible de predecir con exactitud. En el contexto del cambio climático y con el aumento de los eventos extremos, como desbordes del agua, la necesidad para la coordinación eficaz crece para permitir nuevas tareas para la reparación y manutención del sistema. El grado de incertidumbre en el acceso a los recursos condiciona la cantidad de energía que se tiene que invertir para su explotación. En cuanto mayor es la incertidumbre ambiental, mayor es la inversión energética para el manejo del riesgo, pues se gasta energía en más actividades sin resultados directamente productivos.

En la circunstancia climática actual una organización deficiente da lugar a un rendimiento agrícola subóptimo: la razón entre el rendimiento energético de los recursos y la energía invertida en producirlos va a disminuir. En base al principio de la disipación mínima de energía antes mencionada, es lógico preguntarnos cómo se podría aprovechar la organización particular del sistema de cuencas para las nuevas exigencias en la organización agrícola. Específicamente, nos interesa saber la relación entre la energía usada, la geometría y el flujo del agua a cada nivel de escala en la cuenca, y como ésta podría adaptarse para optimizar la organización y la coordinación entre diferentes niveles de subcuenca.

Los trabajos de Rodríguez *et al.* (2001) y otros sobre la autoorganización fractal de cuencas establecen sus principios fundamentales de manera clara. Sin embargo, es importante señalar que varios investigadores de las ciencias sociales han logrado avances significativos en la comprensión de la estructura fractal en la autoorganización social humana. Han podido demostrar que hay correspondencias fundamentales entre la jerarquía fractal de las subcuencas y los patrones organizativos humanos a sucesivos niveles de escala que permiten evaluar la operatividad de las estrategias humanas para acceder a recursos dispersos y sujetos a variabilidad aleatoria en el tiempo (Read y Leblanc, 2003; Hamilton *et al.*, 2005; Hamilton *et al.*, 2007).

### ***Impredictibilidad climática andina***

El medio ambiente andino es probablemente el medio ambiente con población humana más diverso ecoclimáticamente del mundo. (Dolfuss, 1991; Earls, 1989 y 2009). La heterogeneidad topoclimática espacial está amplificada por las condiciones microclimáticas excepcionales a altitudes mayores (Geiger, 1959; Earls, 2006b) y por la mayor bipolaridad estacional de la precipitación a razón de la desglaciación. Además, el clima andino se caracteriza por una alta incertidumbre

temporal. El ciclo del ENOS (El Niño Oscilación Sur), con los eventos periódicos El Niño y La Niña, amplifica la variabilidad a niveles mayores niveles a los de la escala a tal punto que el inicio de la estación de lluvias puede variar por casi dos meses de un año a otro (Vuille, 2007).

La exigencia del manejo efectivo del riesgo para una agricultura viable con esta incertidumbre climática ha condicionado la evolución socioeconómica y política en la región andina a lo largo de la historia. Así, se nos permite identificar patrones organizativos claves para la adaptación a la nueva configuración emergente. En primer lugar, hay que enfocarse en la distribución espacial y temporal del riesgo, dado que es un factor principal en la organización del Perú, y luego en su relación con la organización sociotecnológica de la agricultura. Encontraremos que hay una correlación estrecha entre la incertidumbre y la altitud, y buena evidencia para la correlación de estos factores con patrones de organización social de los grupos.

Winterhalder (1994) analizó los registros de 69 estaciones del Senamhi distribuidas sobre un transecto perpendicular al eje de la cordillera de los Andes en los departamentos de Arequipa, Cusco y Puno, y a altitudes desde el nivel del mar hasta 4 600 msnm en el sur del Perú. Demostró cuantitativamente que la impredecibilidad de la llegada de lluvias y temperaturas adecuadas para iniciar el sembrío aumenta fuertemente con la altitud. Estableció que la incertidumbre climática es más que dos veces mayor a los 4 000 msnm en comparación al nivel del mar. Esta se expresa en una variabilidad interanual del calendario climático de 50 días o más en el altiplano. La reducción del error en el pronóstico temporal para el inicio de los sembríos es fundamental en el manejo efectivo del riesgo (Silva *et al.*, 2006; Orlove *et al.*, 2000). Una vez iniciada la temporada, las secuencias de trabajos quedan más o menos fijas de tal manera que un mal cálculo del inicio repercutiría en todo el sistema.

La gradiente ecoclimática vertical puede expresarse en términos de la relación entre la altitud y la incertidumbre en el manejo agrícola, tanto para la precipitación adecuada como para la presencia de heladas. Winterhalder demostró que el índice Colwell para la predictibilidad ecoclimática,  $p$ , se correlaciona inversamente con altitud. El índice  $p = 0$  en condiciones completamente aleatorias y  $p = 1$  para el determinismo total. En las dos laderas andinas la predictibilidad de la llegada de precipitación adecuada para el sembrío disminuye con la altitud. Para la vertiente occidental  $p \sim 0.8$  al nivel del mar (la predicción que no lloverá es bastante segura en la costa sur), pero arriba de los 4 000 msnm  $p \leq 0.4$  (Winterhalder, 1994; Earls, 2006a). Adicionalmente, los eventos periódicos El Niño y La Niña amplifican aún más la variabilidad climática. La heterogeneidad espacial y la alta incertidumbre temporalmente han condicionado la evolución de una organización sociotecnológica efectiva en el manejo del riesgo ecoclimático en la agricultura andina (Isbell, 1978; Dillehay *et al.*, 2003; Stanish., 1987; Earls, 2005 y 2006a). La organización

social andina se caracteriza por distintos patrones que institucionalizan la coordinación cooperativa interfamiliar y colectiva frente al impacto de fluctuaciones climáticas (Isbell, 1996; Earls, 1989, 1996, 2005 y 2006a).

### ***Predictibilidad de huaicos***

Como ejemplo de la posibilidad de extrapolar la teoría fractal a fenómenos de la variabilidad climática, consideremos lo siguiente: la estructura fractal de la cuenca puede contribuir a aumentar la predictibilidad de huaicos para efectuar una coordinación anticipatoria. Los huaicos son eventos extremos que ocurren cuando la descarga de agua sobrepasa la capacidad del canal del río y su ocurrencia es casi siempre registrada, por lo menos en la memoria de los pobladores locales. El tiempo y magnitud de su ocurrencia varían mucho según las condiciones particulares de las diferentes subcuencas y es casi imposible predecirlos y prevenir su impacto a base de las estadísticas pluviométricas, aún cuando las hay.

El caudal del flujo,  $Q$ , es proporcional al área,  $A$ , de la cuenca tal que  $Q \sim A^\theta$ , donde  $\theta$  es un exponente relacionado a la dimensión fractal. Para el caudal medio anual  $\theta \approx 1$ , tal que  $Q \sim f(A)$ . Pero para las descargas máximas que recurren a frecuencias dadas, el valor de  $\theta$  es menor; así que las grandes descargas aumentan más lentamente que el aumento del área de las cuencas de modo que su distribución temporal sigue una ley de potencias. A partir de esta, se define la relación probabilística entre el caudal máximo del río y la frecuencia temporal de las inundaciones, y así con el área de la cuenca. Gupta (2004) ha demostrado cómo esta relación puede aplicarse para efectivizar la coordinación de actividades para atenuar los daños causados por los huaicos. Aún en la ausencia de cifras meteorológicas adecuadas, y con un registro mínimo de la frecuencia de desbordes a lo largo de la red, no es necesario rendirse a la merced de la naturaleza, sino acoplarse al orden de ella.

### ***Escurrimiento y qochas en la cuenca alta del Titicaca***

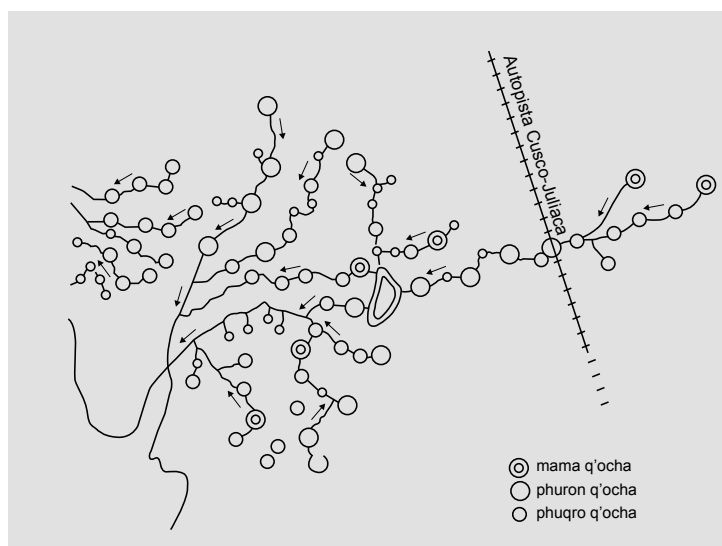
Hay una correspondencia general entre el carácter del orden sociotecnológico y la escala de la subcuenca. Queremos presentar dos ejemplos del manejo del riesgo hídrico en subcuencas a dos niveles del orden Horton-Strahler en la cuenca del lago Titicaca<sup>4</sup>, sujetos a la polaridad estacional de los Andes tropicales. La organización del manejo para los dos sistemas resulta de la coordinación y cooperación de grupos locales y no de una planificación dirigida por un sistema político mayor, como el Estado. Comenzaremos con el manejo del agua en los riachuelos en el área de captación de una subcuenca en la vertiente oriental del lago.

El manejo al segundo nivel, realizado en las provincias de Azángaro y Lampa, en Puno, aplica el sistema de riego por qochas. La agricultura de qochas es usada

4 La experiencia a la que aludimos tuvo manejo en 3 niveles, pero cuestiones de espacio nos referiremos solo a 2.

en provincias a una altitud promedio de 3 850 msnm y ha sido estudiada en la comunidad de Santiago de Pupuja (Flores *et al.*, 1986; Rosas, 1986). Las qochas son embudos de entre 20 y 80 metros de ancho y de 2 a 5 metros de profundidad que sirven tanto como reservorios de agua (el nombre qocha significa lagunilla en quechua) como chacras, pues se cultivan las pendientes de sus bordes. El agua está almacenada en el fondo para regar las plantas durante la estación seca y las sequías periódicas atemporales. Hay tres tipos de qochas y son distribuidas en hileras como las cuentas de un collar a lo largo de pequeños canales más o menos permanentes (**ver figura 5**). Estos dependen principalmente de las aguas pluviales que caen en las colinas bajas (entre 4 200 y 4 480 msnm) que dan inicio a los ríos Pucará y Azángaro. La agricultura de qochas se concentra en el área de planicie entre los dos ríos. Sin embargo, los canales que van a las qochas no derivan de los ríos mismos, sino del escurrimiento directo por las faldas casi planas de las microcuencas iniciales que las canalizan (Flores *et al.*, 1986; Rosas, 1986). Las aguas de escurrimiento de lluvias más cercanas a las qochas están canalizadas por canales movibles como en las faldas del río Suches. Las aguas excesivas son vaciadas por otros canales mayores que derivan a los ríos y al fin al lago Titicaca.

**Figura 5. Hileras de qochas**



Las qochas son artefactos complejos con una serie de diques, canales internos y compuertas para el control del agua. Son agroecosistemas con una producción mucho mayor que la que se da en las pampas de los alrededores y con una amplia estabilidad frente a las fluctuaciones de las lluvias. En la actualidad las familias individuales son propietarias de unas seis qochas en promedio, pero están manejadas por las unidades mayores interconectadas por vínculos de ayuda recíproca

(ayni); también hay controles colectivos sobre su disposición. Las hileras de qochas y los canales de desagüe son manejados a nivel de unidades sociales mayores de constitución variable (ayllus, parcialidades, etc.), pues exigen una mayor coordinación ya que se necesita regular el flujo y la distribución del agua entre las qochas. La agricultura en qochas involucra la secuencia multianual de cultivo y descanso y, por ello, constituye otra forma del barbecho sectorial.

No se disponen de datos suficientes para especificar el orden Horton-Strahler de los cauces del sistema de qochas, pero se asume que se trata del manejo de microcuencas de primer orden. La diferencia más importante entre los dos se expresa en el grado de las pendientes de las superficies. En el caso de Quillihuyu, las pendientes son escarpadas y en las qochas de Pupuja son suaves. Hemos visto que la disipación de energía se rige mediante  $P_i = kQ_i^{1/2}L_i$ . La relación entre el caudal  $Q$  y la pendiente  $s$  para vínculo  $i$  es de la forma  $s_i \sim Q_i^{-1/2}$  o  $Q \sim 1/s^2$ , entonces si la disipación de energía es constante, una pendiente que sea la mitad de otra tiene un caudal cuatro veces mayor, y dado que el caudal medio anual es proporcional al área de captación de la cuenca, será cuatro veces mayor.

La estrategia sociotecnológica en ambos sistemas (de qochas y de cuencas) es de optimizar la concentración del escurrimiento para la agricultura en un clima muy variable y de alta incertidumbre; pero en ambientes de topografías distintas. El manejo del escurrimiento en una cuenca es apropiado a las pendientes escarpadas y pequeñas áreas de captación. El agua pluvial es captada y canalizada por un artefacto sistémico, en parte permanente y en parte temporal, a las chacras locales que están siendo cultivadas en el año dado. La lógica del sistema consiste en replicar la jerarquía fractal de la cuenca en tres microniveles de canales y reservorios al inicio de la microcuenca. Allí, en la topografía de la superficie arrugada se autoorganiza continuamente bajo las lluvias erráticas y los vientos fuertes. Esta dinámica influye en el ordenamiento de las secuencias de rotación del cultivo y descanso de las chacras. El grado de permanencia de la construcción a cada nivel se ajusta a las constricciones de la geometría fractal y así reproduce la optimización energética de la cuenca en este sistema agrotecnológico.

Las qochas son artefactos más grandes y permanentes, aunque también alternan entre años de uso y descanso, y de rendimiento alimenticio mayor que las chacras regadas por el manejo del escurrimiento temporal; sin embargo, los mismos principios organizativos son evidentes.

Con estos ejemplos se ha buscado elucidar ciertas correspondencias entre la jerarquía fractal de las subcuencas y los patrones organizativos humanos a escalas sucesivas, y así se ha dado un primer paso en la evaluación de la operatividad sociotecnológica de las comunidades involucradas para acceder eficazmente a los recursos dispersos e inciertos de la zona.



### ***Sistema de camellones en la cuenca del lago Titicaca. Manejo al tercer nivel***

El segundo ejemplo, de un sistema de manejo agrícola de la incertidumbre climática en la cuenca del lago Titicaca es el sistema de campos elevados (camellones, sukka qolla o waru waru). Este sistema es usado en las pampas inundables a las orillas del lago. Consiste en cavar canales de drenaje en fajas a través del suelo y en apilar la tierra en cumbres para formar cimas planas en las que los cultivos se sembrarán. Las elevaciones y los canales varían entre aproximadamente uno y tres metros de ancho, y la cumbre se extiende entre 80 y 150 cm por encima del fondo del canal. El estudio más sistemático sobre camellones fue realizado por Erickson (1986, 1987, 1992 y 1993).

Los camellones son sistemas multifuncionales, pero su principal función se relaciona con la administración del riesgo. El nivel de agua del lago Titicaca puede llegar a variar un metro de un año al otro; entonces, en las estaciones de lluvias fuertes, cuando la superficie de crecida y las aguas se expanden más de 200 metros desde las orillas, los cultivos sembrados en los camellones no se inundan. Al mismo tiempo, para niveles de agua bajos en el lago, las partes inferiores de los canales nunca están totalmente secas y el agua es conservada en la base. La presencia del lago funciona para disminuir la incertidumbre climática.

Los orígenes de estos sistemas pueden ser rastreados aproximadamente 3 000 años hasta los más tempranos centros ceremoniales a gran escala en la región circundante del Titicaca en el altiplano. Los restos arqueológicos evidencian una serie de regularidades grandes que algunos estudiosos han atribuido a una planificación estatal (Kolata y Ortloff, 1996). Erickson (1993) sostiene que los sistemas andinos de cooperación local y extralocal (ayllus, mitades, parcialidades, etc.) fueron suficientes para dar lugar a las regularidades observadas a gran escala. Es evidente que la evolución del sistema se conformaría a los principios organizativos de las cuencas.

El factor común en estos casos es que la incertidumbre de la precipitación es compensada por la coordinación entre las personas y las unidades sociales a niveles de escalas sucesivamente mayores. No se ha tratado la organización sociotecnológica de la irrigación andina tradicional en las subcuencas mayores. Sin embargo, la evidencia indica que operan de acuerdo a los principios generales presentados aquí, aunque a veces pierden eficiencia por la imposición de razones de influencias exógenas (Mitchell *et al.*, 1996).

### ***Conclusiones***

El impacto del cambio climático en el Perú será muy severo y la adaptación a él, difícil. Esta adaptación se ha definido como «los ajustes que se hacen en sistemas ecológico-socioeconómicos en respuesta a perturbaciones climáticas actuales o anticipadas y sus impactos» (Smit *et al.*, 2000) o «los ajustes en grupos individua-

les y en el comportamiento institucional para reducir la vulnerabilidad de la sociedad al clima» (Pielke, 1998). Los ajustes pueden ser espontáneos o planificados y en base a su implementación pueden ser reactivos o anticipatorios (Smit y Wandel, 2006). Sin embargo, para que funcionen deben armonizarse con el orden de la naturaleza, que en el Perú es el orden de las cuencas.

Un sistema de subcuencas es un sistema autosimilar fractal. Sus propiedades generales son invariantes en todo nivel de escala y nos permiten hacer algunas generalizaciones relevantes sobre las estrategias más apropiadas a las escalas correspondientes. A cada nivel de escala mayor, la implementación y manejo de tecnologías agrícolas involucra una red de coordinación más grande. Con el avance del calentamiento global y la desglaciación, las lluvias en el área del sistema recolector, las condiciones climáticas van a volverse siempre más aleatorias de manera que la complejidad de la coordinación a cada nivel de escala tendrá que ampliarse en compensación. La acción del Estado debe priorizarse en las cuencas grandes, ubicadas a menores altitudes.

La tecnología y organización social andinas probablemente sean lo suficientemente resilientes (capaces de reestablecerse frente a una perturbación exógena) para adaptarse espontáneamente, tal como lo han hecho en el curso de su historia, y a partir de los principios generales que gobiernan el comportamiento de las cuencas. De manera igual que las cuencas, los agricultores de la sierra se autoorganizan continuamente para minimizar la pérdida de energía en el flujo de las aguas, y en actividades económicas y de labores ingenieriles de rendimiento dudoso, maximizando la productividad de la energía pluvial disponible. Su evolución organizativa se guía de acuerdo a los tres principios que definen el flujo óptimo de energía en las cuencas.

Sin embargo, el acceso a innovaciones tecnológicas de origen moderno es un factor que permitiría combinar nuevas tecnologías las estrategias sociotecnológicas de adaptación que han sido desarrolladas en el curso de los milenios. Para enfrentar los problemas actuales del calentamiento global es evidente que estos principios operativos deben aplicarse en todas las escalas, y especialmente para los nuevos proyectos de riego de agroindustria en la costa y la sierra baja. La agricultura industrial se ubica en las partes inferiores y menos escarpadas de las cuencas de mayor caudal hídrico y de alta predictibilidad climática. Se sostiene por medio del amplio subsidio de energía fósil que reduce la incertidumbre aún más. De esta manera, el manejo sociotecnológico de la irrigación ha podido desacoplarse parcialmente de los principios organizativos que gobiernan la agricultura andina. En la nueva configuración climática, de menor agua, mayor incertidumbre y energía fósil más costosa, la viabilidad de la agricultura industrial depende en una reorganización masiva del sistema.

Finalmente, vale hacer notar que hay comunidades donde ya se están dando innovaciones sociotecnológicas. Santiago de Tuna es una comunidad de la sierra alta del departamento de Lima que siempre ha tenido que soportar una escasez de agua, pero en años recientes este problema se ha agudizado. En la actualidad, casi todas las casas del pueblo tienen techos de calamina; los comuneros recientemente han cavado canalitos en la tierra debajo de los techos para recoger el agua de las lluvias esporádicas. Los canalitos funcionan como un sistema de nanocuecas que se dirigen a un reservorio común al fondo de la comunidad y que se usa para regar. Notemos que no fue una obra estatal sino el producto de la racionalidad organizativa andina.

### Bibliografía

Alley, R.; Marotzke, J.; Nordhaus, W.; Overpeck, J.; Peteet, D.; Pielke, R.; Pierrehumbert, R.; Rhines, P.; Stocker, T.; Talley, L.; Wallace, J. *Abrupt Climate Change. Inevitable Surprises*. Washington D.C.: National Academy Press, 2002.

Angulo, L. «Cambio climático, patrones de riesgos de desastres y escenarios futuros. Retos para el desarrollo regional y local en la cuenca del río Piura». En: *Tecnología y sociedad* 7. Lima: Soluciones Prácticas-ITDG. 2006. pp. 69-130.

Angulo, L. *Análisis ambiental en el Perú*. Lima: CONAM, 2005.

Araujo, H. «Estrategias de las comunidades campesinas alto-andinas frente al cambio climático». En: Araujo, H. (Ed). *Los Andes y las poblaciones alto-andinas en la agenda de la regionalización y descentralización*. Lima: CIPTA-Concytec, 2008.

Dillehay, T.; Kolata, A. «Long-term Human Response to Uncertain Environmental Conditions in the Andes». En: *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*. 2003. 101(12). pp. 4325-30.

Dollfus, O. *Territorios andinos: reto y memoria*. Lima: IFEA-IEP, 1991.

Earls, J. «Rotative Rank Hierarchy and Recursive Organisation: the Andean Peasant Community as a Viable System». En: Urton, G. *Structure, Knowledge and Representation in the Andes: Studies Presented to Reiner Tom Zuidema on the Occasion of his 70th Birthday*. Urbana: Journal of Steward Anthropological Society, 1996. 24(1-2). pp. 297-320.

Earls, J. «The Andes and the Evolution of Coordinated Environmental Control». En: *TRANS. Internet-Zeitschrift für Kulturwissenschaften*. [http://www.inst.at/trans/16Nr/02\\_4/earls16.htm](http://www.inst.at/trans/16Nr/02_4/earls16.htm) (visto por última vez: 1 de junio de 2009).

- 
- Earls, J. *Introducción a la teoría de sistemas complejos*. Lima: PUCP, 2007.
- Earls, J. *La agricultura andina ante una globalización en desplome*. Lima: PUCP, 2006a.
- Earls, J. *Planificación agrícola andina: bases para un manejo cibernético de sistemas de andenes*. Lima: Universidad del Pacífico-Cofide, 1989.
- Earls, J. *Topoclimatología de alta montaña. Una experiencia en el altiplano Boliviano*. Lima: Concytec, 2006b.
- Erickson, C. «Neo-environmental Determinism and Agrarian 'Collapse' in Andean Prehistory». En: *Antiquity*. Gloucester: Antiquity Publications. 1999. 73 (281). pp. 632-44.
- Erickson, C. «The Social Organization of Prehispanic Raised Field Agriculture in the Lake Titicaca Basin». En: *Research in Economic Anthropology. Supplement*. Greenwich: JAI Press. 1993. 7. pp. 369-426.
- Erickson, C. «Waru-waru: una tecnología agrícola del altiplano prehispánico». En: De la Torre, C.; Burga, M. Earls, J. (Eds.). *Andenes y camellones en el Perú andino. Historia, presente y futuro*. Lima: Concytec, 1986. pp. 59-84.
- Flores, J.; Paz, P. «El cultivo de qocha en la puna sur andina». En: Frías, A. (Ed). *Evolución y tecnología de la agricultura andina*. Cusco: Instituto indigenista interamericano, 1983.
- Geiger, R. *The Climate Near the Ground*. Cambridge: Harvard University Press, 1959.
- Gobierno de Argentina; Organización de Naciones Unidas. *Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change. 10th Session of the Conference of the Parties to the United Nations. Framework Convention on Climate Change*. Buenos Aires: Gobierno de Argentina-ONU, 2004.
- Goland, C. «Cultivating Diversity: Field Scattering as Agricultural Risk Management in Cuyo Cuyo, Department of Puno, Peru». En: *Mountain Research and Development*. Boulder: International Mountain Society. 1993. 13. pp. 317-38.
- Gupta, V. 2004. «Emergence of Statistical Scaling in Floods on Channel Networks from Complex Runoff Dynamics». En: *Chaos, Solitons and Fractals*. Oxford-Nueva York: Pergamon. 2004. 19(2). pp. 357-65.
- Hamilton, M.; Holdaway, R.; Litvin, S. *Statistical Self-Similarity in the Structural Organization of Human Forager Populations*. Santa Fé: Santa Fé Institute of Complex Systems Summer School, 2005.

Hamilton, M.; Milne, R.; Walker, R.; Brown, J. «Nonlinear Scaling of Space Use in Human Hunter-gatherers». En: *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*. 104(11). pp. 4765-9.

Isbell, W. «Environmental Perturbations and the Origin of the Andean State». En: Redman, C.; Berman, M.; Curtin, E.; Langhorne, W.; Versaggi, N. (Eds). *Social Archaeology. Beyond Subsistence and Dating*. Nueva York: The Academic Press, 1978.

Isbell, W. «Household and Ayni in the Andean Past». En: Urton, G. *Structure, Knowledge and Representation in the Andes: Studies Presented to Reiner Tom Zuidema on the Occasion of his 70th Birthday*. Urbana: Journal of Steward Anthropological Society, 1996. 24(1-2). pp. 248-95.

Janssen, M.; Anderies, J. 2007. «Stylized Models to Analyze Robustness of Irrigation Systems». En: Kohler, T.; Van der Leeuw, S. (Eds). *The Model-based Archaeology of Socionatural Systems*. Santa Fé (Nuevo México): School for Advanced Research Press, 2007. pp. 157-73.

Kaser, G.; Juen, I.; Georges, C.; Gómez, J.; Tamayo, W. «The Impact of Glaciers on the Runoff and the Reconstruction of Mass Balance History from Hydrological Data in the Tropical Cordillera Blanca, Peru». En: *Journal of Hydrology*. Elsevier: Ámsterdam. 282. pp. 130-44.

Kolata, A.; Ortloff, C. «Agroecological Perspectives on the Decline of the Tiwanaku State». En: Kolata, A. (Ed). *Tiwanaku and Its Hinterland: Archaeology and Paleoecology of an Andean Civilization. Volume 1: Agroecology*. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press, 2003. pp. 181-202.

Kuznar, L. «Risk Sensitivity and Value Among Andean Pastoralists: Measures, Models and Empirical Tests». En: *Current Anthropology*. Chicago : University of Chicago Press. 2001. 42(3). pp. 432-40.

Lubovich, K. *The Coming Crisis: Water Insecurity in Peru*. [http://www.fess-global.org/issuebriefs/the\\_coming\\_crisis\\_water\\_insecurity\\_in\\_peru.pdf](http://www.fess-global.org/issuebriefs/the_coming_crisis_water_insecurity_in_peru.pdf) (visto por última vez: 1 de junio de 2009).

Mitchell, W.; Guillet, D. (Eds). *Irrigation at High Altitudes: The Social Organisation of Water Control Systems in the Andes*. Washington D.C.: American Anthropological Association, 1996.

Molnár, P.; Ramírez, J. «Energy Dissipation Theories and Optimal Channel Characteristics of River Networks». En: *Water Resources Research*. Washington D.C.: American Geophysical Union. 1998. 34(7). pp. 1809-18.

---

Orlove, B.; Chang, J.; Canet, M. «Forecasting Andean Rainfall and Crop Yield from the Influence of El Niño on Pleiades Visibility». En: *Nature*. Londres: Macmillan. 2000. 403 (6765). pp. 68-71.

Paz, M.; García, J. «Cambio climático en el Perú: variable a considerar para el desarrollo sostenible». En: *Tecnología y Sociedad 7*. Lima: Soluciones Prácticas-ITDG. 2006. pp. 56-68.

Pielke, R. «Rethinking the Role of Adaptation in Climate Policy». En: *Global Environmental Change. Human and policy dimensions*. Guildford: Butterworth-Heinemann. 1998. 8(2). pp. 159-70.

Plaffenberger, B. «Social Anthropology of Technology». En: *Annual Review of Anthropology*. California: Annual Reviews. 1992. pp. 491-516.

Pouyaud, B.; Yerren, J.; Zapata, M. *Glaciares y recursos hídricos en la cuenca del río Santa*. Lima: Senamhi. [http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/paper\\_RR-HHSANTA.pdf](http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/paper_RR-HHSANTA.pdf) (visto por última vez: 1 de junio de 2009).

Read, D.; Leblanc, S. «Population Growth, Carrying Capacity and Conflict». En: *Current Anthropology*. Chicago: University of Chicago Press. 44(1). pp. 59-83.

Rivas, R.; Carenza, C.; Claudel, C.; Thompson, S.; Earls, J. *Promoción económica y tecnológica en el municipio de Mocomoco. Recuperación de andenes prehispánicos*. La Paz: Ricerca e Cooperazione-Comisión Europea, 1999.

Rodríguez, I.; Renaldo, A. *Fractal River Basins, Chance and Self-organization*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

Rosas, W. «El sistema de cultivo en qocha». En: De la Torre, C.; Burga, M. Earls, J. (Eds.). *Andenes y camellones en el Perú andino. Historia, presente y futuro*. Lima: Concytec, 1986. pp. 107-32.

Silva, Y.; Takahashi, K.; Cruz, N.; Trasmonte, G.; Mosquera, K.; Nick, E.; Chávez, R.; Segura, B.; Lagos, P. «Variability and Climate Change in the Mantaro River Basin, Central Peruvian Andes». En: *Proceedings of 8 ICSHMO*. Foz do Iguazu: INPE. 2006. 24-28. pp. 407-19.

Smit, B.; Burton, I.; Klein, R.; Wandel, J. «An Anatomy of Adaptation to Climate Change and Variability». En: *Climatic Change*. Boston: Reidel. 2000. 45(1). pp. 223-51.

Smit, B.; Wandel, J. «Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability». En: *Global Environmental Change. Human and policy dimensions*. Guildford: Butterworth-Heinemann. 2006. 16(3). pp. 282-92.

Stanish, C. «Agroengineering Dynamics of Post-Tiwanaku Settlements in the Otor Valley, Peru». En: Denevan, W.; Matheson, K.; Knapp, G. (Eds). *Pre-hispanic Agricultural Fields in the Andean Region*. Oxford: British Archaeological Reports International Series, 1987. pp. 373-83.

Thompson, L.; Mosley-Thompson, E.; Brecher, H.; Davis, M.; León, B.; Les, D.; Lin, P.; Mashiotta, T.; Mountain, K. «Abrupt Tropical Climate Change: Past and Present». En: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 13(28). <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1484420> (visto por última vez: 29 de mayo de 2009).

Valdivia, C.; Quiroz, R. «Coping and Adapting to Increased Climate Variability in the Andes». En: *2003 Annual Meeting*. Montreal: American Agricultural Economics Association, 2003.

Vuille, M. *Climate Change in the Tropical Andes. Impacts and Consequences for Glaciation and Water Resources. Part 1: The Scientific Basis*. Massachusetts: CONAM-World Bank, 2007.

Vuille, M.; Bradley, R. «Main Annual Temperature trends and their Vertical Structure in the Tropical Andes». En: *Geophysical Research Letters*. 27(3). 2000. pp. 3885-8.

Wilbanks, T. 2004. «How Scale Matters: Some Concepts And Findings». En: Reid, W.; Berkes, F.; Wilbanks, T.; Capistrano, D. (Eds). *Bridging Scales and Knowledge Systems. Concepts and Applications in Ecosystem Assessment*. Washington D.C.: Island Press, 2006. pp. 21-36.

Winterhalder, B. «The Ecological Basis of Water Management in the Central Andes: Rainfall and Temperature in Southern Peru». En: Mitchell, W.; Guillet, D. (Eds). *Irrigation at High Altitudes: The Social Organisation of Water Control Systems in the Andes*. Washington D.C.: American Anthropological Association, 1993. pp. 21-67.

Young, K.; Lipton, J. «Adaptive Governance and Climate Change in the Tropical Highlands of Western South America». En: *Climate Change*. Boston: Reidel. 2006. 78(1). pp. 63-102.





Ensor, Jonathan. «Adaptation to climate change: the role of adaptive capacity and resilience». En: *Tecnología y Sociedad*. Lima: Soluciones Prácticas. Año 16, n° 8. 2009. pp. 33-51.

## Adaptation to climate change. The role of adaptive capacity and resilience

Jonathan Ensor<sup>1</sup>

### Resumen

Este artículo gira en torno a la manera en la que se puede apoyar a las comunidades a adaptarse al cambio climático y sugiere que la incertidumbre de la información sobre el cambio climático determina la forma en que se entiende la adaptación. Bajo esas circunstancias, es necesario concentrarse en desarrollar la capacidad de las comunidades para enfrentar y resistir los cambios en su entorno. Esta se puede lograr desarrollando su capacidad de adaptación, entendida como la habilidad de cambiar sus costumbres para enfrentar el cambio climático, y su resistencia, entendida como la habilidad de absorber o soportar lo inesperado.

### Abstract

This paper is concerned with how communities can be supported to adapt to climate change, and proposes that an appreciation of the role of uncertainty in climate change information shapes how adaptation is understood. Under these circumstances, adaptation must focus instead on enabling communities to respond to and survive changes in their environment. This challenge can be met through building adaptive capacity, understood as the ability to change in response to climate changes, and resilience, understood as the ability to absorb or cope with the unexpected.

### Introduction

Advances in climate science have enabled climate modelling to provide an unprecedented view of the future of the earth system. The impact of greenhouse gas emissions is now beyond doubt, as is warming of the global climate throughout the coming century. However, the precise implications remain unclear: predictions of

<sup>1</sup> Investigador de Practical Action (Reino Unido) sobre cambio climático y desarrollo. Ha publicado recientemente el libro *Understanding Climate Change Adaptation: Lessons from Community Based Approaches*. Tiene un master en derechos humanos (Universidad de Londres), además de un master y doctorado en ingeniería (Universidad de York).

rainfall rates, the likely frequency of extreme weather events, and regional changes in weather patterns cannot be made with certainty. This uncertainty is of central importance to adaptation. While mitigation activities are rightly driven by the need to avoid dangerous climate change, adaptation planning cannot proceed without first understanding what climate change means in a particular location. Indeed, it is all too easy to assume that adaptation can and should follow climate change predictions. This can be the case where the message from current observations and predictive models is clear and unambiguous, such as for glacial melting or sea level rise (and even here, the rate of change is a subject of debate). But clear cut cases are in the minority. In many contexts there is no agreement whether, for example, rainfall is likely to increase or reduce. What, then, should adaptation to climate change mean in these circumstances? This is the question addressed in this paper. First, it is necessary to consider the limitations of climate predictions so that the different aspects of uncertainty can be absorbed into adaptation thinking.

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) provides the most well known and authoritative assessments of the current scientific understanding of climate change. The body was established in 1988 with a mandate «to assess on a comprehensive, objective, open and transparent basis the latest scientific, technical and socio-economic literature» relevant to climate change (IPCC, 1988). A creation of the World Meteorological Organisation (WMO) and the United Nations Environment Programme (UNEP), it conducts no new research of its own, but instead employs the services of around 400 scientists to compile reports on the «policy relevant» aspects of climate science, impacts and adaptation, and mitigation. Each report examines data from previously published peer reviewed literature (and selected non peer reviewed reports) and is itself subjected to two rounds of expert review and one of government challenge and approval prior to publication. This approach removes controversial or spurious data and establishes a high degree of confidence in the content of the IPCC's publications.

However, when relying on the IPCC's conclusions it is important to note that the approach to knowledge gathering and sharing has the potential to be conservative. Consensus building and time constraints mean that some evidence is excluded. For example, the IPCC's fourth report only considers temperature projections that fall within a 90 % confidence interval, excludes dynamic melting of the Greenland and Antarctic ice sheets, and excludes non-linear events that might result in higher or more rapid temperature or sea level rise (Lemons, 2007). These decisions prevent the IPCC from reporting speculative data and allow scientifically plausible statements of certainty to be made in one report - but they also mean that low probability, high-impact events are not drawn out for public consideration. The periodic release of the IPCC assessment reports is also an important limitation: the time taken by the IPCC review process means that the evidence relied on in the reports is restricted to that published well in advance of the IPCC release date, whilst the 5 to 6 year periodicity of reports mean that the most recent IPCC assessment lags behind current scientific thinking.

Rather than undermining the IPCC conclusions or the importance of the process, these observations highlight the need to understand the limits that inevitably exist to even the most authoritative statements of knowledge. Indeed, a 2008 review of the climate science literature illustrates the constraints of the IPCC process (Hare, 2008):

«Literature published in the past two years has identified several specific cases of higher risk than that assessed in the IPCC's AR4 [Fourth Assessment Report] ... this literature is sufficiently important, credible and robust to justify presenting a view that adds to, and in some cases differs from, the IPCC assessment. The reader should be aware, also, that this paper presents the science of climate change from a risk perspective, in terms of which low-probability, high-consequence events merit the attention of policymakers at the highest level.»

For adaptation, the issue of interest is our ability to use science to predict the future. This is an obvious area for uncertainty to arise, and it does so in many forms. Fundamentally, the relationship between human activity and climate change means that assumptions must be made about the pattern of future emissions in order to generate climate predictions. Climate change predictions are mainly dependent on the greenhouse gas composition of the atmosphere in the future (predominantly carbon dioxide, methane and nitrous oxide). To address this problem, projections are made for range of reasonably foreseeable future emissions. For example, the IPCC's best estimate for the increase in global average temperature by the end of this century is 1.8 °C assuming a low rate of emissions (referred to by the IPCC as the B1 scenario), whilst the highest foreseeable increases in greenhouse gases would yield a 4.0 °C temperature rise (the A1F1 scenario) (Meehl *et al.*, 2007).

The mechanisms involved in producing predictions also introduce uncertainty. Climate predictions are significantly different from their more established cousin, weather forecasting. Climate is fundamentally different from weather in that climate refers to long term (conventionally 20 to 30 year) average weather conditions. Weather, on the other hand, refers to short term (hourly and daily) changes such as in temperature, rainfall and wind. Weather is hard to predict as its dynamics are chaotic: small changes in the current weather conditions can create large changes in the weather at a later time. Despite this, well established scientific understanding and measurement infrastructure allows predictions up to about 15 days ahead. Seasonal forecasting has emerged more recently than weather forecasting, and is based on an improved understanding of slowly changing phenomena that have a significant impact on the weather, such as the El Niño Southern Oscillation (ENSO). Measuring this important but slowly changing phenomenon allows seasonal trends to be predicted up to around two years in advance, although confidence is greater for shorter timescales of up to around three months. Seasonal forecasts are not weather forecasts, but are more

similar to climate models in that they offer a view of weather statistics, but over shorter time scales. A typical seasonal forecast may predict daily rainfall for a particular three month period. An expression of confidence is normally included: for example, a forecast may predict with 90 % confidence that daily rainfall will be between 150 and 200 mm. The confidence captures and communicates the uncertainty in the forecast, and varies significantly with geographical location: the more weather is dominated by El Niño, for example, the more accurate the seasonal forecast. Generally speaking, predictability reduces the further a location is from the equator and from the ocean, and temperature is usually easier to predict than precipitation (Harrison *et al.*, 2007a).

Beyond seasonal timescales, climate models are relied on to provide information on long term trends. Whilst they are able to establish with high confidence that global average temperatures will continue to increase (not least due to the levels of greenhouse gases currently in the atmosphere), more detailed changes, such as the impact of warming on wet and dry seasons, remain unclear. The IPCC's calibrated expressions of confidence draw attention to the inherent uncertainty in climate models, which by definition are only approximations of reality, offering an incomplete representation of the full complexity of the earth system. Uncertainty - meaning that more than one plausible future can be asserted - is unavoidable. Even for a fixed rate of future emissions there is uncertainty as to the exact impact on temperature. Whilst the highest emission scenario produces a most likely average temperature increase 4 °C by the end of the 21st century, it is also possible that the increase might be as high as 6.4 °C or as low as 2.4 °C (Meehl *et al.*, 2007). Currently, the impact of uncertainty can be seen most clearly in the failure of climate models to provide good agreement at the regional scale, and in particular on future levels of precipitation (Christensen *et al.*, 2007).

### **Adaptive capacity and resilience**

Vulnerability reduction is an important component of adaptation to climate change (Ensor and Berger, 2009a). An assessment of vulnerability to a particular climate change hazard, and the introduction of measures that address the causes of vulnerability are legitimate strategies. Importantly, vulnerability reduction can account for uncertainty in climate predictions as long as the measures employed are not dependant for their success on a particular climate future emerging. However, investment in these strategies inevitably requires a degree of confidence in climate change predictions. A point arises when uncertainty about the future climate increases so much that vulnerability assessments start to lose value, eventually becoming meaningless as the real possibility of unforeseen hazards emerges. If increased rainfall is as likely to emerge as increased drought, how then should adaptation proceed? Moreover, while vulnerability reduction may be able to provide relief from the effects of climate change that are being experienced in the immediate term, how should adaptation deal with the problem of an uncertain future climate? The remainder of this paper focuses on how this

challenge can be met through building adaptive capacity, understood as the ability to change in response to climate changes, and resilience, understood as the ability to absorb or cope with the unexpected. However, adaptive capacity and resilience should not be seen as independent of vulnerability: increasing a household or community's resilience or ability to adapt should help reduce vulnerability to the broadest possible range of possible hazards. As discussed below, adaptive capacity is also related to resilience, as building adaptive capacity is one way to support the ability to cope and recover.

Adaptive capacity refers to the potential to adapt to the challenges posed by climate change, describing the ability to be actively involved in processes of change. It encompasses the ability of actors within a particular human and environmental system to respond to changes, shape changes, and create changes in that system (Chapin *et al.*, 2006). The tools that make up adaptive capacity therefore include both tangible assets, such as financial and natural resources, and less tangible elements such as the skills and opportunities to make decisions and implement changes to livelihoods or lifestyle. Both the diversity and distribution of these components of adaptive capacity are important. For Chapin *et al.* (2006) adaptive capacity «depends on the amount and diversity of social, economic, physical, and natural capital and on the social networks, institutions, and entitlements that govern how this capital is distributed and used».

Similarly, Smit and Wandel's review of adaptation literature suggests that the determinants of adaptive capacity include both assets, including financial, technological and information resources, and the context within which these assets are held, including infrastructure, institutional environment, political influence, and kinship networks (2006). Thus both Chapin and Smit and Wandel draw attention not just to the availability of assets but also to the prevailing social and political context through which distribution takes place: networks, institutions, entitlements and political influence. Smit and Wandel (2006) note that this context operates at different scales: whilst some elements of adaptive capacity are local (such as networks of family relationships), it is also important to recognise that broader and sometimes global social, economic and political forces may have the most significant influence on local vulnerabilities, such as where international free trade agreements remove supportive subsidies or price guarantees for a particular local crop. It may not be sufficient to consider only micro-scale relationships if it is «powerful political and economic vested interests that determine the nature of the adaptation context» (Brooks, 2003).

Diversity supports adaptive capacity by providing communities with options at times of stress or external change. Diversity is an attribute that offers more than simple accumulation of assets: it recognises that addressing an uncertain future requires access to a range of alternative strategies, some of which will prove viable. However, diversity is also a key pillar of resilience. Where adaptive capacity

refers to the ability to influence and respond directly to processes of change, resilience is the ability to absorb shocks or ride out changes. For resilience, diversity of social, economic, physical and natural assets improves the prospects of a socio-ecological system persisting. For example, a farm system dependent on a single crop may have low resilience to disease or climate change compared with one predicated on agricultural biodiversity. Examples from Kenya illustrate how a diversity of seeds planted in response to uncertain seasonal forecast information ensure that some crops reach maturity even if the predicted weather patterns do not emerge, while in Peru, a diversity of planting altitudes and terrains underpins the conservation of potato varieties from one year to the next, ensuring that crops survive in some locations even if they fail in others (Ensor and Berger, 2009a). In the same way, resilience may also take the form of multiple (diverse) livelihoods. Whilst diversity underpins resilience, it is also important to recognise that the scale or degree must be appropriate and that a point can be reached at which assets or skills are spread too thinly to be of benefit. In some circumstances sufficient accumulation of assets may also support resilience: reserves of financial capital, for example, can be enough to ensure a household can cope in many circumstances. Safety nets such as insurance, when available and affordable, can also form an important component of resilience and may play a role in backstopping specialisation or compensating for a lack of diversity.

Resilience and adaptive capacity are closely related, not least because both reduce the impact of uncertainty. Fostering adaptive capacity is also a mechanism for building resilience: adaptive capacity expands the options and opportunities for coping with or avoiding the impacts of climate change and thus improves a community or household's prospects of survival. For example, given access to and the ability to employ climate related information, a pastoralist community may proactively sell livestock prior to a drought, thus yielding the resources necessary to cope (Ensor and Berger, 2009a). In this example, resilience - the broad ability to cope and recover - was enhanced through adaptive capacity (access to forecasting information) that enabled the community to engage with and respond to the prospect of drought.

### ***Elements of adaptive capacity***

Adaptation requires the accumulation of skills as well as a diversity or accumulation of assets. Principally, utilising a diversity of assets to expand the range of available livelihood or coping strategies requires the ability to explore ways of employing those assets. Thus attributes of adaptive capacity also include the ability to experiment or innovate, and the capacity to learn (Peterson, 2000; Chapin, 2006). Indeed, it has been suggested that the most adaptive societies are those with actors who have the capacity to experiment, and institutions in place to support them (Patt, 2008a). For example, the involvement of NGOs and institutions in supporting farmer led research demonstrates how local adaptive capacity - and in particular the confidence to experiment - can be fostered. The provision

of technical training is an important element in supporting experimentation. In Bangladesh, for example, NGO support for training in raft construction technologies has allowed local farmers to implement their own designs of «floating gardens», an approach to securing food supply by growing crops in beds that float on top of rising water in regions that are prone to regular flooding (Ensor and Berger, 2009a). Local extension services can similarly be a key element in developing adaptive capacity. However, the readiness to experiment and learn is complex and influenced by human, cultural, financial and institutional factors. The ability to put a diversity of resources to productive use may be linked to educational background and prior experience. Cultural attitudes may overlap with attitudes to financial assets to assist or inhibit experimenting and risk taking. For example, evidence suggests that there is no correlation between farmers' wealth and their willingness to adopt new management practices (Phillips, 2003; Patt, 2008b). On the other hand, the take up of insurance - a method of reducing risk and thereby facilitating experimentation - has been found to be greater amongst wealthy households. Risk averse households can in fact be less likely to take insurance, often due to their lack of experience with handling financial products (Gine *et al.*, 2009). Some social norms, if narrowly defined or deeply held, can stand in the way of experimentation. However, culture may equally support or inhibit experimentation: marginalised communities have exhibited both conservatism and experimentation as a strategy to deal with environmental change (Ensor and Berger, 2009b; Patt, 2008a).

The process of learning and adopting new strategies can be closely linked to the presence of social networks (defined in more detail below). Gine study of insurance take up amongst rural households in Andhra Pradesh reveals membership of social networks to be important in determining whether a new insurance scheme is adopted, as networks provide opportunities for sharing information and advice. Social networks provide an opportunity for sharing experiences and as such are well placed to be effective in promoting learning, influencing changes to behaviour and stimulating collaborative innovation processes (Cross, 2004). In the same way, they can help the real and perceived risk of adopting changes to livelihoods to be reduced by observing and understanding the experiences of others.

Importantly, adaptive capacity also requires the ability to access and process climate information. Climate change is an emerging phenomenon with the potential to transform environments and challenge traditional expectations of seasonal patterns and climate extremes. As adaptive capacity embodies a household or community's ability to engage with and make decisions about processes of change, some level of understanding of climate change predictions and the associated uncertainty is essential. There is also the potential for simple climate change messages to disguise the complexity that is inherent in climate modelling. The illusion of certainty and simplicity is attractive, posing a problem for the communication of climate change information and raising the prospect of uncertainty being over-

looked or underappreciated when information is exchanged. However, an appreciation of complexity and uncertainty is essential if maladaptations or futile efforts at vulnerability reduction are to be avoided. Some form of institutional support is necessary for information dissemination, as climate change science and predictions will be beyond the reach of most poor communities. It is the responsibility of national governments to assimilate and communicate short and long term weather and climate change information, and to identify and facilitate the filling of gaps in knowledge where they exist. Moreover, information should be grounded in the livelihood context of those who are most vulnerable to climate change, and targeted at these groups in a form and with content that is appropriate to their needs.

### **Social networks**

Social networks can be of significance to adaptive capacity and resilience. Both demand a degree of collective action and depend on the particular web of relationships that determine power, resource and information distribution in any situation involving multiple stakeholders. The focus of social networks is on the nature of these relationships. This distinctive perspective has given rise to key concepts that can be used to analyse and understand the connections between different actors, including that (Wasserman and Faust, 1994):

- Actors and their actions are interdependent rather than independent, autonomous units
- Relational ties (linkages) between actors are channels for transfer or flow of resources (either material or nonmaterial)
- The network structural environment provides opportunities for or constraints on individual action

In the network view it is the relationships that tie actors that are central rather than the individuals as and of themselves. Actors are interdependent, and it is through their relationships that they create opportunities for resource and information exchange, and form the social, economic and political structures that define how they as individuals or groups may act.

Network analysis reveals the nature and extent of the interconnections between actors within the network (Hawe *et al.*, 2004), drawing attention to the power and interests that define the nature of the relationships between actors, and identifying the direct and indirect connections that channel flows of resources and information. A community or household's social network plays a role in adaptation beyond the support of learning, experimenting and innovating discussed above. In the best case, a community's network will yield a productive, open and democratic relationship to the state, enabling policy to be informed by community experiences and information held in institutions to reach communities (Adger, 2003). For adaptation, such a relationship between the state and community and/or civil society networks might facilitate the two-way flow of information, upwards from



household and community to improve policy understanding of the local socio-economic and environmental context, knowledge and needs, and downwards in the delivery of relevant and current science. However, where a productive relationship between state and civil society is not present, networks generate adaptation benefits in their own right, providing opportunities for sharing knowledge and learning. Local social networks offer marginalised groups an opportunity to develop adaptive strategies in the face of emerging climate risks. This use of networks is evidenced where local farmer groups became agents of change at the community level, by sharing their experiences of on-farm variety research in response to the challenges of climate change with farmers from neighbouring villages (Ensor and Berger, 2009a). Moreover, social networks are known to be relied on for coping during times of stress, most clearly through kinship ties but also in reciprocal arrangements between members of a network (Adger, 2003).

An important aspect of the process of building adaptive capacity may therefore be extending existing social networks. Depending on the context, this may be through working with local networks with a view to enhancing and sharing community based adaptation activities. Alternatively, it may be through supporting civil society organisations to pressure different levels of government into participating in new (or existing) institutions so that the need for climate information and adaptation resources can be articulated. Social network analysis supports these processes by systematically identifying the opportunities and constraints that exist in the links that make up the networked relationship between communities and the institutions of the state. Supporting horizontal (between communities and/ or civil society) and vertical (upwards to different levels of government) networks can be self-reinforcing. For example, local social networks can simultaneously provide the foundation for influence in local governance institutions and be significant for local learning and knowledge sharing. Importantly, a greater degree of connectivity between communities can provide increased opportunities for both activities.

The ability of communities to engage with governance and decision making can also improve resilience by preventing the introduction of inappropriate policies that would damage communities or the environment on which they depend. Communities are often well placed to play this role as their knowledge of their local environment will usually exceed that of an outsider. For example, the input of local land users into natural resource management and enforcement institutions can have a stabilising effect, reducing the likelihood of inappropriate or unsustainable land use changes (Chapin *et al.*, 2006; Adger, 2003).

The institutions, fora and relationships within social networks can also go some way towards converting climate knowledge transfer from top-down information provision to more effective, experience-based communication approaches. For example, Patt (2005) reports that farmers in Zimbabwe who attended workshops to learn about seasonal forecasts were significantly more likely to adapt farming

methods in response to forecast information. In this example, the workshops were an attempt to build networking social capital. By engaging farmers in the process of developing a forecast, this approach attempted to make technical information accessible to farmers' and ensured that the forecasting information was credible, salient and legitimate to all stakeholders (Cash, 2006). Establishing workshops is one approach to building networking capital to overcome the problems of communication and relevance of scientific information. Cash recommends the use of boundary organisations (2006) - institutions that work as an intermediary between actors - whilst Patt (2008) describes the forming of partnerships between scientists and users. In each case an essential feature is the investment in social networks to build bridges between the knowledge systems and priorities of different communities. However, it is important to recognise that effective communication of weather and climate information is not guaranteed by the development of networks alone. Experiences from seasonal forecasting also illustrate the challenges: Harrison *et al.* (2007b) conclude that «there has been a wealth of activity over recent years to promote the dissemination and uptake of [seasonal] forecasts. But, despite this progress, there are still few clear demonstrations of consistently-achievable value». Significant problems remain with understanding the needs of farmers and other users of climate data, generating sustained institutional support and a favourable policy environment, and, fundamentally, appropriate and effective communication of data for decision making. Understanding the needs of communities is essential. Patt (2005) reports how success in the use of forecasting in Brazil was undermined through the dissemination of one poor forecast. Elsewhere, Patt notes an important barrier to communicating abstract, long term climate change information: «[i]t is hard to develop effective partnerships between climatologists and users in the absence of a problem to be solved» (2008a).

### **Power**

Social networks are significant in part because «adaptation is mediated and interpreted through the lens of perceived opportunities» (Balstad, 2008): expanding poor peoples' knowledge base and decision making capabilities is thus an important function of networked institutions. However, the lens of perceived opportunities can be refocused through the control of information and the motivations of stakeholders. Peterson *et al.* (1997) point out how «management agencies often suppress scientific dissent in order to present a unified, certain front to the outside world, thereby consolidating the political power of the agency.» Such misrepresentation can easily gain traction due to the attractive simplicity of the message (Balstad, 2008) and may gain the active support of actors who benefit from a particular view of the future. This scenario is pertinent to climate change, where the suppression of uncertainty may clear the way for commercial, technical fix solutions. For example, a diagnosis of a drying climate may facilitate the introduction of proprietary drought resistant seed varieties, whereas an appreciation of the uncertainty associated with the prediction may instead lead to efforts to build the knowledge base of agricultural extension officers and ensure that a sustainable diversity of seed varieties is

available. Access to knowledge and information sources is therefore a necessary component of adaptive capacity, but insufficient without critical engagement. Network analysis provides an important tool for this process, enabling the chain of relationships between actors to be visualised and ensuring the social, political and economic foundations of those relationships is assessed. Different aspects of social networks may prove particularly important for adaptation.

Moser suggests that greater attention be paid to understanding the «social dynamics that underpin (motivate, facilitate, constrain) on-the-ground adaptation strategies and actions» in decision making institutions, and specifically to address the «value judgements and power dynamics embedded in adaptation decisions» (Moser, 2008). Jennings similarly draws attention to «historically embedded and implicit power relations» and in particular notes the failure of indigenous or local environmental knowledge to penetrate bureaucratic ways of knowing (2008). Ultimately, any local or NGO led action, however positive, can be undone by a policy environment that is outright hostile to or simply lacks a focus on marginalised or poor communities. Moser summarises her discussion of decision making as a call to «stop hand waving about adaptive capacity and increase our understanding of, and our ability to use or create more effective governance structures to realise it» (Moser, 2008). Networks of institutions, decision making bodies and governance structures must, then, be subject to analysis - who represents whom, with what knowledge, with what motives? - if the translation of adaptive capacity into adaptation is to be pro-poor. Whilst it may be possible to achieve the synergies between networks and the state idealised by Adger, in reality the dynamics of knowledge creation and decision making are politicised and must be recognised as such. Techniques can be employed to support and embed these aspects of social network analysis. Coupe *et al.* (2005) describe the use of farmers' juries in Zimbabwe to enable smallholder farmer learning on genetically modified crops through the production of witnesses for and against the technology. The same process enabled open and informed dialogue between farmers and senior government and Zimbabwe Farmers' Union (ZFU) officials, revealing major shortcomings in existing smallholder farmer policies and the deep dissatisfaction of farmers with how their interests were being represented by the ZFU. Alternatively, the use of on farm research circumvents power holders by enabling farmers, rather than outsiders, to decide on the best crop varieties for their lands.

**Table 1** illustrates adaptive capacity and resilience by providing examples of actions taken in a variety of different circumstances to assist communities in meeting the challenges of uncertainty (adapted from case studies examined in Ensor and Berger, 2009a).

**Table 1. Examples of resilience strengthening and adaptive capacity building activities from a variety of different rural contexts**

<b>Strengthening resilience</b> (Increasing the ability to absorb shocks or ride out changes)	<b>Building adaptive capacity</b> (Improving the ability to shape, create or respond to changes)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversity of seed types to address uncertainty in weather forecasts</li> <li>• Seed bulking and saving including traditional varieties</li> <li>• Rebuilding access to diverse traditional rice varieties</li> <li>• Animal loan system to enable restocking</li> <li>• Community participation in natural resource management policy processes</li> <li>• Alternative livelihood practices including trade and manufacture supported by informal credit mechanism</li> <li>• Improved incomes through increased agricultural productivity and access to markets</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Building community leadership and knowledge of climate change</li> <li>• Strengthening networks by linking community, local government and non governmental organisations</li> <li>• Relationship building between the community and government line ministries, including meteorological office staff</li> <li>• Enabling policy influence, including farmers' union partaking in state level decision making</li> <li>• Training and support for experimenting with seed selection</li> <li>• Developing confidence of farmers to make strategic decisions and use alternative technologies</li> <li>• Access to government extension services and alternative technologies through the creation of resource centres</li> </ul>

**Conclusion: Social networks, knowledge and adaptation**

**Table 2** summarises the three elements of adaptation, of which adaptive capacity and resilience have been focused on this paper. Vulnerability reduction methods are considered in more detail elsewhere (Ensor and Berger, 2009a; Eriksen *et al.*, 2008; Kelly and Adger, 2000; O'Brien *et al.*, 2004).

**Table 2: Approaches to adaptation. Different circumstances will demand a different blend of approaches**

Approach	Comments
Vulnerability reduction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vulnerability to climate change is assessed in reference to a particular hazard, for example vulnerability to flooding, and considers underlying human and environmental factors</li> <li>• Vulnerability reduction targets a particular hazard, and should aim to meet short term needs while addressing potential climate change impacts</li> </ul>
Strengthening resilience	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defined as the ability to absorb shocks or ride out changes</li> <li>• Reduces vulnerability to a wide range of hazards</li> <li>• Supported by diversity of assets or livelihood strategies</li> <li>• User input in decision making supports resilience by reducing the chance of damaging policy developments</li> </ul>
Building adaptive capacity	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defined as the ability to shape, create or respond to change</li> <li>• Strengthens resilience and reduces vulnerability to a wide range of hazards</li> <li>• Amount, diversity and distribution of assets facilitates alternative strategies</li> <li>• Requires information plus the capacity and opportunity to learn, experiment, innovate and make decisions</li> </ul>

This paper has argued that social networks are the binding glue between many of the elements of adaptive capacity and resilience. They draw attention to the relationships between actors, and can be visualised as a web of connections that link diverse individuals and institutions, either directly or via other actors. For example, a household may be connected to other families in a village, a producers' association, a school, and a political party. In turn, each of these actors has relationships with other parties that the household is able to indirectly access. The nature of these relationships will determine the household's knowledge of adaptation options, and its ability to send or receive goods, services and influence across the network. In this way, the analysis of social networks reveals a complex structure that governs the flow of material and nonmaterial resources: the connections describe the access that different actors have to each other, whilst each link draws attention to the quality of relationships (including social, political, cultural and economic resonances and barriers) and the interests or motives of the different actors.

Policy measures can limit or extend the reach of networks through, for example, setting the rules and norms that govern institutions, and controlling the freedom to form new relationships. However, individuals are also important and the skills

held by community members play a role in defining access to and activities in a network. Education in particular can underpin decision making, interpreting information, and leadership potential. Literacy in particular can be important. NGOs can be a crucial part of a household or community's network, bringing knowledge, ideas, experiences and resources from the outside. Significantly, NGOs are also able to stimulate the growth of local networks by building contacts and relationships between previously unconnected actors, and by building capacity to interact with and access different actors and networks.

Opportunities, lessons and resources for adaptation are accessed through social networks, often via indirect relationships (for example, through policy influence). Whilst the ability to access and interpret climate change information is influenced by levels of education in particular, the information itself is mediated through social networks. The proportion of the currently available climate change knowledge that reaches a community will be defined by its social network, as will the complexity, accuracy and relevance of the information received. Working through networks can therefore improve access to climate knowledge in two ways: through extending the networks so that connections are built with holders of climate knowledge; or by exerting influence through the network to generate climate information that is more closely related to the lives and livelihood strategies of the community. Existing climate knowledge that is relevant but unknown to the community will (if it comes to pass) manifest itself as an (avoidable) shock: increasing the extent or relevance of climate knowledge thus reduces the possibility of these shocks.

The following characteristics are therefore critical, linking networks, knowledge and climate change adaptation:

- Relationships between a community or household and the social network are bi-directional and multi functional, bringing: (a) community or household activity in networks, carrying knowledge of the local context and needs, lessons from local experiences of adaptation, and the potential to learn; (b) adaptation experiences, lessons and resources from outside to the community or household
- Policy (at multiple levels of governance, including local, national and inter-governmental) impacts on social networks, for example through establishing institutions where actors can meet, or restricting free association
- Different levels of policy play a role in the focus of climate change and forecasting knowledge by seeking to direct and commission scientific research (or by failing to do so)
- State adaptation and development policy affects communities and households, both in terms of asset distribution and the physical environment. The policy context will also determine the degree to which communities are subject to

the actions of non-state actors (such as where multinational corporations constrain or control resource access)

- Ideally, communities will be able to influence policy development through their social network relationships, for example through lobbying, yielding changes in policy context (including resource distribution) and/ or the focus of climate change and forecasting knowledge generation to take account of the needs of the poorest

A significant issue in whether adaptation at the community level is achievable in practice is whether the national and international institutional and policy context can act as an enabling environment, making it easier for people to improve their livelihoods. Too often the reverse is true and policies are enacted that prevent people from adopting strategies that would help them cope with shocks. An example of this is the widespread promotion of the dominant agricultural model, predicated on the intensive production of a limited number of crops using varieties that often depend on predictable water supply and regular applications of fertiliser (an increasingly costly and fossil fuel derived commodity). The power of the global seed industry is at play here: ten companies own 60 % of the world's agricultural seed supply, focusing on just four staple crops (ETC Group, 2008).

Such agricultural systems are the antithesis of climate resilient and adaptive agricultural, as the recent International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development report concludes (IAASTD, 2008). Yet whilst seed companies have become a dominant force in world agriculture, the importance of local seed saving remains and cannot be overstated: financially, in terms of saving annual input costs and reducing the need to rely on credit, but more importantly as a means of protecting biodiversity, insuring that there will be a gene pool from which to breed climate change resilient food crops now and in the future.

Putting the needs of communities at the heart of local government service is required for adaptation to be effective at scale. This means listening to the voices of CBOs or networks such as small farmer producers' groups. It means allocating resources to support knowledge exchange between communities through capacity building initiatives such as exchange visits and farmer to farmer extension. It involves direct partnership between government, local NGOs and CBOs in project design and implementation. It requires national and international research institutes to take up the research needs of marginalised people. Research institutes will need to commit to run training courses for local NGOs and community groups to update their skills, reflecting climate change as an ongoing challenge that will require the continuous review of appropriate technologies for adaptation strategies.

In short, adaptation can be subject to a favourable, enabling policy environment that is reflective of the interests and needs of poor communities. Yet poor communities are frequently marginalized from policy processes and by regulatory controls, and their interests are unrepresented and overlooked in decision making. For adaptation, local decision making offers benefits in terms of resilience and adaptive capacity by being responsive to local knowledge of environmental risks and opportunities. At the least, devolved decision making offers resilience, as where forest and water user groups are able to reduce the chance of poor decision making. However, at its best, local decision making includes an active role for informed communities, enabling them to act on the basis of their self defined best interest identified through equitable processes of engagement. If achievable, this level of community empowerment fulfils a significant component of adaptive capacity. The ultimate enabling environment is therefore one in which support is given at the local level to secure a 'political, social and cultural environment that encourages freedom of thought and expression, and stimulates inquiry and debate' (Twigg, 2007). This is a complex and context specific problem: few poor communities are in areas where there are institutions ready to adopt the principles of local accountability, and in many circumstances a radical transformation may be unrealistic.

Yet there is a spectrum of outcomes through which decision making becomes increasingly localised, including networks of user groups linked to institutions, embedded processes of consultation, and local participation in decision making. Advocacy for change can be supported through processes such as strengthened local networks, enhanced relationships between community based networks and institutions, and facilitated policy discussions. International decision making has ramifications for the ability to adapt at the local level (as in the example above, where seeds are subject to restrictions on acquisition and bulking via the international intellectual property regime). Lobbying and influence is difficult to achieve in these fora and requires training and resources: here, international NGOs should look to support activists from community networks. A substantial challenge remains for those concerned with adaptation at the community: are they prepared to engage in these wide ranging processes of change that necessary to secure, or at least work towards, an enabling policy environment?

## **Bibliography**

Adger, W. «Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change». En: *Economic Geography*. 2003. 79(4). pp. 387-404.

Balstad, R. «Adapting to an Uncertain Climate on the Great Plains: Testing Hypotheses on Historical Populations». En: *Living With Climate Change: Are There Limits to Adaptation?* Londres: Royal Geographical Society, 2008.



Brooks, N. *Vulnerability, Risk and Adaptation: A Conceptual Framework*. Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research, 2003.

Cash, D.; Borck, J.; Patt, A. «Countering the Loading-dock Approach to Linking Science and Decision Making» En: *Science, Technology and Human Values*. 2006. 31(3). pp. 1-30.

Chapin, F.; Lovcraft, A.; Zavaleta, E.; Nelson, J.; Robards, M.; Kofinas, G.; Trainor, S.; Peterson, G.; Huntington, H.; Naylor, R. «Policy Strategies to Address Sustainability of Alaskan Boreal Forests in Response to a Directionally Changing Climate». En: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2006. 103(45).

Christensen, J.; Hewitson, B.; Busuioc, A.; Chen, A.; Gao, X.; Held, I.; Jones, R.; Kolli, R.; Kwon, W.; Laprise, R.; Magaña, V.; Mearns, L.; Menéndez, C.; Räisänen, J.; Rinke, A.; Sarr, A.; Whetton, P. «Regional Climate Projections». En: Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.; Tignor, M.; Miller, H. (eds). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Coupe, S. *Preliminary Review of Practical Action's Community Based Extension Experience*. Rugby: Practical Action, 2008. Documento interno.

Cross, C.; Parker, A. *The Hidden Power of Social Networks*. Harvard: Harvard Business Press, 2004.

Ensor, J.; Berger, R. *Understanding Adaptation to Climate Change: Lessons from community based approaches*. Rugby: Practical Action Publishing, 2009a.

Ensor, J.; Berger, R. «Community Based Adaptation and Culture in Theory and Practice». En: Adger, W.; Lorenzoni, I.; O'Brien, K. (eds). *Adapting to Climate Change: Thresholds, Values, Governance*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009b.

Eriksen, S.; Klien, R.; Ulsrud, K.; Naess, L.; O'Brien, K. «Climate Change Adaptation and Poverty Reduction: Key Interactions and Critical Measures». En: *Norwegian Agency for Development Cooperation*. [http://www.norad.no/default.asp?V\\_ITEM\\_ID=10502](http://www.norad.no/default.asp?V_ITEM_ID=10502) (visto por última vez: 5 de diciembre de 2008).

ETC Group «The World's Top 10 Seed Companies in 2006». En: *ETC Group*. [www.etcgroup.org/upload/publication/pdf\\_file/615](http://www.etcgroup.org/upload/publication/pdf_file/615) (visto por última vez: 20 de octubre de 2008).

---

Gine, X.; Townsend, R.; Vickery, J. «Patterns of Rainfall Insurance Participation in Rural India». En: *Federal Reserve Bank of New York*. [http://www.newyorkfed.org/research/economists/vickery/WBER\\_India\\_Insurance\\_August\\_10\\_2007.pdf](http://www.newyorkfed.org/research/economists/vickery/WBER_India_Insurance_August_10_2007.pdf) (visto por última vez: 12 de mayo de 2009).

Hare, B. *The science of climate change*. S/c: The Climate Group, 2008.

Harrison, M.; Troccoli, A.; Anderson, D.; Mason, S. «Introduction». En: Troccoli, A.; Harrison, M.; Anderson, D.; Mason, S. *Seasonal Climate: Forecasting and Managing Risk* Londres: Springer Academic Publishers, 2007a.

Harrison, M.; Troccoli, A.; Anderson, D.; Mason, S.; Coughlan, M.; Williams, J. «A Way Forward for Seasonal Climate Services». En: Troccoli, A.; Harrison, M.; Anderson, D.; Mason, S. *Seasonal Climate: Forecasting and Managing Risk*. Londres: Springer Academic Publishers, 2007b. pp. 413-25.

Hawe, P.; Webster, C.; Shiell, A. «A Glossary of Terms for Navigating the Field of Social Network Analysis». En: *Journal of Epidemiology. Community Health*. 2004. 58. pp. 971-5.

IAASTD. «Executive summary of the synthesis report». En: *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development*. [http://www.agassessment.org/docs/SR\\_Exec\\_Sum\\_280508\\_English.pdf](http://www.agassessment.org/docs/SR_Exec_Sum_280508_English.pdf) (visto por última vez: 20 de octubre de 2008).

IPCC. «Mandate». En: *Intergovernmental Panel on Climate Change*. <http://www.ipcc.ch/about/index.htm> (visto por última vez: 4 de agosto de 2008).

Kelly, P.; Adger, W. «Theory and Practice in Assessing Vulnerability to Climate Change and Assessing Adaptation». En: *Climate Change*. 2000. 47. pp. 325-52.

Lemons, J. «Climate Change: The Normative Dimensions of IPCC's Approach to Scientific Uncertainty». En: *ClimateEthics.org*. <http://climateethics.org/?p=25> (visto por última vez: 4 de julio de 2008).

Meehl, G.; Stocker, T.; Collins, W.; Friedlingstein, P.; Gaye, A.; Gregory, J.; Kitoh, A.; Knutti, R.; Murphy, J.; Noda, A.; Raper, S.; Watterson, I.; Weaver A.; Zhao, Z. «Global Climate Projections». En: Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.; Tignor, M.; Miller, H. (eds). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Moser, S. «Whether Our Levers Are Long Enough and The Fulcrum Strong? Exploring the Soft Underbelly of Adaptation Decisions and Actions». En: *Living With Climate Change: Are There Limits to Adaptation?* Londres: Royal Geographical Society, 2008. pp. 176-93.

Patt, A. «Effects of Seasonal Climate Forecasts and Participatory Workshops Among Subsistence Farmers in Zimbabwe». En: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2005. 102(35). pp. 12623-8.

Patt, A. «How Does Using Seasonal Forecasts Build Adaptive Capacity?». En: *Living With Climate Change: Are There Limits to Adaptation?* Londres: Royal Geographical Society, 2008a. pp. 62-7.

Patt, A. *Personal Communication*. June 6<sup>th</sup>, 2008b.

Peterson, G.; De Leo, G.; Hellmann, J.; Janssen, M.; Kinzig, A.; Malcolm, J.; O'Brien, K.; Pope, S.; Rothman, D.; Shevliakova, E.; Tinch, R. «Uncertainty, Climate Change, and Adaptive Management». En: *Conservation Ecology*. <http://www.consecol.org/vol1/iss2/art4/> (visto por última vez: 12 de mayo de 2009).

Peterson, G. «Political Ecology and Ecological Resilience: An Integration of Human and Ecological Dynamics». En: *Ecological Economics*. 2000. 35. pp. 323-36.

Phillips, J. «Determinants of Forecast Use Among Communal Farmers in Zimbabwe». En: O'Brien, K.; Vogel, C. (eds). *Coping With Climate Variability: The Use of Seasonal Climate Forecasts in Southern Africa* Aldershot: Ashgate, 2003. pp. 110-28.

Smit, B.; Wandel, J. «Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability». En: *Global Environmental Change*. 2006. 16. pp. 282-92.

Wasserman, S.; Faust, K. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.



González, Javier; Aparicio, Marilyn. «Aprendiendo a adaptarnos al cambio climático en los ámbitos locales. Una experiencia de adaptación a nivel local en las regiones de montaña de Bolivia». En: *Tecnología y Sociedad*. Lima: Soluciones Prácticas. Año 16, n° 8. 2009. pp. 53-63.

## Aprendiendo a adaptarnos al cambio climático en los ámbitos locales. Una experiencia de adaptación a nivel local en las regiones de montaña de Bolivia

Javier González<sup>1</sup>  
Marilyn Aparicio<sup>2</sup>

### Abstract

Climate change has a great impact on the standards of living of native rural populations in Bolivia. Traditionally used meteorological indicators no longer work, within a cultural system that requires long periods of time to adapt to changing weather conditions. This article summarises six climate change adaptation surveys conducted in the Bolivian highland plateau by the national climate change programme.

### Resumen

El impacto del cambio climático en las condiciones de vida de las poblaciones rurales indígenas en Bolivia es grande. Indicadores meteorológicos de uso tradicional han dejado de funcionar, en condiciones de un sistema cultural que necesita grandes periodos de tiempo para lograr adaptarse a variaciones en el clima. El presente artículo resume seis experiencias de diagnóstico y sistemas de adaptación al cambio climático realizadas en el altiplano boliviano por el programa nacional de cambios climáticos.

### Introducción

El cambio climático no es la única preocupación ambiental de las comunidades bolivianas, que tienen ya otros retos ambientales que afrontar como la deforestación, el sobrepastoreo, la erosión de suelos, la desertificación y la contaminación de sus cuerpos de agua. Sin embargo, además de estas dificultades para

- 1 Investigador en temas de medio ambiente y desarrollo vinculado a la Universidad Nur en Bolivia y al equipo de investigación en Oxford del Stockholm Environment Institute.
- 2 Investigadora en salud y desarrollo de la Universidad Mayor de San Andrés y consultora del programa nacional de cambios climáticos en Bolivia.

sus medios de vida, especialmente los rurales, los impactos del cambio climático significan un estrés adicional que pone en riesgo la sostenibilidad de las fuentes de agua y hace que los emprendimientos agrícolas sean más riesgosos y la calidad de vida más vulnerable.

Las experiencias adaptativas que se sistematizan en el presente artículo se llevaron a cabo en regiones de montaña en Bolivia, en la región del lago Titicaca del altiplano boliviano y los valles en Santa Cruz, facilitadas entre 2004 y 2008 por el programa nacional de cambios climáticos de Bolivia con el objetivo de contribuir al entendimiento de la vulnerabilidad y adaptación de las comunidades locales al cambio climático.

El trabajo se llevó a cabo en el marco de cooperación entre el programa nacional de cambios climáticos de Bolivia y el programa neerlandés de asistencia en cambio climático (NCAP, por sus siglas en inglés), con el objetivo de desarrollar y validar una metodología para la evaluación participativa de la vulnerabilidad al cambio climático a nivel local e iniciar medidas focalizadas de adaptación en coordinación con los actores locales involucrados. Para el estudio se usaron instrumentos participativos en la evaluación y planificación de las medidas de adaptación, como sistemas de información geográfica (SIG) y una metodología de valoración multicriterial para elaborar los perfiles de vulnerabilidad de las regiones estudiadas, contribuyendo a un diálogo de saberes entre el método científico y métodos de observación directa por parte de los habitantes. Las medidas de adaptación se diseñaron y pusieron en marcha en consulta con los actores locales y nacionales.

Se espera que los resultados de estas experiencias ayuden a comprender mejor las formas de promover la adaptación al cambio climático a nivel local y nacional, relacionando estos esfuerzos a la gestión territorial, ambiental y del riesgo.

### ***Un marco teórico para la adaptación en los ámbitos locales***

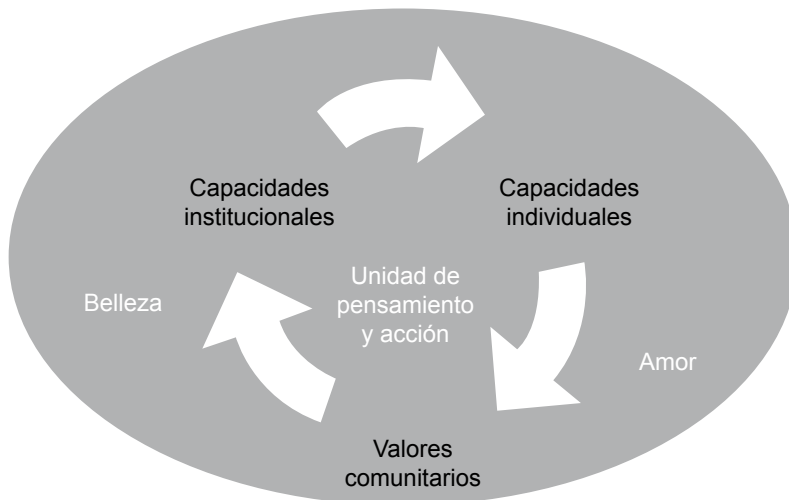
Aprender haciendo

Ver el proceso adaptativo como un proceso de aprendizaje permite resaltar tanto los procesos materiales como aquellos intangibles relacionados a cambios de actitud y de comportamiento que resultan de este.

El aprendizaje en una comunidad puede surgir como resultado de dos procesos, el que nos interesa surge de una interacción continua entre el individuo y el entorno socioeconómico y biofísico en las dos dimensiones que hemos mencionado (física y no física), donde las acciones adaptativas del sujeto son fuente de aprendizajes, a través de un proceso de ensayo y error o de aprender haciendo. Los resultados de esta práctica son asumidos en la memoria colectiva de una determinada sociedad. Es importante hacer notar que ambos procesos, el aprendizaje y la adaptación, son cíclicos y continuos.

Complementación de procesos de planificación y formación de capacidades  
 Para realizar un proceso consistente de formación de capacidades, es importante considerar al individuo, la comunidad y las instituciones involucradas. Un proceso de formación de capacidades que solamente incide sobre el individuo deja de lado aspectos de desarrollo comunal y de la sociedad, deteniendo la generación de conocimiento proveniente de estos niveles sociales. Por otra parte, los grupos humanos que han puesto demasiado énfasis en aspectos comunitarios atufan al individuo, generando demasiado control sobre él, desperdiciando sus capacidades. De acuerdo a las ciencias del comportamiento, el desarrollo de las capacidades humanas y sociales depende fuertemente de estos tres factores y de su interrelación (**ver figura 1**).

**Figura 1. El óvalo de las virtudes y capacidades sociales**



#### Instituciones y capacidad adaptativa

Queda claro que las instituciones juegan un rol determinante en la manera en la que una sociedad responde ante los retos planteados por su entorno, ya sea este natural o social. También podemos establecer que las instituciones de una sociedad están definidas por estos retos. De acuerdo a lo dicho, quizá una de las preguntas más importantes, desde la consideración de los cambios climáticos globales, fue planteada ya por High y Pelling (1998) y luego por Adger (2003): ¿cómo maximizar, a través del diseño institucional, la capacidad adaptativa de una organización o un sector a los posibles y no completamente conocidos impactos de los cambios ambientales globales?

Es importante destacar el riesgo y la dificultad de establecer sistemas de reglas que generen beneficios netos a los participantes en el proceso de adaptación cuando una de las condiciones, usualmente considerada invariable, es altamente impredecible: el entorno (Ostrom, 1990).

En el diseño institucional, Ostrom (2001) enfatiza que los sistemas policéntricos de gobierno tienen grandes ventajas, vistos en realidad como sistemas dinámicos complejos en el contexto de la adaptación a los cambios ambientales globales. Lo interesante en este modelo es que la capacidad adaptativa del sistema aumenta a través de la autonomía de unidades paralelas de similar jerarquía que tienen formas distintas de experimentar con las reglas para el manejo de recursos y formas de responder a impactos externos. Este argumento está basado en la necesidad de fortalecer el proceso de desarrollo municipal y utilizar su ámbito de acción como modelo ideal para desarrollar experiencias relacionadas al cambio climático.

### ***Las experiencias de adaptación en regiones de montaña en Bolivia***

En los seis municipios seleccionados en regiones montañosas de Bolivia, se identificaron, a través de más de 50 consultas participativas con comunidades rurales, las líneas estratégicas que, en mayor o menor medida, contribuyen en la adaptación al cambio climático, de acuerdo a las características de cada municipio (**ver cuadro 1**).

**Cuadro 1. Plan de actividades de formación de capacidades**

<b>Líneas de acción</b>	<b>Mecanismos</b>
Ordenamiento territorial	Exploración de formas para apoyar el desarrollo de los planes municipales de ordenamiento territorial (OT) con la finalidad de establecer un marco normativo para el uso del suelo con reglas de intervención, uso y recomendaciones de manejo, directrices sobre la ocupación del territorio Elaboración de un mapa de prevención de desastres
Fortalecimiento de organizaciones socioeconómicas	Fortalecer y concientizar a las organizaciones sociales: asociaciones, sociedades, club, mancomunidades para el desarrollo armónico de obligaciones y derechos, actividades de prevención y promoción sanitaria, actividades de mejoramiento y diversificación de la producción primaria mediante la aplicación de tecnologías, manejo de semillas, sanidad vegetal, animal y mejoramiento genético, conservación y manejo adecuado de los recursos agua, suelo y vegetación Apoyo de entidades crediticias o bancas comunitarias Promoción, concientización y participación comunitaria en las medidas de adaptación al cambio climático



Líneas de acción	Mecanismos
Producción ecológica	<p>Apoyar en la conformación y consolidación de organizaciones productivas ecológicas</p> <p>Capacitar y desarrollar tecnologías adecuadas que permitan a la población recuperar y conservar los recursos agua, suelo y la vegetación de manera sostenible, velando porque sus actividades no ocasionen perjuicios para futuras generaciones y se reduzca efectivamente la contaminación</p> <p>Fortalecer la producción, conservación y uso de alimentos producidos en la zona para reducir la inseguridad alimentaria y reducir la desnutrición en la población del área</p>
Conservación de fuentes de agua, bofedales, vertientes, recuperación de suelos y praderas nativas	<p>Concientizar a la población en la preservación de fuentes de agua: vertientes, bofedales, humedales, ríos y lagunas, para una distribución equitativa del recurso agua</p> <p>Explorar coincidencias con programas y proyectos dedicados a la recuperación de la fertilidad de suelos y praderas</p> <p>Manejo de pastizales naturales de acuerdo a la capacidad de carga en los sectores de producción intensiva</p> <p>Mejoramiento de redes de agua para consumo</p>
Comportamiento proactivo de las redes de salud 3 y 4	<p>Concientización en prevención de los impactos del cambio climático en salud</p> <p>Desarrollo de medidas locales de adaptación</p> <p>Vigilancia epidemiológica para enfermedades sensibles al cambio climático</p> <p>Capacitación y entrenamiento de los recursos humanos en salud para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático, implementación de medidas de salud ambiental en la zona y desarrollo de investigaciones sobre el tema</p> <p>Promoción e implementación, junto a autoridades locales (municipales y comunitarias) de viviendas saludables, escuelas, asociaciones de madres, ecoclubes y otras iniciativas que reduzcan los impactos del cambio y variabilidad climática sobre la salud de la población</p>

Luego de un proceso de consultas con estos seis municipios, se estableció un plan de acción orientado a la formación de capacidades **(ver anexo 2)**.

**Cuadro 2. Actividades de formación de capacidades priorizadas por los gobiernos municipales**

<b>Actividad</b>	<b>Municipio</b>	<b>Familias beneficiadas</b>
Introducción de semillas mejoradas de papa	Ancoraimes	120
Revitalización productiva del cultivo de haba en la zona circunlacustre del lago Titicaca	Carabuco	70
Capacitación de 70 promotores y líderes ambientales	Carabuco	70
Fortalecimiento de capacidades en manejo y conservación de suelos y agua	Batallas	120
Producción de biomasa en bofedales con la introducción del trébol blanco	Batallas	120
Fortalecimiento y capacitación al personal de salud del municipio en reconocimiento de factores epidemiológicos, cambio climático y sus efectos en la salud de la población	Ancoraimes	50
Implementación de redes sociales de vigilancia de enfermedades sensibles al cambio climático	Carabuco	25
Producción orgánica de hortalizas y concientización de reducción del uso de pesticidas como medida de adaptación al cambio climático	Valle Grande	10
Desarrollo de capacidades y actividades de prevención del mal de Chagas	Valle Grande	176
Capacitación y medidas de prevención del mal de Chagas	Saipina	250
Implementación de cocinas ecológicas	Saipina	210
Capacitación y desarrollo de medidas de prevención del mal de Chagas	Moro Moro	881
Implementación demostrativa de cocinas ecológicas	Moro Moro	320
Fortalecimiento de organizaciones comunitarias	Todos	1 617

Por cuestiones de espacio no podemos detallar extensamente las actividades realizadas, sin embargo, queremos anotar que el principal énfasis del proyecto fue producir un proceso de aprendizaje social que se distribuya en lecciones diferen-

ciadas por niveles. A continuación, presentaremos muy sucintamente las principales lecciones extraídas del proceso de adaptación en los rubros de salud, medios de vida, aspectos productivos y organizacionales:

a. Actividades de adaptación en salud

El sector salud inició un profundo cambio de actitud: una variación del paradigma de salud. Se pasó de una visión que consideraba trabajo en salud lo que se hacía en los hospitales a considerar salud lo que se hace desde las puertas del hospital hacia fuera. Bajo esta nueva dimensión preventiva de la salud, se reservó el hospital como ámbito simplemente curativo.

La temprana incorporación de autoridades departamentales, locales y nacionales del sector salud se constituyó como una fortaleza del proyecto, con la colaboración del jefe programa nacional contra la malaria, además de jefes departamentales. Gracias a la colaboración de las autoridades en una situación de alerta, se pudo coordinar la intervención de redes de salud (3 y 4) en el departamento de La Paz y el lanzamiento de una evaluación participativa de la vulnerabilidad en la zona.

Las actividades realizadas permitieron incorporar al interior de los programas operativos anuales de las redes el tema del cambio climático, que también fue considerado en planes y políticas departamentales y nacionales. Debemos aclarar que la consideración del cambio climático como factor de riesgo adicional en temas de salud fue considerada a raíz de la aparición reciente de enfermedades como la malaria en regiones de las que no son endémicas. Los esfuerzos realizados apuntan prevenir el surgimiento definitivo de estas enfermedades que muy rápido podrían convertirse en epidemias o endemias.

La implementación de un nuevo modelo de vivienda saludable y el mejoramiento de la calidad de las viviendas es clave para reducir los impactos sanitarios del cambio climático y prevenir el surgimiento de enfermedades sensibles a este.

b. Actividades adaptativas en medios de vida, actividades productivas y organizacionales  
Las medidas de adaptación identificadas en la estrategia buscan mejorar y fortalecer la capacidad de adaptación de las comunidades rurales a los efectos adversos del cambio climático y están orientadas a fortalecer los esfuerzos para mejorar la calidad de vida local. Esta estructura está diseñada como un instrumento para ser incorporado a los planes de desarrollo municipal (PDM) y para gestionar recursos financieros que permitan ejecutar los objetivos.

En esta estrategia se identificó como eje central la planificación en el manejo de recursos hídricos, que agrupa e integra a todas las demás actividades, especialmente seguridad alimentaria y salud. Se trata de una estrategia de gestión de recursos, no de preservación. No debe confundirse con seguridad hídrica.

c. Ordenamiento territorial

Identificación de zonas vulnerables y de alto riesgo como recarga de aguas y bofedales. Implementación de áreas protegidas municipales.

d. Seguridad hídrica

Preservación del recurso agua en lagunas, vertientes, ríos, pozos, humedales, manejo y recuperación de bofedales, ampliación de zonas de recarga de acuíferos.

e. Sistemas productivos robustos

Los sistemas de producción agrícola en las regiones áridas y en el altiplano son muy vulnerables a los efectos de cambios microclimáticos por la directa dependencia de las condiciones climáticas normales.

Un efecto directo ocasionado sobre el sistema productivo en las regiones mencionadas es el desarrollo anormal de cultivos importantes para la subsistencia de los grupos poblacionales que son los más vulnerables por su dependencia de la naturaleza, ubicación geográfica, situación de pobreza y exclusión social. Sus sistemas de producción son muy frágiles y rústicos, dependientes de las condiciones climáticas promedio: la mayoría de los cultivos depende de las lluvias para garantizar el riego mínimo necesario.

A este aspecto se suma la degeneración de los cultivares: la mayoría de los agricultores utilizan para la siembra semillas nacidas en la cosecha anterior, esta práctica es potencialmente dañina, ya que las plagas y enfermedades pueden sobrevivir con facilidad en las semillas o tubérculos. Una forma de evitarla es mediante la introducción de semillas mejoradas, la revitalización de ecotipos locales, el mejoramiento y manejo de la producción con un enfoque ecológico es fundamental para mejorar los sistemas de subsistencia. Los gestores y ejecutores de estas sugerencias deben ser los gobiernos municipales.

f. Desarrollo organizacional

Desarrollo de empresas comunitarias con grupos de emprendedores, banca comunitaria, seguros agrícolas, microcréditos, fortalecimiento y desarrollo de capacidades.

Indicadores de capacidad adaptativa y/o resiliencia

Para realizar un seguimiento al proceso municipal de formación de capacidades se ha definido un grupo de indicadores que deberán ser parte del proceso de evaluación (**ver cuadro 3**).

Cuadro 3. Indicadores del proceso de formación de capacidades

Indicador	Variable de monitoreo
Resiliencia comunitaria: fortalecimiento de capacidades adaptativas de las comunidades y de los municipios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe mayor conciencia y conocimiento del tema y creciente interés y compromiso por adaptarse al cambio climático</li> <li>• Mayor capacidad en las comunidades y en las familias para subsistir, mejorando su calidad de vida y generando excedentes que contribuyen al bienestar de sus familias</li> <li>• Autoridades, líderes de la comunidad, jóvenes y mujeres toman la iniciativa en la construcción de soluciones y formas de adaptación al cambio climático</li> <li>• Manejo comunitario de recursos naturales como instrumentos para aumentar la resistencia</li> </ul>
Robustez del ecosistema: mejoramiento de la calidad del ecosistema y de la interacción con la naturaleza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor conciencia en las personas, en particular en niños y jóvenes, sobre los servicios ambientales que brindan los ecosistemas</li> <li>• El municipio comprende claramente aspectos como la fragilidad del suelo, recursos hídricos, cuáles son las tendencias del cambio climático y toma medidas de conservación y adaptación</li> </ul>
Calidad del proceso municipal: se ha mejorado la institucionalidad y capacidad de gobierno del municipio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El municipio se ha apropiado de la estrategia de adaptación y muestra una capacidad de gestión creciente en temas relacionados al cambio climático</li> <li>• Las autoridades conocen el tema y demuestran interés, participan en comités de gestión y otras reuniones para gestionar recursos, asegurando transparencia en sus procedimientos de ubicación de recursos</li> <li>• El municipio ha dispuesto personal capacitado para realizar seguimiento a temas de la estrategia de adaptación al cambio climático y aumenta progresivamente su capacidad técnica para el tratamiento en temas relacionados al cambio climático</li> </ul>

Lecciones aprendidas de la adaptación en ámbitos locales

Sin duda el proyecto tuvo numerosas lecciones en cada uno de los municipios participantes, sin embargo, a continuación se enumeran las más relevantes a nivel global y aquellas que se cree necesario replicar:

#### a. Enfoque positivo

Un enfoque positivo significa poner atención y énfasis en las capacidades más que en el análisis de vulnerabilidades y problemas. Las capacidades existentes pueden servir como base para la acción, mientras que vulnerabilidades y problemas son simplemente imágenes creadas en función a una realidad o situación probable, deseada o virtual. Un enfoque positivo ayuda a encontrar potenciales y oportunidades de desarrollo; la resiliencia es una forma positiva de ver la vulnerabilidad.

El proceso debe basarse en la experiencia de los actores y en base a sus capacidades técnicas e institucionales, asegurando de este modo la sostenibilidad del proceso de formación de capacidades.

#### b. Desarrollo desde adentro

La adaptación debe armonizar con las prioridades de las comunidades, ya que de no ser así no se logrará la sostenibilidad. Para lograr un proceso continuo de organización en la formación de capacidades es importante considerar los siguientes principios:

- Es importante que los actores se apropien del proceso, no importa si se cometen errores al nombrar instituciones o autoridades, el proceso debe ser llevado a cabo como los actores lo perciben
- El involucramiento continuo de actores puede generar un crecimiento exponencial de las actividades, es importante que la planificación se lleve a cabo de manera concertada para tener control sobre las actividades

#### c. Compartiendo conocimientos

El proceso puede parecer tedioso al principio, pero sirve para que los actores generen bases de confianza. Es útil mantener la puerta abierta, es decir, no limitar las oportunidades de diálogo, lo que significa un mayor involucramiento. La adaptación al cambio climático es un punto de ingreso para lograr la transformación social que se requiere para la sostenibilidad.

### **Conclusiones**

El proceso piloto de adaptación al cambio climático a nivel local requiere ser fortalecido mediante la replicación y ampliación de experiencias en otras áreas. Se sugiere que se comience en las zonas más cercanas a las áreas piloto.

Surgen algunas preguntas al pensar en los próximos pasos. El proceso de formación y capacitación descrito en este artículo involucra a seis de los más de 300 municipios en Bolivia. ¿Cómo vamos a lograr que este proceso sea contagiado a los demás municipios?, ¿cuál es el marco institucional propicio?, ¿cómo financiamos los costos de un proceso de adaptación en más de 300 municipios?

Queremos plantear una pregunta final al lector, una pregunta que parte del núcleo del proceso de formación de capacidades que hemos presentado en este artículo, proyectada a nivel planetario: ¿cómo desatamos un proceso coherente de aprendizaje social que permita la transformación necesaria para asegurar la supervivencia de la humanidad?

### **Bibliografía**

Adger, N. *Building Resilience to Promote Sustainability*. Bonn: International Human Dimensions Programme, 2003.

Aparicio, M. *et al. Malaria de altura*. La Paz: PNCC, 2006.

Bohle, H. *Vulnerability and Criticality: Perspectives from Social Geography*. Bonn: International Human Dimensions Programme, 2001.

Boyd, R.; Richerson, P. «Why Does Culture Increase Human Adaptability?». En: *Ethology and Sociobiology*. 1994. 16. pp. 125-43.

González-Iwanciw, J. *Promoting Social Adaptation through Knowledge, Experiential and Co-learning Networks*. La Paz: Shell Foundation, 2004.

Kotliarenco, M. *Estado de arte en resiliencia*. Washington D.C.: Organización Panamericana de la Salud- Fundación Kelloggs, 1997.

Mobbs, T. *Adaptive Leadership in Today's Modern Society*. New York: IBM Business Consulting Services, 2005.

Ostrom, E. *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

Ostrom, E., *Vulnerability and Policentric Governance Systems*. Bonn: International Human Dimensions Programme, 2001.

Pelling, M.; High, C. *Social Learning and Adaptation to Climate Change*. Londres: Benfield Hazard Research Centre, 2005.

Sair J., *et al. Methods of Assessing Human Health Vulnerability and Public Health Adaptation to Climate Change*. Copenhagen: World Health Organization, 2003.

Toth, F.; Hizsnyik, E. *Managing the Inconceivable: Participatory Assessments of Impacts and Responses to Extreme Climate Change*. Luxemburgo: International Institute for Applied Systems Analysis, 2008.





Araujo, Hilda. «Estrategias de adaptación ante el cambio climático en las comunidades campesinas de la parte alta de la cuenca del río Suches». En: *Tecnología y Sociedad*. Lima: Soluciones Prácticas. Año 16, n° 8. 2009. pp. 65-81.

## Estrategias de adaptación ante el cambio climático en las comunidades campesinas de la parte alta de la cuenca del río Suches

---

Hilda Araujo

### Abstract

The cosmovision of the populations affected by climate change is not one of the main factors taken into account in the analysis of adaptation strategies. This article includes a thorough analysis of the customs and ideology of the peasant communities in the Suches river basin, so that a dialogue-based climate change adaptation model can be produced.

### Resumen

La cosmovisión de las poblaciones afectadas por el cambio climático no es uno de los principales factores tomados en cuenta en el análisis de las estrategias de adaptación. El presente artículo incorpora un profundo análisis de las costumbres e ideología de las comunidades campesinas de la cuenca del río Suches para la elaboración de un modelo de adaptación al cambio climático que parte de la noción de diálogo.

---

El estudio descrito en el presente artículo se llevó a cabo en el lado oriental del lago Titicaca, en la cuenca del río Suches, cantón Humanata, provincia Camacho, en el departamento de La Paz. Involucró a las comunidades campesinas de Quillihuyu y Tirajahua. Los territorios de estas comunidades son ramales de la cordillera de Muñecas, Quillihuyu se ubica entre 3 900 y 4 400 msnm y Tirajahua entre 4 100 y 4 500 (**ver figuras 1 y 2**).

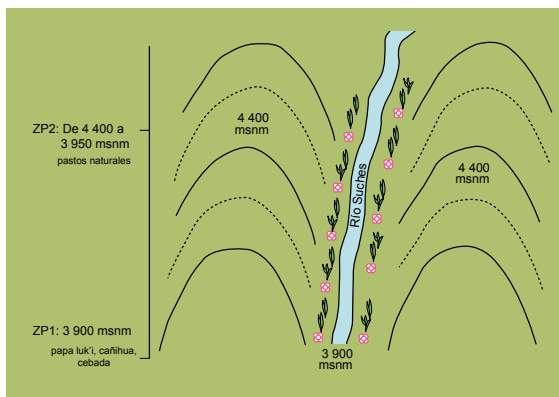
Figura 1. Ubicación de las zonas de estudio



### Organización del territorio

El acceso de las familias a la tierra se realiza en sayañas, franjas verticales de altitud. En Quillihuyu las sayañas van desde 3 900 hasta 4 400 msnm. La división de sayañas permite asegurar a cada familia acceso a la diversidad de climas y recursos de su territorio: los pastizales en las partes alta, media y baja. Hasta hace aproximadamente cuarenta años, en Quillihuyu sólo se podía cultivar algunas variedades de papa amarga (luk'i), cañihua y cebada a 3 900 msnm, en los márgenes del río Suches y en algunas planicies. Los esfuerzos por conducir cultivos a mayor altitud no tuvieron resultados positivos, por ello, las laderas y zonas altas a partir de 4 000 msnm se convirtieron en zonas de pastos naturales donde se criaban llamas y alpacas. Además del pastoreo, se cazaban vicuñas y otras especies menores, que abundaban en la zona.

Figura 2. División en sayañas



Tirajahua (4 100-4 500 msnm) era una comunidad dedicada exclusivamente al pastoreo de llamas, alpacas, caza de vicuñas y otros animales menores, y a la recolección de flora silvestre comestible y medicinal<sup>1</sup>.

A continuación presentamos dos testimonios de las comunidades:

«No producía nada aquí, no había papa. Se criaba llamas y algunos también tenían alpacas; pero en medio de las llamas venían las vicuñas. Tenían su lugar para revolcarse; hasta ahora existen esos lugares donde se revolcaban.

Todavía hay vicuñas en Ulla Ulla [reserva de vicuñas]. Aquí a veces vienen algunas vicuñas.

Casi no había ningún cultivo, no había papa qeni (papa ordinaria), solo había luk'i. Se cultivaba en las partes bajas, junto al Suches y a su alrededores, es decir en la parte baja. Arriba, en las laderas, no se podía cultivar nada».

Julián Parapo, 68 años, natural de Quillihuyu

«Cuando yo era joven, en este lugar de Aquerani producía luk'i. No había nada, había solamente vicuñas en Caxata, eso nomás se puede decir, no había ninguna clase de producciones.

Se comía siki (achicoria), nada más, como chanchitos, a base de eso se vivía. La comida de la gente viene de la tierra. Muchos años pura helada nomás se mantiene. Nada había, con wich'uña sabíamos sacar sikis, mientras pasteamos, primero soleamos, después lo comemos, comíamos como chanchitos.

Papa luk'i también sabía producir, ¡bien pequeñitas! No sabía haber producción antes. En esa temporada, la gente mucha vicuña sabía cazar, ¡Cómo habían sabido coger vicuña!, haciendo filas de islas [trampas], ahí lo hacen caer a las vicuñas. Ahora ni para ver la vicuña, no hay.

Antes no sabía haber los animales vacas. Cuando yo era joven, con veinte años, desde esas veces ya hay vacas, llama no más había sabido haber antes. Se comía sik'i muchos años pura helada nomás se mantiene».

Luis Mamani, 70 años, natural de Tirajahua

1 Solo la familia Mamani de Tirajahua, cuyas tierras alcanzaban, en una pequeña área, 3 900 msnm, podía sembrar, en una cantidad muy reducida, algunas variedades de papa amarga.

### **Cambios en el clima y sus efectos en la organización de la producción. Nuevas zonas de producción**

Los campesinos del área se refieren a los cambios ocurridos en el clima por lo general como cambios en el tiempo, aunque algunos usan también el término clima:

«Con este tiempo que está cambiando, ahora la papa por estas alturas ya está dando, oca, qaraciwara (cebada), quinua, donde no daba nada».

Luis Mamani

«En esa época solo sembrábamos papa luk'i, pucanama (papa amarga), tan solo esas papas existían. Ahora el clima es diferente».

Taller de historia oral. Comunero de Kutini Qaqallinka, comunidad del área

Es unánime la observación sobre los cambios ocurridos en el clima, los pobladores notan un progresivo calentamiento que permite la existencia de cultivos que antes sólo crecían a menores altitudes, en otros pisos ecológicos.

Tirajahua, ubicada sobre los 4 100 msnm, presentaba diferencias importantes con Quillihuyu, tanto en cultivos como en las épocas de cultivo:

«Quillihuyu es ahora cabecera de valle, por eso tenemos varios cultivos que Tirajahua no tiene. San Lorenzo [zona de Tirajahua] está más arriba, por eso solo tienen papa y oca».

Martín Quispe, 45 años, natural de Quillihuyu

«Antes no sabe haber papas y ninguna clase de productos, hace diez años no más está dando papa. Las últimas clases de papa qeñi, hace tres años no más que está dando mejor».

Luis Mamani, 70 años, natural de Tirajahua

En Quillihuyu, durante los últimos cuarenta años, se crearon zonas de producción (ZP). En ellas, las familias nucleares conducen parcelas diferenciadas por altitudes. Las sayañas en Quillihuyu ya no son franjas continuas conducidas por cada familia que van desde las partes más altas a las más bajas, como en el siglo XIX.

- ZP1 (3 900-4 000 msnm): se introdujeron nuevas especies a la zona: papa dulce<sup>2</sup>, oca, haba, arveja, quinua, cebolla, en cultivos alternados. Existen varias secuencias

2 Esta definición es usada en oposición a las papas amargas que se consumen en forma de chuño. Las papas dulces son consumidas fritas o hervidas.

- (papa dulce, oca, cebada o habas, habas, habas, arvejas, descanso del terreno o papa dulce, oca, cebada o habas, habas, habas, arvejas, descanso del terreno)
- ZP2 (4 000-4 200 msnm): se introdujo el cultivo de papa dulce en la zona de Apacheta, también bajo cultivos alternados (papa dulce, ocas, avena, descanso del terreno)
  - ZP3 (4 200-4 400 msnm): se cultiva papa amarga en cultivos alternados (papa amarga, avena, descanso del terreno)

Nótese que a mayor altura, la demanda de tiempo de descanso de la tierra de cultivo es mayor, reduciéndose su rendimiento. Vemos en la zonificación que los cultivos pasan de un piso ecológico al superior inmediato. Esto se repite en pisos inferiores no mencionados. Los frutales que eran propios de la yunga (1 800-2 300 msnm), se encuentran ahora en la parte baja de la quechua (2 300-3 500 msnm). Los cultivos típicos del piso suni (3 500-4 000 msnm), tubérculos y raíces, han subido a la puna (4 000-4 400 msnm). Por esto es urgente realizar un inventario por pisos ecológicos de los cambios en flora y fauna, tanto silvestre como cultivada, para determinar los efectos del cambio climático.

**Programación escalonada de siembras. Una estrategia contra el riesgo climático**

El **cuadro 1** permite apreciar cómo la siembra de papa y otros cultivos se realizan en diferentes meses, de manera escalonada, asegurando la cosecha en caso de pérdida de algún cultivo.

**Cuadro 1. Escalonamiento de las siembras en Quillihuyu**

Meses	Cultivos	Zona de producción (ZP)
Julio	Habas	3 900-4 000
Agosto	Papa luk'i y avena	4 200-4 400
Setiembre	Papa luk'i y avena	4 200-4 400
	Papa ordinaria, oca y avena	4 000-4 200
	Papa ordinaria, oca, haba, arveja, quinua, cebolla, cebada	3 900-4 000
Octubre	Papa luk'i y avena	4 200-4 400
	Papa ordinaria, oca y avena	4 000-4 200
	Papa ordinaria, oca, haba, arveja, quinua, cebolla, cebada	3 900-4 000
Última semana de octubre	Papa ordinaria	4 000-4 200
	Papa ordinaria	3 900-4 000

- Avena: usada como forraje para los animales, es muy importante en la época seca. Se siembra desde agosto en la parte alta, en setiembre en las partes alta y media, y de nuevo en octubre
- Habas: sembrada desde la segunda quincena de julio en la ZP1
- Papa amarga: es sembrada en la ZP3 a partir de agosto. Usada en la elaboración de chuño, también se mezcla con la avena para alimentar a los animales
- Papa ordinaria y oca: sembradas en setiembre en la ZP2 pero también zonas más bajas. Vuelven a ser sembradas a inicios de octubre y en la última semana del mes
- Arveja, quinua, cebolla y cebada son sembradas en la parte baja de la ZP1 en setiembre y octubre

La conducción de cultivos en periodos distintos y sobre diferentes niveles de altitud constituye una estrategia contra el riesgo, especialmente contra las heladas. Otra estrategia contra el riesgo que ha sido ampliamente documentada es la siembra de gran cantidad de variedades de una misma especie, la papa (Brush *et al.*, 1981 citado en Arnold *et al.*, 1996). Velásquez (2009) registró en la comunidad de Monte Azul, Huánuco (Perú), hasta 378 variedades de papas sobre cinco campañas agrícolas, provenientes de la misma unidad de producción, es decir de las chacras que un comunero conducía en diferentes pisos ecológicos.

### ***Nueva planificación de la producción***

Cada año en Quillihuyu se determina si las siembras deben ubicarse en laderas, pampas o planicies. Si se pronostica un año lluvioso, las chacras en planicies entrarán a descanso, pues cultivarlas puede llevar a pérdidas, debido a su posible inundación; en este caso se elegirán preferentemente chacras en laderas, permitiendo que se drene el exceso de agua. Si el año promete ser seco, se sembrará en planicies y se dará descanso a las chacras de ladera.

### ***Cosmovisión***

En estas comunidades existía una fuerte relación entre las condiciones climáticas y los distintos calendarios (agrícola, ritual, etc.). Los cambios recientes en el clima han afectado esta relación. A continuación presentaremos algunos aspectos culturales relacionados a su cosmovisión.

En la cosmovisión andina, el cosmos o universo es la composición de tres mundos: este mundo (aka pacha o kay pacha), el mundo de adentro (manq̄ha pacha o uku pacha) y el mundo de arriba (alax pacha).

En el manq̄ha pacha se encuentran las humanidades que han precedido la actual. En sus profundidades se encuentran los primeros humanos: los ancestros o antiguos. Para los pastores altoandinos, los primeros humanos fueron cazadores de vicuñas (chuqila o choqela) y recolectores (chunchu). Los choqela legaron el arte de la caza pero también fueron los primeros domesticadores de animales (llamas, alpacas y guanacos). La segunda humanidad tuvo una gran sabiduría sobre

plantas. Ellos fueron los primeros en domesticar los cultivos. Ellos fueron los primeros portadores del conocimiento sobre pronósticos climáticos: lluvias, heladas y granizadas. Las comunidades reconocen los logros de las humanidades que las antecedieron, ofrendándoles comida y bebida en sus rituales, asegurándose así que estas sigan brindando saber y protección a la humanidad actual. Estas figuras antiguas, al ser los ancestros y descubridores del funcionamiento primigenio del mundo, son también figuras de gran poder, aunque ausentes del mundo actual de manera momentánea.

Los santos y la Virgen fueron vistos como los ancestros de los españoles y se mezclaron a la fe andina a través de nuevos rituales como la misa, procesiones y fiestas patronales. En las fiestas de los santos se siguen realizando danzas en honor a los choqela y a los chunchu.

Otra humanidad oculta en el manqha pacha es conocida como chullpa y vivió antes de la presente. De ella que se aprendió la organización social (ayllus) y política. Por esta razón, cuando una autoridad comienza su mandato y cuando lo termina, debe ofrendarle comida y bebida para recibir orientación y protección en el mantenimiento del orden en la comunidad.

Cumpliendo las relaciones de reciprocidad (ofrendas de comida y bebida, danzas, etc.) con los ancestros, los pobladores conservan la memoria social de largo plazo y reconocen la naturaleza social del conocimiento.

Mucho más cerca que las humanidades anteriores, pero siempre en el mundo de adentro, se encuentran los difuntos de la humanidad actual, los parientes muertos. En las comunidades es una costumbre enterrar a los difuntos en la esquina de una de sus chacras. Desde ese lugar de descanso, protegen y ayudan en la germinación de las semillas y el desarrollo de los cultivos desde dentro de la tierra. Con ellos también se comparte comida y bebida.

El mundo de arriba es compartido por padre Sol (Tata Willka), madre Luna (Phaxsi Mama) y Gloria (Dios Padre y Jesucristo), además de las constelaciones. Padre Sol y madre Luna aseguran el calor y la luz para mantener la vida. Para asegurarse de ello, se realizan ceremonias para darles fuerza, limpiándolos para que brillen siempre. Como con todas las relaciones anteriores, también se les ofrece comida y bebida. Las ceremonias de Dios Padre y Jesucristo se llevan a cabo en la Iglesia, especialmente en semana santa y pascua.

En el aka pacha se ubica la humanidad actual, las comunidades y todos los hombres. Pero además de los hombres, en este mundo habitan otros seres: los espíritus de las montañas, los dioses tutelares de pueblos y casas, etc.

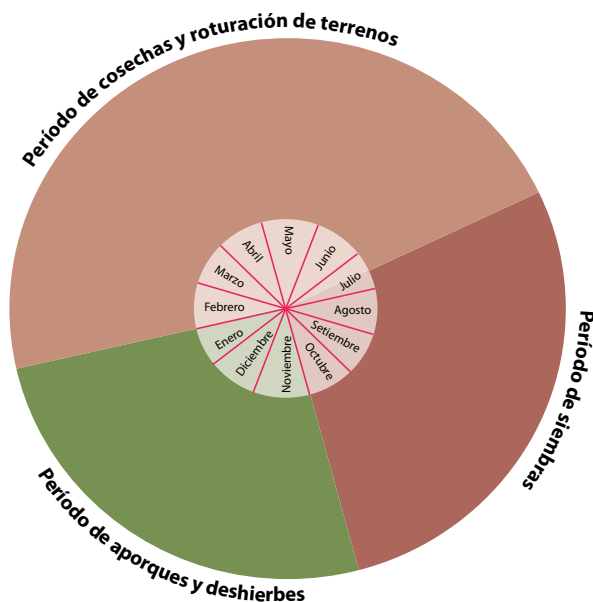
Las montañas se organizan jerárquicamente, en una estructura que es similar a la división sociopolítica. Los achachila generales son los espíritus de las grandes montañas que protegen al país; los achachila regionales, montañas altas de las regiones, desde donde brindan su protección. A las comunidades las protegen los despachos. A nivel familiar: los uywiri (divinidades menores) protegen las sayañas. El hogar es protegido por el kuntur mamani, que también vela por los corrales y animales. A todas estas divinidades se les da comida y bebida durante la preparación de los terrenos, en las siembras, cosechas, etc.

Las relaciones de reciprocidad que hemos visto se hacen presentes en todo momento para los campesinos y se manifiestan a través del compartir de la comida y bebida hacia todos los seres, de los tres mundos, en un intento de lograr equilibrio en el cosmos. La protección que estos seres devuelven a la humanidad se traduce en ayuda a lograr orden en la comunidad, crecimiento y maduración de los cultivos, multiplicación y desarrollo de animales, y salud y bienestar de la comunidad.

### **Antiguo calendario**

Hasta hace unas décadas para los pastores altoandinos las actividades económicas eran la crianza de llamas, caza de vicuñas, recolección de flora silvestre comestible y medicinal, y en muy pequeña cantidad, el cultivo de papa amarga, canihua y cebada en la parte más baja de su territorio, ya que las condiciones climáticas no lo permitían a mayor altura.

**Figura 3. Antiguo calendario en Quillihuyu**





La **figura 3** muestra las actividades económicas, las flechas grafican los periodos mayores del calendario que están marcados por las flautas o pinkillu<sup>3</sup>:

- Periodo I (choqela pinkillu): relacionado a los ancestros (los choqela y chunchu), por ello la flauta toma el nombre de choqela. Obsérvese en la relación de ceremonias de cada periodo cómo se han acercado las fiestas católicas a las celebraciones de origen andino y cómo en su celebración se realiza la danza choqela o la chunchu, danzas de los cazadores de vicuña y de los recolectores, respectivamente
- Periodo II (phalawitu pinkillu): relacionado con los espíritus de las montañas que protegen el aka pacha y con las siembras de papa amarga, cañihua y cebada. La flauta acompaña todas las actividades agrícolas
- Periodo III (alma pinkillu): relacionado con los difuntos que ayudan a crecer la papa dentro de la tierra. La flauta toma el nombre de alma pinkillu
- Periodo IV (hualaychu pinkillu): relacionado con el crecimiento de la papa amarga y su maduración. Es un largo periodo vinculado con seres de diferentes mundos, según el tipo de protección que se requiera. Para garantizar luz y calor se ofrenda a Tata Willka y Phaxsi Mama; para garantizar el orden en la comunidad las autoridades salientes y las entrantes ofrendara a los chullpas. Aunque la semana santa y pascua son fiestas movibles, al ubicarse siempre en marzo, este mes no escucha los sonidos de las flautas, que guardan luto por la muerte de Cristo
- Periodo V (phalawitu pinkillu): relacionado con las cosechas en el mes de abril. La flauta vuelve a sonar en las actividades agrícolas, en chacras y casas durante los rituales de cosecha y de guardado de productos

En la figura se han obviado las ceremonias específicas correspondientes a cada periodo, especialmente aquellas vinculadas al Sol y festividades de origen católico, que se presentan a continuación:

### Periodo I

- Anticénit (2 de mayo): danza choqela
- Fiesta de las cruces (3 de mayo): danza choqela
- Fiesta del Espíritu Santo: danza chunchu
- 3 de junio: observación de la reaparición de Q'utu (Pléyades) para establecer la cantidad de lluvias en el nuevo año. Se realiza luego una fiesta durante el guardado de los productos (ispalla) en las casas

<sup>3</sup> Se ha encontrado en Caral, con una datación de 5 000 años de antigüedad, una gran cantidad de flautas. Al parecer las flautas jugaron un rol muy importante en las sociedades andinas desde tiempos antiguos. En el mundo andino son las flautas las que acompañan el devenir de los eventos en cada periodo calendárico, marcan el ritmo que corresponde a cada periodo.

- Fiesta del Corpus Christi: fiesta de reafirmación de la organización sociopolítica de las comunidades
- Fiesta de San Juan (24 de junio)-Solsticio de invierno (21 de junio): danza choqela, ceremonias de purificación y limpieza de los animales
- Fiesta de la Virgen del Carmen (16 de julio): combate ritual entre ayllus originarios y advenedizos

## Periodo II

- Entre el 1 y 15 agosto: gran comida ritual que las autoridades ofrendan a los achachilas
- Anticenit (12 de agosto)
- Fiesta de la Virgen de la Natividad (8 de setiembre): danza choqela
- Pasada la fiesta de la Virgen se inician las siembras hasta el 30 de octubre: se realizan rituales familiares a los kuntur mamani antes de llevar la semilla a las chacras. También se realizan rituales durante las siembras dirigidos a los uywiri e ispalla en las chacras

## Periodo III

- 2 de noviembre: ofrendas y ceremonias a los difuntos en casa y junto a las tumbas en las chacras. Pequeño carnaval
- Cenit (4 de noviembre): el thama pinquillu<sup>4</sup> anuncia el cambio de las autoridades. La designación de las nuevas autoridades en la comunidad es un deber rotativo entre sus miembros
- Fiesta de San Andrés (30 de noviembre): las autoridades ofrecen comida ritual a los ancestros que habitan los lagos, sitios rituales, para mitigar los efectos de las heladas sobre los cultivos que comienzan a brotar. Danza del chunchu

## Periodo IV

Rituales del alax pacha

- 13 de diciembre: Fiesta de Santa Lucía. Las autoridades realizan la limpieza ritual del padre Sol (Tata Willka) y madre Luna (Phaxsi Mama)
- 23 de diciembre: Solsticio de verano

Rituales del manqha pacha

- 25 de diciembre: las autoridades salientes ofrecen una comida ritual a la humanidad chullpa

---

4 Este pinkillu es de uso exclusivo de las autoridades.

- 1 de enero: agradecimiento de la comunidad a sus autoridades salientes
- 15 de enero: las autoridades entrantes inician su cargo ofreciendo una comida ritual a la humanidad chullpa. Toma de posición de las nuevas autoridades

#### Rituales familiares en las chacras

- Fiesta de la candelaria (2 de febrero): auscultamiento del tamaño de las papas para prever la calidad de la cosecha. Se realizan rituales en las chacras para un propicio final del periodo de maduración. Estas ceremonias son acompañadas por el phalawitu pinkillu

#### Cenit (6 de febrero)

#### Rituales del carnaval

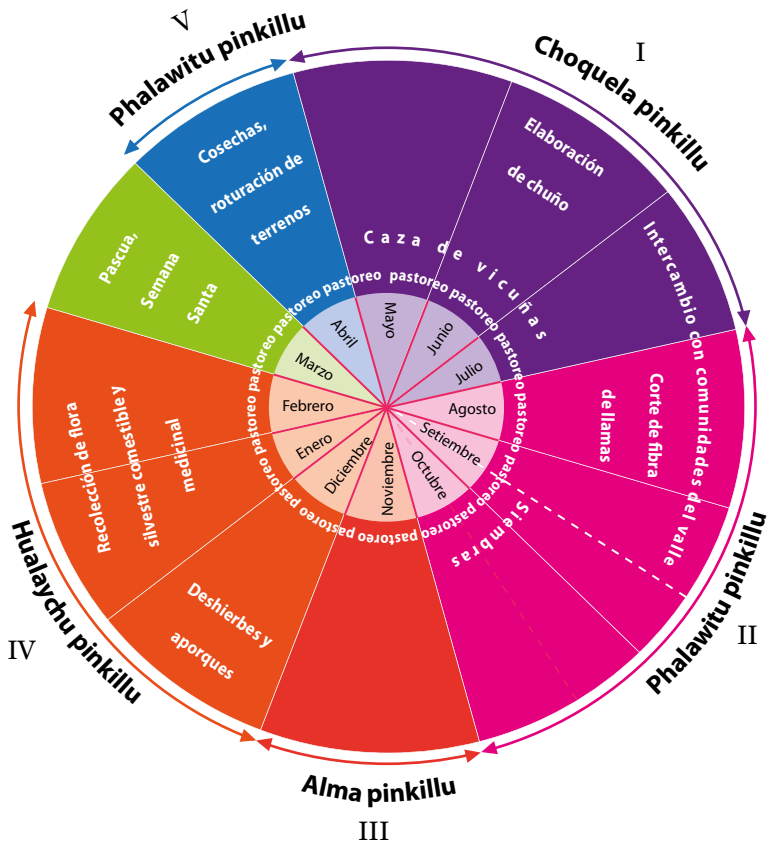
- Durante las noches del carnaval el hualaychu pinkillu celebra gozoso la supervivencia de la papa a las heladas y la producción. El huaychino pinkillu tiene gran importancia en la ejecución de danzas del carnaval. Durante el Carnaval tiene lugar una compleja variedad de ceremonias

### **Periodo V**

- Rituales de cosechas y de guardado de productos en las casas con la flauta de las actividades agrícolas

**Nuevo calendario**

**Figura 4. Nuevo calendario en Quillihuyyu**



**Variaciones sociales y económicas**

Al comparar las últimas dos figuras e información relacionada al desarrollo más reciente de las comunidades involucradas, se determinaron los siguientes cambios significativos en sus actividades económicas y en aspectos sociales.

El gran peso que tiene la agricultura sobre el pastoreo como actividad de reproducción social y en la economía de la comunidad; sin embargo, la crianza de animales, ahora ovinos y vacunos, se ha constituido como un fondo de reserva para gastos mayores como fiestas, gastos escolares, de salud, etc. La mayor cantidad y variedad de papa amarga producida hace del chuño una base importante del intercambio (trueque y venta). La producción directa de papa común, habas, arvejas, quinua y otros productos brinda a las comunidades una mayor seguridad alimentaria. Se siguen practicando actividades como la recolección de flora silves-

tre con fines medicinales. El exterminio de vicuñas registrado en los últimos años fue el resultado de la caza furtiva, que no fue controlada por el Estado.

Al comparar calendarios, condiciones climáticas, actividades económicas, ceremonias y tradiciones en un marco temporal de 50 años, se encontraron variaciones significativas. La mayor variación se ha dado en el campo de las costumbres, donde los grandes periodos ritualísticos marcados por las flautas han dejado de corresponder a periodos agrícolas, ceremonias religiosas y actividades económicas. Las relaciones de reciprocidad hacia los habitantes de los tres mundos que conforman el cosmos ritual se han mantenido pues son realizadas fielmente por las autoridades y muchas veces coinciden con festividades del calendario religioso católico o grandes eventos astronómicos.

Las autoridades siguen brindando comida ritual a los chullpas el 25 de diciembre y el 15 de enero, a los espíritus de las montañas en agosto, pero ya no a los ancestros, por la muerte, y desaparición del cargo del chamakane, sacerdote y astrónomo que tenía la responsabilidad de depositar para ellos la comida y bebida ritual en los lagos. Se mantiene la tradición de la limpieza ritual de los seres del alax pacha para asegurar luz y calor. En las fiestas de los santos, que personifican simbólicamente a los ancestros, se sigue danzando el choqela y chunchu.

Los rituales más afectados son aquellos que se realizan en el ámbito familiar, como resultado de la reciente aparición en las comunidades de nuevas iglesias evangélicas y protestantes que prohíben las ceremonias de origen mítico andino y, en casos, de origen católico, como las celebraciones de los santos. Esto ha significado que los rituales familiares se encuentren en un proceso de desaparición paulatina en hogares y chacras.

### **Conclusiones**

- Las comunidades del estudio expresaron su interés en ampliar y mejorar sus prácticas agrícolas, hecho explicable si tenemos en cuenta los testimonios sobre los rigores del clima previo y la posibilidad de utilizar ecosistemas como la puna y el páramo, que constituyen colchones de agua de las cuencas. Es fundamental lograr cooperación entre las instituciones públicas y privadas con intervención en el medio rural y las comunidades para desarrollar alternativas viables de pastoreo, agricultura y otras actividades económicas en zonas altoandinas en el contexto del cambio climático
- Los cambios en el clima de pisos ecológicos se dan también a nivel de flora y fauna silvestres. Es urgente iniciar un inventario estos, clasificándolos por pisos. Las universidades que investigan temas agrarios deben cumplir un papel protagónico en estas investigaciones a nivel nacional
- Una contribución importante de las culturas tradicionales andinas a la conservación de las cabeceras de cuenca es el inmenso respeto por lagunas y lagos

de las partes altas de las montañas, que en su cosmovisión son entidades sagradas, hecho que constituye una expresión de la importancia que estas sociedades dan a los lagos para la supervivencia humana

### **Sugerencias**

- Contamos con dos fuentes de información climática: una oficial y moderna en el Servicio nacional de meteorología e hidrología (Senamhi)<sup>5</sup> y el saber tradicional de las comunidades campesinas, etnias amazónicas y algunos grupos de agricultores costeros, pescadores; etc. Este conocimiento está basado en la observación de indicadores biológicos, atmosféricos y astronómicos. Es urgente iniciar la articulación de estas dos fuentes para contar con pronósticos eficaces a nivel local
- Es muy importante intentar rescatar las técnicas de adaptación practicadas por las comunidades campesinas ante la variabilidad climática, mejorarlas e incorporar otras que resulten apropiadas para la adaptación al cambio climático; sin embargo, las intervenciones deberían interesarse, en primer lugar, por conocer y sistematizar las prácticas de los productores, para luego sugerir nuevas alternativas
- Dada la mega diversidad y alta vulnerabilidad del país, la descentralización debe posibilitar el establecimiento de planes de prevención de riesgos climáticos que respondan a distintas realidades; sin ellos, no es posible el desarrollo sostenible, pues todo el esfuerzo y capitalización en la agricultura se pierde periódicamente con inundaciones o sequías prolongadas, fenómenos que se acentuarán con el cambio climático, reciclando periódicamente los mismos niveles de pobreza
- La sociedad civil no cuenta con canales regulares de participación en el manejo del riesgo, especialmente aquellas poblaciones poseedoras de un saber tradicional relacionado con la observación de indicadores del Fenómeno El Niño (FEN). La experiencia compartida con John Earls en los años 1997, 1998 (años de FEN) y 1999 en la cuenca del río Suches, nos permitió constatar de primera mano los variados efectos del FEN en las distintas comunidades de la región. Ante el anuncio del FEN, los comuneros manifestaron con gran certeza cuáles comunidades serían afectadas y cuáles no, indicando razones como la conformación topográfica, orientación de las neblinas, etc. Sin embargo, aún no se toma en cuenta este conocimiento en la prevención y planificación de la producción a nivel local y regional
- La agenda académica y política sobre el cambio climático, sin restarle importancia, no puede limitarse a la búsqueda de las mejoras técnicas de adaptación. No debemos olvidar la necesidad de un ordenamiento territorial a nivel nacional que sea acorde a nuestra condición de país de alta montaña tropical, la importancia que tiene en dicho ordenamiento la visión y gestión de cuencas.

5 Nos referimos al servicio meteorológico boliviano, no confundir con su homónimo peruano.

Se debe realizar una zonificación ecológica y económica para una planificación más adecuada de la producción y conservación del medio ambiente

- Finalmente, no debemos olvidar la necesidad de políticas que reglamenten el paso de la gestión del agua a organizaciones representativas de los usuarios de este recurso, a nivel de cuenca. Esto logrará una gestión consensuada y equitativa, reduciendo tensión y evitando conflictos sociales. Este aspecto es clave en la profundización de la democracia en nuestros países y en su gobernabilidad

## Bibliografía

Araujo, H. «Indicadores del tiempo». En: *Historia de la comunidad de Tirajahua*. La Paz: Ricerca e Cooperazione, 1999. pp. 95-103.

Araujo, H. «Indicadores del tiempo». En: *Historia de la comunidad de Kutini Qaqallinka*. La Paz: Recerca e Cooperazine, 1999. pp. 20-22.

Arnold, D.; Yapita, J. (comp). *Mamá Melliza y sus crías. Antología de la papa*. La Paz: Hisbol-ILCA, 1996.

Berg, H. *La tierra no da así nomás. Los ritos agrícolas en la religión de los aymara-cristianos*. La Paz: Hisbol, 1990.

Bertonio, L. *Vocabulario de la lengua aymara (1612)*. Cochabamba: CERES-IFEA-MUSEF, 1984.

Brack, A. «Ecología, recursos naturales y desarrollo en la sierra del Perú». En: Araujo, H.; Brack, A.; Grillo, E. (ed). *Ecología, agricultura campesina y autonomía campesina en los Andes*. Feldafing-Lima: DSE-INP, 1989.

Büttner, T.; Condori, D. *Diccionario aymara-castellano*. Lima-Puno: Proyecto experimental de educación bilingüe, 1984.

Camino, A.; Recharte, J.; Bidegaray, P. *La tecnología en ml Mundo andino. Runakunap kawsayninkupaq rurasqankunaqa*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 1981.

Carter, W.; Mamani, M. *Irpa chico. Individuo y comunidad en la cultura aymara*. La Paz: Juventud, 1982.

De la Cadena, M. *Cooperación y mercado en la organización comunal andina*. Lima: IEP, 1985.

- 
- Earls, J. *Ecología y agronomía en los Andes*. La Paz: Hisbol, 1991.
- Earls, J. *Planificación agrícola andina. Bases para un manejo cibernético de andenes*. Lima: Cofide-Universidad del Pacífico, 1989.
- Earls, J. *Topoclimatología de alta montaña. Una experiencia en la vertiente oriental andina*. Lima: CITPA-Concytec, 2006.
- Fonseca, C.; Mayer, E. *Comunidad y producción en la agricultura andina*. Lima: Fomciencias, 1988.
- Golte, J. *La racionalidad de la organización andina*. Lima: IEP, 1980.
- Golte, J.; De la Cadena, M. *La codeterminación de organización social andina*. Lima: IEP, 1986.
- Grillo, E.; Quiso, V.; Vásquez, G.; Valladolid, J. *Crianza andina de la chacra*. Lima: Proyecto andino de tecnología campesina, 1994.
- Holdridge, L. *Ecología basada en zonas de vida*. San José: Instituto interamericano de ciencias agrícolas, 1979.
- Lira, J. *Farmacopea tradicional indígena y prácticas rituales*. Lima: El Cóndor, 1946.
- Mayer, E. «Production Zones». En: Masuda, S.; Shimada, I.; Morris, C. (comp). *Andean Ecology and Civilization: An Interdisciplinary Perspective on Andean Ecological Complementarity*. Tokio: University of Tokyo Press, 1985.
- Mayer, E.; Fonseca, C. *Sistemas agrarios en la cuenca del río Cañete*. Lima: Oficina nacional de evaluación de recursos naturales, 1979.
- Morlon, P. (comp). *Comprender la agricultura campesina en los Andes centrales*. Lima: CBC-IFEA, 1996.
- Orlove, B. «Two Rituals and Three Hypotheses. An Examination of Solstice Divination in Southern Highland Peru». En: *Anthropol. Quart.* 1979. 52. pp. 86-98.
- Orlove, B.; Chaing, J.; Cane, M. «Forecasting Andean Rainfall and Crop Yield from the Influence of El Niño on Pleiades Visibility». En: *Nature*. 2000. 403.



Rivas, R. *Purcari. Los cocama-cocamilla en la várzea de la amazonía peruana*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2000. Tesis para optar por el grado de magíster en antropología.

Rivas, R.; Careza, C.; Claudel, C.; Thompson, S.; Earls, J. *Promoción económica y tecnológica en los municipios de Mocomoco y Puerto Acosta. Recuperación de andenes prehispánicos*. La Paz: Ricerca e Cooperazione, 1999.

Salomon, F.; Urioste, C. *The Huarochiri Manuscript. A Testament of Ancient and Colonial Andean Religion*. Austin: Texas University Press, 1991.

Tossi, J. *Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa*. Lima: Oficina nacional de evaluación de recursos naturales, 1976.

Urton, G. *At the Crossroads of the Earth and The Sky. Andean Cosmology*. Austin: Texas University Press, 1981.

Velásquez, D. *Estrategias campesinas de conservación in situ de recursos genéticos en agroecosistemas andinos de la sierra del Perú. Cajamarca y Huanuco*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2009. Tesis para optar por el grado de magíster en ciencias.



Cuellar, José; Medina, Tulio. «Agrobiodiversidad, género y cambio climático en la cuenca del río Mantaro». En: *Tecnología y Sociedad*. Lima: Soluciones Prácticas. Año 16, n° 8. 2009. pp. 83-99.

## Agrobiodiversidad, género y cambio climático en la cuenca del río Mantaro

José Eloy Cuellar<sup>1</sup>  
Tulio Medina<sup>2</sup>

### Abstract

In the Mantaro river basin, there is evidence of the initial consequences of climate change on agricultural and other socio-economic activities. The vulnerability of the river basin will be further aggravated by the excessive subdivision of farmland and extreme climatic events, the tendencies of which are gradually increasing. This article contains a thorough socio-economic and climatic analysis of the problems in the valley and establishes the steps required to build a climate change mitigation and adaptation process.

### Resumen

En la cuenca del río Mantaro se pueden percibir las iniciales consecuencias del cambio climático sobre la agricultura y otras actividades socioeconómicas. La vulnerabilidad de la cuenca se verá agravada por la excesiva parcelación de la tierra de uso agrícola y eventos climáticos extremos cuya tendencia aumenta progresivamente. El presente artículo presenta un profundo análisis socioeconómico y climático de la problemática del valle y establece los pasos necesarios para construir un proceso de mitigación y adaptación al cambio climático.

### Introducción

De acuerdo al *Convenio sobre diversidad biológica*<sup>3</sup>, agrobiodiversidad es un término muy amplio que incluye a todos los componentes de la diversidad biológica

- 1 Coordinador de la subdirección de investigación forestal del Instituto Nacional de Innovación Agraria. Es ingeniero forestal con estudios de posgrado en la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- 2 Especialista en recursos genéticos del Instituto Nacional de Innovación Agraria. Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional del Centro del Perú (Huancayo), con estudios de maestría en mejoramiento genético de plantas en la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- 3 *Convenio sobre diversidad biológica. Textos y anexos*. Quito: Convenio sobre diversidad biológica, 1994.

que tengan relevancia en la producción de alimentos y agrícolas en general. Tiene tres niveles: ecosistemas, especies y genes de animales, plantas y microorganismos, todos son necesarios para mantener funcionando los agroecosistemas, su estructura y procesos, así como los elementos biológicos del suelo, factores abióticos y las dimensiones económicas, culturales y sociales implicadas.

Los Andes peruanos constituyen uno de los ocho centros mundiales de origen de la agricultura. Se caracterizan por una configuración geográfica muy variable, con una población con expresiones culturales propias y locales de lazos históricos y visión singular del mundo. En el Perú, según Brack (2003) se habrían domesticado 182 especies de plantas y 5 de animales, que junto a otros elementos de la naturaleza, conforman la diversidad biológica agrícola o agrobiodiversidad. La diversidad cultural se hace evidente en las 14 familias lingüísticas y 44 etnias presentes en el territorio nacional, de las que 42 se encuentran en la amazonía.

Sin duda, estas culturas aprovechan su entorno con sentido de conservación e incluso reproducen algunos de ellos artificialmente. La manifestación más tangible de la sabiduría campesina es la alta variabilidad de los cultivos nativos asociada a su rica diversidad cultural. En la producción campesina de los Andes, la biodiversidad en su conjunto y el sistema de producción forman una unidad indivisible a través del manejo vertical de los ecosistemas, en ciclos de producción sincronizada en tiempo y espacio diferentes pero complementarios. La conservación de una amplia gama de variedades y especies adaptadas a la heterogeneidad de los ecosistemas andinos constituye una estrategia de seguridad alimentaria, además de garantizar el derecho milenario de las familias locales sobre estos recursos sin restricción alguna<sup>4</sup>.

Por otro lado, en la década del setenta se impulsó el uso de la categoría género (género) con dos propósitos centrales; primero, diferenciar las construcciones sociales y culturales de la biología reproductiva y segundo, comprender mejor la realidad o roles sociales. El género es definido por la antropóloga mexicana Marta Lamas como la construcción cultural de la diferencia sexual<sup>5</sup>. Ella retoma las raíces del estudio, originadas en el siglo XX con Margaret Mead. La antropóloga estadounidense postuló, la entonces idea revolucionaria, de que los conceptos sobre el género eran culturales y no biológicos. En las investigaciones realizadas en la década del treinta en tres sociedades de Nueva Guinea, constató que no todas

4 Ccanto, R; Olivera, E.; Tiza, M. *Agrobiodiversidad, alimentación y saberes en la comunidad campesina de Quilcas de la sierra central del Perú*. Concepción: Grupo Yanai, s/f. Disponible en: <http://gyanapai.org/Agrobiodiversidad.pdf> (visto por última vez: 12 de mayo de 2009), hacen una descripción de la estrategia de conservación, organización y distribución del trabajo comunal para contribuir a la seguridad alimentaria local.

5 Marta Lamas hace un análisis de la perspectiva de género, su importancia, las diferencias biológicas y culturales, y sus implicancias en la desigualdad social y cultural. En «La perspectiva de género». En: *Geomundo*. [http://www.geomundos.com/sociedad/andrey05/la-perspectiva-de-genero-marta-lamas\\_doc\\_18417.html](http://www.geomundos.com/sociedad/andrey05/la-perspectiva-de-genero-marta-lamas_doc_18417.html) (visto por última vez: 20 de mayo de 2009).

las sociedades estaban organizadas de forma patriarcal, y en ese sentido la distribución de los roles entre mujeres y hombres era diferente a los de las sociedades occidentales. Este fue el primer cuestionamiento al carácter natural de las diferencias entre géneros, incluyendo las físicas<sup>6</sup>. Este planteamiento sin dudas significa una primera aproximación a un análisis que asigne responsabilidad a elementos una cultura en el desarrollo de las diferencias entre mujeres y hombres, y especialmente sobre la asignación de funciones diferentes a cada uno.

El rol del género se forma con el conjunto de normas y prescripciones que dictan la sociedad y la cultura sobre el comportamiento femenino o masculino. Aunque hay variantes de acuerdo a la cultura, clase social, grupo étnico y hasta nivel generacional de las personas, se puede sostener una división básica que corresponde a la división sexual del trabajo más primitiva: las mujeres paren a los hijos, y por lo tanto, los cuidan: lo femenino es lo maternal, lo doméstico, contrapuesto a lo masculino como lo público. Por otra parte, la perspectiva de género implica reconocer la distinción entre diferencia sexual y atribuciones, ideas, representaciones y prescripciones sociales que se construyen tomando como referencia esta diferencia. Todas las sociedades estructuran su vida y construyen su cultura en torno a la diferencia sexual.

Por otra parte, el cambio climático es un fenómeno de escala global que está alterando el clima. Esto es el resultado del aumento de las concentraciones de dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y gases fluorados en el aire. Estos gases atrapan una porción de radiación infrarroja terrestre. De acuerdo al Panel intergubernamental sobre cambio climático (IPCC, por sus siglas en inglés), se espera que hagan aumentar la temperatura promedio del planeta hasta 5.8 °C para el año 2100.

El calentamiento global y sus posibles efectos en la agricultura constituyen una de las principales preocupaciones de la comunidad científica internacional actualmente. En particular, los agroecosistemas andinos se encuentran entre los más vulnerables en los escenarios previstos. Se considera que Perú sería el tercer país más vulnerable frente a los riesgos del cambio climático, después de Honduras y Bangladesh (Brooks y Adger, 2003): el Perú posee 84 zonas de vida y 17 zonas transicionales de las 104 zonas de vida existentes en el mundo (CONAM, 2001), con ecosistemas que comprenden los extensos arenales costeros, las gélidas punas, las vertientes orientales y la frondosa selva amazónica. Las consecuencias del cambio climático podrían ser severas en nuestro país, aumentando la intensidad y frecuencia de eventos meteorológicos extremos como heladas, inundaciones y sequías. Este escenario podría afectar el desarrollo nacional y nuestra agricultura si es que no tomamos las providencias desde ahora.

---

6 Margaret Mead escribió en 1935 un libro sobre género en el que, a partir de un estudio de comunidades nativas de Nueva Guinea, se apreciaba la distribución de roles entre hombres y mujeres en la comunidad y en el hogar. La importancia de esta obra radica en que fue una de las primeras en describir el concepto de género.

### **Consideraciones generales sobre el valle del Mantaro**

La zona de análisis del presente artículo es el valle del Mantaro. Valle atravesado por el río del mismo nombre y numerosos ríos tributarios que fluyen por ambas márgenes, tiene un clima templado y seco, y precipitaciones con valores promedio de 760 mm/año. La cuenca del río Mantaro comprende parte de las regiones Pasco, Junín, Huancavelica y Ayacucho; su parte agrícola más importante la constituye el valle del río Mantaro, en las provincias de Jauja, Concepción, Huancayo y Chupaca, región Junín.

El valle del Mantaro se encuentra ubicado en la parte central del Perú, entre las cordilleras occidental y central de los Andes, inmediatamente después del nudo de Pasco. Es una zona geográfica fluvial atravesada por el río Mantaro y sus afluentes que bajan de ambas márgenes. El valle se encuentra a 12° de latitud sur y 75° 13' de longitud oeste, entre 3 000 y 4 000 msnm, con una extensión de 53 km de largo, 4 km en la parte más angosta y 21 km en la más ancha.

El valle tiene una población aproximada de 700 000 habitantes. Se estima que 63 % de la población total de Junín se encuentra en situación de pobreza y 25 % en pobreza extrema. En el ámbito rural la pobreza extrema afecta al 51 % de la población, con casi 25 % de analfabetos, nivel que llega hasta 37 % en mujeres (Coordinadora rural región centro, 2006).

En relación a las actividades económicas, el sector agrario continúa siendo la principal actividad económica, casi 20 % del producto bruto interno (PBI) de la región es agrario y la población económicamente activa (PEA) dedicada a las actividades agropecuarias es 33 % del total (Coordinadora rural región centro, 2006). Sin embargo, se ha registrado en las últimas décadas un peligroso descenso en el aporte del sector agropecuario a la economía regional y en la absorción de la mano de obra debido a una serie de factores directamente relacionados al proceso de apertura de nuestros mercados internos a productos agrícolas subsidiados en el marco de la globalización, acelerándose los procesos migratorios del campo a las ciudades y el paulatino abandono de tierras productivas (Gobierno regional de Junín, 2009).

A continuación, presentamos una lista de especies de fauna silvestre indígenas de la zona: tórtola (*Metriopelia melanoptera*), perdiz (*Nothoprocta pentlandii*), zorzal o chihuaco (*Turdus chiguanco*), gorrión (*Passer domesticus*), jilguero (*Carduelis carduelis*), picaflor (*Phaetormis superciliosus*), pato silvestre (*Anas versicolor*), huallata (*Chloephaga melanoptera*), gaviota (*Larus serranus*), zorrillo (*Conepatus chin-ga*), venado (*Odocoileus virginianus*), vizcacha (*Lagidium peruanum*), gato montés (*Oncifelis colocolo*), entre otros.

En cuanto a la flora, los principales árboles figuran el queñual (*Polylepsis spp*), quishuar (*Buddleia incana*), aliso (*Alnus jorullensis*), molle (*Schinus molle*), tara (*Caesalpinia spinosa*) y el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), siendo este último

introducido. En arbustos: chinchilcoma (*Mutisia viciaefolia*), marco (*Ambrosia peruviana*), chamana (*Dodonea viscosa*), retama (*Lygos sphaerocarpa*), tanquis o mutuy (*Cassia spp*), chilca negra (*Fluorencia macrophylla*). Entre los cultivos tenemos: papas (*Solanum sp*), maíz (*Zea mays*), cebollas (*Allium cepa*), alcachofas (*Cynara scolymus*), habas (*Vicia faba*), trigo (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*), coles (*Brassica oleracea*), calabazas (*cucúrbita moschata*), lechugas (*Lactuca sativa*), zanahorias (*Daucus carota*), arvejas (*Pisum sativum*), betarragas (*Beta vulgaris*), apios (*Apium graveolens*). Entre los frutales: tumbos (*Passiflora mollissima*), capulí (*Physalis peruviana*), guindas (*Prunus serotina*), manzanos (*Malus domestica*), melocotones (*Prunus persica*), higos (*Ficus carica*), ciruelos (*Prunus domestica*), níspero japonés (*Eriobotrya japónica*). Entre las flores: cantuta (*Cantua buxifolia*), rosa (*Rosa sp*), claveles (*Dianthus caryophyllus*), fucsias (*fuchsia sp*).

En cuanto a la agricultura, las áreas de cultivo se encuentran entre los 3 000 y 3 400 msnm, ubicadas en las dos márgenes del río Mantaro y sus correspondientes terrazas de producción, en las provincias de Jauja, Huancayo, Concepción y Chupaca. Predominan los cultivos de papa, maíz (choclo), cebolla, arveja (verde), haba (verde), cebada y alcachofa, entre estos, el cultivo predominante es la papa, seguida en importancia por el maíz amiláceo, mientras que en la zona altoandina los cultivos predominantes son mayormente especies nativas como la papa, mashua (*Tropaeolum tuberosum*), olluco (*Ullucus tuberosus*), oca (*Oxalis tuberosa*) y maca (*Lepidium meyenii*). La mayor parte de la producción de los cultivos transitorios está orientada al consumo familiar (62 %) y en segundo lugar para el mercado (33 %)<sup>7</sup>.

El área mecanizable en la región representa aproximadamente 15 % del área cultivable, ubicándose su mayoría en el valle del Mantaro. El uso de maquinaria agrícola en la preparación de los terrenos ha tenido un incremento en los últimos años, con un costo promedio de S/. 45/hora por máquina. Las unidades agropecuarias explotan áreas comprendidas entre menos de 0.5 hasta 4.9 hectáreas (ha), consideradas minifundios y pequeñas propiedades, que representan 82 % de la zona de sierra; 61.5 % de las unidades agropecuarias utilizan fertilizantes químicos, 58.4 % pesticidas y solo 8.4 % tiene conocimiento del control biológico de plagas y enfermedades<sup>8</sup>.

### **La agrobiodiversidad del valle del Mantaro**

De acuerdo a Mayer (1981), Tapia (1996) y Fernández *et al.* (1996), citados en Ccanto *et al.* (2005), el valle del Mantaro tiene tres zonas agroecológicas: baja, intermedia y alta. La zona principalmente agrícola está ubicada en el piso bajo entre 3 200 y 3 500 msnm, donde el maíz es el principal cultivo y se concentra la población. La zona intermedia está constituida por laderas que en su mayoría están cubiertas por vegetación arbustiva y un sistema de producción mixto agropecuario

7 Datos de un informe de la estación experimental Santa Ana del INIA sobre el valle del Mantaro.

8 Ídem.

entre 3 500 y 3 950 msnm, sembrándose principalmente papa y otros cultivos andinos como oca, olluco, mashua, tarwi (*Lupinus mutabilis*) y papas nativas. La zona alta es principalmente ganadera con alpacas (*Lama pacos*), llamas (*Lama glama*) y vicuñas (*Vicugna vicugna*), sobre 3 950 msnm.

En cuanto a los suelos, por su origen se dividen en suelos de origen aluvial, originados a partir de materiales acarreados y depositados en ambos márgenes del río y tributarios en las llamadas terrazas alta, media y baja, que constituyen fisiográficamente el paisaje aluvial, son áreas con problemas de mal drenaje, sometidos a inundaciones estacionales y no presentan ningún desarrollo genético; suelos de origen coluvio-aluvial, formados a partir de materiales fluviónicos por acción de la erosión hídrica y la gravedad de ambas vertientes, se caracterizan por un buen drenaje, textura que varía de media a fina y modificadores texturales en bajo porcentaje, constituyendo los mejores suelos, aunque cubren áreas en mucha menor proporción que aquellos de origen aluvial; suelos de origen residual, desarrollados a partir de calizas, areniscas, andesitas, granitos, etc. Cubren las laderas o faldas y cimas de colinas y el paisaje montañoso, de topografía compleja y amplio rango de pendientes. En general, donde existe suelo, este es muy delgado y sumamente erosionado<sup>9</sup>.

El valle del Mantaro es netamente agrícola y constituye el más amplio de la sierra del Perú. Se estima que en la parte baja se cultivan 40 mil ha llegando a 70 mil si se incluyen zonas como pie de montes y lomas aledañas. Se considera que su productividad es baja debido a la producción en minifundios (Gobierno regional de Junín, 2009).

Existen teorías que apuntan a que en este valle se inició la agricultura y la domesticación de cultivos de maíz, quinua (*Chenopodium quinoa*), tarhui, frijol (*Phaseolus vulgaris*), papas, oca, olluco, mashua. Se estima que el tarhui y la mashua habrían aparecido hacia el 650 d.C (Brack, 2003). La agricultura moderna del valle está compuesta por cultivos para el abastecimiento de los grandes mercados como Huancayo y Lima. Esto se evidencia por las grandes extensiones con variedades modernas de papa, maíz, haba, cebada, trigo y alcachofas en la provincia de Concepción. El manejo de estos cultivos se hace bajo riego por gravedad del canal de irrigación en la margen izquierda y otros canales revestidos en la margen derecha del río. Se utilizan intensamente abonos sintéticos y pesticidas, los terrenos son mecanizados, aunque el minifundio dificulta la penetración de la agricultura mecanizada y tecnificada. Esta actividad nos hace pensar que la agrobiodiversidad ha disminuido en gran medida, como lo evidencia, por ejemplo, la pérdida de cobertura vegetal en los suelos de la estación experimental El Mantaro, de la Universidad Nacional del Centro del Perú (Bullón y Amiquero, 1984).

El contraste entre la tecnología agrícola moderna y las prácticas tradicionales puede ser observado en comunidades campesinas del distrito de Quilcas, provincia

---

9 Ídem.



de Huancayo, donde se cultivan más de 150 variedades de papas nativas. En esta experiencia se destacan las prácticas de manejo de semilla, el uso comunal de la tierra y la crianza de animales; esto es el resultado de que la comunidad concibe la agricultura como un todo en el que coexisten dos formas: aquella con fines de autoconsumo (papa nativa) y otra dedicada a la venta (papa moderna). Sin embargo no todas las variedades son conocidas en los mercados o son comerciales, a pesar de su alta calidad. Se pueden distinguir variedades como amarilla del centro, peruanita, muruhuayro, huamantanga, camotillo, huayro rojo, limeña, huayro negro, azul huayta, tarmeña, entre muchas otras (Scurrah *et al.*, 2009).

Una práctica tradicional de cultivo de papas nativas es la siguiente: una vez que la planta ha llegado a su máxima madurez, se dejan los tubérculos en el suelo por 14 a 20 días para que terminen de llenarse, si los dejan más tiempo hay el riesgo de que sean atacados por plagas como gorgojos, polillas o gusanos. Los agricultores practican una selección rigurosa sobre la base de dos criterios según variedad: tamaño y sanidad. Eliminan todas las papas con lesiones mecánicas, dañadas por heladas o con pudriciones, así sean incipientes, y con daños causados por gorgojos o polillas (Túpac, 2009). Con mayor frecuencia, las mujeres son las que seleccionan las semillas.

### **Género y organización social en el valle del Mantaro**

En la región Junín hay 425 comunidades campesinas, que manejan alrededor de 803 485.91 ha, 33.89 % del territorio de la región (Gobierno regional de Junín, 2009). Siendo espacios que permiten la reproducción social, cultural y económica de un amplio sector de la población, en gran parte marginado por las políticas del Estado. Las comunidades tienen un gran potencial para el desarrollo humano con equidad, pero las condiciones desfavorables existentes no permiten el despliegue de estas potencialidades.

Existen diversos estudios realizados dentro de la perspectiva de género en el valle que abarcan desde la conformación del trabajo y roles en el entorno familiar, comunal y el rol en la economía en el hogar. En cuanto al entorno familiar, la división del trabajo entre los miembros de la familia no necesariamente implica que las razones biológicas lleven a un sexo u otro a asumir actividades de producción específicas. La distribución de responsabilidades y tareas es básicamente una distribución funcional. En determinados sistemas de producción es frecuente que se asigne a las mujeres tareas y responsabilidades que son compatibles con el cuidado de los niños.

Datos sobre participación en la economía del hogar, de acuerdo a un estudio realizado por el Centro de promoción y estudios de la mujer andina (Cepema Lulay) señalan que 47 % del total de la clientela de la Caja municipal de ahorro y crédito de Huancayo son mujeres; 50.36 % de sus colocaciones son créditos PyME; 51.93 % o 6 764 de sus clientes de crédito PyME son mujeres. Estos datos reflejan la importancia de las mujeres en la cartera de créditos (Cepema Lulay, s/f).

En cuanto al entorno comunal, en todas las zonas se reporta una estrategia similar para disminuir los riesgos climáticos y asegurar el autoabastecimiento alimentario; se maneja en espacios muy reducidos una gran diversidad de cultivos: papa, maíz, habas, arvejas, tarhui, frejol, lentejas, olluco, mashua, oca, cebada, trigo, avena, quinua, calabaza, hortalizas, hierbas medicinales y en la mayoría de los casos con mucha variabilidad dentro de cada cultivo. Se crían diferentes especies de animales: ovinos, llamas, alpacas, vacunos, equinos, porcinos, cuyes y gallinas.

Las diferentes comunidades reconocen un conjunto de problemas relacionados con la comercialización, especialmente del ganado, como los bajos precios ofrecidos por los intermediarios y la necesidad de vender sus animales para complementar los ingresos familiares. Los intermediarios señalan que en la época de inicio de las clases escolares las familias ofertan los animales ya que necesitan dinero para afrontar los gastos de matrícula y la compra de útiles escolares exigidos por las autoridades educativas, constituyéndose en un periodo más ventajoso para negociar los precios y poder jugar con la necesidad de los productores de alpaca (López, 2009).

La participación en tareas comunales es realizada mayoritariamente por varones, sin embargo se tiene una importante participación de la mujer en organizaciones como el vaso de leche, clubes de madres, comercio, asociaciones de padres, etc.

### ***Cambio climático en el valle del Mantaro***

Históricamente el valle del Mantaro ha pasado por cambios climáticos, Seltzer y Hastorf (1990) reportan que las condiciones climáticas del valle fueron frías en dos periodos del pasado reciente, durante el holoceno tardío. Un primer periodo de glaciación ocurrió hace aproximadamente 1 500 años, hacia el año 680, que pudo haber durado entre 200 y 300 años. El segundo periodo de glaciación ocurrió hacia el año 1290 y fue igual al primero. Estos cambios climáticos restringieron la cantidad de tierra disponible para el cultivo de la papa (29 %) y maíz (54 %) en el norte del valle del Mantaro, cambiando el límite superior de 3 900 a 3 750 msnm para el cultivo de papa y de 3 600 a 3 450 msnm para el cultivo de maíz.

El calentamiento global y sus posibles efectos constituyen la principal preocupación sobre el futuro de la zona, este fenómeno contribuiría a magnificar la variabilidad climática local y las condiciones ambientales negativas para los pobladores del valle. No es lo mismo referirse a los efectos del cambio climático sobre una zona homogénea que en una zona muy heterogénea y diversa como este caso. Por ejemplo, el comportamiento de las plagas y enfermedades está relacionado con las condiciones ecológicas predominantes en un determinado lugar, esto significa que los cambios que pudieran ocurrir tendrán efectos relacionados a la incidencia, severidad y distribución de las plagas y enfermedades en los cultivos del valle.

En la actualidad, existen diversos estudios que tratan de explicar los cambios a nivel de los parámetros climáticos en el valle del Mantaro, en este sentido resultan

muy importantes los aportes del Servicio nacional de meteorología e hidrología (Senamhi) y el Instituto geofísico del Perú (IGP), que han desarrollado trabajos muy complejos en la zona. El IGP publicó tres volúmenes el año 2005 basados en estudios e investigación con los que se intentó sentar las bases para la toma de decisiones de planificación de esta cuenca. El Senamhi, por su parte, publicó *Escenarios de cambio climático en la cuenca del río Mantaro para el 2100* el año 2007. Tomando como base la información de estos estudios, realizaremos una clasificación climática del valle del Mantaro.

Por sus características climáticas, la cuenca del río Mantaro es una tundra en las partes altas. Su régimen pluviométrico puede variar entre semihúmedo a muy húmedo en la región noroccidental y centrorienta, semiseco a seco en la zona sur. Las precipitaciones tienen un ciclo anual definido, mayores a 1 600 mm/año en la zona oriental; en el sector norte y suroccidental superan ligeramente los 1 000 mm/año.

Su temperatura mínima varía entre  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el extremo occidental y  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  en las partes más altas. La temperatura más baja se registra en los meses de junio y julio. La temperatura máxima del aire presenta valores de  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$  en la parte occidental y centrorienta. En el valle del Mantaro la temperatura máxima alcanza valores entre  $16$  y  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En la zona suroriental las temperaturas máximas alcanzan valores de hasta  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  y en el extremo más oriental hasta  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Las temperaturas máximas registran valores máximos en noviembre y mínimos en febrero (IGP, 2005a).

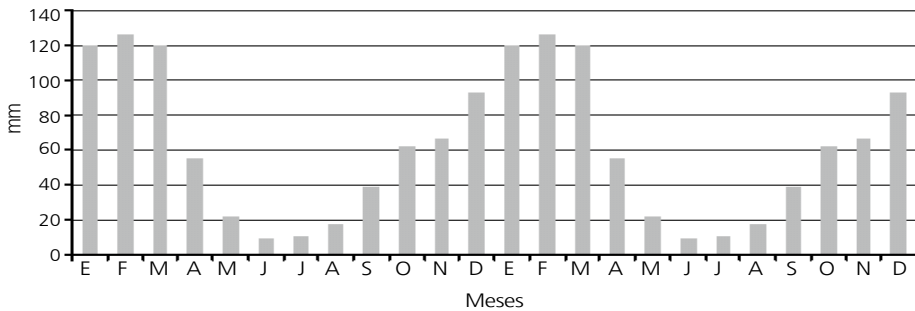
Se sabe que las variaciones climáticas tienen efectos directos e indirectos en la producción de alimentos, pues las variaciones de temperatura, irregularidad de precipitaciones y la presencia de fenómenos climáticos extremos aumentan la presión sobre los recursos agrarios y reducen la calidad de las zonas dedicadas a la producción agrícola, afectando su rendimiento. La pérdida de cultivos nativos representa una preocupación seria. Entre los principales problemas detectados están las heladas, que arrasan con los cultivos de pan llevar, especialmente en la zona central de la cuenca (Jauja, Concepción, Huancayo, Chupaca), complicándose por la ausencia de lluvias (IGP, 2005b).

Las tendencias climáticas señalan que el aumento de la temperatura máxima es de  $0.24\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{década}$ . El IGP proyecta que las temperaturas máximas subirán entre  $0.8$  y  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; y las temperaturas mínimas entre  $0.6$  y  $0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Además, el incremento de la temperatura por zonas será el siguiente: en el norte de la cuenca entre  $2.3$  y  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; en el centro,  $2.0$  y  $2.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; en el sur  $2.3$  y  $3.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en un horizonte proyectado de 50 a 100 años.

En cuanto a la precipitación, el IGP plantea un 3 % de disminución de precipitaciones por década para el mismo periodo de tiempo. En la zona sur el patrón de precipitación será el mismo que el actual y en el norte de la cuenca se incrementará

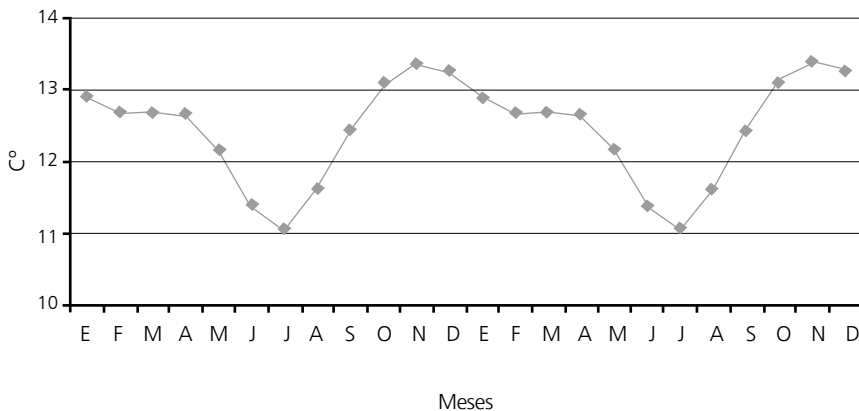
de 0.5 a 1 mm/día. Para el 2050, todo el valle va a ser más seco, pero será la zona oeste la más castigada. El aumento de la frecuencia de heladas se incrementa en 8 días por década. Basados en estas tendencias, el escenario climático futuro (2050) de la cuenca será de mayor temperatura media en verano (1.3 °C); disminución en la humedad relativa en 6 %; disminución en las precipitaciones con respecto a las actuales en las zonas norte, centro y sur en 10, 19 y 14 % respectivamente; incremento en el rango diurno de temperatura en aproximadamente 1 °C e incremento en el número de días con heladas en los meses de verano (30 días).

**Figura 1. Precipitaciones en la cuenca del río Mantaro (1960-2002)**



Por otra parte, de acuerdo a estudios del Senamhi (2007), el valle del Mantaro está sujeto a oscilaciones de temperatura que van desde 0.7 a 20 °C con noches de intenso enfriamiento del aire con temperaturas bajo cero. Las heladas en el valle del Mantaro se presentan por irradiación, advención y mixtas, siendo el proceso de irradiación el que influye más significativamente, en 96.3 % de las heladas.

**Figura 2. Temperatura media del aire en la cuenca del río Mantaro (1960-2002)**



En cuanto a las sequías, se dispone de información sobre la demanda de agua para la agricultura del valle del Mantaro a nivel mensual: en el mes de febrero, periodo húmedo, se requiere entre 100 a 150 mm/mes y el núcleo que se observa es de 150 mm/mes, si en este periodo se observan deficiencias de lluvia entre 5 a 10 días, nos encontramos ante un fenómeno crítico para los cultivos que están próximos a la floración o en plena floración. En el periodo transicional húmedo-seco (mayo) se observa un núcleo de 160 mm/mes en el norte y 150 mm/mes en el sur y en este periodo se necesita entre 120 y 160 mm/mes, este dato es importante para planificar el riego en la campaña chica (hortalizas). En el periodo seco se observan núcleos de 160 mm/mes en el norte y de 150 mm/mes en el sur y se necesitan entre 120 y 160 mm/mes. En el periodo transicional seco-húmedo se observan núcleos de 160 mm/mes en el norte y sur, y se requieren entre 120 y 160 mm/mes, en este periodo la recarga de humedad del suelo marca el inicio de la campaña agrícola.

### ***Vulnerabilidad actual del valle frente a estos cambios***

La vulnerabilidad actual del valle está marcada por la fragilidad del ecosistema natural para recuperarse ante eventos extremos, la pobreza y débil organización social, siendo este un problema común observado durante las diversas jornadas de campo e información revisada. En encuestas a pobladores de diversas zonas del valle se ha podido escuchar la misma respuesta: existe conocimiento de los cambios en el entorno, las señas tradicionales para predecir los cambios en los patrones climáticos están variando, los campesinos tratan de explicar a su manera estos eventos desde la perspectiva del conocimiento ancestral, rotan cultivos y siembran parcelas diversas, pero también son conscientes de que estas medidas ya no son suficientes para tomar el control sobre el medio que los rodea.

La vulnerabilidad del ecosistema es el producto de la interacción del medio físico altamente variable y estructuras económicas, grupos poblacionales locales vulnerables, condiciones geofísicas y geodinámicas que se complican por las características geomorfológicas de la zona: terrenos irregulares y pendientes acentuadas en las zonas montañosas de la cuenca y un patrón denso de drenaje superficial en estas áreas.

La mayor frecuencia de heladas puede aniquilar cultivos y las menores precipitaciones afectan el balance hídrico necesario para el desarrollo del ciclo reproductivo de los cultivos, notándose en muchas zonas la disminución de la producción debido a alteraciones en el abastecimiento de agua durante el ciclo vegetativo de los cultivos.

Este medio físico diverso interactúa con una estructura social con altos índices de pobreza. El clima es uno de los problemas más graves que afrontan los pequeños productores agropecuarios, aunque desconocemos o conocemos muy poco sobre su capacidad para enfrentar shocks, especialmente aquellos de carácter covariado.

Es probable que su capacidad para protegerse de un shock (*ex ante*) y de manejar los impactos (*ex post*) del evento sea ineficaz. La presencia de estos eventos inesperados normalmente se traduce en un mayor empobrecimiento o en mayores niveles de vulnerabilidad de los agricultores.

Así también, sabemos que los mercados, en especial los mercados rurales relevantes para los pequeños productores, no son mercados completos. Estos mercados, en particular los de créditos y seguros, son mercados en los que las transacciones están plagadas de asimetrías de información y altos costos de transacción que perjudican la capacidad de respuesta ante eventos extremos.

Más allá de los factores sociales y físicos condicionantes de los desastres, hay dos conjuntos de factores asociados que resultan de importancia crítica para un análisis del riesgo ambiental. El primero está formado por los siguientes aspectos: problema del inadecuado manejo ambiental, la diversidad y la variabilidad de los ecosistemas, los rápidos procesos de deforestación en la parte alta de la cuenca acentúan los ritmos de descarga pluvial, las tasas de erosión y los niveles de sedimentación de los canales, ríos y otros drenajes. El segundo está formado por los siguientes aspectos: se realizan habilitaciones urbanas en zonas muy vulnerables de manera poco planificada, lo que incrementa el riesgo ambiental, al ignorar las regulaciones existentes sobre zonificación y uso del suelo, las autoridades políticas conceden licencias de construcción y dotan de servicios básicos a comunidades ubicadas en sitios no adecuados, institucionalizando el riesgo y la vulnerabilidad.

### ***Vulnerabilidad futura del valle frente al cambio***

Los escenarios climáticos futuros producidos por los diferentes centros internacionales para el IPCC se realizan utilizando modelos climáticos globales. Estos modelos permiten estimar la respuesta del clima a cambios en las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) y aerosoles, que han sido estimados por el IPCC para diferentes escenarios de emisión (Boer *et al.*, 2000). Sin embargo, debido a su gran escala, estos modelos climáticos tienen baja resolución espacial, lo que limita su capacidad de proporcionar detalles regionales o microrregionales. Además, se aplican especialmente a espacios planos, esto es particularmente crítico en aquellas regiones en las que las condiciones geográficas son complejas, regiones montañosas como los Andes, en especial en nuestra zona de estudio (IGP, 2005c).

**Cuadro 1. Escenarios Climáticos para el 2100 en la cuenca del Mantaro**

Modelo	Temperatura	Precipitación
ETA	1 a 2 °C más	> 0.5 a 1 mm/día
HadRM3P	3 a 4 °C más	1 a 2 mm/día: más húmedo en la zona este, más seco al oeste
RegCM3	1 a 2 °C más	> 0.5 a 1 mm/día
Ensemble	1 a 3 °C más	> 0.5 a 1 mm/día: la zona oeste alta será más seca
RegCM2	0.6 a 1 °C más	En la zona oeste la precipitación disminuye entre 0 y 5 mm/día, mientras que en el este entre 5 y 10 mm/día

Fuente: IGP, 2005a y 2005b

En relación a la vulnerabilidad futura de los recursos naturales, el principal problema asociado al cambio climático es la reducción en la disponibilidad de agua en la mayoría de zonas del valle, especialmente en la zona norte, causada por la disminución de las precipitaciones y la desglaciación. Esta situación se complica si consideramos que 80 % de la agricultura que se desarrolla en la zona es de secano y depende de las lluvias. Sin embargo, algunos estudios indican que en la cuenca sur se presentarán leves incrementos de precipitación de orden de 5 a 7 % que, de ser distribuidos uniformemente a lo largo del ciclo del cultivo, serían favorables y la productividad agrícola se mantendría o podría mejorar. Pero si este incremento se expresa en eventos extremos distanciados en el tiempo, puede generar condiciones de encharcamiento para las cuales prácticamente ningún cultivo de la zona tiene tolerancia. Al respecto, se deberá evaluar las capacidades de drenaje de los suelos de la zona sur para una eventualidad de este tipo.

En cuanto a la temperatura, el aumento en las temperaturas puede traer tanto oportunidades como desventajas, entre las ventajas podemos citar la elevación de los pisos altitudinales de los cultivos, es decir, se podrá cultivar a mayores altitudes. Sin embargo, el aumento en las temperaturas puede producir mayor incidencia de enfermedades y plagas, ya que va a extender el rango de muchas familias de plagas y significará la desaparición o disminución de tierras de cultivo de altura, como la maca, cultivo endémico de la meseta del Bombón. Otro factor que afectaría mucho es el posible aumento en la frecuencia de heladas, que incidiría directamente sobre la producción de cultivos de pan llevar.

En cuanto a la estabilidad en el tiempo del ecosistema, Odum distingue dos tipos de estabilidad; de resistencia, que es la capacidad de un ecosistema para resistir perturbaciones y conservar su estructura y funciones intactas; y la estabilidad de elasticidad, capacidad de un ecosistema para recuperarse luego de una pertur-

bación. En el caso del valle del Mantaro, de acuerdo a las proyecciones, ambos tipos están cada vez más debilitados debido en gran parte a las acciones de los habitantes del lugar, esto significa en realidad una gran amenaza para la agrobiodiversidad futura de la cuenca del Mantaro.

En cuanto al recurso suelo, se pueden observar problemas como la erosión que se extiende rápidamente por el correr de las aguas de las lluvias, favorecida por la pendiente inclinada de los suelos y el arrastre de cantidades considerables de suelo fértil, sobrepastoreo de amplias áreas, agricultura practicada en laderas y en surcos a favor de la pendiente, que por efecto de lluvias, transporta importantes cantidades de sedimento a los riachuelos, la destrucción de bosques debido al uso de madera como fuente de leña y material de construcción sin la debida reforestación, pérdida de suelos productivos por cambio de uso (extracción de agregados y minerales no metálicos), contaminación y pérdida de suelos por operaciones y desechos mineros e industriales (cemento), control y manejo irracional de pisos ecológicos, embalse y secado de lagunas altoandinas, desechos y relaves mineros (IGP, 2005b).

En cuanto a la incidencia, severidad y distribución de plagas y enfermedades que afectan la agrobiodiversidad, se establece lo siguiente. La incidencia es la frecuencia con la que se presenta una determinada plaga o enfermedad en las sucesivas campañas agrícolas de un determinado cultivo, la severidad es la magnitud del daño que las plagas y enfermedades ocasionan, el cual se refleja en la reducción de los rendimientos o desmejora de la calidad obtenida. Las manifestaciones de plagas y enfermedades incrementan como resultado de la variación en la temperatura; en el caso de plagas de la papa, la rancha (*Phytophthora infestans*) se presenta entre 3 000 y 3 300 msnm, sin embargo, existe un desplazamiento progresivo de la incidencia de esta enfermedad a zonas de mayor altitud. Este efecto se ha observado especialmente en años en los que ocurrió un Fenómeno El Niño (FEN). La expansión altitudinal de plagas como la rancha afectará otros sectores socioeconómicos, no solo aquellos dedicados a la producción agropecuaria, sino también a los sectores de consumo en la capital del país.

### **Agenda futura. Opciones de respuesta ante los efectos del cambio climático**

Ante la situación descrita en el valle del Mantaro, es necesario que se desarrollen modelos de planificación que involucren esfuerzos intersectoriales y multidisciplinarios para construir planes de respuesta consensuados, participativos y que den respuestas efectivas, prontas y contundentes para desarrollar procesos de adaptación y mitigación ante las eventualidades climáticas. Es necesario mencionar que los efectos del cambio climático ya se empiezan a sentir en el valle, lo que refuerza la necesidad de rápidamente de forma planificada e inclusiva.

El IGP ha planteado una agenda con medidas de adaptación como el punto culminante del estudio de evaluación local integrada en la cuenca del Mantaro. Se concluyó que la capacidad de adaptarse y enfrentarse a las probables consecuen-



cias del cambio climático depende de factores no necesariamente relacionados con el clima, sino aspectos como tecnología, educación, información, creatividad, innovación, accesos a recursos y capacidades institucionales (IGP, 2005a). Además de la agenda propuesta es necesario incluir otros aspectos que se evidencian en el desarrollo del presente documento:

- Realizar un análisis más detallado de los efectos de las variaciones climáticas sobre los principales cultivos: alcachofa, maíz, papa, maca, etc. Esto requerirá más tiempo que el utilizado en la presente experiencia. Debido a la falta de información para el estudio de impacto del clima sobre la ganadería y silvicultura, no fue posible incluirlo
- Promover e instrumentar desde el gobierno regional una estrategia de intervención que involucre directamente a la población y comunidad o sus representantes en la generación de información y conocimiento sobre el riesgo ambiental y en la promoción de estrategias de ajuste del tipo preventivo, preparatorio o de respuesta
- Poner a disposición de la comunidad y de la sociedad urbana la información existente sobre riesgo, vulnerabilidad y las estrategias para el manejo o reducción del riesgo a nivel local y regional
- Proveer a la comunidad de materiales didácticos y enfoques metodológicos adecuados para efectuar una autoevaluación del riesgo y de sus causas para establecer mecanismos preventivos y de respuesta ante desastres como matrices de vulnerabilidad, procedimientos para la zonificación del riesgo, procedimientos organizacionales, posibilidades de sistemas de alerta temprana, etc.
- Elaborar planes de acción con opciones de respuesta concretos y realizables en base a metodologías participativas que involucren a todos los sectores de la población y la perspectiva de género. Se debe considerar que el proceso de búsqueda del logro de los objetivos participativos implica que el proceso debe ser interactivo, tanto en la construcción del conocimiento básico y en la formulación de posibles acciones como en la caracterización de la estructura social del problema que se enfrenta
- Desarrollar inventarios de biodiversidad, de las variedades nominales de los cultivos nativos en el valle del Mantaro, así como de las prácticas y usos agrícolas tradicionales y realizar un análisis más detallado de los efectos de las variaciones climáticas sobre los cultivos
- Cruzar la data de las estadísticas agrarias sobre ciclos vegetativos de los cultivos nativos con los registros meteorológicos de las temperaturas máximas y mínimas, así como de precipitación registrados a través de las distintas estaciones meteorológicas en la cuenca del río Mantaro de un mínimo de 40 años para elaborar un modelo meteorológico
- Establecer modelos de organización social que incluyan la perspectiva de género y en base a ello hacer un análisis cruzado con proyecciones climáticas, con la finalidad de establecer la vulnerabilidad y la capacidad de respuesta de las poblaciones locales ante eventos extremos del cambio climático.

- La comunidad científica debe tener presente el aporte de los saberes campesinos para la generación de tecnologías, que aportan conocimientos, recursos genéticos, tecnología y experiencia acumulada durante cientos de años de convivencia con la naturaleza

## Bibliografía

Boer, G.; Lambert, S. «The Energy Cycle in Atmospheric Models». En: *Climate Dynamics*. Berlin: Springer. 2008. 30(4). pp. 371-90.

Brack, A. *Perú. Diez mil años de domesticación*. Lima: Bruño, 2003.

Brooks, N; Adger, N. *Risk Level Indicators*. Londres: Tyndall Center, 2003.

Bullón, J.; Amiquero, B. «Los suelos del valle del Mantaro y su aptitud para la producción de cereales menores». En: *Ciencias agrarias*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. N°4. 1984. pp. 53-65.

Ccanto, R.; Olivera, E.; Tiza, M. «Agrobiodiversidad, alimentación y saberes en la comunidad campesina de Quilcas de la sierra Central del Perú». En: *Grupo Yanapai*. Concepción: Grupo Yanapai. <http://gyanapai.org/Agrobiodiversidad.pdf> (visto por última vez: 21 de mayo de 2009).

Cepema Lulay. *Acceso de las mujeres a los servicios microfinancieros en la región Junín*. S/c: Cepema Lulay, s/f.

CONAM. Perú. *Estrategia nacional sobre diversidad biológica*. Lima: CONAM, 2001.

Coordinadora rural región centro. *Agenda agraria de la región Junín*. Huancayo: Conveagro-Coordinadora rural región centro, 2006.

Gobierno regional de Junín. *Agrojunín*. <http://www.agrojunin.gob.pe/> (visto por última vez: 21 de mayo de 2009).

IGP. *Atlas climático de precipitación y temperatura del aire de la cuenca del río Mantaro*. Lima: CONAM, 2005c.

IGP. *Diagnóstico de la cuenca del Mantaro bajo la visión del cambio climático*. Lima: CONAM-IGP, 2005b.

IGP. *Vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y medidas de adaptación en la cuenca del río Mantaro*. Lima: CONAM-IGP, 2005a.

Indeci. *Manual básico para la estimación de riesgo*. Lima: Indeci, 2006.

IPCC. *Evaluación de la vulnerabilidad e impactos del cambio climático y del potencial de adaptación en América Latina*. Lima: GTZ, 2007.

Lamas, M. «La perspectiva de género». En: *Geomundo*. [http://www.geomundos.com/sociedad/andrey05/la-perspectiva-de-genero-marta-lamas\\_doc\\_18417.html](http://www.geomundos.com/sociedad/andrey05/la-perspectiva-de-genero-marta-lamas_doc_18417.html) (visto por última vez: 20 de mayo de 2009).

Lavell, A. *Viviendo en riesgo. Comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina*. Bogotá: Tercer Mundo, 1994.

López, R. «Diagnóstico y equidad de género en la cadena de producción y comercialización de carne de camélidos». En: *FAO*. <http://www.fao.org/REGIONAL/LAmerica/mujer/docs/camelfinal.pdf> (visto por última vez: 22 de mayo de 2009).

Pautrat, L.; Angulo, I.; Germaná, C.; Uchima, C.; Castillo, R.; Candela, M. «Identificación de especies de fauna silvestre y productos derivados comercializados comúnmente». En: *Manual de identificación de especies peruanas de flora y fauna silvestre susceptibles al comercio ilegal*. Lima: Inrena, 2002.

Programa subsectorial de irrigaciones. *Informe de la consulta sobre impacto ambiental del proyecto Sierra Centro Sur, Lima*. Lima: Programa subsectorial de irrigaciones, 2008.

Scurrah, M.; Ccanto, R.; Zuñiga, N. «Autosuficiencia y sostenibilidad del cultivo de papas nativas en la comunidad de Quilcas, en el valle del Mantaro, en los andes centrales del Perú». En: *Insitu*. 2001. 5(3). <http://www.condesan.org/e-foros/insitu2001/M.Holle-ResumSpanish-5.htm> (visto por última vez: 22 de mayo de 2009).

Scurrah, M.; Ccanto, R.; Zuñiga, N. «Autosuficiencia y sostenibilidad del cultivo de papas nativas en la comunidad de Quilcas, en el valle del Mantaro, en los Andes centrales del Perú». <http://www.condesan.org/e-foros/insitu2001/M.Holle-ResumSpanish-5.htm> (visto por última vez: 2 de junio de 2009).

Seltzer, G.; Hastorf, C. «Climatic Change and its Effect on Prehispanic Agriculture in the Central Peruvian Andes». En: *Journal of Field Archeology*. 1990. 17. pp. 397-414.

Senamhi. *Escenarios de cambio climático en la cuenca del río Mantaro para el 2100*. Lima: Senamhi, 2007.

Túpac, A. «Postcosecha y comercialización de tubérculos andinos con énfasis en papas nativas y ulluco». En: MINAG. *Perspectivas tecnológicas en el uso de germoplasma de papas nativas*. Lima: INIA-MINAG-Centro Internacional de la Papa, 2001.



Mendoza, Yonel. «Cambio climático... ¿amenaza u oportunidad para la agricultura peruana?». En: *Tecnología y Sociedad*. Lima: Soluciones Prácticas. Año 16, n° 8. 2009. pp. 101-121.

## Cambio climático... ¿amenaza u oportunidad para la agricultura peruana?

● Yonel Mendoza<sup>1</sup>

### **Abstract**

La nueva condición de trabajo planteada por el cambio climático requiere que el gobierno no sólo se preocupe por eventos extremos de frecuencia relativamente baja como el Fenómeno El Niño (FEN) sino por los impactos resultantes de la variabilidad climática, que entre las campañas agrícolas de 1995-1996 y 2007-2008, causó la pérdida de producción de 459 101 hectáreas (ha) de cultivos. Todo esfuerzo realizado para reducir los impactos de la variabilidad climática puede constituirse como una medida de adaptación al cambio climático.

### **Abstract**

In view of the new working conditions created by climate change, it is necessary for the government to be concerned not only about relatively infrequent extreme events like the El Niño Phenomenon (ENSO), but also about the impacts of climate variability, which caused the loss of 459,101 hectares of crops between the 1995-1996 and 2007-2008 farming seasons. All efforts made to reduce the impacts of climate variability can become a climate change adaptation measure.

### **¿Zonas agrícolas?**

A través de los años, la actividad agrícola nacional se desarrolla en un territorio caracterizado por una diversidad de peligros. En gran parte de la sierra central y sur se presentan huaicos y deslizamientos, mientras que los ríos de la costa y selva tienden a desbordarse e inundar áreas cercanas a sus cauces. Las heladas meteorológicas están concentradas en la sierra central y sur; zonas que recientemente también han atravesado por sequías. En la costa, por su parte, durante eventos extremos como el FEN, se presentan fuertes lluvias, a pesar de la usual aridez a la que es asociado este piso ecológico (**figuras 1 a 6**).

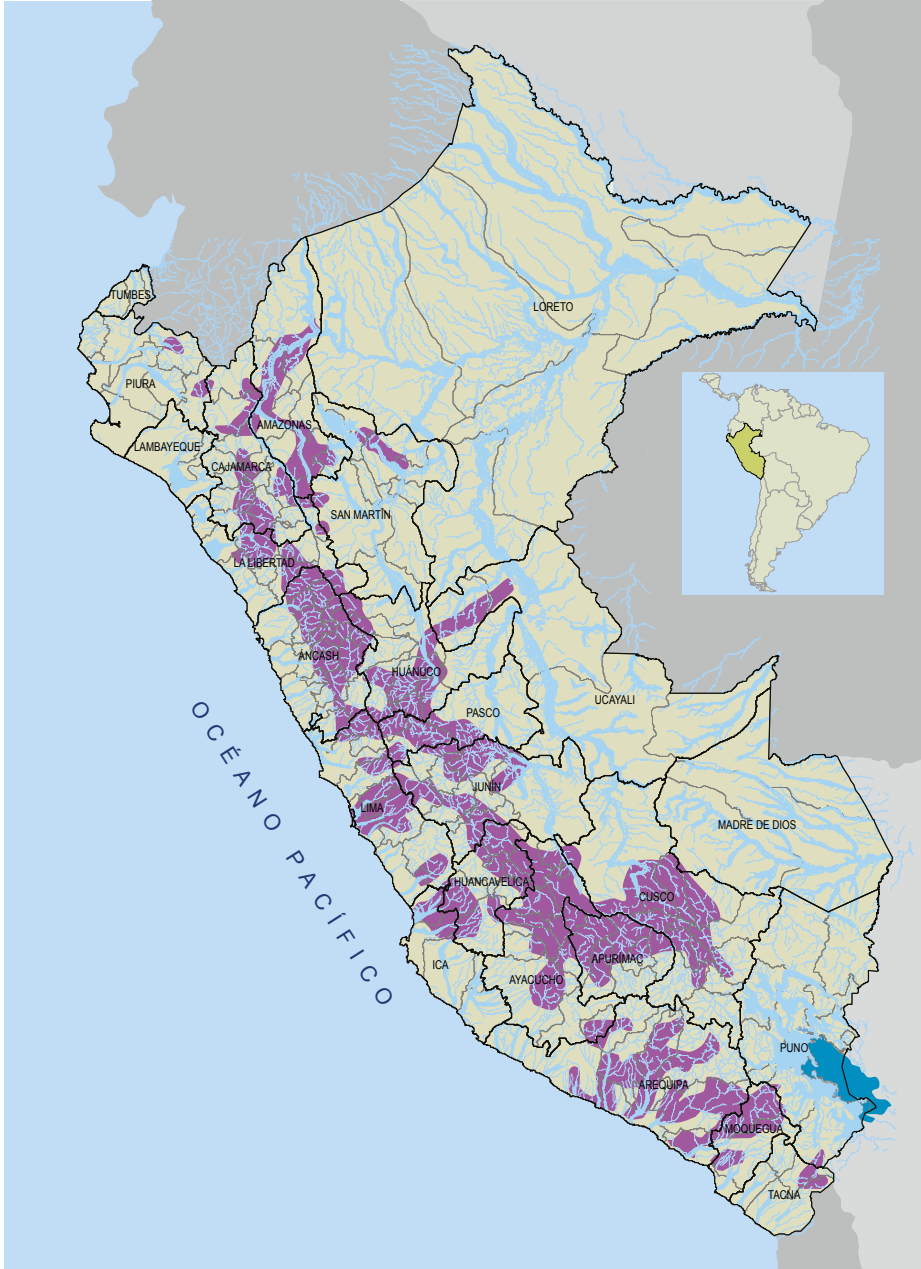
<sup>1</sup> Investigador asociado al Centro de investigación de zonas áridas de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Miembro del grupo de expertos de riesgo climático en áreas vulnerables de la Organización mundial de meteorología (OMM). Es ingeniero meteorólogo especializado en agroclimatología aplicada.

Figura 1. Zonas con riesgo potencial de huaicos



Fuente: CMRRD, 2004

Figura 2. Zonas con riesgo potencial de deslizamientos



Fuente: CMRRD, 2004

Figura 3. Zonas con riesgo potencial de inundaciones



Fuente: CMRRD, 2004



Figura 4. Zonas con riesgo potencial de sequías



Fuente: CMRRD, 2004

Figura 5. Zonas con riesgo potencial de heladas



Fuente: CMRRD, 2004

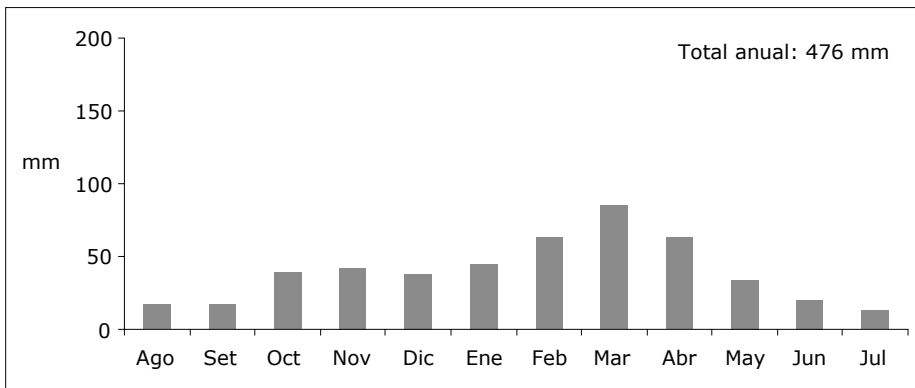
Figura 6. Zonas con lluvias excepcionales durante el FEN 1997-1998



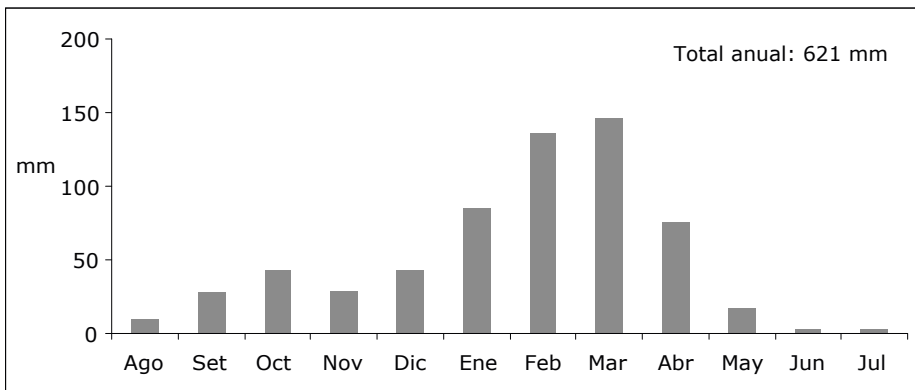
Fuente: CMRRD, 2004

Por otro lado, la distribución nacional de las lluvias es totalmente irregular, a tal punto que no es posible hablar de las lluvias en la sierra como unidad geográfica. Incluso es difícil hablar de lluvias de la sierra norte porque al interior de esta las precipitaciones se distribuyen de diferente manera y en distintas cantidades. A manera de ejemplo, en las **figuras 7 a 9**, se presentan las distribuciones temporales de la lluvia en tres localidades de la sierra norte: Huancabamba (Piura), Contumazá (Cajamarca) y Huamachuco (La Libertad).

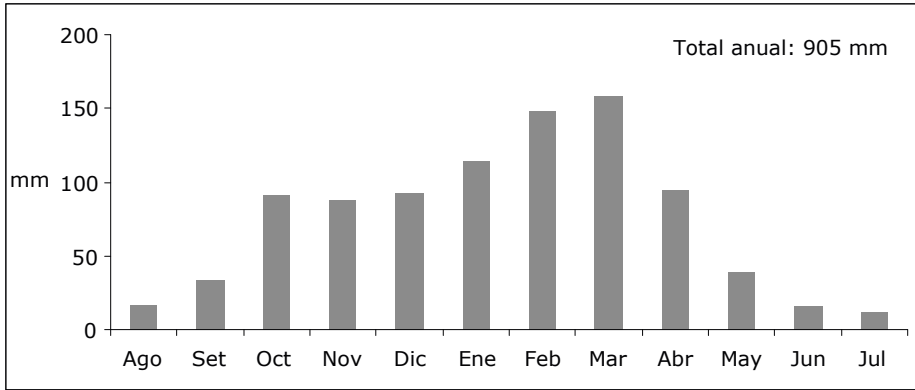
**Figura 7. Precipitación normal en Huancabamba (Piura)**



**Figura 8. Precipitación normal en Contumazá (Cajamarca)**

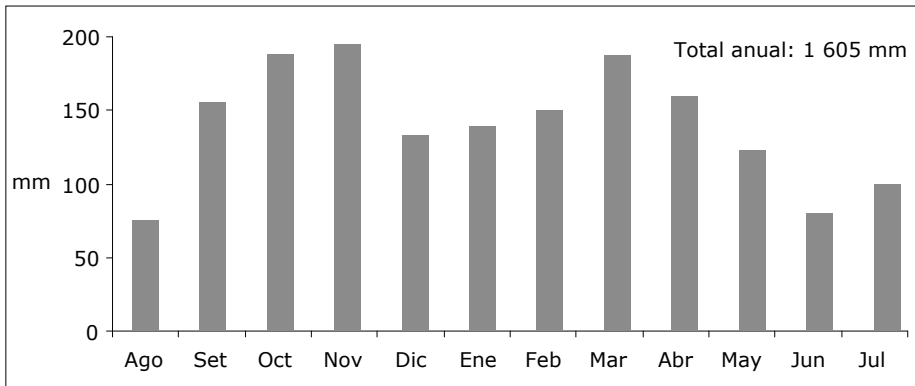


**Figura 9. Precipitación normal en Huamachuco (La Libertad)**

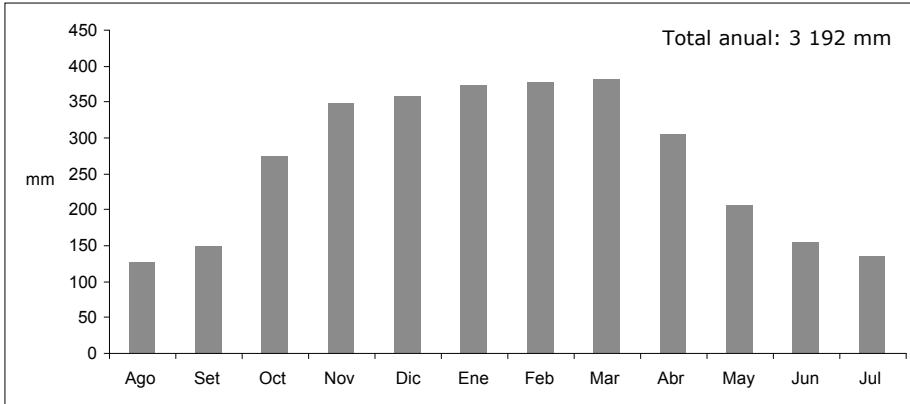


El mismo escenario que se observa en la sierra, se presenta en la selva, aunque en mayores cantidades (**figuras 10 a 12**).

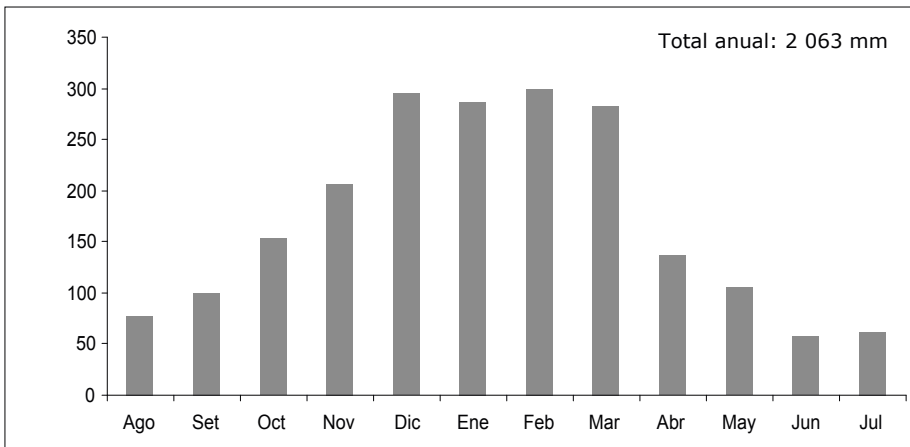
**Figura 10. Precipitación normal en Rioja (San Martín)**



**Figura 11. Precipitación normal en Tingo María (Huánuco)**



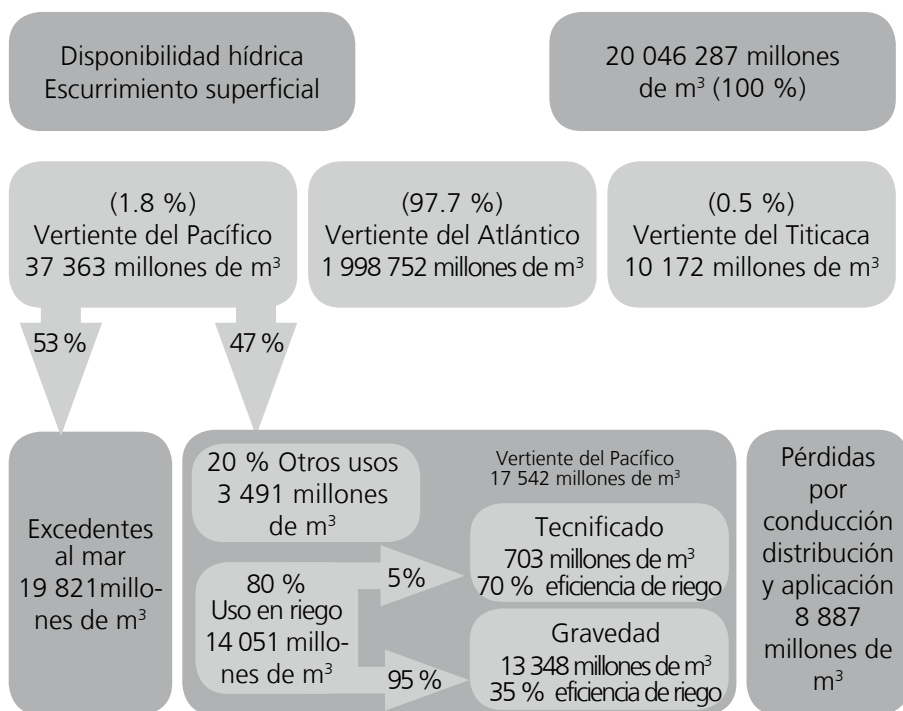
**Figura 12. Precipitación normal en puerto Maldonado (Madre de Dios)**



Del total del agua de lluvia en el territorio nacional, apenas 1.98 % discurre hacia la vertiente del Pacífico, donde se concentra 70 % de la población; 97.7 % del agua generada discurre hacia la vertiente del Atlántico, que alberga 26 % de la población. El 0.5 % restante discurre hacia la vertiente del Titicaca, con apenas 4 % de la población nacional. Sin duda, la cordillera de los Andes es uno de los principales factores responsable de la desigual distribución del agua.

A pesar de que el sector agrícola utiliza la mayor cantidad de agua dulce, es el que uso más ineficiente tiene del recurso: de los aproximadamente 37 mil millones de metros cúbicos que discurren hacia la vertiente del Pacífico, 53 % o 19 mil millones de metros cúbicos se pierden en el mar. El restante, unos 14 mil millones de metros cúbicos, se destinan para riego, apenas 703 millones de metros cúbicos se conducen bajo riego tecnificado, sistema que tiene una eficiencia de 70 %. Los 13 mil millones de metros cúbicos restantes se utilizan en riego por gravedad, con una eficiencia de 35 %. Las pérdidas por conducción, distribución y aplicación de ambos sistemas de riego son de 8 mil millones de metros cúbicos (ver figura 13).

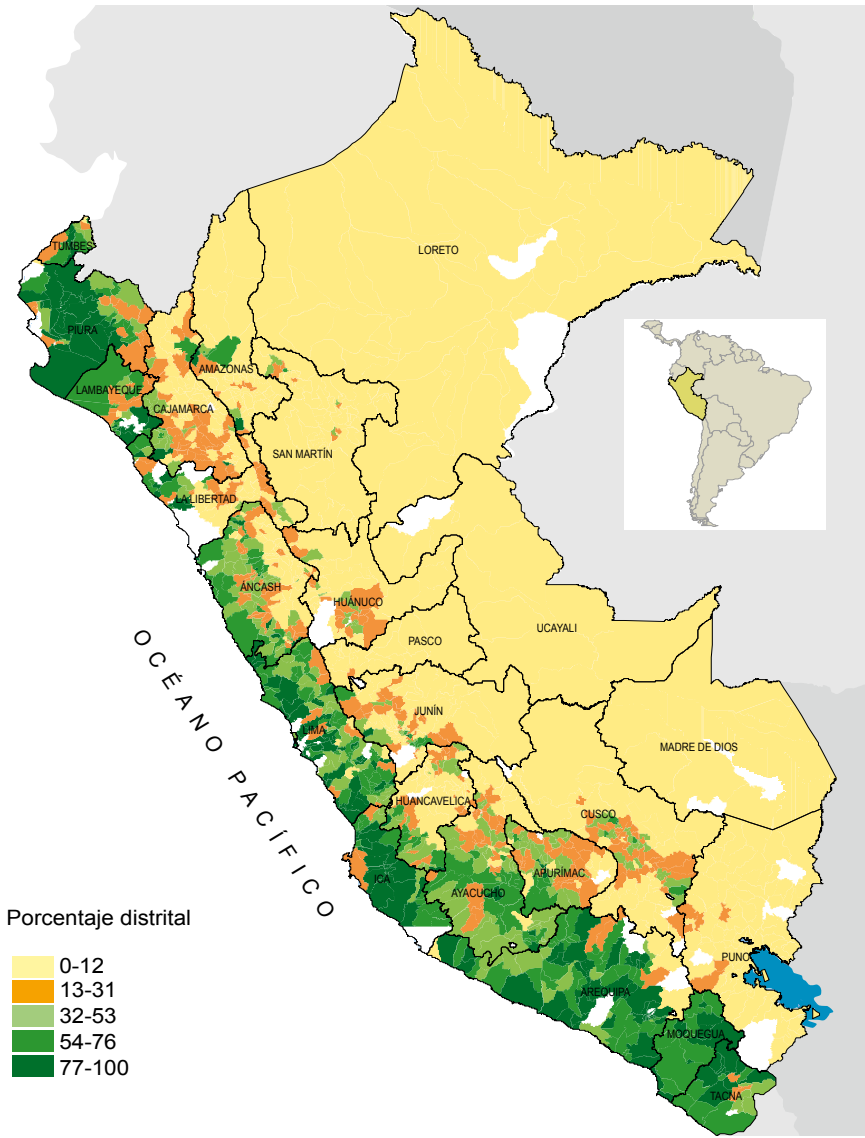
Figura 13. Uso sectorial de los recursos hídricos



Fuente: Rosazza, 2008

A pesar de tener solo 2 % del flujo de agua generada, en la vertiente del Pacífico se concentra la mayor cantidad de infraestructura para riego; mientras que en el resto del país, 66 % de la agricultura se conduce bajo secano, especialmente en la sierra, donde se concentran las mayores siembras de los principales cultivos transitorios (**figuras 14 y 15**).

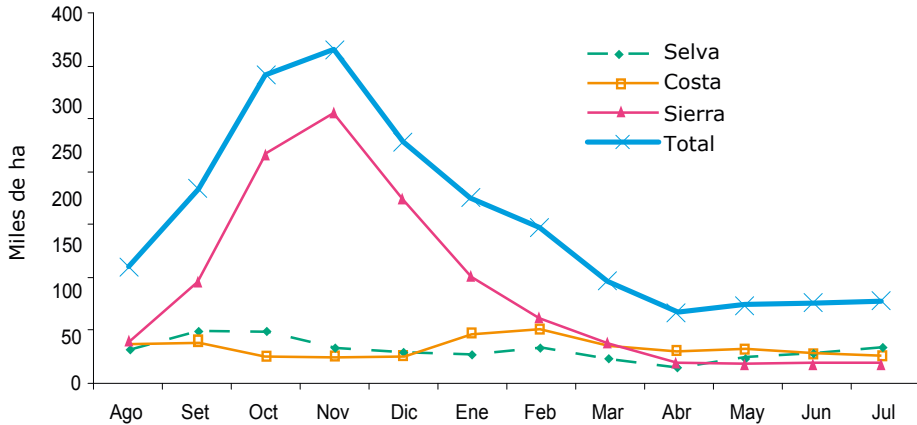
**Figura 14. Superficie agrícola bajo riego**



Fuente: INEI, 2009



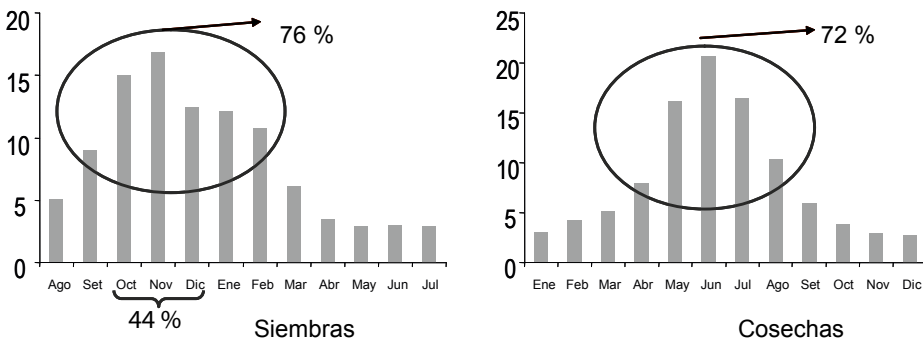
Figura 15. Siembras de principales cultivos transitorios



Debido a que la actividad agrícola es altamente dependiente de las lluvias, los calendarios de siembras y cosechas de los principales cultivos transitorios tuvieron que adaptarse a la nueva distribución de las precipitaciones. Bajo esta nueva distribución, entre octubre y diciembre se concentra 44 % de las siembras, periodo que, de manera general, coincide con el inicio de las lluvias en la sierra. Debemos recordar que hablamos de cifras globales (ver figura 15). Las fases críticas de déficit hídrico de algunas tuberosas sembradas en estos meses coinciden con el periodo de mayores precipitaciones en la sierra, es decir, el primer trimestre del año.

De otro lado, entre mayo y julio se realiza más del 50 % de las cosechas, periodo en el que las lluvias disminuyen significativamente en la sierra, favoreciendo las tareas relacionadas a esta práctica (ver figura 16).

Figura 16. Calendario de siembra y cosecha de los principales cultivos transitorios



Como observamos, la actividad agrícola en el Perú terminó adaptándose a las difíciles condiciones del territorio nacional; sin embargo, presenta aún fuertes deficiencias en el uso del recurso hídrico, lo que la hace vulnerable ante la variabilidad climática; variabilidad que a través de los años tuvo impactos de diversa intensidad.

### ***Los impactos de la variabilidad climática***

En las zonas rurales los pobladores están al tanto de que cada año pueden presentarse sequías, granizadas, heladas, nevadas, inundaciones, vientos fuertes, entre otros fenómenos, y algunos de estos eventos meteorológicos pueden llegar a ser extremos. Con el fin de manejar la variabilidad climática interanual, los agricultores siembran diferentes variedades de un mismo producto juntas o siembran en diferentes pisos altitudinales y rotan los cultivos. También se practica la siembra de cultivos asociados, como maíz y lentejas.

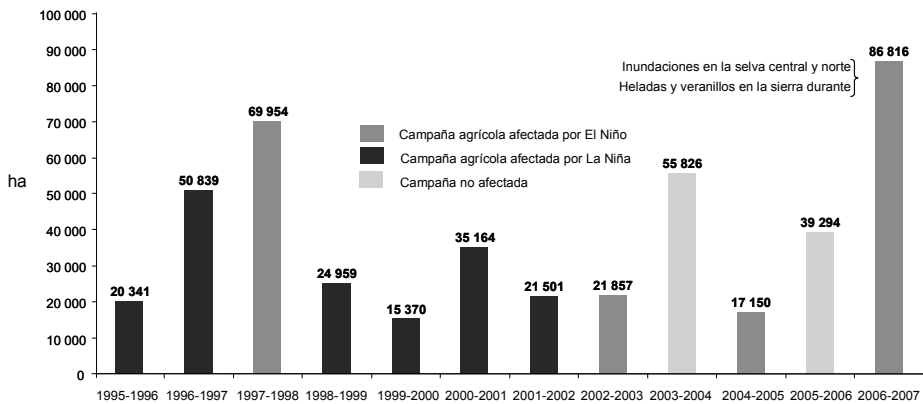
Además de estas prácticas de adaptación, existe una serie de saberes tradicionales relacionados con los bioindicadores, es decir, con un sistema propio de seguimiento del clima que permite prever si el año será seco o lluvioso. Sin embargo, en años recientes la fidelidad de este sistema ha disminuido, debido, entre otros factores, al cambio climático. El mundo rural maneja los riesgos climáticos en base a saberes tradicionales, ya que por lo general los esfuerzos del gobierno se concentran en atender los efectos de los fenómenos climáticos.

Durante el FEN 1982-1983 se perdió la producción de casi 193 mil ha de cultivos y el PBI cayó varios puntos. Después de este evento extremo, cada vez que las agencias internacionales encargadas del seguimiento del FEN manifestaban la posibilidad de un nuevo evento, los precios de los alimentos básicos comenzaban a subir y los préstamos para la agricultura disminuían, principalmente en la costa norte. Sin embargo, un punto muy importante es que bajo estos escenarios, el gobierno central destinaba recursos para realizar actividades de prevención como limpieza de los cauces de ríos y de canales de riego, diseño de planes específicos para atender sequías e inundaciones; anotamos que esta conducta se presentaba únicamente cuando se pronosticaba la posible ocurrencia de un evento El Niño. Como resultado de las actividades de prevención durante el FEN 1997-1998, la pérdida de la producción de cultivos disminuyó significativamente con relación al evento 1982-1983, descendiendo a aproximadamente 70 mil ha.

Cada año, la variabilidad climática, manifestada en inundaciones, sequías, heladas y granizadas, significa la pérdida de la producción de más de 15 mil ha de cultivos. Durante las campañas agrícolas 2003-2004 y 2005-2006, las pérdidas fueron de 55 mil y 39 mil ha respectivamente, a pesar de ser años sin presencia del FEN. La campaña agrícola 2006-2007 estuvo influenciada por un evento El Niño de menor intensidad que el que se presentó en la campaña 1997-1998; sin embargo, se perdió la producción de más de 86 mil ha de cultivos, cantidad mayor a la registrada

en la campaña 1997-1998. La pérdida de cultivos fue causada por inundaciones en la selva central y norte en diciembre de 2006, además de heladas y veranillos que se presentaron en la sierra durante febrero de 2007 (**ver figura 17**).

**Figura 17. Superficie afectada por eventos climáticos severos**

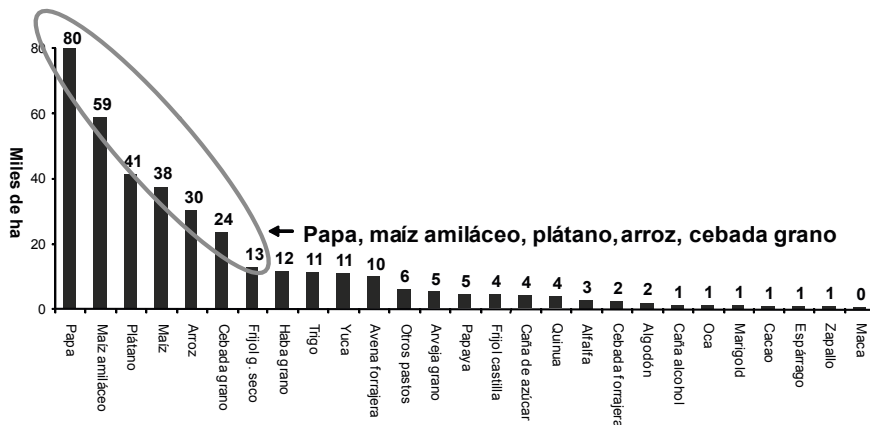


Fuente: MINAG, 2009

Desde la campaña 1995-1996 hasta la campaña 2006-2007 las mayores pérdidas se han registrado en las regiones Puno, Apurímac, Huánuco y Cajamarca; mientras que en la selva, la región San Martín es la que reporta mayores pérdidas. De manera general, las regiones ubicadas en el corredor central de la sierra, con grandes poblaciones en extrema pobreza, son las que más perdieron durante el periodo.

En este mismo periodo, se determinaron los 27 cultivos que reportaron mayores pérdidas. Podemos considerarlos cultivos de mayor sensibilidad a la variabilidad climática: maíz amiláceo, papa, maíz amarillo duro, cebada, arroz, plátano, trigo, frijol de grano seco, haba, papaya, quinua, yuca, avena forrajera, frijol castilla, arveja grano, alfalfa, caña de azúcar, pastos, algodón, cacao, espárrago, caña, cebada forrajera, zapallo, oca y maca. Entre ellos destacan como los más afectados: papa, maíz amiláceo, plátano, maíz amarillo duro, arroz y cebada (**ver figura 18**).

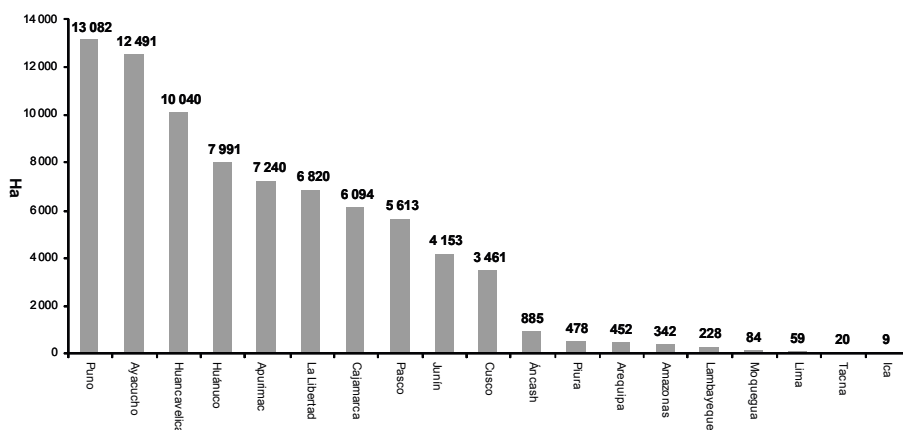
Figura 18. Pérdida total de cultivos (campañas 1995-1996 y 2006-2007)



Fuente: MINAG, 2009

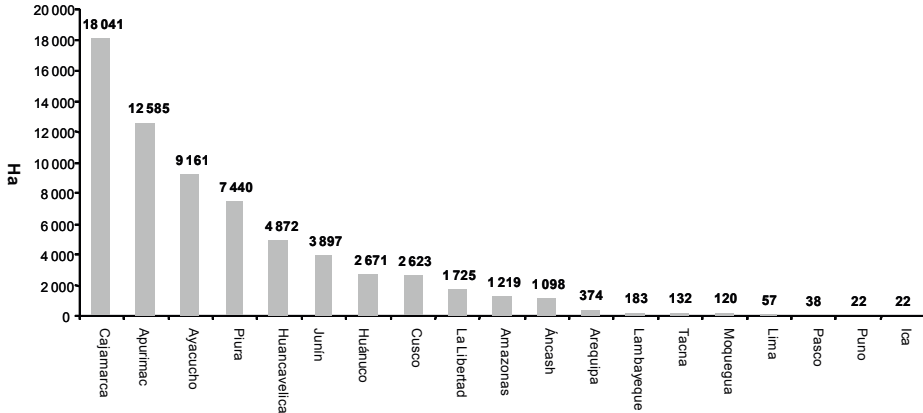
Las regiones que reportan mayores pérdidas de papa se localizan en la sierra sur: Puno, Ayacucho y Huancavelica, como se muestra en la **figura 19**. En cambio, para el maíz amiláceo la región con mayor pérdida fue Cajamarca, seguida de Apurímac, Ayacucho y Piura (**ver figura 20**). En el caso de plátano, claramente es el oriente donde se localizan las mayores pérdidas (**ver figura 21**).

Figura 19. Pérdida de papa por regiones (campañas 1995-1996 y 2006-2007)



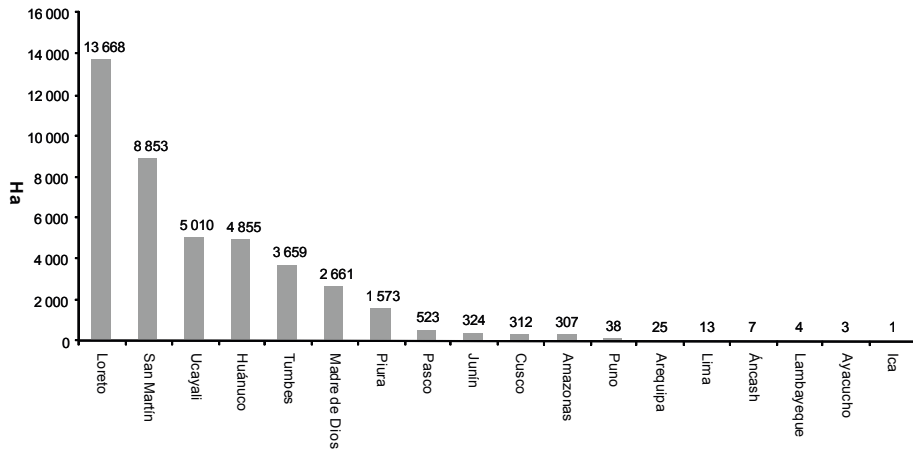
Fuente: MINAG, 2009

**Figura 20. Pérdida de maíz amiláceo por regiones (campañas 1995-1996 y 2006-2007)**



Fuente: MINAG, 2009

**Figura 21. Pérdida de plátano por regiones (campañas 1995-1996 y 2006-2007)**



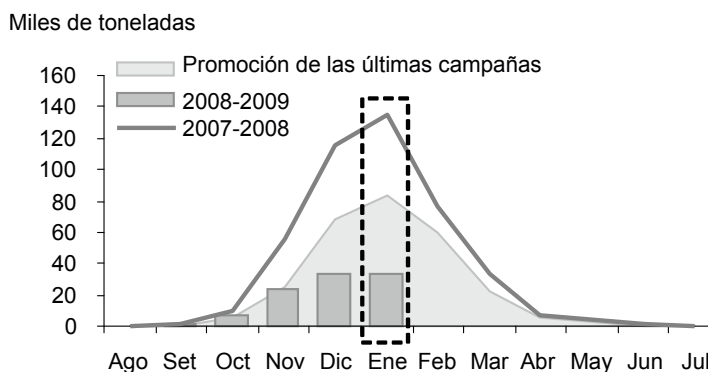
Fuente: MINAG, 2009

Es claro que la variabilidad climática es la que más afecta al sector agrícola. De acuerdo a estos datos, el gobierno no sólo debería preocuparse por los eventos extremos de baja frecuencia como El Niño; sino también por los que se presentan más de una vez por año, que son manejados por los agricultores en base a saberes tradicionales. Estos eventos, con pequeñas pérdidas van sumando grandes cantidades, llegando a más de 15 mil ha en cada campaña agrícola. Es cierto que esta cantidad es muy baja si la comparamos con el millón y medio de ha que se siembran en promedio en cada campaña; sin embargo, si tomamos en cuenta qué regiones reportan las mayores pérdidas y ordenamos según sus respectivos índices de pobreza, nos encontramos ante un problema de eventual inseguridad alimentaria y gobernabilidad.

Un ejemplo reciente de la alta imprevisibilidad de la variabilidad climática se presentó en la producción del mango. Entre el otoño e invierno del año 2007 las temperaturas nocturnas en la costa norte fueron adecuadas para que este frutal acumule las horas de frío necesarias e inicie su proceso de floración. Posteriormente, las altas temperaturas de la primavera y el verano favorecieron la fructificación y maduración de los frutos. En el periodo descrito el clima fue ideal, reflejándose en una producción que superó el promedio de las últimas seis campañas agrícolas.

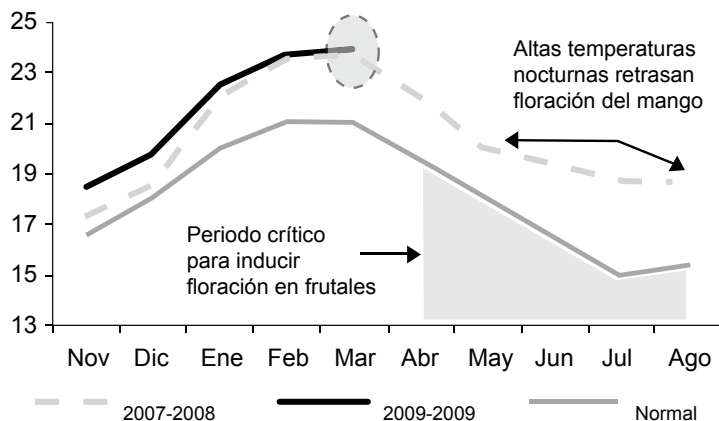
Desafortunadamente este escenario no volvió a repetirse en 2008, ya que otoño e invierno fueron en extremos cálidos, afectando significativamente la floración, que llegó solo al 45 %. Estas condiciones se tradujeron en una significativa disminución de la producción durante el último trimestre del año 2008 y el primer trimestre de 2009, como se observa en la **figura 22**. Un dato preocupante es que el otoño de 2009 será, según los indicadores y proyecciones (**figura 23**), más cálido. Esto tendrá un resultado negativo sobre la producción de mango para la campaña 2009-2010, que será inferior que el promedio.

**Figura 22. Producción nacional de mango**



Fuente: MINAG, 2009

Figura 23. Temperatura mínima en Piura



Fuente: MINAG, 2009

En el presente artículo solo se han presentado algunos ejemplos de los impactos de la variabilidad climática en la agricultura, otros, como sus efectos en la disponibilidad hídrica, en el desarrollo de las siembras de los principales cultivos transitorios, en los precios de los productos de la canasta básica familiar, han sido omitidos. Sin embargo, los efectos presentados se consideran suficientes para demostrar la necesidad de prestar mayor atención a la variabilidad climática.

#### *Cambio climático... ¿amenaza u oportunidad para la agricultura peruana?*

El cambio climático es una realidad, hay un acelerado retroceso de los glaciares de la cordillera peruana. Cada vez con mayor frecuencia se presentan eventos meteorológicos extremos que no están ligados necesariamente al FEN, se siembran cultivos en pisos altitudinales más elevados, donde antes no podían prosperar.

En el marco de la segunda comunicación nacional sobre cambio climático, el Servicio nacional de meteorología e hidrología (Senamhi) generó escenarios climáticos al año 2030. Entre los principales resultados de este estudio se muestra una elevación en la temperatura del aire.

Anualmente, las noches serían más cálidas en gran parte del territorio nacional. En la sierra, el promedio anual de temperatura mínima incrementaría 0.8 °C en relación al clima actual: en sierra central y norte, 1.2. Para la costa norte, 1.6; la costa central, 0.8 y la costa sur, 0.4. En la selva norte, 1.6; la selva central, 0.8 y en la selva sur, 0.4.

En el escenario climático proyectado, las precipitaciones disminuirían en gran parte de la sierra. La cantidad total de lluvia anual disminuiría hasta 20 % respecto a los valores actuales en la sierra sur: Ayacucho, Apurímac, Arequipa, el sur de Puno,

las partes altas de Moquegua, gran parte de la sierra de Cusco y el sur de Huancavelica serían las zonas más afectadas. En algunas zonas la disminución llegaría hasta 30 %, como el sur de Ayacucho.

La sierra central experimentaría disminuciones en la precipitación anual con variaciones negativas de hasta 10 % respecto a la climatología actual. Las zonas donde se presentaría este comportamiento se ubican desde la parte central (Lima hacia Áncash), incluyendo el noroeste de Junín, Pasco y Huánuco. En algunas zonas las disminuciones podrían llegar hasta 20 o 30 %, como el norte de Lima y el suroeste de Huánuco. La sierra norte, en cambio, sólo experimentaría disminuciones de 10 %: la sierra de Piura, Cajamarca y La Libertad.

Algunas regiones de la selva experimentarían disminuciones en las precipitaciones de hasta 10 %. Entre ellas se encuentran la selva de Huánuco, la provincia Padre Abad en Ucayali, San Martín y el oeste de Loreto.

En el resto del territorio nacional las lluvias acumuladas anuales se incrementarían en 10 %, solo en algunos lugares se esperarían incrementos de 20 %, como en el suroeste de Junín, la sierra sur de Lima y la zona central de Huancavelica. Incrementos de 30 % solo se darían entre la costa de Lambayeque y la costa sur de Piura.

La variación en la cantidad de lluvias significa también una modificación del comportamiento estacional de las lluvias, que se concentrarían en periodos más breves de tiempo y aumentarían en intensidad.

Si tenemos en cuenta la historia climática nacional, ya se han presentado años con características similares a la climatología proyectada para el año 2030, y aún cuando es casi seguro que continúen presentándose cambios en la variabilidad climática y hay una clara tendencia al incremento de la temperatura del aire y de la ocurrencia de eventos extremos, tenemos un referente en el pasado que vale la pena rescatar. Los efectos de la variabilidad climática nos son familiares y aún cuando los escenarios climáticos futuros no dejan de ser preocupantes –por la probable variación del calendario de siembras y cosechas en algunos cultivos, la necesidad de introducir nuevas variedades de cultivos–, mientras no logremos disminuir los impactos de la variabilidad climática actual, poco podremos hacer para adaptarnos al cambio climático.

El cambio climático tiene que ser visto como una oportunidad para la agricultura peruana y la sociedad, una oportunidad de ser más eficiente y respetuosa con el entorno natural. Es la oportunidad de rescatar las experiencias del pasado y volcarlas en el proceso de modernización del sector agrario iniciado por el Ministerio de Agricultura (MINAG), que busca elevar el nivel de la competitividad agraria, promover el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y de la biodiversidad, y promover el desarrollo en el agro con un enfoque territorial.



Esta modernización se da en seis ejes prioritarios que pueden considerarse como medidas para reducir los efectos negativos de la variabilidad climática y medidas de adaptación al cambio climático: infraestructura, tecnificación del riego y gestión del agua; extensión, investigación e innovación agraria; acceso a mercados; información agraria; capitalización y seguro agrario; desarrollo rural.

Sin duda el reto es grande, pero el cambio climático ya está entre nosotros, siempre ha estado presente y nos acompañará por muchos años más.

### **Bibliografía**

Comisión multisectorial para la reducción del riesgo en el desarrollo (CMRRD). *Diagnóstico para la estrategia nacional de reducción de riesgos para el desarrollo. Aspectos físicos-espaciales. Volumen 1*. Lima: PCM, 2004.

INEI. «III Censo nacional agrariopecuario. Cenagro». En: *INEI*. <http://www1.inei.gob.pe/bancocuadros/bancocuadro.asp?p=3> (visto por última vez: 15 de mayo de 2009).

Leiva, M. «Seguridad alimentaria y cambio climático. Retos del sector agrario». En: *Pontificia Universidad Católica del Perú*. <http://www.pucp.edu.pe/idea/docs/miag.pdf> (visto por última vez: 19 de mayo de 2009).

Mendoza, Y. *Impacto del cambio climático en el agro peruano*. Lima: s/e, 2009. Presentación.

Ministerio de Agricultura (MINAG). *Impacto de la variabilidad climática en el sector agricultura 1995-2007*. Lima: MINAG, 2008.

MINAG. *Informe de seguimiento agroeconómico*. Lima: MINAG, 2009b.

MINAG. *Ministerio de Agricultura. Oficina de estudios económicos y estadísticos*. <http://www.minag.gob.pe> (visto por última vez: 18 de marzo de 2009).

MINAG. *Áreas perdidas y afectadas durante el Fenómeno El Niño*. Lima: MINAG-Oficina de información agraria, 1999.

Rosazza, E. *El agua en el Perú*. Lima: Inrena, 2008.

Senamhi. *Escenarios de cambio climático a nivel nacional y en las cuencas de los ríos Santa y Mayo*. Lima: Senamhi, 2009. Documento de capacitación.



Arce, María. «Abordando la neutralidad de género en un clima de cambios rápidos. Temas que los expertos en cambio climático deciden ignorar». En: *Tecnología y Sociedad*. Lima: Soluciones Prácticas. Año 16, n° 8. 2009. pp. 123-131.

## Abordando la neutralidad de género en un clima de cambios rápidos. Temas que los expertos en cambio climático deciden ignorar

● María Arce<sup>1</sup>

### Abstract

Although gender is still the subject of much debate, it is virtually considered a taboo by the community studying climate change, which all too often keeps silent and ignores the potential uses and benefits of incorporating an active gender perspective into climate change adaptation processes. This article openly broaches the gender problem and climate change, debating with and analysing the policies and attitudes assumed by climate change decision-makers.

### Resumen

El género es un tema que aún causa mucho debate pero es considerado casi un tabú en la comunidad estudiosa del cambio climático que muchas veces guarda silencio e ignora los potenciales usos y beneficios que incorporar una perspectiva de género activa tenga sobre procesos de adaptación al cambio climático. El presente artículo aborda la problemática de género y cambio climático abiertamente, debatiendo con y analizando las políticas y actitudes asumidas por los tomadores de decisiones en cambio climático.

En grandes líneas, gobiernos y sociedad civil están de acuerdo en que los pobres serán los más afectados por los impactos del cambio climático. Por lo menos de manera retórica, todos los involucrados en el área de cambio climático no dudan en enfatizar los efectos negativos que el cambio climático traerá a las vidas y medios de subsistencia de los pobres, especialmente los más vulnerables. Nunca nos faltan palabras para realzar que el cambio climático es una cuestión de injusticia.

<sup>1</sup> Asesora de políticas de Practical Action (Reino Unido) entre 2006 y 2009. Su formación incluye una maestría en ciencias en gestión urbana ambiental de la Universidad de Wageningen y estudios de ingeniería civil en Bolivia. Ha trabajado en Bolivia, Kenia y los Países Bajos alrededor 18 años en temas de asentamientos humanos, género, gestión integrada de recursos hídricos, gestión urbana y más recientemente en energía, cambio climático, gobernabilidad y mecanismos financieros multilaterales. Ha copresidido el grupo de medio ambiente y desarrollo de la red de ONG británicas que trabajan en desarrollo internacional.

Pero, ¿qué es lo que estas afirmaciones realmente significan? ¿es que ellas realmente incluyen la más amplia y a veces ignorada discusión sobre género y justicia en cambio climático? ¿Por qué es que las consideraciones de género han faltado en casi todas las intervenciones, discusiones y negociaciones sobre el cambio climático? El siguiente artículo da un breve vistazo a un número importante de preguntas que los actores gubernamentales y no gubernamentales deberíamos responder si nuestra preocupación por los impactos del cambio climático es realmente enfocada en los pobres como se menciona a menudo. La información provista, a pesar de que genera más preguntas que respuestas, tiene el objetivo de enfatizar áreas de trabajo importantes que no han recibido suficiente atención en nuestra práctica cotidiana y que podrían estar aumentando las injusticias existentes si no se las trabaja en el mediano plazo.

### **Género, justicia y cambio climático**

El cambio climático es un fenómeno antropogénico reconocido como tal por la Convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático (CMCC) en base a conocimiento científico sólido producido por el Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (o IPCC por su sigla en inglés). Durante la más seria degradación ambiental que la humanidad ha vivido hasta ahora –representada por el cambio climático– existe una amplia aceptación de que las causas que originaron esta situación se relacionan con los patrones insostenibles de producción y consumo que sociedades industrializadas han seguido para lograr su actual estado de riqueza y poder geopolítico.

En tanto que el cambio climático nos afecta a todos, es cierto que existen responsabilidades y contribuciones diferenciadas en la creación de este problema y al mismo tiempo los impactos y las capacidades para responder a los mismos son igualmente diferenciadas. A nivel macro es fácil entender que los países industrializados necesitan cumplir con sus compromisos de reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero y transformación de modelos de desarrollo. No es difícil darse cuenta de que ellos tienen mejores capacidades y recursos para adaptarse a los impactos del cambio climático mientras que los países en vías de desarrollo tendrán que resolver una agenda de desarrollo crecientemente problemática debido a la urgencia de acción requerida en añadidura a la imprevisibilidad del tiempo y la creciente presión sobre sus ya limitadas capacidades, recursos e instituciones. Para los países en vías de desarrollo, el cambio climático ya es una realidad dura que está poniendo en riesgo lo poco que se ha podido avanzar en la lucha contra la pobreza pero que además podría profundizar inequidades e injusticias ya existentes.

En el debate sobre cambio climático la equidad ha sido reducida –aún por las ONG activas en este tema– a ser principalmente una cuestión de justicia entre el norte y el sur, sin hacer referencia a la situación de justicia y equidad al interior de los países o a temas específicos de justicia social y de género (Röhr *et al.*, 2009).

La cuestión de justicia en el debate del cambio climático tendría que enmarcarse considerando aspectos más amplios de redistribución y reconocimiento de las contribuciones e impactos diferenciados como elementos esenciales para promover la transformación en la sociedad y en los modelos de desarrollo que han sido causantes de este problema.

El cambio climático, como desafío creado antropogénicamente, sirve para resaltar los desequilibrios de poder y control sobre los recursos naturales existentes y que permean la situación de injusticia e inequidad en el mundo. A pesar de eso, la discusión estándar deja la consideración de la justicia a nivel macro y las soluciones propuestas tanto para la mitigación como para la adaptación a menudo responden a enfoques técnicos o de mercado que contribuyen poco a desafiar los desequilibrios de poder entre los actores del desarrollo o a promover relaciones más equitativas entre ellos. Bajo esta perspectiva, el hecho de los bosques que representan la base de subsistencia e ingresos de 350 millones de personas en el mundo no parece tener mayor significancia. La supresión de referencias a los derechos de los pueblos indígenas y a la declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas en las discusiones del programa de reducción de emisiones de carbono causadas por la deforestación y la degradación de los bosques (REDD por sus siglas en inglés) en la conferencia de partes (COP) 14 realizada en Poznan a finales de 2008 confirma simbólicamente la actitud y prioridad que los actores con poder dentro de la conferencia dan a desarrollar enfoques y mecanismos que permitan el acceso a los recursos y bienes productivos de otros sin costo o con costos muy favorables y a desestimar elementos y actores esenciales que complicarían la discusión y dificultarían la implementación de enfoques deseados. Bajo este enfoque de mercado, instrumentos como el mecanismo de desarrollo limpio (MDL) enfatizan el potencial de obtención de mayores recursos financieros provenientes de los créditos de carbono pero son incapaces de reconocer que la esencia de estas mercancías representan el medio ambiente de pueblos y personas individuales (Röhr, 2009) cuyas voces y conocimientos son raramente incluidos en estos debates, decisiones o cuando se miden sus impactos.

El cambio climático requiere una transformación profunda de las actitudes y relaciones de poder a todo nivel. La mayor participación de los grupos vulnerables podrá ser más equitativa pero no trata los temas estructurales de justicia y redistribución. Un área interesante de discusión que merece mayor exploración se refiere a qué es lo que realmente representan acciones afirmativas y transformativas en este contexto. Por ejemplo, en vista de la urgencia del desafío, bajo una ruta más expeditiva y afirmativa, el conocimiento de las mujeres para adaptarse y enfrentar al cambio climático es reconocido y hasta cierto punto valorado. Por otro lado la acción transformadora significaría que la producción local sostenible de alimentos donde las mujeres juegan un rol fundamental recibiría mayor prioridad que la producción de cultivos energéticos o biocombustibles.

### **¿Por qué género?**

Si nos desplazamos del nivel global del debate y nos posicionamos a un nivel más focalizado, no es difícil diferenciar que en las diferentes sociedades, hombres y mujeres contribuyen de manera diferenciada a las causas y respuestas al cambio climático. Por ejemplo, Röhr (2007) indica que los hombres en Suecia usan hasta 100 % más de energía que las mujeres para satisfacer sus necesidades de movilidad y transporte<sup>2</sup>. Hombres y mujeres experimentan y son afectados por el cambio climático de diferentes maneras y consecuentemente proponen diferentes enfoques y soluciones a este desafío, ya sea enfocados en tecnologías o medios de subsistencia.

Cuando nos referimos a la vulnerabilidad no deberíamos solamente considerar condiciones ambientales sino también hacer referencia a condiciones sociales, políticas y culturales que implícitamente definen las relaciones de poder existentes en las sociedades y que permean todas las esferas, desde los hogares a los más altos niveles de toma de decisiones. Los países como tales no son más o menos vulnerables, pero sí ciertos segmentos de su población. Es ampliamente reconocido que los pobres son el grupo más vulnerable y ya que las mujeres están sobrerrepresentadas entre los pobres, es fácil inferir que las mujeres pobres enfrentan mayores grados de vulnerabilidad al cambio climático que los hombres. Las mujeres pobres a menudo carecen de recursos financieros para protegerse de las cambiantes condiciones climáticas y los roles específicos que la sociedad les asigna a menudo incrementan su posición de vulnerabilidad.

Como se presenta en el análisis del tercer informe de evaluación del IPCC (2001), las mujeres y los hombres difieren ampliamente en términos de adaptación y vulnerabilidad debido a sus roles sociales diferenciados y a su acceso desigual a recursos naturales, financieros, de conocimiento y políticos.

También se reconoce que los pobres –más que otros grupos– dependen directamente del medio ambiente y de sus servicios para vivir y para asegurar su subsistencia. Décadas de investigación en temas de género han mostrado que los roles y responsabilidades que las sociedades asignan a las mujeres están directamente relacionadas a la gestión de los recursos naturales para asegurar la provisión de alimentos, energía y agua para la familia. Esta cercanía con el medio ambiente hace que las mujeres sean más susceptibles a notar cualquier cambio en la condición de este y en el caso del cambio climático esto también significa que las mujeres

---

2 Esto no es sorprendente ya que en Suecia en 2006 el sector transporte en carreteras contribuyó alrededor de 30 % de las emisiones de este país, 60 % del cual provino de autos privados. Al mismo tiempo, en 2007, de los 6.9 millones de autos registrados, 75 % eran propiedad de hombres. De acuerdo a la Administración nacional de caminos de Suecia, 10 % de los conductores de vehículos, principalmente hombres, realizan alrededor de 60 % de todos los viajes en auto en el país, contribuyendo a la misma proporción de emisiones e impacto ambiental (Johnson-Latham, 2007).

enfrentarían cargas crecientes para cumplir con sus responsabilidades asignadas ante la escasez de recursos preciosos como el agua o cuando las pérdidas de cosechas de alimentos sean más frecuentes.

Se espera que con el cambio climático, las sequías y la escasez de agua sean una característica creciente en varias partes del mundo. Esta situación impactará en la producción alimenticia y agropecuaria de las que las mujeres son responsables, incrementando la cantidad de tiempo y trabajo que ellas deben invertir en recolectar, almacenar, proteger y distribuir el agua para sus diferentes usos domésticos y productivos. Al mismo tiempo, ya que la habilidad de sobrellevar los efectos de los desastres naturales se determina por el estado nutricional de los individuos (Canon, 2002) y las jerarquías domésticas para la distribución de alimentos en algunas culturas o por las necesidades nutricionales únicas de mujeres embarazadas y en lactancia; la salud de las mujeres es más propensa a sufrir bajo estas crecientes y exigentes condiciones. Las inequidades en cuanto al acceso a los alimentos, agua potable y otros recursos se verá exacerbada.

Varios estudios han determinado que las mujeres pobres son más vulnerables a los desastres naturales dados los roles y comportamientos de género construidos por la sociedad. Un estudio llevado a cabo en 141 países estableció que las diferencias de género en las fatalidades ocurridas por desastres naturales están directamente relacionadas a los derechos socioeconómicos de las mujeres (Neumayer y Pluemper, 2007). En 1991, 90 % de las víctimas del ciclón en Bangladesh fueron mujeres (Aguilar, 2004) mientras que durante el huracán Katrina en los Estados Unidos de América, las mujeres afroamericanas, entre los más pobres de la población, enfrentaron mayores obstáculos para sobrevivir. Los patrones culturalmente establecidos y prejuicios sociales pueden hacer que habilidades simples que pueden salvar vidas como saber nadar o trepar árboles sean enseñadas principalmente a niños (varones), estas habilidades les ayudan a sobrevivir y sobrellevar mejor situaciones de riesgo que a las mujeres y niñas cuando desastres como inundaciones o tsunamis ocurren (Oxfam, 2005).

Durante y después de los desastres las mujeres –especialmente en sociedades desiguales– enfrentan mayores riesgos y son más vulnerables ya sea porque tienen menor acceso a la información como alertas tempranas, reciben menores recursos debido a distribución desigual de la ayuda humanitaria o debido a que es más probable que sufran violencia doméstica o sexual. Adicionalmente, las mujeres están desproporcionadamente afectadas en términos de generación de ingresos debido a que se hallan vinculadas principalmente al sector informal; su movilidad se ve limitada debido a su rol como proveedoras de cuidados primordiales y la escasez de alimentos les afecta directamente por las jerarquías alimentarias existentes en varias sociedades. Los hombres, por otro lado, tienen más riesgo de ser dañados debido a su participación en misiones de búsqueda y rescate, y al hacer trabajos de limpieza posdesastre.

Existen muchas investigaciones y análisis en el área de género y desastres que podrían ser de utilidad para enfocar el trabajo de adaptación y vulnerabilidad en una manera más sensitiva al género. Un importante elemento que se puede aprender de esta área de trabajo es sobre el cuidado que los profesionales que trabajan en el área de cambio climático necesitan tener para dejar de considerar a los pobres y a las mujeres pobres, en particular, exclusivamente como víctimas pasivas de los desastres o del cambio climático a nivel más general.

En áreas geográficas que sufren de sequías o inundaciones periódicas, hombres y mujeres tienen diferentes conocimientos, prácticas de gestión y relaciones de intercambio que les permiten sobrevivir y adaptarse. Desafortunadamente el conocimiento de las mujeres es usualmente subutilizado (Hannan, 2002). Sin embargo al ser las mujeres desproporcionadamente afectadas por los desastres y los cambios ambientales rápidos, el conocimiento de las mujeres y sus responsabilidades en cuanto a gestión de recursos naturales son críticas para la supervivencia de la comunidad. En las pequeñas islas de Micronesia las mujeres tienen un conocimiento único de la hidrológica de las islas, que les permite encontrar agua y construir pozos durante los periodos de sequía (Anderson, 2002). Otro ejemplo que enfatiza la importancia de asegurar el acceso de las mujeres a conocimientos relacionados con el clima se refiere al pueblo de La Masica, en Honduras, que no tuvo víctimas en 1998, cuando fue impactado por el huracán Mitch. La razón principal de esta situación fue que las mujeres del pueblo tomaron la responsabilidad de monitorear el sistema de alerta temprana que había sido abandonado por los hombres después de haber recibido capacitación comunitaria sensible al género sobre sistemas de alerta temprana y gestión de riesgos seis meses antes. A raíz de esto la municipalidad fue capaz de evacuar el área sin demora ante la amenaza (Aguilar, 2004).

A pesar de las inequidades que las mujeres todavía experimentan, su conocimiento del medio ambiente, además de sus responsabilidades a niveles doméstico y comunitario, las hace importantes y dinámicas agentes de cambio que pueden contribuir a las soluciones para el cambio climático. Presentar a los pobres solamente como víctimas en este debate los desempodera y los enmarca en una relación de poder tradicional y asimétrica como meros recipientes más que como voces legítimas que exigen responsabilidad de los generadores del problema.

Con la mayor atención centrada en los aspectos de adaptación, se deben tomar estos hechos muy seriamente pues podrían marcar la diferencia entre el mantenimiento e incluso exacerbación de inequidades existentes o ser la oportunidad de enmarcar el debate bajo un enfoque transformador más que solamente afirmativo.

### ***El género en el debate de la convención***

En el debate oficial de la convención no se tomó decisión en cuanto a la integración de los aspectos de género. De igual manera, las ONG casi no han realizado la necesidad de integrar el enfoque de género en las negociaciones, probablemente



debido a que el mayor y más claro foco de inequidad es entre los países industrializados y los países en vías de desarrollo. Solamente en años recientes se han dado esfuerzos más estructurados de parte de los expertos en género para aportar en varios niveles de las discusiones y a través de actores gubernamentales y no gubernamentales.

La arquitectura de la convención con su variedad de órganos, instrumentos y actores se ha mantenido ampliamente neutral sobre este tema. El IPCC como autoridad investigadora y de análisis científico para el trabajo de la convención, continúa careciendo de sensibilidad al género en sus investigaciones e informes y esto podría haber influido en la aparente neutralidad de género en el debate sobre el cambio climático. A diferencia de la comisión de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas (CDS), que identifica al género como uno de los temas transversales para su trabajo futuro, cuando se publicó el informe de la reunión 20 del IPCC, el año 2003, en preparación para el cuarto informe de evaluación, se concluyó que tendría que darse mayor atención a temas transversales y se identificaron siete áreas esenciales para la consideración de todos los subgrupos y temas; el tema de género no estaba incluido entre ellos. Esta postura ha contribuido a la aparente neutralidad a pesar de que se sabe que las relaciones desiguales de género existen (IPCC, 2001). Aún oportunidades existentes dentro del texto de la convención para promover la adecuada participación de las mujeres en las medidas de adaptación y mitigación como el artículo sexto sobre educación, formación y sensibilización del público, han sido perdidas. Sea por el enfoque tecnocrático de las discusiones, la carencia de experticia en género o la falta de una plataforma específica donde este tema pueda ser realizado dentro de las discusiones. Como con otros procesos de las Naciones Unidas que siguen la estructura de grupos principales, de los cuales el grupo mujeres es uno de ellos, desde su origen la convención ha sido percibida como neutral al género.

Sin embargo con una mayor atención al tema de la adaptación en las negociaciones y el imperativo moral de lograr un acuerdo justo para finales de 2009, existe una oportunidad de asegurar la consideración de las inequidades de género en el actual régimen de cambio climático que podría poner en evidencia otras inequidades estructurales que necesitan resolverse.

El análisis exhaustivo de los diferentes instrumentos financieros implementados o siendo discutidos actualmente desde una perspectiva de género permitiría determinar cómo y cuáles son aquellos que tienen mayores beneficios para hombres y mujeres, pero además si estos instrumentos son los correctos para promover la transformación. El exagerado énfasis de la dimensión económica del cambio climático, a través del comercio de emisiones, la limitada percepción del medio ambiente solo como cambio climático, el énfasis en la reducción de emisiones y la limitada consideración de la dimensión social donde las

víctimas del sur son a menudo mencionadas pero donde no se dice suficiente sobre los cambios en actitudes y formas de vida necesarios en el norte, fallando en contribuir a un desarrollo sostenible a largo plazo.

Internalizar la dimensión de género en este debate podría ayudar a levantar cuestionamientos importantes y enfatizar algunos dilemas esenciales comenzando con nuestras elecciones individuales, acceso a tecnologías más eficientes y apropiadas en todos los sectores, la consistencia necesaria entre nuestros enfoques y principios, la pertinencia de instrumentos financieros existentes y bajo discusión, la legitimidad de las voces que no están siendo escuchadas y los liderazgos no reconocidos, los derechos a los bienes globales comunes y el derecho al desarrollo de todos los pueblos, incluyendo el cumplimiento de necesidades básicas aún no satisfechas de billones de hombres y mujeres del planeta.

## **Bibliografía**

Aguilar, L. *Climate Change and Disaster Mitigation*. Gland: World Conservation Union, 2004.

Anderson, C. «Gender Matters: Implications for Climate Variability and Climate Change and for Disaster Management in the Pacific Islands». <http://www.gencc.interconnection.org/resources.htm> (visto por última vez: 14 de diciembre de 2004)

Cannon, T. «Gender and Climate Hazards in Bangladesh». En: *Gender & Development*. Londres: Routledge. 2002. 10(2). pp. 45-50.

Hannan, C. «Mainstreaming Gender Perspectives in Environmental Management and Mitigation of Natural Disasters». En: *Naciones Unidas*. <http://www.un.org/womenwatch/osagi/pdf/presnat%20disaster.pdf> (visto por última vez: 13 de mayo de 2009).

IPCC. *Contribution of WG II to the Third Assessment Report of the IPCC. Impact, Adaptation, Vulnerability*. Londres: Cambridge University Press, 2001.

Johnsson-Latham, G. *A Study on Gender Equality as a Prerequisite for Sustainable Development*. Estocolmo: Environment Advisory Council, 2007.

Neumayer, E.; Pluemper, T. «The Gendered Nature of Natural Disasters: The Impact of Catastrophic Events on the Gender Gap in Life Expectancy, 1981-2002». En: *Social Science Research Network*. <http://ssrn.com/abstract=874965> 2007 (visto por última vez: 13 de mayo de 2009).

OXFAM. «The Tsunami's Impact on Women». En: OXFAM. [http://www.oxfam.org/en/files/bn050326\\_tsunami\\_women/download](http://www.oxfam.org/en/files/bn050326_tsunami_women/download) (visto por última vez: 26 de marzo de 2005).

Röhr, U. *et al.* *Gender Justice as the Basis for Sustainable Climate Policies. A Feminist Background Paper*. Bonn: German NGO Forum on Environment and Development, 2009.

Röhr, U. *Gender, Climate Change and Adaptation. Introduction to the Gender Dimensions*. 2007. [http://www.gendercc.net/fileadmin/inhalte/Dokumente/Topics/casestudy\\_genanet.pdf](http://www.gendercc.net/fileadmin/inhalte/Dokumente/Topics/casestudy_genanet.pdf) (visto por última vez: 13 de mayo de 2009).



# Perspectivas sobre el cambio climático



Notas técnicas

2



## Adaptación al cambio climático

### Experiencias de adaptación tecnológica en siete zonas rurales del Perú

La cadena de alteraciones vinculadas al cambio climático afecta también a diversos ecosistemas locales, principalmente a aquellos cuyas poblaciones se encuentran en condiciones de vulnerabilidad. Esto supone, además de respuestas globales ante el cambio climático, respuestas locales ante los cambios microclimáticos, vinculadas principalmente a la adaptación y mitigación de estos nuevos escenarios.

**Soluciones Prácticas** implementó entre los años 2006 y 2007 un macroproyecto, denominado *Tecnologías de adaptación y mitigación ante el cambio climático*, que agrupó siete proyectos desarrollado en igual número de zonas del Perú, teniendo como premisa que los nuevos escenarios generarán efectos negativos y positivos y que, por lo tanto, las medidas de adaptación deberán buscar reducir los efectos negativos mientras potencian los positivos. Esto es, a través de la reducción de la vulnerabilidad se permitirá a las poblaciones lograr un desarrollo sostenible. En esta sección de *Tecnología y Sociedad* presentamos resúmenes de cuatro de las siete experiencias realizadas.

#### **Planteamiento del problema**

A nivel global es importante diferenciar los problemas climáticos y los conceptos que los agrupan. En este proyecto hemos trabajado con tres: cambio global, entendido como la suma de procesos de transformación ambiental, social y cultural que el planeta atraviesa, entendido también como el conjunto de procesos de alteración de los ciclos naturales de la materia y la energía; calentamiento global, fenómeno que registra aumentos en la temperatura promedio de la atmósfera terrestre y de los océanos, ocasionado por acción del hombre; y cambio climático y variabilidad climática, cambios en el clima del planeta atribuibles a, por un lado las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera, y por el otro, los ciclos naturales de variación del planeta Tierra.

En América Latina, el cambio climático afecta los recursos hídricos, que son los más impactados por sus diversas patologías como el Fenómeno El Niño, el retroceso de glaciares y la alteración de los ciclos hidrológicos. También se ven afectadas la agricultura y la fauna, en un marcado proceso de pérdida de diversidad y de bosques que afecta directamente la amazonía, los ecosistemas acuáticos, las zonas costeras y, claro está, las poblaciones de las ciudades con problemas de manejo hídrico.

En el Perú el cambio climático es pensado en función a dos íconos del clima: el retroceso de los glaciares, que en los últimos 30 años se han reducido en un 22 %, limitando la provisión de agua disponible para las regiones costa y sierra, y el Fenómeno El Niño, megaevento climático que se extiende más allá del Pacífico sur y se caracteriza por un incremento generalizado en la temperatura de la superficie del Pacífico ecuatorial. El Niño ha mostrado en últimas décadas fuertes variaciones de intensidad (**ver recuadro 1**).

### **Recuadro 1. ¿El cambio climático ocasiona una mayor frecuencia e intensidad del Fenómeno El Niño?**

**Sí, porque los flujos de viento a nivel planetario están siendo alterados con más frecuencia por el calentamiento global. En el Pacífico ecuatorial, punto de monitoreo del Fenómeno El Niño a nivel planetario, se presentan los cambios más frecuentes en el sentido de los vientos alisios por el cambio climático, sumado a un incremento en la temperatura superficial del mar en el Pacífico central y oriental, lo que genera una mayor recurrencia en la presencia del Fenómeno El Niño, manifestándose no necesariamente con las características e intensidades que conocemos. Podemos concluir que el cambio climático está cambiando las características del Fenómeno El Niño en el Pacífico ecuatorial, presentándose en diferentes intensidades y características.**

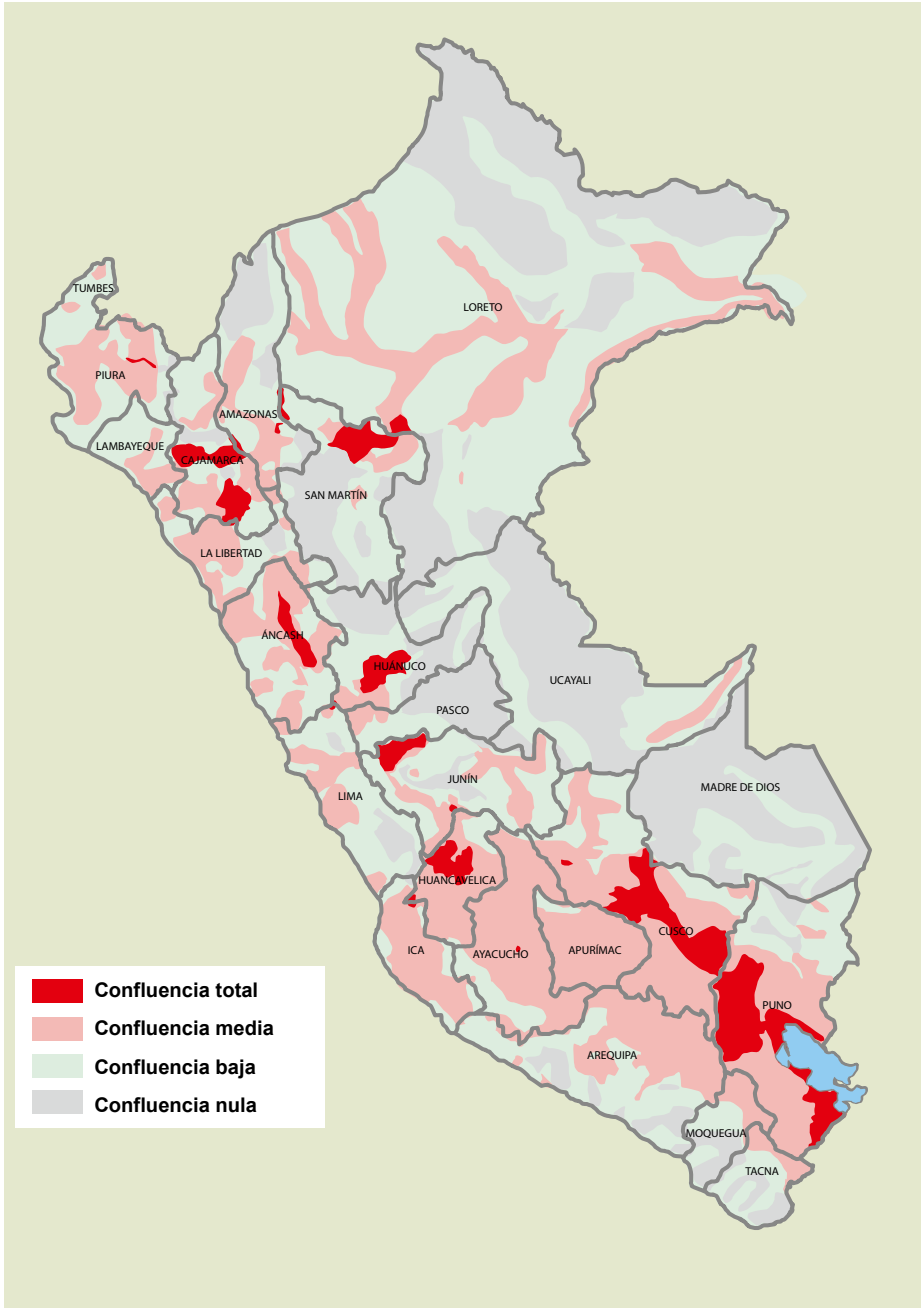
Las principales amenazas en Perú son de origen natural, geodinámico o externo como aluviones y huaicos. Estas amenazas son el resultado de la variabilidad climática: sequías, lluvias intensas, heladas y granizadas; y de las actividades humanas. Son generadas por el proceso de desertificación resultante del mal manejo de recursos naturales y grandes industrias contaminadoras. Entre estas últimas está presente, especialmente en los últimos años, la actividad minera **(ver figura 1)**.

El Perú, además de presentar una alta vulnerabilidad natural, tienen un elevado índice de vulnerabilidad social: gran parte de su población se encuentra en condiciones de pobreza, la mayoría de los centros urbanos se encuentran en zonas áridas, gran parte de la población encuentra el sustento en actividades muy afectadas por el cambio climático, como la agricultura, y hay una baja capacidad de adaptación ante fenómenos extremos.

Las amenazas y vulnerabilidades descritas, independientemente de su origen, en escenarios de ecosistemas frágiles y de baja resiliencia, resultan en el incremento de los riesgos frente al cambio climático, especialmente si se consideran las bajas capacidades desarrolladas en prevención y mitigación localmente.



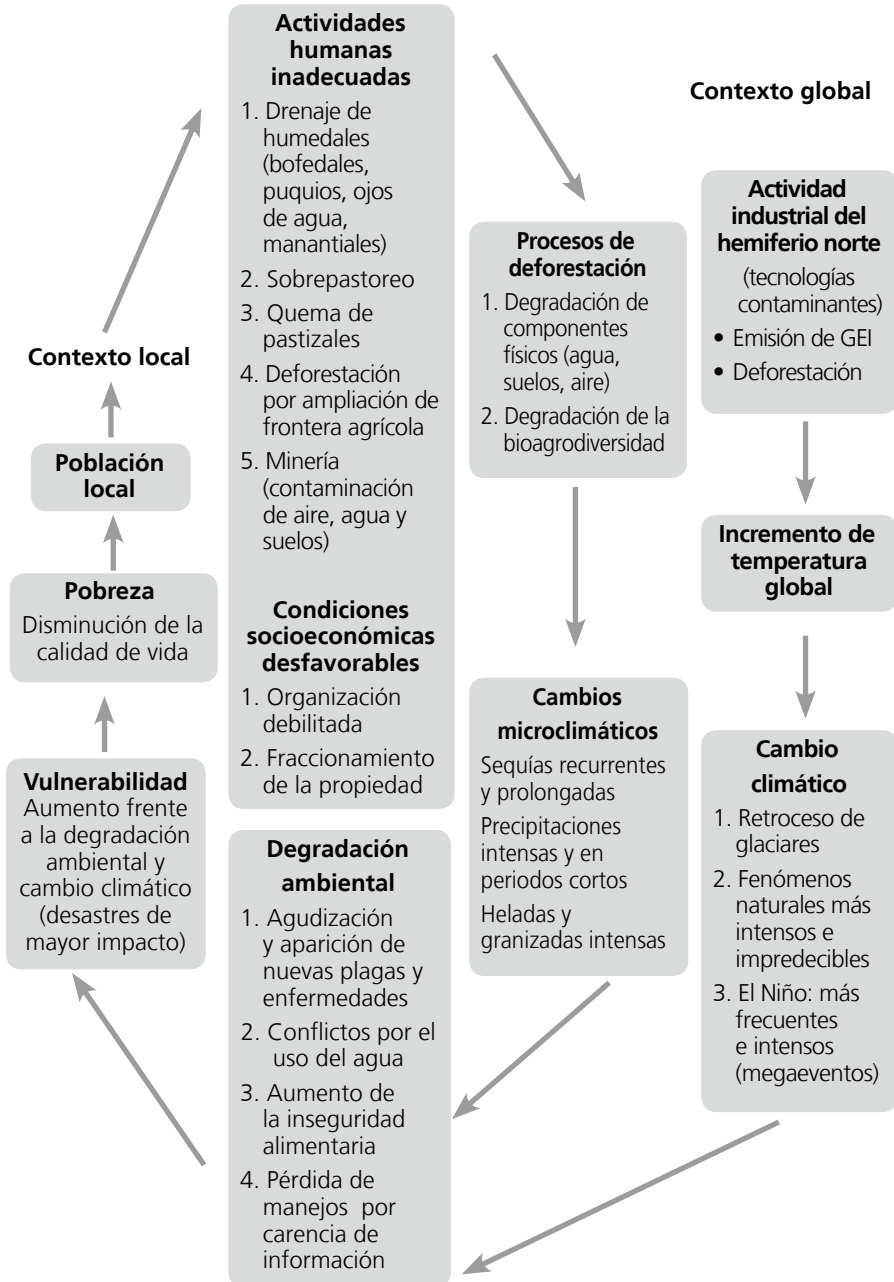
Figura 1. Mapa de peligros climáticos, biodiversidad, desertificación y pobreza en el Perú



Localmente la variabilidad climática no es considerada un problema, sino una condición de trabajo. En Perú el clima tiene ciertas características únicas, como ser definido por un gran ecosistema montañoso tropical, la cordillera de los Andes, que hacen que eventos meteorológicos extremos como sequías, nevadas o heladas sean recurrentes y periódicos.

Existe una vieja relación entre las culturas andinas y la variabilidad climática. Podemos afirmar que existe ya una adaptación cultural a esta característica climática, después de 5 000 años de historia humana registrada en la región. Sin embargo, en el nuevo escenario que encontramos, el hombre debe enfrentarse a un nuevo factor desestabilizador, el cambio climático de origen antrópico. Creemos que la tecnología y organización social andinas, adaptadas por miles de años, hasta el punto que asimilaron técnicas de observación y prevención de fenómenos extremos a sus tradiciones, serán lo suficientemente resilientes como para adaptarse a este cambio como lo han hecho sobre otros registrados **(ver figura 2)**. Sin embargo, la modificación climática es notada por los pobladores, usando los mismos indicadores naturales mencionados **(ver recuadro 2)**.

Figura 2. Variabilidad y cambio climático en los ecosistemas de montaña andino-tropicales del Perú. El problema local



### Recuadro 2. "El climá está cambiando..."

Este clima que ha cambiado también ha alejado algunos animales. Por ejemplo, faltan las culebras, faltan lagatijas, faltan sapos de agua, faltan sapos de chacra, falta pichaco (ave), faltan perdices, ya no es como antes. Ahora hay muchas ratas, muchas moscas. Parece que en algún momento va a faltar el agua. Por ese lado nosotros estamos esperando listos, ya estamos experimentando. Ahora, si esperamos a que falte el agua primero para recién empezar a pensar qué hacer, estamos mal.

Leoncio Támara Leando, 76 años (Áncash)

### **Cambios microclimáticos y desertificación**

Uno de los rasgos que caracterizan los ecosistemas de montaña es el gran número de microclimas que presentan, esto también se traduce en una gran cantidad de suelos y formas de vida, haciendo que se conformen paisajes muy frágiles y propensos a pasar por procesos de desertificación. La desertificación es causada por un grupo de actividades antrópicas asociadas al desarrollo agropecuario como la ampliación de la frontera agrícola en áreas sin vocación para la agricultura, el sobrepastoreo, el drenaje de humedales, la quema de pastizales y la deforestación. Estos factores configuran un escenario de inminente cambio a nivel local, marcado por cambios climáticos a nivel de microcuencas andinas, que, según manifestaron los campesinos durante la ejecución del proyecto, ocurre desde la década de 1970 y de continuar, y unirse con factores que inciden sobre el clima global, determinarán un escenario de fuertes alteraciones climáticas.

Estos cambios fueron predictibles en su inicio, pero la falta de preocupación, estudios e imaginación para avizorar nuevos escenarios, hizo que fueran notados demasiado tarde, cuando la confluencia entre el cambio climático global y la alteración de los sistemas ecológicos locales ya se había dado. Mientras la comunidad científica se concentró en solucionar problemas a nivel global, las poblaciones locales sufrían sus efectos localizados (**ver recuadro 3**).

### Recuadro 3. "El climá está cambiando..." (II)

Lo que más nos está afectado en el clima es el calor, de eso no se puede proteger a la comunidad. Más antes había un nevado que nosotros veíamos, se llamaba Cceccera Loma, ahora ya no hay, por la temperatura ha desaparecido. La causa de este cambio son los grandes pueblos. En las grandes ciudades hay muchas fábricas que lo hacen daño a nuestro cielo, eso es lo que está afectando mucho, además de los carros, los camiones, ese humo que botan huele feo, eso está afectando.

Más antes esta zona era más fría, aquí crecía la alpaca bien, pero ahora que hace más calor, ya no está bien, la alpaca es de frío. Tampoco sembrábamos eucaliptos, ahora sí crecen bien. Se está pareciendo al clima del valle.

Eusebio León Huantura, 45 años (Cusco)

**Objetivo**

El proyecto tuvo el siguiente objetivo:

- Generar propuestas de tecnologías, información, organización y gestión de conflictos como alternativas de adaptación al cambio climático en los ecosistemas de montaña tropicales de intervención, con especial referencia a poblaciones altoandinas

**Antecedentes**

A lo largo de sus más de cuatro mil millones de años, la Tierra ha sufrido numerosas alteraciones climáticas significativas. A pesar de que su temperatura media solo ha variado unos cinco o seis grados entre una época climática y otra, esto siempre ha supuesto grandes cambios e incluso la desaparición de ecosistemas globales y extinciones masivas. Esta variación climática cíclica, aunque nueva para la ciencia, ha sufrido grandes transformaciones conceptuales, siendo la más importante considerarla no uno, sino muchos fenómenos e historias superpuestas.

En la primera conferencia mundial sobre el clima, celebrada en Ginebra en 1979, se presentaron las primeras evidencias sobre las alteraciones climáticas causadas por el hombre. En 1992 se publicó Convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático que plantea la necesidad de reducir el calentamiento global y lidiar con el inevitable aumento de la temperatura. En 1997 los gobiernos mundiales incluyeron un anexo en la convención, conocido como el Protocolo de Kyoto, que incorpora medidas más poderosas y legalmente vinculantes. Este entró en vigor el año 2005.

Paralelamente a las medidas de mitigación de Kyoto, otra organización supranacional se dedicó a investigar las causas y posibles escenarios resultantes del cambio climático, el Panel intergubernamental sobre cambio climático. Sus indicadores muestran que la temperatura aumentará 0.2 °C cada década como resultado de la emisión de gases de efecto invernadero. Según un modelo extendido hasta el año 2100 el aumento total de la temperatura sería de 4 °C.

En Perú, el proceso de toma de conciencia sobre los peligros del cambio climático comenzó oficialmente el año 1993, con la creación de la Comisión nacional de cambio climático (CNCC, por sus siglas en español), cuya función fue coordinar la aplicación y normativización a nivel nacional de los tratados internacionales sobre clima. En 2001, la CNCC elaboró la primera comunicación nacional sobre cambio climático y estableció la Estrategia nacional de cambio climático, que considera el estado de emisiones de gases de efecto invernadero y acciones de mitigación, además de iniciativas y proyectos de adaptación al cambio climático.

A nivel regional existen estrategias dirigidas a que cada región reconozca su nivel de vulnerabilidad al cambio climático e incorpore medidas de adaptación ante sus efectos en políticas y planes de desarrollo; también se busca que las regiones promuevan la concientización de su población sobre los riesgos del cambio climático, así como sus causas globales.

Por otro lado, en las comunidades campesinas, especialmente en los últimos 30 años, se habla más frecuentemente de un cambio en los eventos microclimáticos que limita el funcionamiento de las señas naturales utilizadas para predecir el clima.

### **Metodología**

El trabajo se realizó en ecosistemas de los tres subsistemas montañosos que posee el Perú, los valles interandinos (Cajamarca, Áncash, Apurímac y Cusco); la vertiente occidental (Piura y Lambayeque) y la oriental (San Martín). La **figura 3** muestra la ubicación de las áreas de trabajo de los proyectos de acuerdo a la división política del país y la **figura 4** la distribución de las áreas de trabajo en un corte trasversal del territorio.

Figura 3. Ubicación de los proyectos

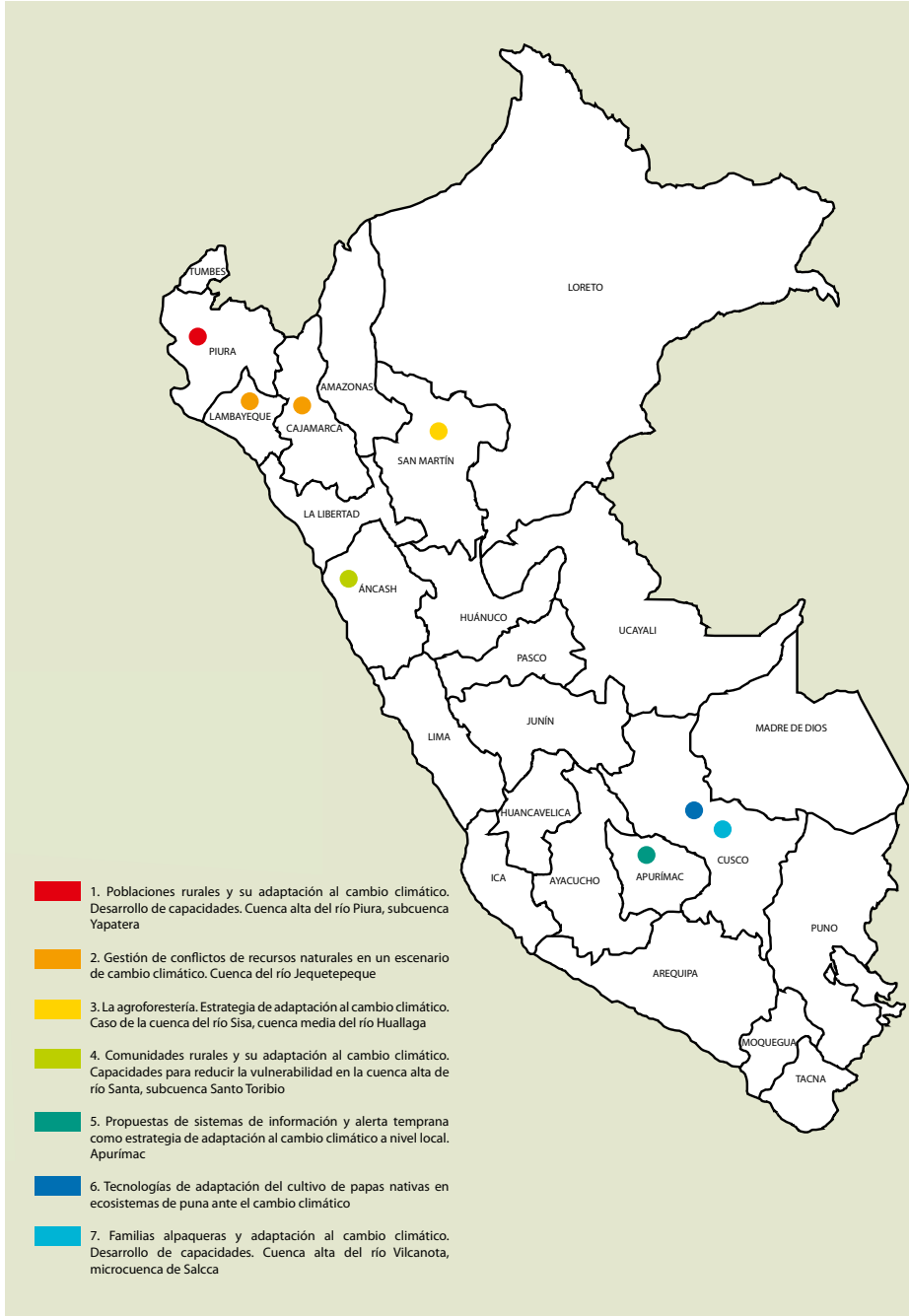
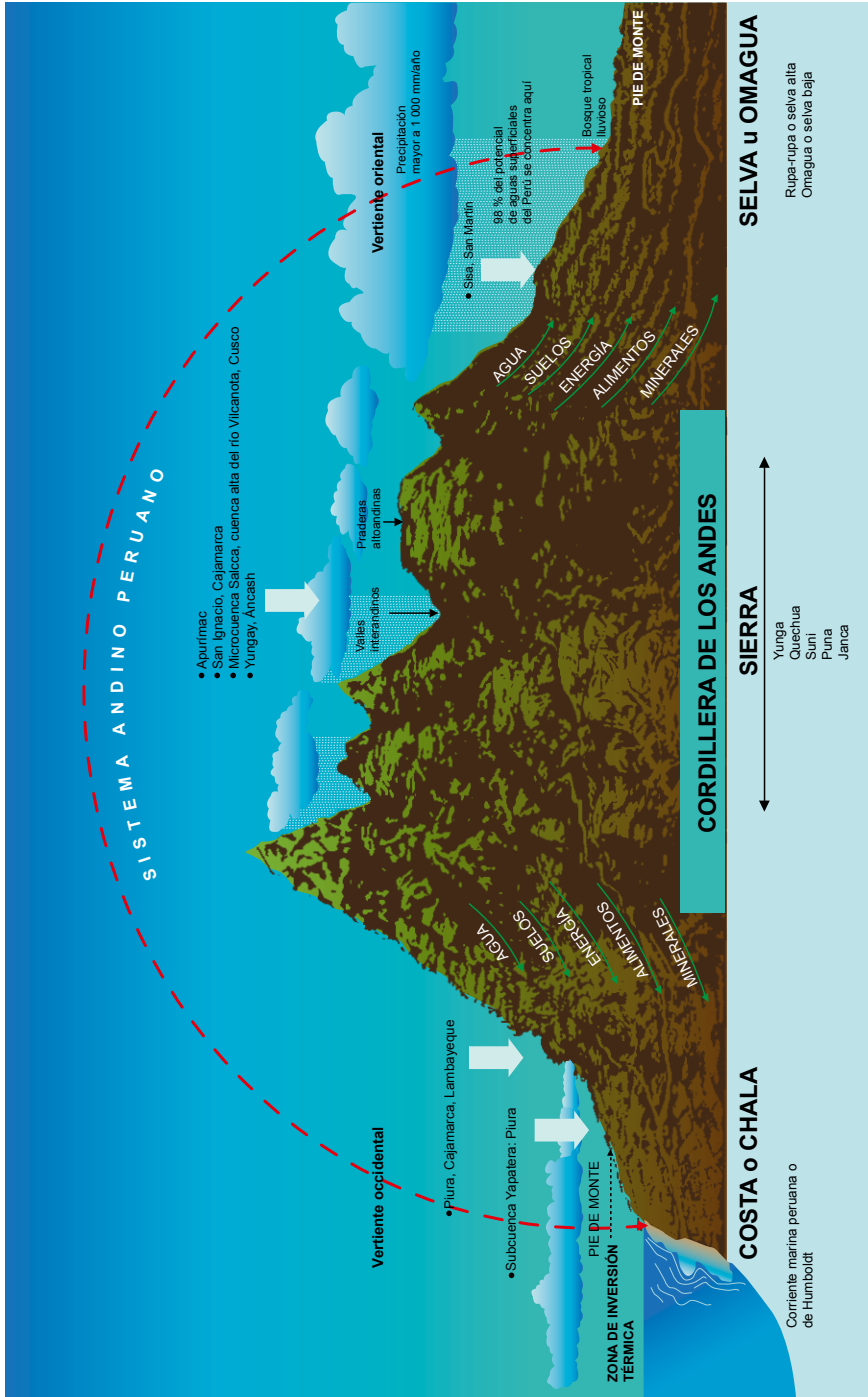


Figura 4. Cambio climático y adaptación en el Perú. Ubicación de las áreas de trabajo

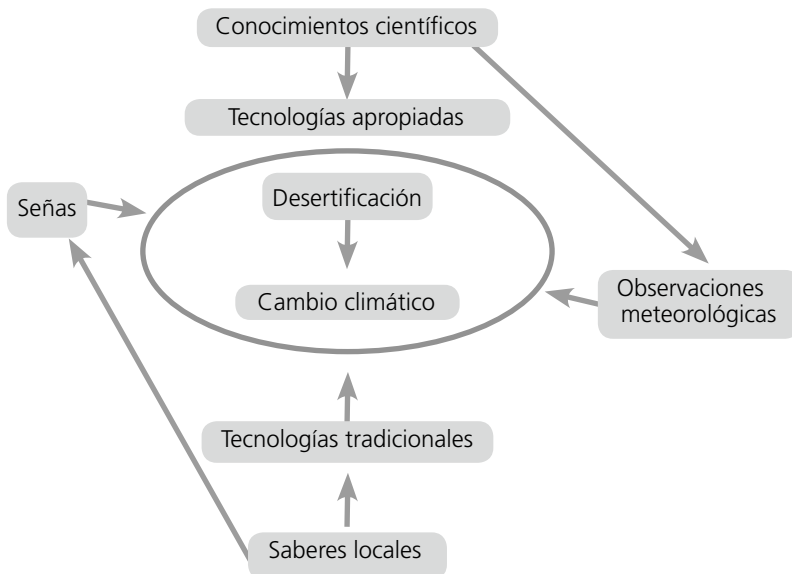




Los proyectos proponen el desarrollo de tecnologías apropiadas para la adaptación al cambio climático en siete zonas de un ámbito específico: los ecosistemas de montaña andinos tropicales. Estos ecosistemas, si bien únicos, comparten características con los demás ecosistemas de montaña alrededor del globo, por lo que pueden convertirse en una referencia a ser tomada en cuenta para otras intervenciones en ecosistemas similares. El carácter del trabajo es de primera aproximación, evaluación y generación de modelos cualitativos. El trabajo desarrollado siguió los pasos de un proyecto anterior del Programa de fortalecimiento de capacidades nacionales para manejar el impacto del cambio climático y la calidad del aire, ejecutado entre 2003 y 2005 por 14 instituciones, entre las que estuvo **Soluciones Prácticas**.

Las poblaciones implicadas en el proyecto pertenecen a culturas andinas locales en su mayoría, salvo la experiencia de agroforestería, en San Martín, donde se trabajó con colonos y de agua en Piura, donde se trabajó con mestizos. Todas estas poblaciones, a pesar de tener un gran acervo cultural y tecnológico, han sufrido en siglos recientes, procesos severos de erosión cultural. Las poblaciones tienen, en su mayoría, economías de autoconsumo, insertadas en el mercado solo secundariamente. Frente a esta realidad heterogénea, el enfoque metodológico usado incorpora aportes de conocimientos científicos y de saberes locales en la solución del problema **(ver figura 5)**.

Figura 5. Enfoque metodológico

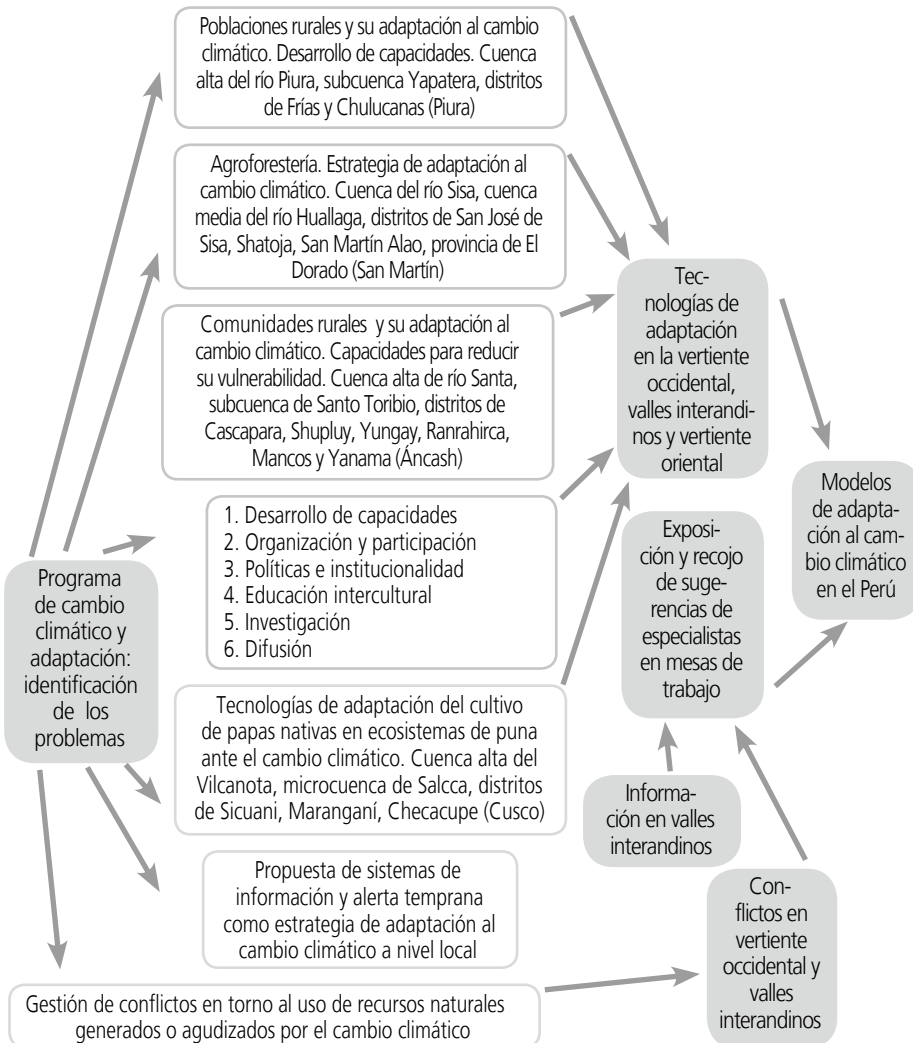


### Secuencia metodológica

El trabajo se realizó siguiendo la secuencia metodológica mostrada en la **figura 6**. Las fases más importantes fueron:

- Identificación del problema y elaboración de propuestas de trabajo
- Implementación de las propuestas planteadas
- Sistematización de las experiencias, fase que incluyó la discusión con especialistas
- Elaboración de modelos cualitativos y gráficos con los datos sistematizados

**Figura 6. Secuencia metodológica del trabajo**



### **Estrategias**

La estrategia global frente al cambio climático se dedica a temas de mitigación y adaptación, es decir, de reducción de los efectos del cambio climático y sus fenómenos asociados, y lograr que se modifiquen los medios de vida y formas de sostenimiento de comunidades que sean vulnerables al cambio climático. Sin embargo, para nuestro análisis, priorizaremos un enfoque local, ya que un gran problema de la estrategia global es que se priorizan actividades de mitigación, entendidas como reducción de los factores que colaboran con el cambio climático por sobre actividades de adaptación. Esto es el resultado de que la mitigación sea realizada principalmente por los países del hemisferio norte, que también son los que mayor aporte de gases de efecto invernadero tienen (más del 90 %), en detrimento de los países ubicados en el hemisferio sur, que aportan menos del 10 %, y son también los países más afectados por los efectos del cambio climático y la falta de mecanismos útiles de adaptación.

La estrategia nacional de adaptación al cambio climático, planteada por el Consejo nacional del ambiente (CONAM, por sus siglas en español)<sup>1</sup> propone medidas de adaptación incorporadas a las políticas y planes de desarrollo a nivel regional y del Estado. Según esta estrategia, el Estado es el encargado de velar por la protección de sus ciudadanos, estableciéndose nuevas legislaciones sobre funciones y competencias de corte ambiental, destacan entre estas medidas las competencias de los gobiernos regionales y provinciales. La meta final de estas prácticas es mejorar la competitividad del país en manejo de recursos y emisiones de gases de efecto invernadero sin comprometer el desarrollo sostenible.

También se ha propuesto la aplicación de estrategias de gestión de riesgos como el refuerzo de sistemas de observación climáticos, elaboración de una agenda nacional de investigación para el desarrollo e innovación tecnológica, elaboración de proyecciones y escenarios de cambio climático como medida de evaluación correctiva de la vulnerabilidad social, todos componentes a ser incorporados en el proceso de planificación y gestión del desarrollo sostenible nacional.

**Soluciones Prácticas** propone medidas específicas enfocadas a reducir la vulnerabilidad de la población más pobre. Nuestra concepción de vulnerabilidad no distingue de poblaciones vulnerables y no vulnerables, ya que todos son en mayor o menor medida vulnerables a ciertos efectos del cambio climático, nos centramos en los grados de vulnerabilidad, especialmente en las poblaciones más pasibles de sufrir los efectos negativos de este, que son, además, aquellas que se encuentran más olvidadas por el Estado y en condiciones de extrema pobreza. Las acciones

---

1 Durante la sistematización del proyecto se creó el Ministerio del Ambiente. Es de suponer que la estrategia nacional ante el cambio climático varíe en el futuro cercano, con la toma de medidas mejor organizadas y la incorporación de una variará en un futuro cercano pero, estando dicho ministerio todavía en formación, sería aventurado señalar aquí cuál será su nuevo rumbo.

del Estado se distribuyen de acuerdo a las divisiones políticas y en función a presupuestos establecidos en función a los ingresos (que incluyen factores como productividad) que cada región tiene, mientras que las intervenciones de **Soluciones Prácticas** están enfocadas directamente a poblados con problemas muy concretos. El beneficio de la acción directa en adaptación al cambio climático es que existe una transferencia de conocimientos y tecnologías que no media los servicios burocráticos de agencias estatales, y se adapta a los requisitos reales de estos. Una evaluación enfocada de factores de vulnerabilidad a pequeña escala permite identificar quiénes son más vulnerables al cambio climático y qué riesgos deben priorizarse, en función de la gravedad de impactos posibles (**ver recuadro 4**).

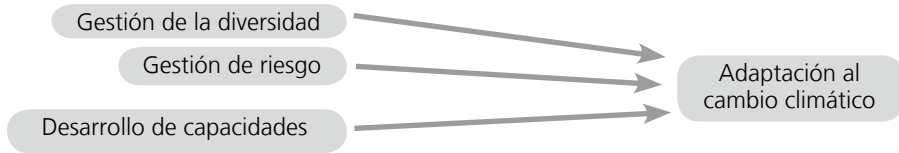
#### **Recuadro 4. Algunas conclusiones sobre la adaptación**

- **El objetivo de la adaptación al cambio climático en los países en desarrollo debe ser reducir las vulnerabilidades de los pobres**
- **La estrategia de adaptación necesita construir capacidades de adaptación y fortalecer la resistencia**
- **Los objetivos de las políticas y enfoques de adaptación deben ser distribuidos en los niveles más apropiados mediante procesos participativos que involucren a los actores de todos los niveles**
- **Las piedras angulares de la adaptación son las estrategias que combinan el manejo de riesgos, diversificación de los medios de vida y una mayor dotación de bienes que permitan generar una mayor resistencia**
- **La adaptación debe estar integrada en el desarrollo, tanto en términos de políticas como de acciones que realicen las comunidades**

Se plantean tres ejes conceptuales como parte de la implementación de una estrategia de adaptación frente al cambio climático, que fueron desarrollados bajo condiciones de variabilidad climática, pero que son útiles ante los escenarios resultantes del cambio climático:

- **Gestión de la diversidad:** una de las características más importantes de los ecosistemas que se encuentran en Perú es la diversidad de climas, suelos, biológica y cultural. La diversidad es un rasgo fundamental en cualquier propuesta de manejo o gestión del desarrollo y planificación en este país
- **Gestión del riesgo:** frente a escenarios de incertidumbre creados por el cambio climático, se busca reducir los riesgos que se podrían generar por sequías, inundaciones, procesos de desertificación, inseguridad alimentaria, conflictos de uso de recursos naturales, a través de un proceso planificado, concertado, participativo e integral (**ver recuadro 5**)
- **Desarrollo de capacidades:** es fundamental fomentar el desarrollo de capacidades que se encuentran latentes en los saberes tradicionales de las comunidades altoandinas

**Figura 7. Propuesta de estrategia de adaptación frente al cambio climático a nivel local**



**Cuadro 1. Estrategias locales frente a la variabilidad climática y cambio climático**

Ubicación	Áreas estratégicas priorizadas	Componentes	Tecnologías apropiadas	
			Tradicionales	Modernas
<b>Subcuenca Yapatera, cuenca alta del río Piura (Piura)</b>	Capacitación	Comunitaria	√	√
	Organización	Gobiernos locales y sociedad civil	√	√
	Tecnologías	Conservación de suelos y uso eficiente de agua	√	√
	Sistemas de información	Etnoclimático	√	√
<b>Cuenca del río Sisa (San Martín)</b>	Agroforestería	Enriquecimiento forestal Producción orgánica Clima	√	√
	Comercialización	Inserción en mercados exteriores calificados Inserción en mercados locales Rentabilidad	-	√
	Organización	Fortalecimiento Integración a presupuestos participativos	Organizaciones tradicionales	Organizaciones modernas
<b>Subcuenca de Santo Toribio, cuenca media del río Santa (Áncash)</b>	Agua	Eficiencia de riego	√	√
	Agricultura	Manejo de plagas	√	√
	Conocimiento	Variabilidad climática Manejo hídrico Prácticas agrícolas	√	√
	Organización	Juntas de usuarios Líderes	Organizaciones tradicionales	Organizaciones modernas

<b>Subcuenca Salcca, cuenca alta del río Vilcanota (Cusco) - Papas nativas</b>	Investigación	Investigación para determinar la tolerancia a factores abióticos	-	√
	Conservación	Conservación de biodiversidad en papas nativas	√	√
	Capacitación	Capacitación en técnicas de cadenas productivas	√	√
<b>Subcuenca Salcca, cuenca alta del río Vilcanota (Cusco) - Alpacas</b>	Clima	Monitoreo e información de los cambios microclimáticos	√	√
	Agua	Optimización de uso de agua	√	√
	Pastos	Manejo de pastos	√	√
	Alpacas	Sanidad alpaquera	√	√
	Organización	Organización	Organizaciones tradicionales	Organizaciones modernas

### Recuadro 5. “El climá está cambiando...” (III)

Mi cafetal está ubicado a 1 600 msnm, rodeada por monte alto que nos permite tener aire fresco en el día y calor en las noches friolentas, es un clima favorable para mis plantas. El año 2007, las lluvias descendieron un poco frente a otros años, mi cosecha bajo 20 %, hubiera ganado más si no hubiera bajado mi cosecha, lo que me favoreció este año fue el buen precio.

La sequía afecto más las partes bajas y medias; mi casa está en la parte baja, allí tengo algunos cítricos y cacao recién instalado, la mayoría de mis injertos se murieron por falta de agua, recién en noviembre volví a injertar, pero nuevamente algunos injertos se murieron por las lluvias frecuentes de los tres últimos meses del año. A mis vecinos que tienen sus cafés en las partes bajas les fue muy mal.

Jacinto Ruiz Guevara, 54 años (San Martín)

### Resultados

Los resultados fueron analizados en función de los diversos componentes priorizados en la metodología: *vulnerabilidad, escenarios, saberes locales, medidas de adaptación*, políticas y una agenda nacional para el ámbito rural.

La *vulnerabilidad* ha sido un aspecto central: ante escenarios de cambio climático con cada vez mayor impacto y constante variabilidad microclimáticas, las poblaciones de las áreas involucradas presentaban medios de vida con alta vulnerabilidad y expuestos a riesgos y amenazas climáticas. Esto se ha puesto en evidencia, fundamentalmente, ante fenómenos como El Niño, de consecuencias feroces para la población.

Los *escenarios* proyectados del cambio climático suponen un incremento de la temperatura global promedio. Ante esta información, el proyecto articuló estrategias para que permitieran a las poblaciones prepararse y afrontar adecuadamente los fenómenos extremos en sus diversas etapas: de preparación, acciones durante su transcurso y de mitigación de efectos, una vez concluidos. Los escenarios, salvo en el caso de Piura, fueron de carácter cualitativo.

Si bien los *saberes locales* no comparten, necesariamente, una metodología científica, por su base en elementos tradicionales que se vinculan con el folclor, mitos e historia de los pueblos altoandinos, sí tiene el mismo fin que la ciencia, y en alguna medida, alcanzan resultados semejantes. Sin embargo, estos conocimientos tradicionales, que durante siglos fueron una herramienta de adaptación, han sufrido un severo proceso de erosión en las últimas décadas, con la desaparición paulatina de tradiciones, la disminución masiva de lenguas nativas, exclusión social y discriminación. Los viejos indicadores climáticos han, progresivamente, dejado de funcionar, pero por su naturaleza, las señas usadas por los campesinos deben pasar por un largo proceso de adaptación y modernización que pone en riesgo por un largo periodo de tiempo a las poblaciones. Sin embargo, estos saberes tienen aún mucho que aportar a la perspectiva científica de la gestión del riesgo, por lo que se intentó una aproximación que considerara aspectos mixtos: lo mejor de ambas propuestas. Este enfoque tiene un beneficio adicional, permite mantener el acervo cultural de los pueblos intervenidos.

Las *medidas de adaptación* ante los escenarios cambiantes se basan en prácticas de adaptación de tecnologías apropiadas hacia formas y usos propios de las culturales locales. Esto permite desviar la atención de lo científico a lo social. Las tecnologías apropiadas son respuestas que no necesariamente buscan técnicas modernas, ya que eso usualmente está asociado a grandes inversiones económicas, precisamente aquellas que nuestra población objetivo no puede mantener. Se busca que mediante la aplicación sostenible de tecnologías replicables, las poblaciones se adapten, mejorándolas en la medida de sus posibilidades: tecnologías que desafían la pobreza.

#### Recuadro 6. "El climá está cambiando..." (IV)

Los técnicos de *Soluciones Prácticas* nos han enseñado bastante en los días de campo, se han realizado en Chapichumo, aquí en la comunidad y también en Palccoyo. Participación ha habido en talleres de riesgos de granizadas y heladas, los demás compañeros han participado en preparación de terrenos, preparación de biol, control de plagas, así hemos aprendidos, nos han gustado los temas. Ahora nos estamos organizando para juntar rastros, para protegernos de la granizada. La mejor defensa de la granizada y la helada es que tenemos que hacerlo de manera organizada, cuando uno solo se defiende, no es muy efectivo, cuando todos nos defendemos es mejor.

Eusebio León Umpiri, 50 años (Cusco)

Varias de las propuestas tecnológicas que se han desarrollado, como ya se dijo, son utilizadas actualmente para hacer frente a la variabilidad propia de estos ecosistemas; sin embargo, pueden ser parte de las medidas de adaptación frente a un escenario de cambio climático. A partir de las grandes líneas estratégicas de adaptación presentamos enfoques puntuales priorizados:

### Enfoques

Las propuestas de enfoque de carácter transversal consideradas son:

- Sistemas de información y alerta temprana (SIAT)
- Gestión de cuencas
- Ordenamiento territorial y agricultura ecológica
- Seguridad alimentaria
- Gestión de conflictos
- Organización
- Capacitación
- Tecnologías
- Cultivos diversificados de especies nativas (papas nativas)
- Crianza diversificada de especies nativas (camélidos)
- Uso sostenible de los recursos naturales (agua, suelos y diversidad biológica)
- Agroforestería

A modo de reflexión final, es importante aclarar la relación entre diversidad y disminución del riesgo como parte de las propuestas de adaptación al cambio climático: a mayor diversidad, menor riesgo (**ver figura 8**).

**Figura 8. Relación diversidad de alpacas y riesgo**

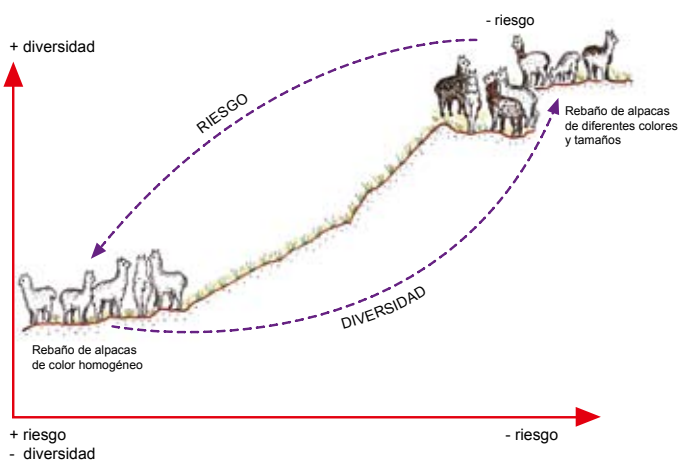




Figura 9. Relación agrobiodiversidad de papas y riesgo

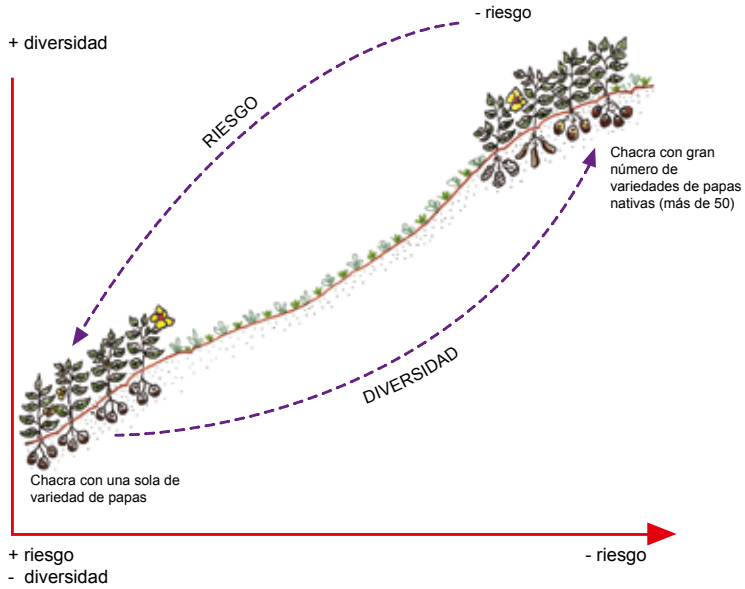
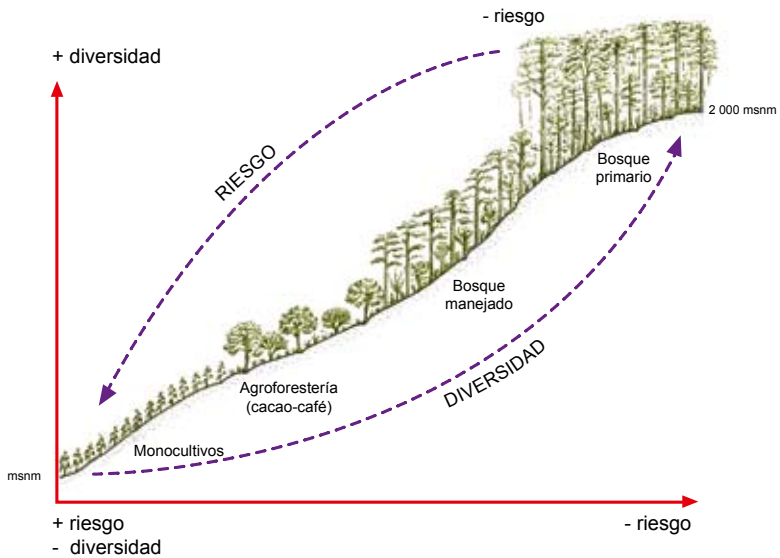


Figura 10. Relación agroforestería y riesgo



En el **cuadro 2** se presentan las medidas de adaptación en las siete áreas del trabajo.

**Cuadro 2. Medidas de adaptación implementadas en las áreas de trabajo**

Ubicación		Tecnologías adecuadas	Medidas de adaptación	
<b>Sub-cuenca Yapatera, cuenca alta del río Piura (Piura)</b>	Gestión de cuencas	√	Tecnologías	<p>Agua: riego y optimización</p> <p>Infraestructura de almacenamiento y conducción del agua</p> <p>Suelo: manejo y conservación</p> <p>Cultivos alternativos</p> <p>Pasturas: aprovechamiento eficiente de residuos de cosecha</p> <p>Bosques: manejo y producción forestal</p>
		-	Gestión de conflictos	Adecuado manejo de conflictos relativos al agua
		√	Sistemas de información	Desarrollo de un sistema de información etnoclimático en base a bioindicadores
		-	Organización	<p>A través de los comités de gestión y gobiernos locales se logró formular la estrategia local de adaptación al cambio climático. Esta se validó con la aprobación de las autoridades municipales y juntas de desarrollo. Se priorizaron medidas y se incluyeron en el presupuesto participativo y finalmente se incorporó la estrategia al plan de desarrollo concertado</p> <p>Existen estructuras organizativas ya presentes como la asociación de productores ecológicos, asociación de ganaderos y comisión de regantes</p> <p>Sensibilización e involucramiento de las autoridades y de la población a través de talleres, luego se llevó a cabo la articulación institucional entre gobiernos locales, asociaciones de base, juntas de desarrollo local, rondas campesinas junto a Cepeser. A nivel regional se firmó el convenio entre el gobierno regional de Piura y Senamhi para la integración de las estaciones biometeorológicas en el sistema de alerta temprana del río Piura</p>
-	Desarrollo de capacidades	Comunitaria, formación de promotores campesinos	Fortalecimiento de capacidades de poblaciones rurales pobres	

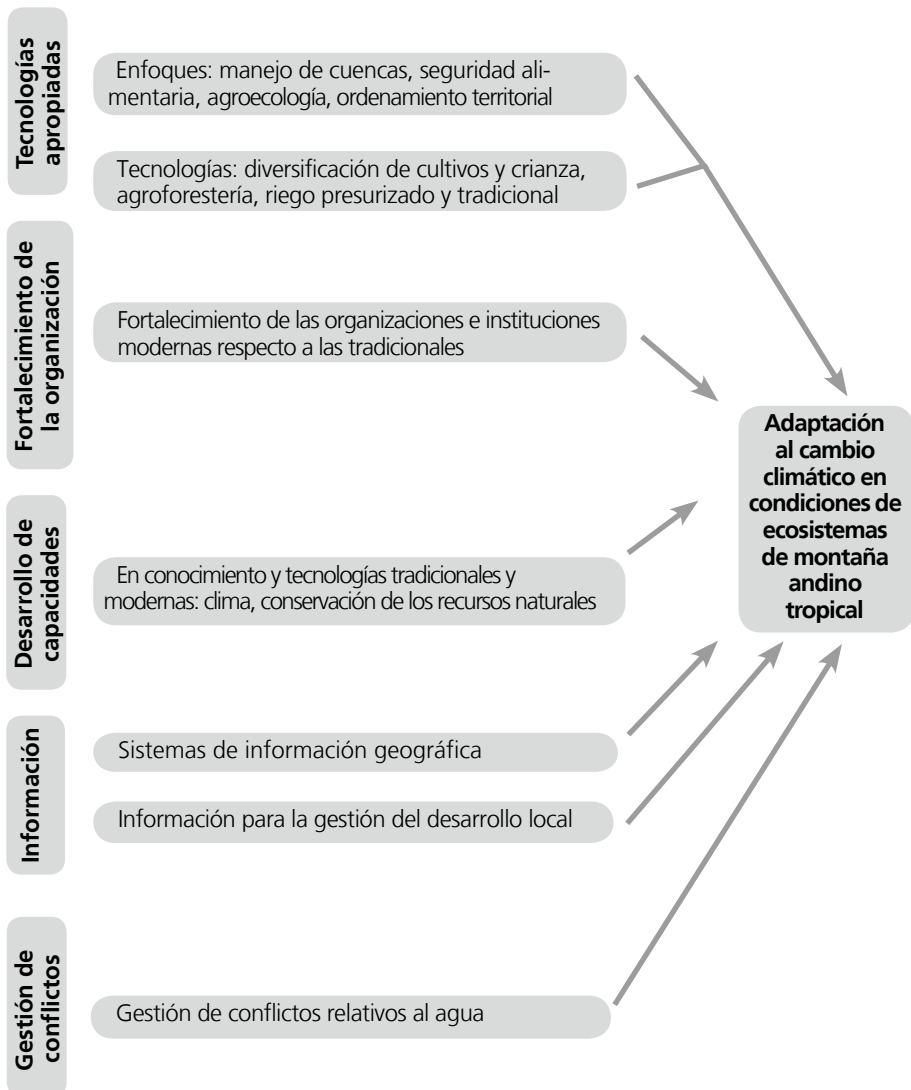
Ubicación		Tecnologías adecuadas	Medidas de adaptación	
Cuenca del río Sisa (San Martín)	Gestión de cuencas	√	Tecnologías: agroforestería	Producción: enriquecimiento forestal, podas, barreras vivas y muertas, reciclaje, producción orgánica Poscosecha: puntos de acopio
		√	Comercialización	Cacao: inserción al mercado nacional e internacional Café: inserción al mercado internacional
		-	Organización	Organización de productores cacaoteros y cafetaleros Incorporación de agricultores individuales en asociaciones e inscripción en registros públicos, lográndose comités reconocidos por los gobiernos locales Se facilitó la articulación de los comités y asociaciones a los gobiernos locales y se capacitó en temas de presupuesto participativo, rendición de cuentas, gestión local y desarrollo económico
		-	Desarrollo de capacidades	Desarrollo de capacidades técnicas y organizativas de las poblaciones rurales pobres
Subcuenca Santo Toribio, cuenca media del río Santa (Áncash)	Gestión de cuencas	√	Tecnologías: agua y agricultura	Eficiencia de riego Manejo de plagas Rotación de cultivos
		-	Organización	Organización definida en la cordillera Negra a pesar de su falta de agua Débil organización en la cordillera Blanca por contar con una adecuada cantidad de agua Después del proceso y experiencias del proyecto se logró proponer un plan de adaptación al cambio climático que fue articulado en los planes de desarrollo
		-	Desarrollo de capacidades	Desarrollo de capacidades de las comunidades rurales Capacitación en variabilidad climática, manejo hídrico y prácticas agrícolas Propuesta de posgrado en cambio climático

Ubicación		Tecnologías adecuadas	Medidas de adaptación	
Subcuenca Salcca, cuenca alta del río Vilcanota (Cusco)	Gestión de cuencas	√	Tecnología	Conservación de la biodiversidad en papas nativas
		√	Investigación	Para determinar la tolerancia a factores abióticos sobre los cultivos de papas nativas
		-	Desarrollo de capacidades	A través de estrategia de adaptación al cambio climático, manejo integrado de plagas
	Gestión de cuencas	√	Tecnologías	Agua: optimización del recurso, mayor disponibilidad, sistemas de riego Pastos: mejoramiento, conservación y recuperación Alpacas: manejo sanitario, manejo reproductivo
		√	Información	Clima: monitoreo de la variabilidad climática y del cambio climático Conocimientos climáticos locales y sistemas de alerta temprana
		-	Organización	Se capacitó a las autoridades locales en el tema Se fortalecieron las organizaciones de productores, pastores, comunidades campesinas, empresas comunales y rebaños comunales Se elaboraron diagnósticos rurales participativos Creación de comités comunales de gestión del riesgo
-	Desarrollo de capacidades	Desarrollo de las capacidades de familias criadoras de alpacas para reducir su vulnerabilidad frente a los riesgos climáticos		
Cuenca del río La Leche (Lambayeque)	Gestión de cuencas	-	Gestión de conflictos	Adecuado manejo de conflictos relativos al agua
		-	Desarrollo de capacidades	Desarrollo de capacidades de productores rurales pobres y sus organizaciones para el adecuado manejo de conflictos

Ubicación		Tecnologías adecuadas	Medidas de adaptación	
Cuenca alta del río Jequetepeque (Cajamarca)	Gestión de cuencas	-	Sistemas de información	Sistemas de información y alerta temprana como estrategia de adaptación al cambio climático
		-	Gestión de conflictos	Adecuado manejo de conflictos relativos al agua
		-	Organización	Sensibilización e involucramiento de las autoridades y la población a través de talleres, articulación institucional a nivel local entre los gobiernos locales y <b>Soluciones Prácticas</b> A nivel de cuenca el sistema de información y alerta temprana fue articulado con la coordinadora de desarrollo de la cuenca del río Jequetepeque mediante un acta con el compromiso de garantizar la sostenibilidad, monitoreo y utilización del sistema
		-	Desarrollo de capacidades	Desarrollo de capacidades de productores rurales pobres y sus organizaciones para el adecuado manejo de conflictos
Región Apurímac	Gestión de cuencas	-	Sistemas de información	Sistemas de información y alerta temprana como estrategia de adaptación al cambio climático
		-	Organización	Sensibilización e involucramiento de las autoridades y de la población a través de talleres La implementación del sistema de información geográfica fue articulada desde el inicio al proyecto de zonificación ecológica económica, desarrollado por la gerencia regional de recursos naturales y gestión del medioambiente Los principales mecanismos de articulación institucional fueron orientados a involucrar al gobierno regional de Apurímac en el proceso El proyecto participó activamente en las actividades de los grupos técnicos de desertificación y zonificación ecológica económica de la comisión ambiental regional Se firmó un convenio de cooperación interinstitucional con el comité regional de defensa civil a fin de fortalecerlo e incluir los temas de sequía y desertificación en el plan regional de prevención y atención a desastres

El modelo de adaptación (**ver figura 11**) es el resultado del análisis y combinación de las siete experiencias de dos años de trabajo en siete lugares del ecosistema montañoso tropical andino peruano. Sus secciones buscan ser aplicables a cualquier modelo de adaptación al cambio climático para ecosistemas de montaña, en especial a los ecosistemas montañas andinos del subcontinente sudamericano.

**Figura 11. Modelo cualitativo de adaptación al cambio climático**



*Políticas*

Existe un marco legal compuesto a dos niveles: una estrategia de aplicación nacional, la Estrategia nacional de cambio climático, y una ley que delimita las obligaciones y deberes en temas ambientales de los gobiernos locales y regionales, en la ley orgánica de los gobiernos regionales (**cuadro 3**).

**Cuadro 3. Marco legal del cambio climático**

<b>Estrategia nacional de cambio climático</b> <b>Decreto Supremo N° 086 -2003- PCM</b>	Artículo 2° «La Estrategia Nacional sobre Cambio Climático es de obligatorio cumplimiento y debe ser incluida en las políticas, planes y programas sectoriales y regionales en concordancia con lo establecido por el artículo 53°, literal c) de la Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales así como con los compromisos institucionales establecidos en ella» 2da Línea Estratégica: «Promover políticas, medidas y proyectos para desarrollar la capacidad de adaptación a los efectos de cambio climático y reducción de vulnerabilidad».
<b>Ley orgánica de gobiernos regionales</b> <b>Ley N° 27867</b>	Artículo 53°, literal c): «Formular, coordinar, conducir y supervisar la aplicación de las estrategias regionales respecto a la diversidad biológica y sobre cambio climático, dentro del marco de las estrategias nacionales respectivas».

**Conclusiones**

Tras el trabajo realizado, se llegó a las siguientes conclusiones acerca de los cambios microclimáticos y tecnologías de adaptación.

*Cambios microclimáticos*

- A nivel de ecosistema montañoso, la desertificación es el principal proceso que desencadena cambios microclimáticos en un contexto de crecientes impactos
- Existe en las culturas locales andinas una tradición de alrededor de 5 000 años de adaptación a la variabilidad climática, lo que brinda condiciones favorables para la adaptación al cambio climático. Sin embargo, esas mismas poblaciones se encuentran actualmente en situación de vulnerabilidad (pobreza, erosión cultural), por lo que los nuevos escenarios de cambio climático se como una amenaza real

*Tecnologías de adaptación*

- Existen tecnologías apropiadas para la adaptación a la variabilidad climática que, a su vez, pueden servir para hacer frente a un escenario de cambio climático en los ecosistemas montañosos andinos tropicales
- Entre las grandes líneas estratégicas para la adaptación al cambio climático, destacan la gestión de la diversidad, gestión del riesgo y desarrollo de capacidades
- Entre los enfoques y estrategias tecnológicas para la adaptación al cambio climático destacan la gestión de cuencas, ordenamiento territorial y agricultura ecológica, seguridad alimentaria, organización, capacitación, sistemas de información y alerta temprana y gestión de conflictos

- Las medidas tecnológicas apropiadas para la adaptación al cambio climático se pueden agrupar en seis:
  1. Agua: riego y optimización de su infraestructura de almacenamiento y conducción
  2. Suelo: manejo y conservación
  3. Cultivos alternativos
  4. Pasturas: aprovechamiento eficiente y residuos de cosecha
  5. Bosques: manejo y producción forestal
  6. Ganadería: manejo animal sostenible
- Las medidas de adaptación tecnológicas que se han impulsado se pueden considerar exitosas en la medida en que han incrementado la producción, no contribuyen a la desertificación, han contribuido a la seguridad alimentaria y a la generación de ingresos y son aceptadas por las poblaciones locales
- Los sistemas de información participativos, estaciones meteorológicas, identificación de bioindicadores y señas, y sistemas de alerta temprana son elementos fundamentales en un proceso de adaptación al cambio climático
- Las tecnologías que eran utilizadas para hacer frente a la variabilidad climática (conservación de humedales, terrazas, policultivos, agroforestería, almacenamiento de alimentos) son componentes centrales para el proceso de adaptación al cambio climático
- El desarrollo de capacidades y la gestión de conflictos demostraron ser factores fundamentales para el desarrollo de una estrategia de adaptación al cambio climático
- La gestión de conflictos en relación al uso de recursos naturales e institucionalidad, con especial referencia al agua, dentro de un escenario de cambio climático son factores de gran importancia ya que ante los escenarios climáticos anunciados, el agua es uno de los recursos que tiene mayor potencial de conflictos futuros

Para sintetizar las conclusiones, se elaboró una agenda nacional (**ver recuadro 7**) para la adaptación ante el cambio climático que contemplaba aspectos de investigación, pero también de políticas y difusión sobre el cambio climático, priorizándose la educación intercultural.



## Recuadro 7. Agenda nacional de cambio climático para el ámbito rural andino del Perú. Propuesta de temas

1. Desarrollo de capacidades: la adaptación al cambio climático en base a tecnologías apropiadas y tradicionales con la finalidad de reducir la vulnerabilidad de las poblaciones con menor calidad de vida en las siguientes líneas:

- a. Gestión integral de cuencas
- b. Gestión de la agrobiodiversidad (vegetal y animal: conservación *in situ*)
- c. Seguridad alimentaria
- d. Gestión del riesgo

2. Organización y participación: fortalecimiento de las organizaciones tradicionales y contemporáneas para hacer frente al cambio climático con participación de las poblaciones locales

3. Políticas e institucionalidad:

- a. A nivel regional, implementación de los dispositivos regionales ya existentes sobre cambio climático
- b. A nivel local, inclusión de la problemática del cambio climático en los presupuestos participativos. A largo plazo en las agendas locales
- c. Fortalecimiento de las instituciones relacionadas con la problemática del cambio climático

4. Educación intercultural:

- a. Conocimientos sobre cambio climático desde las diferentes cosmovisiones
- b. Cambios paradigmáticos, una nueva relación naturaleza-sociedad
- c. Cambio climático en la educación escolar y superior

5. Investigación:

- a. Saberes locales sobre el clima y su adaptación
- b. Investigación climática (diferenciar la variabilidad climática del cambio climático, glaciares y FEN)
- c. Escenarios climáticos
- d. Simulaciones
- e. Mercado y cambio climático (mercado gourmet)
- f. Información y alerta temprana
- g. Relación desertificación, diversidad biológica y cambio climático

6. Difusión:

- A nivel de agricultores y campesinos andinos
- A nivel de estudiantes de nivel escolar y superior
- A nivel de profesores
- A nivel de técnicos y científicos
- A nivel de dirigentes de gobiernos locales y regionales, y comunidades campesinas
- A nivel de población rural y urbana



## Papas nativas desafiando al cambio climático

Propuesta de adaptación tecnológica del cultivo de papas nativas frente al cambio climático en Cusco y Áncash

En el Perú la papa se constituye como uno de los cultivos fundamentales, no solo por su importancia en producción sino también en el consumo y relaciones sociales. La producción anual de papa es de alrededor de tres millones de toneladas, sembradas en casi trescientas mil hectáreas, es el medio de subsistencia de no menos de 600 mil familias. La papa es el principal cultivo de los campesinos de la sierra, para quienes la papa sirve de alimento y como fuente de ingresos. Los procesos de siembra y cosecha se realizan de una manera tradicional, con ritos y usos que se remontan a los siglos, y quizá, milenios.

Las variedades de papa indígenas domesticadas por los antiguos peruanos y mantenidas en un consumo local, en pequeñas producciones, son conocidas hoy en día como papas nativas. En Perú existen por lo menos tres mil variedades de estas papas ancestrales. Celebrando el año internacional de la papa, **Soluciones Prácticas** presentó, dentro de su colección Cambio climático y pobreza, el libro *Papas nativas desafiando al cambio climático*.

El libro describe uno de los siete temas priorizados en el macroproyecto *Tecnologías de adaptación y mitigación ante el cambio climático*, llamado *Estrategias para la adaptación tecnológica del cultivo de papas nativas frente al cambio climático*, desarrollado en dos zonas de la sierra peruana, la provincia de Yungay en Áncash y Canchis en Cusco, con un enfoque que prioriza el componente de agrosistemas de adaptación. La preocupación central del libro es analizar las relaciones entre el cambio climático, cultivos de papas nativas y la pobreza campesina en el marco de un intento de disminución de vulnerabilidad de estas frente al cambio climático.

### Introducción

Los pobladores de los Andes, zona tradicionalmente agrícola, lograron, a lo largo de los siglos, desarrollar formas de adaptación a la variabilidad climática inherente a sus múltiples sistemas climáticos. Sin embargo, en el último siglo, se han dado cambios mayores en el clima, tanto por efecto de la variabilidad natural como por la acción del cambio climático. Estos representan perturbaciones significativas y amenazas, principalmente para sociedades que dependen del uso de recursos naturales y, específicamente, de la agricultura.

El incremento de la temperatura, se muestra en hechos concretos como la reducción acelerada que sufren los glaciares en las altas montañas y eventos climáticos extremos. Entre estos últimos se han presentado cambios en la adaptación al interior de agroecosistemas, lo que involucra riesgos al disminuir la capacidad de

adaptación en algunas especies. Este es el caso de las papas nativas. Hoy se sabe que, sembradas en los Andes, las papas tenían una buena adaptación a agroecosistemas de climas templados. Ahora, en cambio, su mejor adaptación se logra en condiciones climáticas altoandinas o de puna.

Su gran diversidad en las zonas altoandinas, especialmente en Cusco, se convierte en una forma de seguridad alimentaria y de mantenimiento del conocimiento ancestral, pues mediante las prácticas agrícolas asociadas al cultivo de papas, se renuevan las estructuras sociales, transmitiendo rituales, símbolos y prácticas asociadas al cultivo, en algunos casos, portadoras de valiosa información como los indicadores etnometeorológicos (indicadores naturales de predicción climática) usados durante para medir los tiempos de cultivo, posibilidades de buena o mala siembra, desarrollo de las plantas, aparición de plagas, etc.

Así, el objetivo del libro es identificar y sistematizar las estrategias de adaptación, tanto tradicionales como modernas, promovidas ante los efectos del cambio climático en el cultivo de papas nativas y sobre los ecosistemas altoandinos.

### **Metodología**

La sistematización del proyecto se realizó en dos provincias: Yungay, departamento de Áncash en el centro del país, y Canchis, departamento de Cusco, al sur, entre setiembre y noviembre de 2007 (**ver figuras 1 y 2**). Las fuentes primarias de información fueron entrevistas, las secundarias informes, reportes y publicaciones de **Soluciones Prácticas**. En Canchis se trabajó con once comunidades campesinas productoras de papas nativas en cuatro distritos: San Pablo, Combapata, Checaupe y Sicuani; y en Yungay con tres distritos donde se han instalado sistemas de riego de papas: Shupluy, Yanama y Cascapara (**ver tablas 1 y 2**).

Figura 1. Ubicación del área de trabajo. Yungay



Figura 2. Ubicación del área de trabajo. Canchis

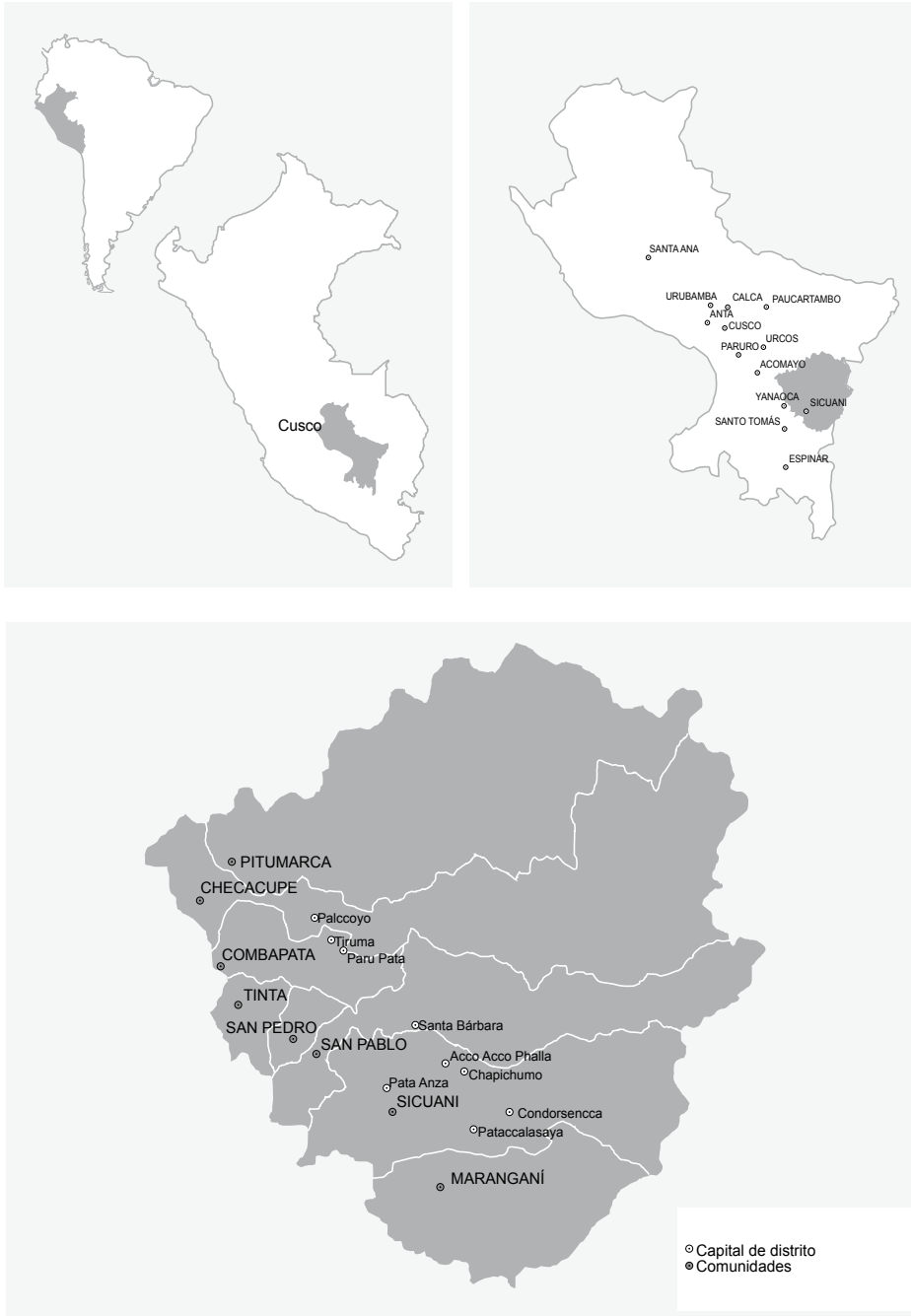


Tabla 1. Comunidades campesinas con acciones en papas nativas. Canchis

	<b>Distrito</b>	<b>Comunidad</b>	<b>Actividad</b>
<b>Canchis</b>	San Pablo	Santa Bárbara	Papas nativas
		Pata Tinta	Papas nativas
	Combapata	Paru Pata	Papas nativas
		Tiruma	Papas nativas
	Checacupe	Palccooyo	Papas nativas y alpacas
	Sicuani	Chapichumo	Papas nativas y alpacas
		Patacalasaya	Papas nativas y alpacas
		Pata Anza	Papas nativas y alpacas
		Accoacco Phalla	Papas nativas y alpacas
		Asociación Los Andes	Papas nativas y alpacas
		Condorsenca	Papas nativas y alpacas

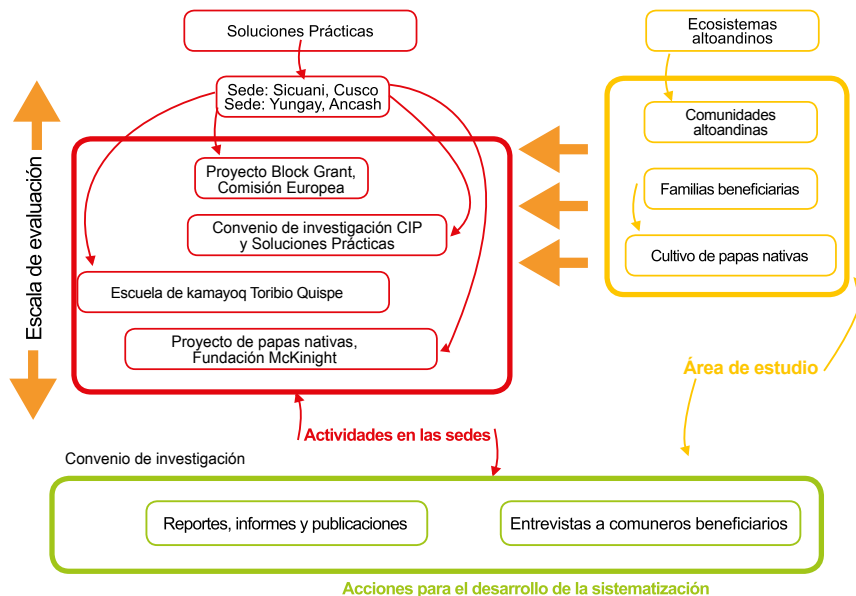
Tabla 2. Comunidades con acciones en sistemas de riego y papas. Yungay

<b>Provincia</b>	<b>Distrito</b>	<b>Comunidad</b>	<b>Actividad</b>
<b>Yungay</b>	Shupluy	Supluy	Sistemas de riego en papa
	Yanama	Yanama	Sistemas de riego en papa
	Cascapara	Cascapara	Sistemas de riego en papa

El sondeo rural rápido fue el método utilizado para las entrevistas, buscando información principalmente cualitativa. Los informantes seleccionados fueron elegidos por un elevado nivel de ascendencia y liderazgo en la zona. En la mayoría de entrevistas, se tradujo del quechua al español. Los temas centrales sobre los cuales se elaboró el cuestionario fueron:

- Efectos en la variación del clima atribuibles al cambio climático
- Evaluación de respuestas frente a desastres ocurridos
- Relevancia y replicabilidad de las respuestas tecnológicas de adaptación
- Estudios de contribución a la adaptación del conocimiento local
- Tecnologías para la producción y manejo del cultivo de papa

Figura 3. Marco conceptual



## Estrategias

«Recobrar cada una de las variedades es un trabajo que lleva años, por lo que cada agricultor y su familia guardan, como si fuera un tesoro, todas las variedades que poseen».

### Biodiversidad

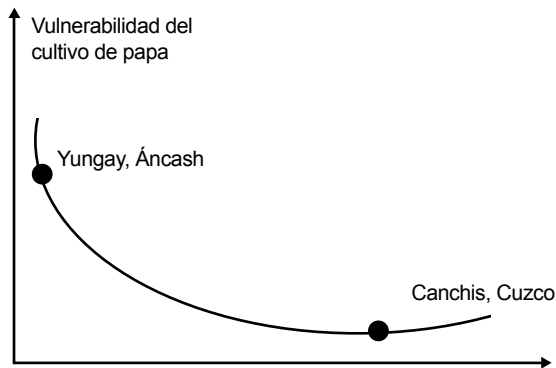
Estas hermosas palabras, son utilizadas en el libro para describir la importancia de la biodiversidad de las papas nativas para los campesinos que las cultivan. En la región andina, el Centro internacional de la papa (CIP) ha catalogado más de cuatro mil especies sembradas de papa, de las cuales al menos 2 500 son cultivos peruanos realizados en comunidades altoandinas, llegando algunas familias a cultivar hasta cincuenta variedades. Esta diversidad es un elemento cultural para los pobladores altoandinos, como ya dijimos, que se convierte en un factor de supervivencia económica para la familia y de identidad para la comunidad. Muchos de los campesinos ven la tarea de mantener y recuperar variedades afectadas o perdidas como fundamental.

La vulnerabilidad del cultivo de papa, es decir, su susceptibilidad hacia eventos extremos adversos es mayor en Yungay por la menor cantidad de variedades, los agricultores mantienen entre una y cuatro variedades mixtas de papa, es decir,



mejoradas y nativas comerciales, en sus parcelas de cultivo. En Canchis la situación es opuesta: los comuneros mantienen entre 20 y 50 variedades nativas por familia. De las provincias estudiadas, la menos vulnerable es Canchis por su mayor base genética o diversidad de especies (**ver figura 4**).

**Figura 4. Relación entre vulnerabilidad y biodiversidad de la papa**



#### *Conocimiento tradicional*

El conocimiento local de los campesinos es utilizado para distinguir entre variedades nativas de papas que poseen atributos para tolerar o resistir factores como heladas, sequías, granizadas, etc. Por otro lado, sus conocimientos tradicionales sirven también para predecir condiciones futuras del clima: saber si habrá lluvias regulares o irregulares o no, si se tendrá una buena o mala producción, etc. Los indicadores que utilizan más los campesinos son los siguientes: mayu lacco, cco-tto, atocc wacca y mayu chuya o wallata. Veamos algunos testimonios de los campesinos entrevistados:

«...vemos las estrellas<sup>1</sup> [ccoto], esto lo vemos en el cielo el día de San Juan [24 de junio], a eso de las tres de la mañana tenemos que verlo, si el año no va a ser bueno las estrellas se ven opacas o chicas. Otra cosa que vemos es la mayu chuya [patos], que son unas aves, los patitos nacen en agosto y para setiembre ya salen con su mamá, pero tienen que estar en parejas, cuando sale una sola pareja quiere decir que todavía no es bueno sembrar, tenemos que retrasar la siembra, pero cuando salen dos o tres parejas, el año ya es buen año, no va a haber problemas. Otra cosa que vemos es el mayu lacco [algas del río], que generalmente crece en el río. Cuando cae una helada y los quema, no es para hacer una siembra primera, debemos retrasar la siembra, pero si sigue creciendo normalmente y la helada no la afecta, va a ser un buen año. También escuchamos en agosto el aullido del atocc huacca [zorro], cuando es un solo sonido corto quiere decir que va a ser mal año pero cuando es un sonido largo como si se riera, quiere decir que será buen año».

Viviana López Poma, kamayoq de papa

1 Las estrellas observadas son las Pléyades.

Eusebio León Huantura, kamayoq de papa<sup>2</sup>, compara las señales etnometeorológicas. Según su testimonio, en tiempos ancestrales, los antiguos<sup>3</sup> utilizaban muchos indicadores para entender el clima y saber cómo variaría. Estos indicadores han desaparecido o se han hecho poco confiables y hoy en día quedan pocos muy útiles (**ver tabla 3**).

**Tabla 3. Indicadores de mayor utilidad**

Indicador	Fecha	Predicción favorable	Predicción desfavorable	Confiabilidad
Mayu lacco o lacco (algas de río)	Agosto a setiembre	Cuando el color es un verde muy intenso, significa que el año será bueno y las siembras ocurrirán en la época habitual	Cuando no aparecen estas algas sino hasta finales de setiembre, se vuelven amarillas y como quemadas por la helada. En este caso las siembras deben retrasarse	Muy utilizado y confiable
Ccotto (grupo de estrellas)	Junio, para algunos el 13 y para otros el 24	Cuando los grupos de estrellas son grandes, especialmente el primero, el año será bueno y las siembras normales	Cuando los grupos de estrellas son pequeños, especialmente el primer grupo, el año no será bueno y las siembras deben retrasarse	Muy utilizado y confiable
Atocc waccac (zorro que llora, zorro que canta)	Agosto a setiembre	Cuando su graznido es un "wuaccaccaccacc" largo, que da la impresión de risa o felicidad, el año será bueno y las lluvias normales	Cuando su graznido es un "wuacc" corto y no termina, el año será malo, las lluvias irregulares y la producción baja	Muy utilizado, aunque algunos años falla
Mayu chulla, wallata (aves)	Agosto a setiembre	Cuando tienen 4 o más crías que salen en setiembre, el año será regular o bueno	Cuando solo tienen 2 crías, el año será malo y la producción de papa baja	Muy utilizado y confiable

Cabe señalar que los indicadores han comenzado a sufrir un proceso de erosión, siendo su validez relativizada por los campesinos. Eusebio León Umpiri y Domingo Nina Avanasocco afirman que «la seña más segura es el zorro», pero agregaron, paradójicamente «sin embargo hay años que el zorro falla».

En la ciudad de Sicuani, en Canchis, se desarrolla la escuela de kamayoq Toribio Quispe, una estrategia de capacitación alternativa. Entre 1996 y 2005 se formaron doscientos promotores kamayoq en base a un modelo de extensión rural orientado a la generación y difusión de innovaciones tecnológicas. Los especialistas en papa o kamayoq de papa reciben una capacitación en talleres que abarca diversos

2 Los kamayoq son expertos campesinos en producción agropecuaria y manejo sostenible de recursos naturales. Durante el imperio incaico eran los especialistas en técnicas, entendidas como todo saber especializado, hoy en día se dedican a conocimientos técnicos que transmiten a poblaciones rurales de origen quechua.

3 Pobladores de tiempos remotos, con un gran conocimiento, a los que se atribuye hechos de importancia extrema para la cosmogonía de los pueblos andinos como la creación del mundo, de los hombres, de ciertas especies, dominio sobre la naturaleza y poderes mágicos. También se usa el término antiguos para referirse a los ancestros de las comunidades.

temas como experimentación campesina, plagas y enfermedades que afectan el cultivo de papa, preparación y aplicación de abonos orgánicos, manejo integrado del gorgojo de los Andes, manejo integrado del gorgojo de la polilla de la papa, prácticas de conservación y preparación del suelo, caracterización de la papa nativa, tratamiento de la semilla y almacenamiento de la papa nativa, procesamiento y elaboración de nuevos platos a base de papas nativas, desarrollo de pequeños negocios con papas nativas.

Los reportes mensuales de los participantes de la escuela sirvieron como herramienta de diagnóstico de las principales plagas que afectan a la papa nativa y como herramienta de adaptación, permitieron desarrollar mejores formas de preparación de abonos orgánicos y suelos, rescate de mecanismos naturales y controladores biológicos para controlar las plagas, contra las plagas.

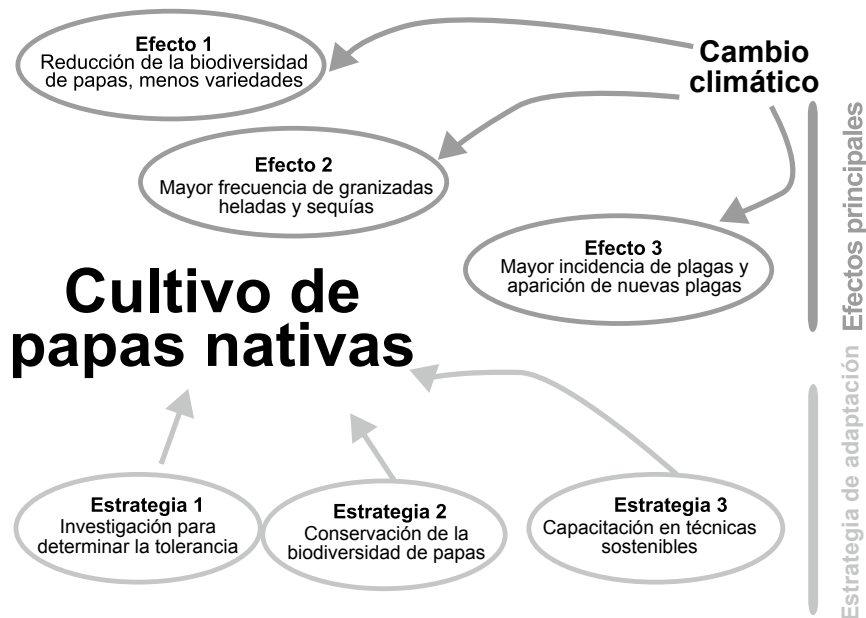
### **Resultados**

Como resultado del proceso de evaluación, se determinaron son los tres efectos más críticos del cambio climático sobre las comunidades que cultivan papas: a. reducción de la biodiversidad, b. mayor frecuencia de fenómenos climáticos extremos y c. incremento en la incidencia de plagas. Estos efectos llevaron a la identificación de dos escenarios posibles: uno favorable y otro desfavorable. En el escenario desfavorable, ante el incremento de temperaturas, heladas, granizadas, sequías, plagas, enfermedades y daños en el cultivo se da una pérdida de la biodiversidad de las papas nativas. La reducción de la disponibilidad de papas para el autoconsumo tiene un efecto directo sobre la seguridad alimentaria de muchas familias en el país, asimismo, la reducción de biodiversidad, significa una pérdida del conocimiento local.

El segundo escenario, la biodiversidad es mantenida a través de aplicación de técnicas de manejo de plagas que permiten excedentes, mejorando el uso de conocimientos tradicionales y permitiendo el acceso a nuevos mercados, reduciendo la vulnerabilidad ante el cambio climático significativamente.

Ante estos factores, y tomando en cuenta los posibles escenarios, se propusieron tres estrategias de adaptación: a. investigación sobre la tolerancia de papas, b. esfuerzo de conservación de la biodiversidad de las papas y c. capacitación técnica a los campesinos (**ver figura 5**).

Figura 5. Estrategia de adaptación al cambio climático en papas nativas



## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

La principal conclusión del libro respecto al manejo del cultivo de papas nativas es que su gran diversidad se mantiene gracias a los saberes ancestrales. Esta es la estrategia más efectiva e importante para disminuir el riesgo de las comunidades ante eventos climáticos extremos. Al usarse también indicadores de predicción que derivados del conocimiento local se tiene un sistema capaz de adaptarse, modificarse y recuperarse ante los cambios.

También se destaca el uso del modelo kamayoq sobre difusión de tecnologías que permiten complementar el conocimiento de los pobladores con datos científicos. Esta complementación permitirá además obtener ventajas y acceder al mercado de productos orgánicos, proporcionando mejores ingresos y reduciendo de esta forma el nivel pobreza existente entre las familias altoandinas.

### Recomendaciones

El conocimiento local debe ser considerado la base de cualquier intervención en las comunidades altoandinas, ya que sus expresiones responden a un conocimien-

to de miles de años y explican el dominio de su ecosistema y la domesticación a la que sometieron muchas especies de plantas y animales. La papa es parte fundamental de este conocimiento.

Específicamente se recomiendan varias líneas informativas: se deben establecer redes sobre cambio climático y variedades de papas nativas utilizando como base el conocimiento tradicional, integrar sistemas de alerta temprana y bioindicadores como parte de una investigación destinada a validar el conocimiento local para la predicción climática, investigar en la capacidad de las plantas de papa para enfrentar el cambio climático y buscar replicar las respuestas tecnológicas a otras zonas altoandinos enfocadas en la idea de seguridad alimentaria.



## Agroforestería: una estrategia de adaptación al cambio climático

Propuesta de adaptación tecnológica del cultivo de café y cacao en respuesta al cambio climático en San Martín

San Martín, en la vertiente oriental del ecosistema montañoso andino, se caracteriza por las fuertes precipitaciones que soporta, con frecuencia por encima de los 1 000 mm/año; suelos delgados y la gran cobertura vegetal boscosa que tapiza sus laderas escarpadas en donde se concentra la mayor diversidad biológica del país.

El libro describe uno de los siete temas priorizados en el macroproyecto *Tecnologías de adaptación y mitigación ante el cambio climático*, desarrollado por **Soluciones Prácticas** durante los años 2006 y 2007, llamado *La agroforestería como una estrategia de adaptación al cambio climático en San Martín*, desarrollado en la provincia de El Dorado, departamento de San Martín, selva norte del Perú. La preocupación central del libro es proponer alternativas al monocultivo de café y cacao en sistemas agroforestales que permitan recuperar los suelos y reducir la vulnerabilidad de las poblaciones campesinas rurales, especialmente de los agricultores de la zona.

### Introducción

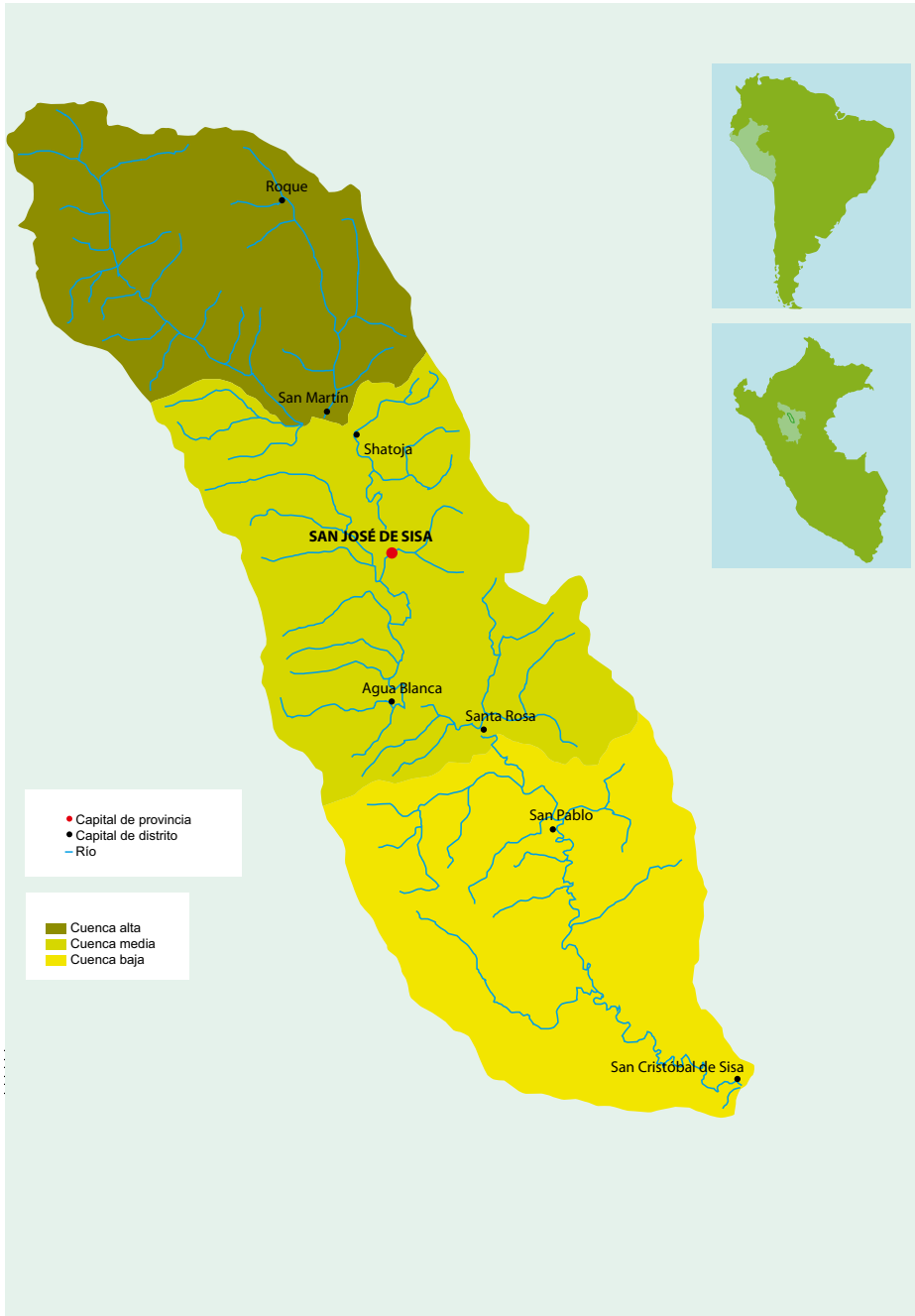
La ampliación de la frontera agrícola, tala excesiva, quemadas y desmonte de bosques para la ganadería y agricultura son las actividades destructivas más denunciadas en la selva oriental. La cuenca del Sisa, en la provincia El Dorado, es una zona fundamentalmente maicera y algodonera; sin embargo, estos cultivos, aunque altamente rentables, incrementan tremendamente su vulnerabilidad, si tomamos en cuenta la fuerte pendiente en la que se ubican (de entre 20 y 30 %) y las precipitaciones que soportan.

Es lógico deducir que procesos como los mencionados anteriormente generan cambios microclimáticos muy fuertes en las cuencas de la selva alta (rupa rupa) o de las yungas de la vertiente oriental. A este proceso local, se suman otro global: el cambio climático, que se manifiesta en intensas precipitaciones y prolongadas sequías.

### Metodología

La provincia El Dorado se ubica al norte de la región San Martín, con una extensión de 1 298.14 km<sup>2</sup>, comprende los cursos medio y alto de la cuenca del río Sisa y abarca una altitud de 550 a 2 000 msnm (**ver figura 1**).

Figura 1. Ubicación de la provincia El Dorado





Está integrada por 5 distritos: San José de Sisa, Agua Blanca, Santa Rosa, Shatoja y San Martín de Alao (**ver cuadro 1**).

**Cuadro 1. Distritos intervenidos**

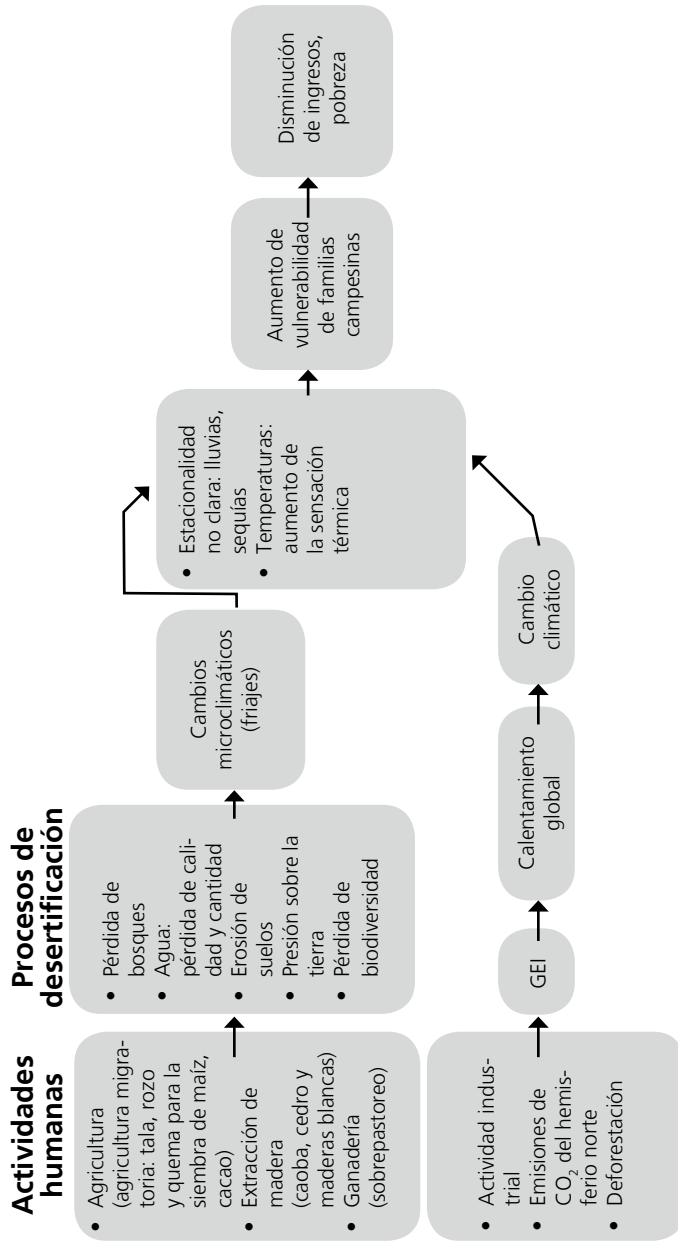
Distrito	Superficie (km <sup>2</sup> )	Altitud (msnm)	Numero de hogares
San José de Sisa	299.90	340	2 307
Agua Blanca	168.19	300	525
San Martín de Alao	562.57	420	836
Santa Rosa	243.41	280	317
Shatoja	24.07	400	327

El clima de la cuenca se caracteriza por lluvias y humedad en todas las temporadas, con temperaturas que varían entre 22 y 34 °C. El Dorado posee una gran biodiversidad, es una de las regiones más ricas del Perú, por los climas variados que presenta y su topografía accidentada. Es también una de las regiones más deforestadas, donde la tala indiscriminada de bosques es agravada por la migración de nuevos agricultores de la sierra con prácticas agrícolas y ganaderas inadecuadas como el monocultivo de maíz, labranzas excesivas, quema de pastizales, etc.

En la región se distinguen tres tipos de agricultura: la agricultura campesina tradicional, la agricultura con sistemas agroforestales y una agricultura comercial. Sin embargo, su población es muy vulnerable porque depende de agricultura a pequeña escala, afectada por procesos como el calentamiento global y desertificación. En los últimos años se han alternado lluvias prolongadas y sequías intensas y sólo el 20% de las actividades agrícolas se realizaron con sistemas agroforestales de cacao y café. En general, la amenaza constante de sequías y lluvias y el avance de la deforestación han alterado los ciclos del agua. Esta situación reduce los ingresos de la población, incrementando su nivel de vulnerabilidad.

El objetivo general del proyecto fue la reducción de la vulnerabilidad, y con ello de la pobreza de agricultores de cacao y café de la selva alta, especialmente en la provincia de El Dorado, mediante la implementación de sistemas agroforestales que posibiliten el incremento de ingresos, convirtiéndose en una estrategia de adaptación al cambio climático (**ver figura 2**).

Figura 2. Planteamiento del problema



Para contribuir a la reducción de la pobreza en la cuenca del Sisa, se propuso impulsar el desarrollo de sistemas agroforestales sostenibles; contribuir al desarrollo de capacidades de acceso a los mercados nacionales e internacionales; aportar al fortalecimiento de las organizaciones locales de productores y ayudar a generar alternativas de ingresos seguros en los pequeños agricultores.

### **Antecedentes**

Según recientes estudios sobre variabilidad climática que determinaron que el clima de la región está influenciado tanto por el océano Atlántico, como por el Pacífico y que depende de los ciclos resultantes positivo o cálido (El Niño) y negativo o frío (La Niña) del Fenómeno El Niño.

Hay dificultad para separar las tendencias del agua a mediano y largo plazo ya que el balance de las aguas es afectado por el Fenómeno El Niño, impidiendo la toma de datos correctos. Sin embargo, en la parte norte de la amazonía son más claros los efectos de la variabilidad climática en los caudales, que se ven claramente disminuidos. Esto alterna, en las mismas épocas, con tendencias a sequías en la costa norte del Perú.

Los estudios muestran que durante el Fenómeno El Niño en algunas zonas de la selva alta del Perú hay una escasez de agua de hasta 90 %, mientras que en la selva baja central, alcanza 60 %. Los datos recolectados determinan que la región de estudio es particularmente vulnerable a la variabilidad normal del clima, en especial, a la disminución de la precipitación pluvial en años de Fenómeno El Niño, agravados por los efectos del cambio climático.

Otro antecedente importante y que demostró ser útil durante la ejecución del proyecto es la diversidad de especies forestales presentes en las chacras de productores cafetaleros y cacaoteros (**ver cuadro 2**), las especies medicinales (**ver cuadro 3**) y frutales (**ver cuadro 4**). Esta últimas demostraron ser el tipo de plantación más común para crear sombra rápida sobre los cultivos.

**Cuadro 2. Número de especies forestales maderables en chacras cafetaleras y cacaoteras**

Grupo	Especies sembradas				Especies nativas					
	Capirona	Caoba	Cedro	Bolaina	Pashaco	Shaina	Pumaquiro	Paliperro	Pinshacasi	Otras especies
Cafetaleros	49	3	8	15	38	1	63	5	15	50
Cacaoteros	28	20	7	61	8	7	12	6	6	42

**Cuadro 3. Número promedio de especies medicinales**

Grupo	Especies							
	Sangre de grado	Uña de gato	Ajo sacha	Jagua	Ojé	Piñón	Chuchuhuasi	Cordoncillo
Cafetaleros	8	0	3	1	1	6	1	10
Cacaoteros	6	3	7	2	7	5	1	45

**Cuadro 4. Número de especies frutales**

Grupo	Especies						
	Cítricos	Caimito	Guaba	Mango	Zapote	Palto	Pomarosa
Cafetaleros	11	0	115	4	1	2	0
Cacaoteros	18	4	69	5	9	10	1

### **Estrategias**

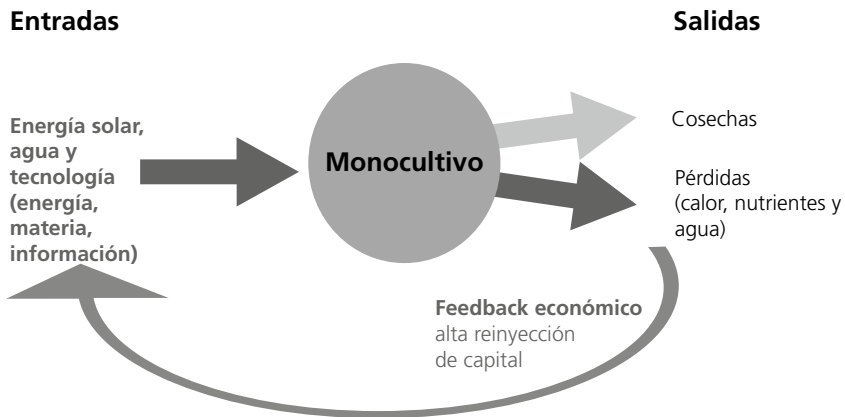
Las estrategias surgieron de la identificación del problema en la cuenca del río Sisa, priorizándose tres ejes de acción: agroforestería, comercialización y organización. En cada finca se realizó un diagnóstico para determinar el manejo agronómico, índices productivos, componentes del sistema agroforestal y diversidad vegetal. Luego, se estableció un plan de manejo de las fincas con los productores, que contemplaba actividades como podas del cultivo, enriquecimiento forestal de los sistemas, rehabilitación y renovación de cultivos, abonamiento, establecimiento de barreras vivas y muertas.

Un punto fundamental de las estrategias fue la implementación de sistemas agroforestales: régimen de siembra en el que se combinan cultivos de gran producción como el cacao y café con especies perennes (árboles, arbustos, palmas, frutales). El sistema agroforestal tiene varios beneficios: permite optimizar la producción del terreno, ya que los árboles aportan forraje, leña y otros materiales orgánicos que son reciclados y usados naturalmente como abonos y hacen sostenible la explotación constante del suelo y aseguran su integridad estructural; también brindan sombra a los cultivos más pequeños.

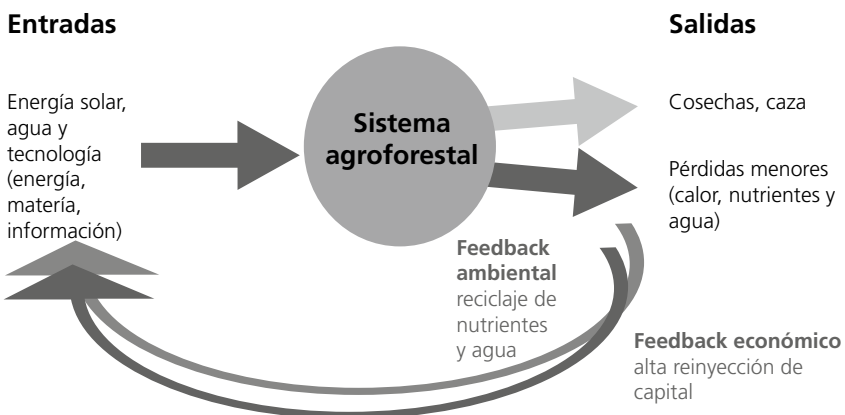
La importancia del enfoque agroforestal es que, siendo una forma tecnificada de siembra, es la que más se parece al estado natural de los bosques (bosques primarios) y permite enfrentar las condiciones de alta fragilidad ecológica que caracterizan los territorios de la cuenca del río Sisa. La agroforestería en mayor o menor medida permite el inicio de la restauración del estado natural de los bosques y es una estrategia de adaptación al cambio climático que no altera radicalmente la forma de vida de las poblaciones nativas. Su contraparte, el sistema

de monocultivo, no procura un retorno de los elementos que el bosque produce (como nutrientes, cosechas y agua), sino la producción permanente y sin criterio de renovación de un terreno. Una vez explotado al máximo, haciendo imposible la regeneración natural, se prosigue a otro terreno en donde la operación se repite (ver figuras 3 y 4).

**Figura 3. Funcionamiento de un sistema de monocultivo**



**Figura 4. Funcionamiento de un sistema agroforestal**



Ya hemos dicho que la agroforestería es una estrategia de adaptación al cambio climático no invasiva, ya que no significa el uso de tecnologías como forma de mediación entre el ser humano y la realidad que lo rodea. Esta alternativa se basa en una aproximación desde la esfera de la adaptabilidad inherente de los seres vivos. Su meta es restaurar de la mejor manera posible el equilibrio natural original.

El **cuadro 5** presenta las estrategias priorizadas durante la ejecución del proyecto. Debe apuntarse que para su aplicación se dio una conjugación de saberes tradicionales y modernos, en un esfuerzo por mantener los medios de vida de los pobladores.

**Cuadro 5. Estrategias priorizadas**

Áreas priorizadas	Componentes	Saberes locales	Tecnologías modernas
<b>Agroforestería</b>	- Enriquecimiento forestal - Producción orgánica - Clima	√	√
<b>Comercialización</b>	- Inserción a mercados exteriores calificados - Inserción a mercados locales - Rentabilidad	-	√
<b>Organización</b>	- Fortalecimiento - Integración a presupuestos participativos	√	√

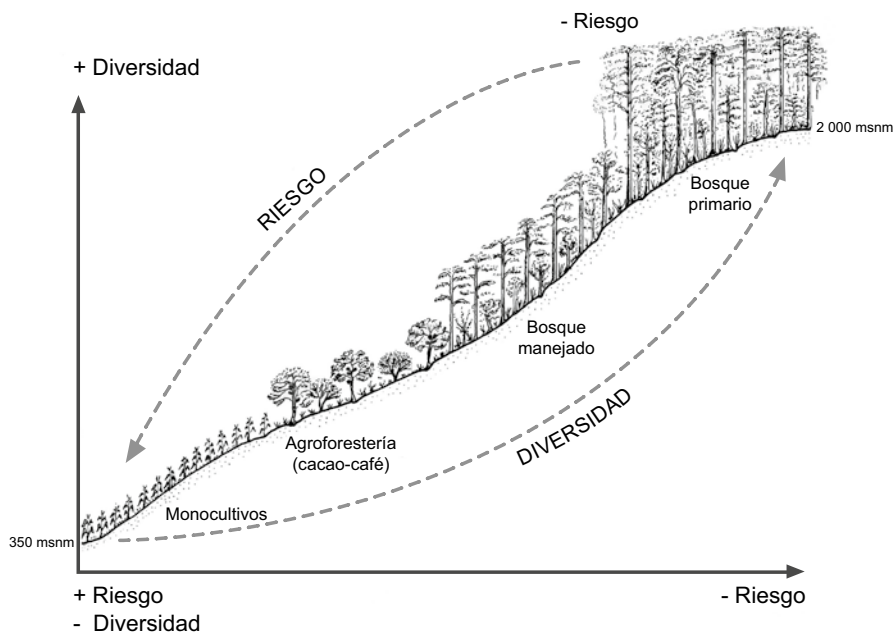
### **Resultados**

Luego de una evaluación de vulnerabilidad en la cuenca, se determinó que la pobreza afecta amplios sectores de la población; siendo un factor determinante la falta de empleo y los bajos niveles de ingreso que obtienen las personas en las actividades de subsistencia. Un considerable porcentaje de la población carece de servicios básicos (agua, desagüe, energía eléctrica, acceso a la atención médica). La base económica de la cuenca se sustenta en la actividad agrícola y ganadera que recibe poca atención del Estado: no cuenta con planes de evacuación en caso de emergencia y tiene poco grado de organización social.

También se realizó un análisis de las tendencias climáticas de recientes años. En líneas generales, desde el año 2000 se presentan veranos más intensos y prolongados, como resultado, hay un incremento en plagas y enfermedades tanto en cultivos como en seres humanos. La variación de temperatura supone una modificación los ciclos naturales del agua y el aire: las temporadas de lluvias son variables y hay una modificación del comportamiento de los vientos en los meses de mayor fuerza.

El resultado directo de la deforestación es la reducción de la productividad general del suelo, sujeto a la erosión, con un ciclo hidrológico ya alterado y la disminución peligrosa de la biodiversidad, como se ve en la **figura 5**. El **cuadro 6** presenta cifras de deforestación de El Dorado. Según estos datos, para el año 2010, el área deforestada ocupará 68 % de la cuenca.

**Figura 5. Relación diversidad y riesgo**



**Cuadro 6. Deforestación en El Dorado**

Año	Superficie (ha)
1999	72 021.85
2000	73 510.79
2005	80 955.49
2010 (proyectado)	88 400.19
<b>Superficie total</b>	<b>129 814.00</b>

Los sistemas agroforestales de cacao y café permiten retener la humedad y reducir la erosión del suelo durante sequías prolongadas, además, permiten que la producción incremente, ya que la sombra que se provee a los cultivos primarios permite realizar más podas durante el año.

La implementación de estos sistemas se acompañó con la integración de los productores de cacao y café a cooperativas, lo que permitió establecer mejores precios de venta, eliminando la necesidad de intermediarios o productores organizados que reducían sus ingresos al cobrar un porcentaje directo de la venta de los productos. El ingreso a cooperativas les dio el estado de productores organizados, permitiéndoles el acceso a mercados más grandes y utilizar denominaciones orgánicas que garantizan al consumidor final el origen natural y no tratado del café y el cacao, en función a un mejor precio de venta ligeramente más alto, que, sin embargo, significa un incremento significativo para los productores.

A nivel de organización, se capacitó a los agricultores sobre temas de administración local, toma de decisiones y participación en procesos ciudadanos de administración local como el presupuesto participativo y el plan de desarrollo concertado de las municipalidades.

Estos procesos tuvieron buenos resultados entre la población involucrada, ya que conocieron la existencia de mecanismos civiles de participación, a través de los cuales ellos y los demás actores sociales pueden tomar parte de la toma de decisiones y gastos del gobiernos local.

El **cuadro 7** presenta las principales propuestas de acción continuada en la cuenca que permitirán la viabilidad del plan establecido durante la ejecución del proyecto.



Cuadro 7. Propuesta de políticas locales

Línea estratégica	Políticas
Investigación	<p><b>Registro climático</b> Ampliar el sistema de registros climáticos de la región en función a la importancia de cuencas y microcuencas, haciendo participar a actores claves como universidades locales y centros de investigación. Se deben incluir bioindicadores climáticos en los sistemas de registro y establecer difusiones periódicas de escenarios climáticos para la agricultura</p>
	<p><b>Prevención</b> Establecer sistemas de información y alerta temprana en cuencas y microcuencas para la gestión de riesgos ambientales</p>
	<p><b>Regulación y control</b> Realizar estudios de zonificación económica y ecológica, incluyendo inventarios de flora y fauna. Validar e implementar sistemas participativos de regulación y control para el uso y cuidado de los recursos naturales</p>
	<p><b>Sistemas de producción</b> Validar y promover el uso de especies nativas en los sistemas agroforestales. Desarrollar nuevos modelos de producción en sistemas agroforestales para que productos nativos con potencial de mercado alcancen volúmenes comerciales</p>
	<p><b>Biodiversidad y cultivos nativos</b> Profundizar conocimientos sobre hábitat y especies nativas. Identificar, estudiar y domesticar cultivos nativos promisorios. Establecer lineamientos de regulación y control para su aprovechamiento</p>
Desarrollo de capacidades	<p><b>Ordenamiento territorial</b> Facilitar la creación e implementación de unidades de gestión ambiental en los 77 municipios distritales para garantizar el uso adecuado del territorio y aplicación de los sistemas agroforestales como estrategia de adaptación</p>
	<p><b>Gestión integral de cuencas</b> Promover la creación de organismos interdistritales, reguladores del uso de agua y explotación de recursos con fines agrícolas. Calendarización y zonificación de las actividades agropecuarias</p>
	<p><b>Gestión del riesgo</b> Fortalecer capacidades de los comités distritales y provinciales de defensa civil en acciones de prevención de riesgo con enfoques de cuenca</p>
	<p><b>Gestión de la biodiversidad en ecosistemas forestales</b> Formación de profesionales y difusión masiva de conocimientos sobre la diversidad biológica de los ecosistemas, fragilidad y estrategias de aprovechamiento y explotación</p>
	<p><b>Agroforestería</b> Difusión de diseños agroforestales apropiados a los ecosistemas. Incluir en los colegios e institutos la agroforestería como disciplina articuladora de la formación profesional. Promover las plantaciones forestales con fines comerciales y de servicios ambientales (captura de carbono, protección de fuentes de agua, cabeceras de cuenca)</p>
Organización y participación	<p><b>Presupuestos participativos</b> Fortalecimiento del tejido social para la formulación de proyectos de agroforestería que puedan ser incluidos en los presupuestos participativos</p>
Educación sobre cambio climático	<p>Implementar estrategias publicitarias que sensibilicen a la población y promuevan una actitud responsable ante el cambio climático. Incluir en el proyecto educativo regional temas de aprendizaje sobre causas, consecuencias y estrategias de adaptación al cambio climático</p>

## **Conclusiones y recomendaciones**

### *Conclusiones*

Las conclusiones sobre sistemas agroforestales inciden en la necesidad de reconvertir fincas que usan monocultivo a sistemas agroforestales con cacao y café, utilizando especies forestales nativas. Como paso previo, se debe realizar un estudio de zonificación de la cuenca del río Sisa con el objetivo de identificar capacidades y conflictos por el uso del suelo. Esta evaluación permitirá definir los tipos de terrenos y el establecimiento de mecanismos de control.

Al insertarse la producción de café y cacao en los mercados nacionales e internacional, los cacaoteros y los cafetaleros han aumentado los precios de venta y se han independizado de los intermediarios locales. Sin embargo este proceso de separación tenía el potencial riesgo de fluctuaciones severas entre los precios, sin embargo, se logró regular y dar estabilidad a los precios de venta de los productos de las cooperativas.

Respecto al componente organización, la agrupación de agricultores en cooperativas permite a los individuos incrementar su potencial de resistencia a los efectos del cambio climático. La conciencia ambiental desarrollada ha contribuido a que los agricultores sustituyan el cultivo de maíz por cultivos perennes, como el cacao y el café. El trabajo organizado tiene resultados favorables en volúmenes exportables, productos de alto valor, localización de mercados justos y financiamiento externo.

### *Recomendaciones*

Se deben introducir prácticas de conservación y manejo de suelos como actividades complementarias al manejo del sistema agroforestal, ya que permitirán incrementar el índice de sostenibilidad del sistema.

Sobre comercialización, son útiles prácticas de centralización de volúmenes de producción como la instalación de centros de acopio y la orientación de producción hacia mercados específicos de alto valor.

En temas de organización se recomienda mantener una forma de trabajo que permita la organización en grupos para futuras intervenciones en la zona, porque esta ha probado ser una técnica adecuada. Es también importante ampliar la base de agentes capacitadores y desarrollar las capacidades de los agricultores que serán encargados de continuar con el proceso de difusión de las metodologías implementadas.

## Gestión del agua para enfrentar al cambio climático

Propuesta de gestión del agua como medida importante de adaptación al cambio climático en Yungay

La zona de Yungay es un área crítica en relación al cambio climático, además de ser parte importante en la historia de los sismos en el Perú. Se encuentra en la cordillera blanca, que es, a la vez, uno de los componentes centrales de los nevados tropicales andinos y uno de los lugares donde, con mayor detenimiento y detalle, se han hecho estudios de seguimiento del comportamiento de estos glaciares.

El libro describe uno de los siete temas priorizados en el macroproyecto *Tecnologías de adaptación y mitigación ante el cambio climático*, desarrollado por **Soluciones Prácticas** durante los años 2006 y 2007, llamado *Mejoramiento de las capacidades de las comunidades rurales de la provincia de Yungay para reducir su vulnerabilidad y adaptar sus medios de vida al cambio climático*, desarrollado en la provincia de Yungay, departamento de Áncash, sierra central del Perú. La preocupación central del libro es analizar las relaciones entre el cambio climático y los conflictos en gestión del agua en la provincia elegida en el marco de una propuesta de sistematización que permita tomar las medidas necesarias para reducir la vulnerabilidad ante la reducción del recurso hídrico para la población local.

### Introducción

El cambio climático genera una serie de consecuencias negativas que afectan, fundamentalmente, a las poblaciones más vulnerables, en este caso, las comunidades rurales de Yungay, quienes, a su habitual lucha contra la pobreza, deben añadir la generación de estrategias para combatir las consecuencias negativas del cambio climático, buscando reducir su vulnerabilidad y adaptar sus medios de vida a nuevas y cambiantes circunstancias. La experiencia llevada en la zona responde a la pregunta ¿cómo contribuir al mejoramiento de las capacidades de las comunidades rurales en esta dirección?, de la que este libro da cuenta.

El retroceso de los glaciares es un tema central en la sierra peruana, especialmente en Áncash. Tiene un impacto sobre el balance del agua de la vertiente occidental de los Andes centrales, fundamental en la agricultura, no solo de las partes altas de la cuenca del río Santa, sino también en proyectos de irrigación de tierras áridas ejecutados en la costa. El trabajo desarrollado presenta propuestas tecnológicas en el marco del enfoque de gestión de cuencas de la cuenca del río Santa.

Estadísticamente, Yungay tiene un bajo índice de desarrollo (0.453). La principal actividad de su población es la agricultura, dedicándose especialmente al cultivo de maíz, papa, trigo, cebada, hortalizas y gramíneas, aunque más recientemente se ha extendido el cultivo de especies frutales como paltos y melocotones.

La problemática a la que el proyecto se circunscribe se relaciona con el manejo inadecuado del agua por parte de los pobladores: el incremento de usuarios frente a una cantidad constante de recurso hídrico con características de riego ineficiente; erosión de suelos; pérdida de la calidad del suelo por el uso excesivo; inadecuado e indiscriminado uso de fertilizantes, insecticidas y fungicidas; la ampliación de la frontera agrícola sin conservar el medio ambiente y procesos desactualizados de manejo de cultivos. A estas prácticas, acompaña una pérdida gradual del conocimiento tradicional de las actividades agrícolas causado por un proceso de mestizaje en las nuevas generaciones que, sin embargo, también carecen de conocimientos occidentales y modernos del manejo de cultivos.

### ***Metodología***

La zona del estudio fue la subcuenca Santo Toribio en la cuenca alta del río Santa. La provincia de Yungay, ubicada en esta zona, se encuentra en la Cordillera Blanca (**ver figura 1**). Con más de 60 mil habitantes, de los cuales 40 % son rurales, Yungay es una de las localidades peruanas con mayor vulnerabilidad ante sismos e históricamente una de las más afectadas por los terremotos como en 1725, 1962 y 1970. También es una zona en la que el retroceso glaciar es más apreciable.

Figura 1. Ubicación del área de trabajo. Yungay



Tomando en cuenta estos antecedentes, se intervinieron 12 localidades en los distritos de Yungay, Mancos, Ranrahirca, Shupluy y Cascapara. Cabe mencionar los distritos se encuentra divididos en tres áreas geográficas distintas: la cordillera Blanca, la cordillera Negra y la cuenca del río Marañón (**ver cuadro 1**).

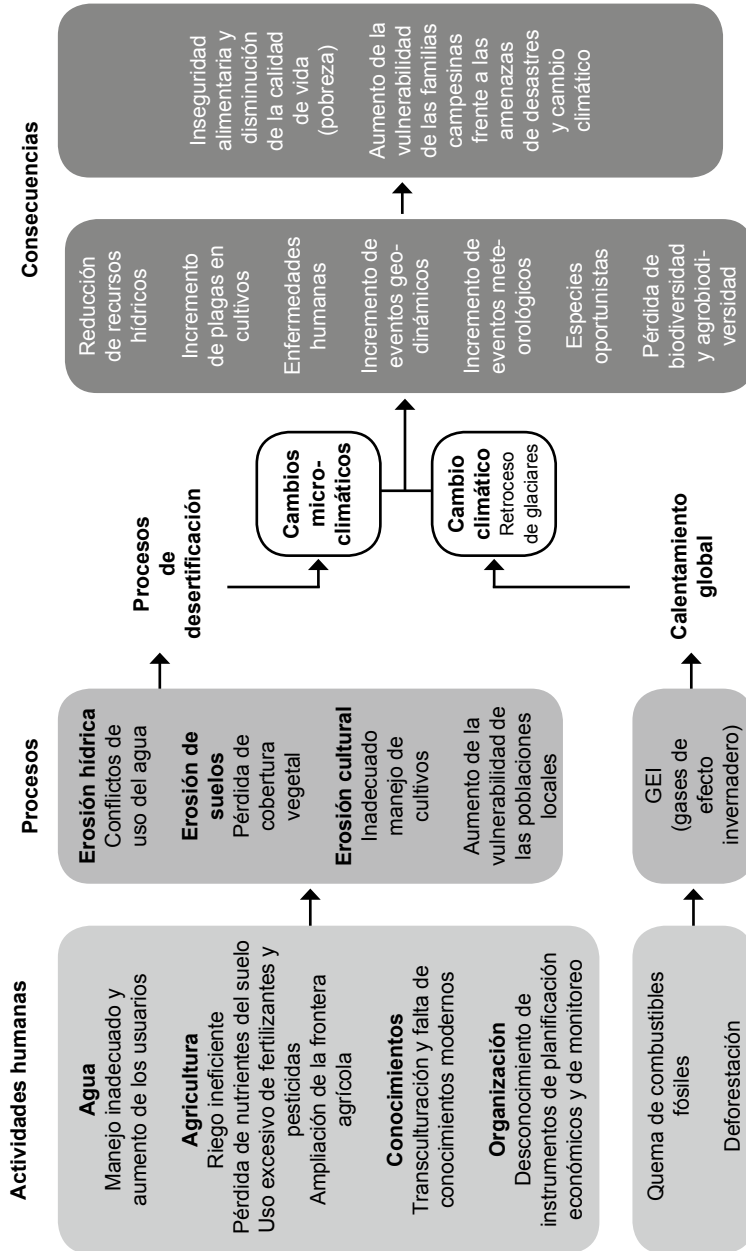
**Cuadro 1. Localidades y población del ámbito de intervención**

Distrito	Localidad	Clasificación territorial	Viviendas		Población
			1993	1999	1993
Yungay	Yungay	Centro poblado	170	288	759
Ranrahirca	Arhuay, Encayoc, Independencia, Cajapampa	Caseríos aledaños al canal Acrarano	253	438	951
Mancos	Yanamito, Huashcao	Centros poblados ubicados en la parte alta y baja del canal Ulta Huascarán	415	376	1 339
Cascapara-Shupluy	San Damián	Comunidad campesina	45	55	152
	Anta <sup>1</sup>	Caserío	61	60	212
Yanama	Ocshajirca, Llanlla	Barrio periférico de Yanama, organizado por el uso de agua de un ramal del Canal Matcaj-Yanama	90	90	450
<b>Total</b>			<b>1 034</b>	<b>1 307</b>	<b>3 863</b>

<sup>1</sup> Se muestra la información estimada en Anta y Ocshajirca.

En las localidades se estudiaron variables como la duración, ocurrencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos, plagas, sequías, retroceso glaciar, aparición de enfermedades transmitidas por vectores, incidencia de rayos ultravioletas y desplazamiento de especies oportunistas como ratas, mosquitos, zancudos y cucarachas. El planteamiento general del problema está ilustrado en la **figura 2**.

Figura 2. Planteamiento del problema



El objetivo del proyecto en Yungay fue mejorar de manera sostenible las condiciones de vida de las comunidades de la provincia, a través de la reducción de la vulnerabilidad de las familias campesinas frente a desastres y cambio climático.

La secuencia metodológica para la implementación del trabajo comprendió las siguientes etapas:

- Acercamiento a la población a través de talleres
- Aplicaciones tecnológicas con propuestas participativas incluyendo talleres, jornadas, implementación de parcelas experimentales, cursos de campo, evaluaciones a través de entrevistas y estudios
- Definición y validación de medidas de adaptación en función a ejes temáticos predefinidos
- Influencia en otros espacios sociales, institucionales y políticos. El elemento comunicación fue transversal al proyecto.

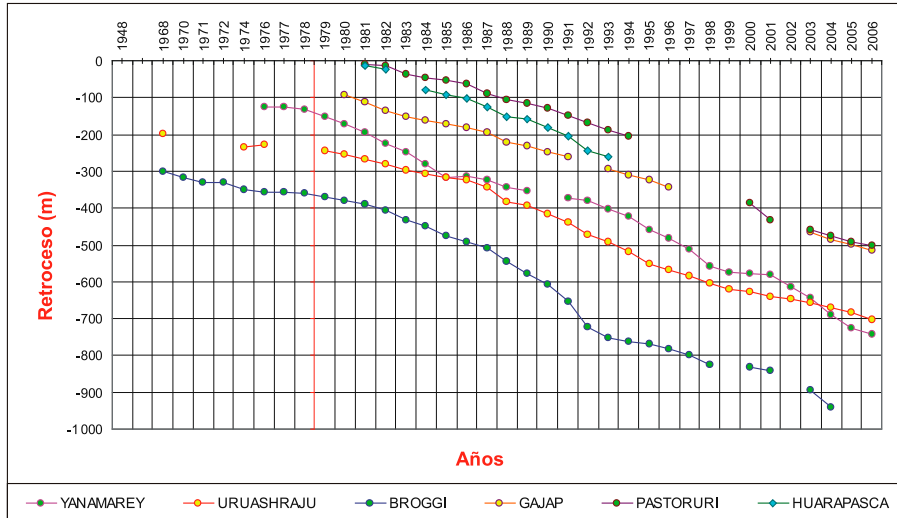
### **Antecedentes**

Como se ha dicho, el cambio climático tiene efectos especialmente perniciosos en Yungay, como la aparición de especies oportunistas (roedores e insectos vectores) que influyen en el índice de recurrencia de enfermedades tropicales consideradas erradicadas hace décadas.

Otro efecto del cambio climático presente desde la década del sesenta es el retroceso glaciar, es decir, la disminución de la longitud de las lenguas glaciares, que ha incrementado exponencialmente. En los últimos treinta años se ha perdido un 30 % de la masa glaciar existente en la región, lo que implica una pérdida de los reservorios adicionales de agua, muy útiles en la época de estío, potenciando conflictos sociales latentes y disminuyendo la cohesión social de la provincia (**ver cuadro 2**).



**Cuadro 2. Medición del retroceso glaciar en la Cordillera Blanca hasta el año 2006**



El cuadro muestra el retroceso anual acumulado (en metros) de los siguientes glaciares hasta el año 2006: Broggi (hasta el 2004 año en el que desapareció totalmente); Gajap (desde 1948); Pastoruri y Huarapasca (desde 1980, el segundo hasta 1993 ya que posteriormente todo ingreso a la zona del glaciar es riesgoso). Adicionalmente, se han incluido los glaciares Yanamarey y Uruashraju, que al igual que Gajap, tienen una data desde 1948, restituida a partir de fotografías aéreas.

**Fuente:** Portocarrero, 2008

### **Estrategias**

Las estrategias de adaptación al cambio climático sugeridas se dividen en cuatro componentes: agua, agricultura, conocimiento y organización. El agua es el principal elemento para el desarrollo de la agricultura y el recurso más afectado por el cambio climático dada la variación del ciclo hidrológico. Su oferta ha disminuido por la paulatina desaparición de las masas glaciares y su mal uso resultado de técnicas de riego ineficientes.

A pesar de que las prácticas agrícolas han sido modificadas por la variación de los ciclos climáticos, aún persisten prácticas inadecuadas como el uso de insecticidas y plaguicidas. El conocimiento de agricultores sobre la variabilidad climática les permite adaptarse a los nuevos escenarios resultantes del cambio climático, sin embargo, existe una clara necesidad por mejora y actualización de información, especialmente de una tecnificación.

La organización es enfocada tomando como punto base a las juntas de usuarios porque estas instituciones agrupan a los usuarios del recurso agua y tienen gran poder, en la medida que son capaces de tomar decisiones respecto a la distribución de esta. Estas organizaciones mantienen estructuras sociales de tiempos prehispánicos que con usos contrarios a lo que hoy en día se considera una buena administración del agua. Cualquier modificación en su estructura debe suceder a largo plazo porque se trata de costumbres arraigadas

### Resultados

En este capítulo se analizan la vulnerabilidad, riesgos y medidas de adaptación ante el cambio climático. Yungay es una zona de alta vulnerabilidad por la gran cantidad de nevados que la rodean, con serios riesgos de desprendimiento de hielo, desbordes y aluviones. Fenómenos geodinámicos como deslizamientos, huai-cos e inundaciones tienen altas tasas de ocurrencia. De los 24 departamentos del Perú, Áncash es el más vulnerable, y dentro de este, Yungay es la provincia con mayor superposición de factores de vulnerabilidad: altas pendientes y barrancos profundos, contaminación y progresiva desaparición del recurso agua, debilidad y contaminación de los suelos, deterioro de la infraestructura, etc.

También existen factores sociales y económicos que aumentan el índice de vulnerabilidad, como se muestra en el **cuadro 3**.

**Cuadro 3. Factores socioeconómicos de vulnerabilidad**

Componente	Vulnerabilidad
Físico-infraestructural	Construcciones precarias y deterioradas: canales, carreteras, viviendas, postas médicas Poca infraestructura de servicio: reservorios, canales Ubicación peligrosa de infraestructura Bajo conocimiento técnico en la construcción de viviendas seguras
Tecnológico	Bajo nivel de tecnificación para producir cultivos (fertilización y riego), con un acceso costoso Baja calidad de abonos (afirman que "son engañados", "no curan", "no rinden") Técnicas de fertilización familiar poco tecnificadas Animales mal alimentados y no vacunados Pérdida de agua durante el riego Tratamiento inadecuado de plagas Cultivos débiles susceptibles a plagas y enfermedades Cultivos rústicos, no siguiendo un plan de cultivo. Siembran los mismos cultivos o los más rentables Desconocimiento de la calidad de los suelos para construcción de viviendas

Sociocultural	Débil organización (“los antiguos eran más organizados y cumplían”) Limitada conciencia del riesgo (“pensamos que no podemos hacer nada por el cambio de clima”, “no estamos prevenidos”) Poco acceso a información y conocimiento de los riesgos Inseguridad alimentaria y sanitaria
Económico-financiero	Bajos ingresos y pobreza Carencia de mecanismos de concertación y participación Elevados costos de fertilizantes Pago muy bajo por sus productos
Institucional-político	Poco apoyo de las autoridades Las autoridades no se hallan sensibilizadas sobre el cambio climático y sus impactos sobre la población

La información sobre la percepción de la población de los riesgos a los que se encuentra expuesta se reunió en talleres, testimonios y entrevistas. Como se muestra en el **cuadro 4**, los pobladores recuerdan grandes eventos que tuvieron consecuencias profundas sobre sus vidas, llegando hasta un registro de la década de 1960.

**Cuadro 4. Eventos climáticos significativos**

Género	Evento	Año	Percepción de manifestación	Zonas afectadas
Varones	Lluvias torrenciales y granizo	1965	Malogró las sementeras	Poncos, Ocshpachán
	Heladas	1997	Quemó los cultivos	Bellavista, Primorpampa
	Lluvias muy fuertes entre enero y marzo	1997	Destrucción de caminos y escuelas y tierras de cultivo	Casacapara, Shupluy
	Escasez de lluvias	2004-2005	Afectó a las sementeras	Toda la subcuenca
	Plaga de ratas y mosquitos	2004	Destrozó los cultivos	Toda la subcuenca
Mujeres	Sequía prolongada	Antes de 1970	Falta de agua	Toda la cordillera Negra
	Sequía entre noviembre y marzo	1989	Poca cosecha y no hubo siembra	Toda la cordillera Negra
	Lluvias fuertes y granizadas	1995	Imposibilitó el transporte	Terrenos con pendiente alta
	Fuerte sequía	2004	Desaparición de manantiales y puquios	Cultivos que usan puquios

Los testimonios sirvieron como indicios para determinar si realmente la población tenía conciencia sobre el cambio climático. Luego de un análisis de estos, se determinó que había conciencia de variación en la periodicidad y características de las lluvias, ya que en la provincia, como en toda la sierra peruana, existe una época lluviosa entre diciembre y abril; cambios en las heladas y en la temperatura promedio por estaciones. También se tomaron en cuenta amenazas e impactos de los eventos climáticos en las actividades productivas, en la infraestructura pública, vivienda y salud.

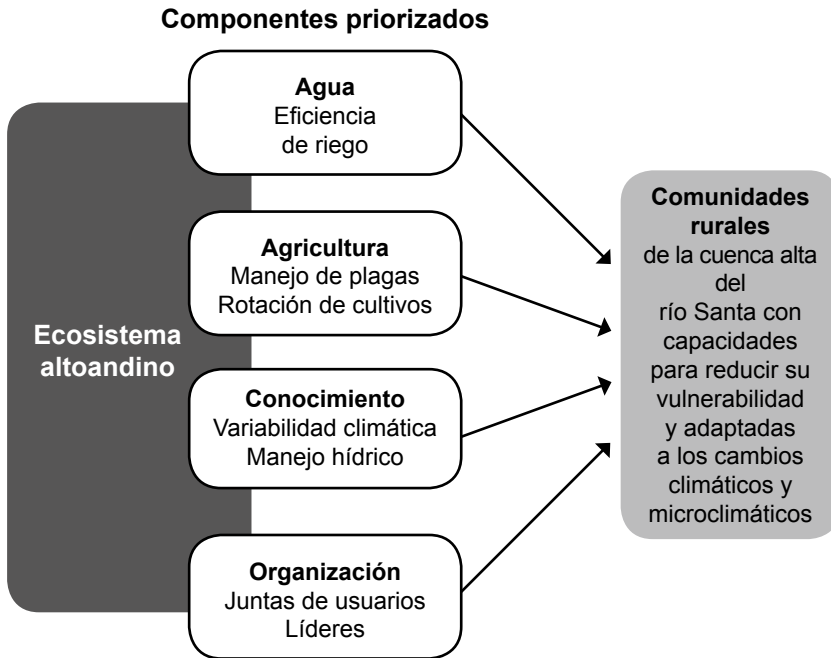
Como resultado del análisis descrito anteriormente, se propusieron una serie de medidas de adaptación que permitieran a los pobladores altoandinos reducir su vulnerabilidad ante el cambio climático. Algunas de las medidas sugeridas ya eran aplicadas por la población, sobre esta base se construyeron dos alcances: medidas espontáneas y medidas a largo plazo. Entre las primeras se destaca la variación del calendario agrícola.

Esta medida viene acompañada por un grupo de acciones secundarias que son el resultado de la necesidad de volver a articular las prácticas agrícolas en función al nuevo clima y los nuevos periodos de siembra: construcción de canales de riego, mejora en los sistemas de riego y desarrollo de alternativas tecnológicas sostenibles, como riego por presión. Estas acciones fueron consideradas como parte de un proceso de capacitación a las comunidades en control agrícola con bases ecológicas y de conservación ambiental.

Aunque se ha dicho que el conocimiento tradicional puede ser un factor que colabora en la vulnerabilidad de las poblaciones, también es un factor de adaptación. El comportamiento diferenciado que mostraron las organizaciones de riego de tres espacios geográfico: la cordillera Negra, cordillera Blanca y la zona de Conchucos, en la identificación, a través de indicadores ancestrales, de futuros cambios y las acciones que deberían ser tomadas, permitió determinar la validez de indicadores y la importancia de incluirlos dentro de cualquier proceso de adaptación.

A continuación, se presentan los componentes priorizados durante el desarrollo del proyecto:

Figura 3. Desarrollo de capacidades de comunidades rurales en la subcuenca de Santo Toribio



### **Conclusiones y recomendaciones**

El proceso de adaptación al cambio climático implica el reforzamiento de las capacidades de la población rural para reducir la vulnerabilidad. Específicamente, sobre el recurso hídrico se ha avanzado en la mejora de la oferta mediante la construcción de reservorios, presas, etc. Pero es necesario mejorar la oferta y ampliarla, pensando que la gestión del agua es la gestión de la cuenca.

La población comprende que la disminución del recurso hídrico es una realidad y que los sistemas de riego mejorado permiten el ahorro de agua entre un quinto y un décimo del volumen usado con métodos tradicionales. Dada la disminución de las lluvias en las últimas décadas y el aceleramiento del retroceso glaciar, se hace necesaria la toma de decisiones en la gestión de la oferta y de la demanda.

Se recomienda que la conducción del agua de los reservorios a la zona de distribución se realice por medio de tuberías y no canales. Se considera que la instalación del sistema de riego tecnificado contribuirá a disminuir la vulnerabilidad del campesino ante la variabilidad climática. Finalmente se recomienda que las poblaciones adopten y asimilen tecnologías intermedias.

La división de la agricultura en dos direcciones: autoconsumo y comercialización, permitió promover los cultivos. Es básico para la supervivencia de los agricultores de Yungay diversificar sus cultivos de acuerdo a cada zona de vida. La recomendación general sobre la agricultura es realizar un ordenamiento territorial de toda la cuenca del río Santa.

Sobre la organización se ha logrado un acuerdo entre las organizaciones y la población sobre la percepción del cambio climático y sus consecuencias negativas. Sin embargo, las organizaciones de regantes todavía tienen problemas en la distribución del agua. Es necesario desarrollar un proceso de actualización en el manejo del agua en las juntas y comisiones de regantes, a fin de afrontar adecuadamente la futura escasez del recurso.







# Perspectivas sobre el cambio climático



Reseñas

3



**Secretaría General de la Comunidad andina. *¿Y por dónde comenzamos? Prioridades de la Comunidad andina ante el cambio climático.* Lima: CAN-PNUD-AECID, 2007.**

Actualmente, existe suficiente información sobre las causas y los efectos principales del cambio climático, así como quiénes son sus principales generadores, y quiénes sus principales víctimas. Según estimaciones del Panel intergubernamental de cambio climático (IPCC), se estima que el incremento de temperatura del planeta sea de 4 °C para el 2050 (ello sin tomar en cuenta que países como Estados Unidos y China siguen incrementando sus emisiones de gases de efecto invernadero o GEI), lo que genera un efecto paradójico pues los países miembros de la CAN (Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú) son solo responsables globalmente de alrededor del 2.5 % de las emisiones de GEI, pero se encuentran altamente expuestos a los efectos del calentamiento global, dada la vulnerabilidad de sus población y la fragilidad de sus ecosistemas.

En esas circunstancias y con esa preocupación, la CAN ha organizado una serie de eventos orientados a tomar acuerdos respecto a sus prioridades en materia de cambio climático. Como resultado de dos de ellos: la II reunión anual de las oficinas de cambio climático de los países de la CAN (Bogotá, 2004) y del evento internacional sobre cambio climático en América Latina (Ecuador, 2007) se adoptaron una serie de acuerdos y recomendaciones en esta materia. A partir de lo cual se decidió publicar el presente libro, entre la CAN, el PNUMA y la AECID.

*¿Y por dónde comenzamos?* Consigna las 21 recomendaciones elaboradas en el evento realizado en Ecuador en 2007, y cinco secciones que grafican claramente las prioridades de la CAN en el tema: emisiones, que se ocupa de la relación entre las emisiones de los países miembros de la CAN en relación a las cifras globales; vulnerabilidad, que se ocupa de la exposición y el alto riesgo de nuestras poblaciones ante el CC; energía, que enfoca responsablemente los intereses y realidades energéticas de la región; compromisos, que establece tareas y responsabilidades; y retos, que busca plantear una agenda de trabajo común. Además, el libro presenta indicadores de nivel del riesgo de desastres relacionados con el clima según país y las estadísticas de emergencias de los países de la CAN según tipos de peligros e impactos.

Entre las recomendaciones a las que se llegó en el evento clima latino, realizado en Ecuador en 2007, destacan el rol que se les asigna a las políticas estatales, principalmente las educativas para la adaptación y mitigación ante el cambio climático; también la necesidad de un cambio de modelo económico, menos explotador y más justo; de asumir responsabilidades compartidas entre el Estado e instituciones privadas como actores fundamentales en la reducción de la contaminación y en los costos que la contaminación produce; finalmente, se enfatiza en la necesidad de respetar a las poblaciones indígenas, sus territorios y sus conocimientos como algo prioritario.

En cuanto a las emisiones, se señala que, si bien en el global las emisiones de GEI de los países andinos son reducidas, de todos modos existen y debieran reducirse; además, al interior de varios países andinos hay bosques amazónicos, los que poseen el 25 % de la biodiversidad mundial, por lo que es un tema altamente delicado.

En contraposición, la vulnerabilidad de las poblaciones andinas es sumamente alta. Según la base de datos de la Universidad de Lovaina (2005), tres de los cuatro países de la región se encuentran entre los más riesgosos a peligros climáticos, y el restante, Colombia, entre los de riesgo medio alto.

Una de las principales causas de los altos niveles de vulnerabilidad de la población –según el libro– es la ocurrencia del Fenómeno El Niño (FEN), que ha impactado muchas veces seriamente sobre la base productiva e infraestructura de estos países, y se estima que el FEN será más intenso y frecuente en los próximos años. Otra de las principales causas (en el fondo, quizá la mayor) son los niveles de pobreza y fragilidad de la población: buena parte de la población vive en zonas de alto riesgo sin posibilidades reales de mudarse, emplea materiales inadecuados para construir sus viviendas; mantienen ocupaciones de riesgo o en condiciones de riesgo; y no poseen sistemas adecuadamente articulados para la gestión del riesgo. Y a los dos factores anteriores hay que añadirles la desglaciación, proceso directamente relacionado con la emisión de GEI, que afecta de manera creciente la cordillera andina.

La energía es un tema central en relación al cambio climático, ya que, si bien los países de la región son ricos en materia energética, sufren graves problemas de abastecimiento y distribución, manteniendo cifras por debajo del promedio latinoamericano. Lo que debe conducirnos hacia un mayor y mejor aprovechamiento de las energías renovables.

En función a lo expuesto, se ha establecido un compromiso con las convenciones de Naciones Unidas en temas de cambio climático, biodiversidad, desertificación y sequía; habiendo suscrito y ratificado las convenciones de Río, debiendo cumplir las convenciones ambientales globales. Es importante resaltar estos compromisos con miras a relacionar las políticas nacionales en función al marco internacional existente y a los compromisos previamente establecidos.

Los retos que el libro recoge, se resumen en correlacionar el crecimiento económico con el desarrollo social, empleando los recursos naturales de modo sostenible y minimizando los impactos ambientales. Actualmente los impactos del cambio climático vienen acelerando el incremento de la diferencia entre los sectores pudientes, urbanos y seguros de los sectores cada vez más pobres, rurales e inseguros, poniendo en peligro tanto la ecología de cada país como la seguridad alimentaria de las poblaciones, el equilibrio de la densidad poblacional, la buena generación y empleo de energía, entre otros factores igual de importantes. En consecuencia,

políticas y manejos responsables y coordinados representan el único modo de hacer frente a los impactos negativos del cambio climático.

**LEISA. Revista de agroecología. Volumen 24, número 4. Lima, marzo de 2009.**

La revista temática trimestral LEISA, publicación de la asociación Ecología, tecnología y cultura en los Andes, en convenio con la fundación ILEA, dedicó su último número al cambio climático, tema que se ha ido haciendo central en las discusiones ambientales contemporáneas alrededor del planeta.

Es importante resaltar que hasta hace pocos años, cuando se hablaba de agroecología se hablaba de comercio justo, agricultura orgánica o biodiversidad, sin embargo, pocas veces se integraba el tema a la discusión sobre el calentamiento global o el fenómeno mayor del cambio climático. Esta visión ha cambiado y, actualmente, la relación entre cambio climático y agricultura es cada vez mayor, por lo que es un acierto que LEISA dedique a ello su número de marzo.

La revista cuenta, como siempre, con una serie de artículos que vinculan el trabajo de campo con la reflexión académica; abordando experiencias realizadas en espacios tan diversos como Honduras, Perú o Uganda.

En su editorial, LEISA plantea la antigua relación entre el hombre y el campo, según la cual este pasó de animal-recolector a ser cultural desde el momento mismo en que comienza a buscar estrategias inteligentes para resolver problemas agrarios, que son los primeros de los que se ocupa la civilización; tras ello, se nos confronta con la situación actual de calentamiento global y cambios en el clima absolutamente nuevos y radicales: el ser humano ocasionó el paso de la naturaleza a la cultura y, a lo largo de los siglos y de una industrialización desmedida, desigual e injusta, está ocasionando el paso de la cultura a la destrucción, por lo que conviene plantear y ejecutar, cuanto antes, estrategias para reducir el impacto del cambio climático sobre el planeta que habitamos.

En el artículo «El mundo está caliente, ¿cómo lo enfriamos desde la agricultura?», de los expertos del Instituto nacional de ciencias agrícolas San José de Lajas de La Habana, Humberto Ríos Labrada, Sandra Miranda Lorigados y Dania Vargas Blandino, se plantean dos cuestiones fundamentales: que el calentamiento global como un fenómeno actual, que afecta concretamente a las poblaciones y que, aunque en apariencia –como en Cuba– sea originado en el exterior, es una responsabilidad planetaria mitigar sus efectos y contribuir a reducirlo; que es necesario generar prácticas y políticas agrarias adecuadas. El artículo se centra en el paso de Cuba, que en los años ochenta era uno de los países que producía más azúcar en Latinoamérica, empleando gran cantidad de aerotóxicos, hoy, tras una serie de estudios comparativos con la agricultura de Costa Rica, existen muchas fincas orgánicas, mejorando la eficiencia energética cuba y diversificando su producción agrícola; ello gracias a la implementación de políticas agroecológicas responsables.

«Agricultores, sorgo y cambio climático en el norte de Nicaragua» de Gilles Trouche y Henri Hocdé del CIRAD de Francia y Silvio Aguirre e Irma Ortega Sequeira del CIPRES de Nicaragua, habla de la recuperación del sorgo, una planta nativa poco cultivada hasta inicios de la década del setenta en el país y que, a consecuencia de las sequías iniciadas en 1972, comenzó a cultivarse en reemplazo del maíz hasta hacerse un cultivo importante en el país. Por ello, tanto el CIRAD francés como el Instituto nacional de investigación agrícola de Nicaragua y el CIPRES iniciaron en 2002 un proyecto de diversificación y fitomejoramiento del sorgo, fortaleciendo la fertilidad del suelo y generando estrategias concretas de adaptación ante el cambio climático en Nicaragua con interesantes resultados.

En «Consideraciones sobre el papel de los ecosistemas agrícolas en la mitigación del cambio climático» de los profesores cubanos Nelson Valdés, Maikel Márquez, Dunieski Pérez, Ernesto Ferro y Yoán Rodríguez, se concentra en una experiencia local: la de los campesinos del valle de San Andrés, en el municipio de La Palma, quienes participan activamente de un proyecto de secuestro de carbono, eficiencia energética y reducción de emisiones de GEI. En este valle de diez mil habitantes, las prácticas empleadas son: conservación de suelos, secuestro de carbono con diversidad forestal, diversidad agrícola y balance energético a través de sistemas orgánicos, además de buenas políticas.

«Resiliencia y vulnerabilidad en las cuencas de la Sierra Madre de Chiapas, México», de José Luis Arellano y Jaime López, se concentra en la respuesta de la población local ante el cambio climático, expresado en esa región a través de cambios significativos en el régimen hidrológico regional. La población desarrolla prácticas para el control de la erosión hídrica en ladera escarpada, donde principalmente se cultiva café y en las que, a partir de las grandes lluvias de 1988 y de ciclones tropicales como Stan, han tenido que adaptarse, con innovaciones tecnológicas y prácticas coordinadas, consiguiendo, no solo resistir mejor a las alteraciones del clima, sino además optimizar actualmente su producción.

«Cambio climático, tecnología y pobreza rural en el Perú: siete experiencias» artículo preparado por **Soluciones Prácticas**, presenta las conclusiones de un macroproyecto llamado *Tecnologías de adaptación y mitigación ante el cambio climático*, en el marco del cual implementaron siete proyectos para desarrollar tecnologías apropiadas de adaptación en siete zonas del país, bajo la lógica de analizar el funcionamiento de los ecosistemas de montaña andinos tropicales. Se trabajó los temas de cuencas y agua en Áncash; papas nativas en Áncash y Cusco; cuencas y cultivos en Piura; sistemas agroforestales en San Martín; alpacas en Cusco; sistemas de información y alerta temprana en Piura, Cajamarca y Apurímac; y conflictos por agua en la costa norte peruana. Concluyéndose que la desertificación es uno de los mayores problemas en el país, que tradicionalmente han existido respuestas a la variabilidad climática que hoy podrían recuperarse como estrategias de adaptación al cambio climático y que es necesario plantear una

agenda para enfrentar el cambio climático en el ámbito rural andino. Como resultado de la experiencia, **Soluciones Prácticas** ha publicado ocho libros dedicados a cada uno de estos temas.

Junto a los artículos reseñados, se publican otros que dan cuenta de experiencias del sudeste asiático, así como reseñas de publicaciones, que evidencian la gran preocupación contemporánea y a la vez, como la mayor parte de las respuestas actuales sobre ACC apuntan en la misma dirección: recuperación de prácticas tradicionales, innovación tecnológica adecuada y políticas responsables.

**Shiva, Vandana. *Las guerras del agua. Privatización, contaminación y lucro*. Buenos Aires: Siglo XXI, 2003.**

Vandana Shiva es una de las activistas ambientales más importantes del mundo. Participó en la India en los setenta del movimiento ecologista Chipko, que consistía fundamentalmente en reunir grandes grupos de mujeres que se abrazaban a los árboles para evitar su tala. Luego creó, a inicios de los ochenta la Fundación para la investigación científica, tecnológica y ecológica en la India, desde donde se ha desempeñado como una de las investigadoras más serias en lo que ella ha llamado la democracia de la tierra. Incorporando a las corrientes ambientalistas occidentales un componente nuevo: las cosmovisiones locales, lo sagrado y, en consecuencia, el respeto no solo por los demás seres humanos y las siguientes generaciones, sino el respeto por la Tierra misma, en la forma de las creencias que cada grupo tiene de ella.

*Las guerras del agua*, es, en esta dirección, un libro sumamente interesante e inteligente, en el que relaciona casi todos los grandes conflictos sociales—históricos y contemporáneos— con la necesidad del agua y sus diversos modos de empleo y significados. Su posición es la reivindicar los derechos comunitarios de uso del agua en oposición a la tendencia corporativa y de explotación salvaje que la merma, con las obvias consecuencias políticas de esta pretensión.

El libro inicia contraponiendo el uso de piyaos, recipientes empleados en la India para dar agua en forma gratuita a quien la necesite, con el uso comercial de agua en botellas de plástico por grandes corporaciones. ¿Qué sería de la India si todos sus pobladores tuvieran que comprar esos millones de botellas de plástico de agua? La respuesta parece llegar sola: las multinacionales multiplicarían sus ventas, los indios se empobrecerían aún más y el plástico contaminaría aún más el país. Este ejemplo inicial evidencia la claridad y la complejidad del interesante discurso que recorre el libro.

El primer tema del libro es la escasez del agua como producto del mal manejo de recursos tales como el eucalipto que, en su hábitat natural es de gran ayuda, pero en lugares (como casi todo el tercer mundo) en los que no hay sobreabun-

dancia de agua, el único beneficio del eucalipto es su empleo en la industria del papel, arrasando con grandes cantidades de agua y destruyendo suelos. Lo mismo, habla del rol de la minería y de la industria forestal en la escasez de agua, para establecer que las sequías son un fenómeno antinatural y, sin embargo, cada vez más frecuente.

¿A quién pertenece el agua? Es la pregunta con la que inicia el primer capítulo del libro y que es la que recorre todo el libro. ¿Es propiedad privada o comunitaria? La tendencia actual es que es propiedad privada, lo cual, sin embargo, genera los conflictos existentes, desde problemas en la gestión del agua a nivel local, hasta grandes conflictos como el que ocurre entre Israel y Palestina. Se plantea los derechos sobre el agua como derechos naturales hablando de los derechos ribereños, y pasando de allí a la economía vaquera, es decir, el derecho del uso del agua y, por lo tanto, los orígenes de la privatización. En oposición a ello señala el manejo de los bienes comunales, haciendo un repaso tanto a sus ventajas como a sus fallas contemporáneas. Otro tema interesante que plantea es el derecho al agua limpia en oposición al derecho a contaminar, apuntando hacia una democracia del agua.

El segundo capítulo se dedica al cambio climático y la crisis del agua. En este capítulo relaciona la injusticia del impacto mayor del cambio climático sobre las poblaciones pobres como la injusticia del agua, explicando la relación entre ambas situaciones. Para ello, emplea ejemplos de varios lugares del mundo en los que el incremento en la intensidad y la frecuencia de los grandes eventos climáticos, se acentúa por los malos manejos del agua y, a su vez, sus consecuencias se incrementan en poblaciones que acceden a ésta con dificultad. El problema, como se ve, está íntimamente relacionado a los fenómenos climáticos, situándolo como central.

El tercer capítulo, se concentra en los ríos y la explotación y guerras del agua, empleando ejemplos de los Estados Unidos y de la India, Vandana relaciona poder, explotación y agua. Dedicar un apartado especial a las guerras sagradas por el agua, originadas por la desviación de los ríos y, por lo tanto, por modificaciones fundamentales en los cultivos y la alimentación de poblaciones enteras, ocupándose no solo de los conflictos actuales sino empleando explicaciones históricas para conflictos que vienen de muchos siglos.

El cuarto capítulo se ocupa a la OMC y al control corporativo del agua, con las consecuencias sociales profundas que esto conlleva y la necesidad de hacer transformaciones también profundas en las estructuras del manejo del agua. Su posición es sumamente dura, tanto con la OMC como con casi todos los programas existentes estatales y supra-estatales de manejo de agua. Su posición contra la privatización del agua es clara y muy bien argumentada.



Finalmente, los tres últimos capítulos están destinados a la sed y al agua como recurso alimenticio básico y sagrado; a partir de recrear el proceso de civilización (siempre vinculado a los ríos, costas o grandes lagos) que nos debería llevar, no al uso desmedido del recurso sino, por el contrario, a su protección y democratización, Vandana vuelve a plantear la necesidad de volver a un uso público y comunitario del agua como factor fundamental de soberanía, libertad y democracia. Para concluir con una hermosa lista de los 108 nombres del Ganges que van desde Dhavalambara, la que tiene una prenda blanca deslumbrante, hasta Daridrya-hantri, la destructora de la pobreza.

**Regalsky, Pablo y Hosse, Teresa. *Estrategias campesinas andinas de reducción de riesgos climáticos*. Cochabamba: CENDA, 2009.**

El Centro de comunicación y desarrollo andino (CENDA) de Cochabamba, Bolivia, ha publicado recientemente este interesante estudio acerca de las estrategias campesinas andinas de reducción de riesgos climáticos. Las tesis centrales del libro son dos: que los campesinos andinos poseen, tradicionalmente, suficientes conocimientos y estrategias para hacer frente a las duras condiciones en las que han vivido siempre, principalmente en las zonas altoandinas; y que el cambio climático, aún siendo un problema central en la agenda contemporánea, es uno de varios problemas que afrontan los campesinos andinos (los otros dos grandes problemas son la presión de la industrialización y la mercantilización forzada).

Pese a citar a Evo Morales en la contracubierta del libro, oponiendo el vivir mejor según el modelo clásico de desarrollo ilimitado al vivir bien en armonía con los otros seres humanos y en concordancia con la madre Tierra; las tesis del libro no son gobiernistas, por el contrario, critican que la legislación boliviana actual no sea sustancialmente distinta a legislaciones agrarias previas.

En su primer capítulo, se analizan las estrategias andinas frente al riesgo climático. La primera es la predicción climática, se sostiene que no existen suficientes estudios comparativos entre las predicciones climáticas de los campesinos con las realizadas por centros especializados, pero, usando ejemplos de estudios peruanos, plantean que el nivel de acierto de las predicciones locales empíricas es igual o en algunos casos mayor que el nivel de las predicciones oficiales. La segunda estrategia es el manejo de suelos y la propiedad de la tierra, esto se relaciona con la visión precolumbina de la propiedad de la tierra, además de los sistemas de cultivos por rotación, entre otras prácticas. La tercera estrategia es el ayni y la relación entre sistemas político-ecológicos, diciendo que, por razones de la complejidad cultural andina, funcionan mejor las prácticas colectivas que las individuales, cuya racionalidad debe encontrarse en el fuerte componente religioso de las comunidades. Finalmente, la cuarta estrategia es el germoplasma diversificado, que implica la inserción de tecnologías adecuadas y externas para la biodiversificación, puesto que las comunidades actuales no poseen los conocimientos suficientes para autosostenerse.

El segundo capítulo se concentra en estrategias concretas en dos regiones de Cochabamba: las provincias de Mizque y Ayopaya.

La primera estrategia mencionada es la de los signos o indicadores climáticos. Desde hace alrededor de veinte años, CENDA trabaja en la región en indicadores para la predicción climática, guiándose por ellos para preparar los calendarios de siembra y cosecha, y actividades relacionadas. Por ello, el apartado se ocupa de presentar testimonios acerca de la efectividad de tales prácticas.

La segunda estrategia es la clasificación de suelos y la interacción clima-suelo. Según esto, en la región existe una tipificación tradicional de los suelos en cuatro de acuerdo a sus texturas, en función a esta tipificación se establecen los cultivos, también por especie como por variedad.

La tercera estrategia se ocupa del sistema de rotación de suelos en aynuqa. Se señala que en la época prehispánica existía un sistema comunitario de rotación de suelos, desestructurado desde la colonia pero persistente en la región de Ayopaya, sobre los 3 200 msnm. Allí, los ciclos de rotación duran cuatro años por cada sección, sembrándose papa el primer año y granos los siguientes tres en un orden decidido en asamblea por la comunidad. Con ello se optimiza la producción de las tierras sin mermar la calidad de los suelos. Estas prácticas son complejas y requieren de una fuerte articulación colectiva, por lo que son difíciles de implementar en regiones que ya las han perdido.

Las siguientes estrategias: complementariedad entre ganadería y agricultura; cultivos múltiples y asociados y diversidad genética; seguridad alimentaria; y manejo calendario, se ocupan de analizar los beneficios de estas prácticas, sin dedicarle demasiada atención a las lecciones aprendidas ni a sus fallas o aporías, lo cual sería importante ya que, como se sabe, la mayoría de familias que emplean estas prácticas pertenecen a las capas excluidas de la población boliviana, por lo tanto, aunque su conocimiento tradicional y sus estrategias sean plausibles, deben estar necesariamente acompañadas de explicaciones para la pobreza en la que se encuentran las comunidades, de otro modo sería incomprensible que, poblaciones con tan buenas prácticas no alcancen su autosostenibilidad.

El tercer capítulo del estudio, se enfoca en un análisis constitucional boliviano, en el que enfatiza el derecho de los pueblos indígenas a su autonomía y a su territorio, que consideran revolucionario y fundamental, analizando sus consecuencias y necesidades derivadas.

Y finalmente, el cuarto capítulo, breve, se ocupa de los mecanismos gubernamentales (más bien estatales) de acción ante riesgos climáticos y desastres, señalando que, si bien el Estado está preparado para la respuesta, no está suficientemente concentrado ni preparado para la prevención de desastres y –añadiríamos– para la reducción del riesgo de desastres.

El libro concluye planteando mejoras en las políticas de desarrollo rural, que incluyan más profundamente el conocimiento campesino andino, apelando al propio discurso presidencial del vivir bien en oposición al vivir mejor antes mencionado. Resalta además que, contrariamente a los manejos gubernamentales actuales, en los que se considera que los campesinos no saben manejar sus recursos, son éstos quienes tienen que proveer de estrategias alternativas al Estado para el mejoramiento a mayor escala de una producción suficiente, sostenible y armónica en Bolivia.

**Flannery, Tim. *El clima está en nuestras manos. Historia del calentamiento global*. México D.F.: Taurus, 2007.**

Desde la publicación de *La amenaza del cambio climático*, Tim Flannery se ha convertido en uno de los grandes difusores de la problemática del cambio climático para el gran público del mundo entero. Paleontólogo de profesión, Flannery pertenece al consejo climático de Copenhague, es un activista acerca del calentamiento global y, entre otras cosas, fue considerado el australiano del año en 2007. Su labor como paleontólogo lo llevó desde los años setenta a recorrer diversos lugares de Oceanía, descubriendo una serie de fósiles de dinosaurios y cretáceos en esas zonas del planeta y realizando importantes estudios sobre el tema. Siendo esa misma actividad: la de recorrer montañas y distintas geografías durante años para ver la relación entre el paso del tiempo (grandes cambios macroclimáticos en largos intervalos de tiempo) y las condiciones de vida de diversas especies, la que lo llevó a notar, por un lado los acelerados cambios en los microclimas regionales, y por el otro los impactos previsible que esto puede ocasionar en las poblaciones actuales y futuras del planeta. Así, pasó de científico escéptico a activista, pedagogo y difusor de la necesidad de contrarrestar nosotros mismos, la «ciudadanía global», el cambio climático que es ya una realidad.

*El clima está en nuestras manos* es, por lo tanto, ante todo un texto de divulgación. En él, Flannery parte por explicar, con un lenguaje sencillo, ameno y lleno de anécdotas y ejemplos: qué es el cambio climático y en qué puede afectar a las generaciones actuales y a las futuras, enfatizando que, según la mayoría de las predicciones la situación actual está deviniendo catastrófica y lo será mucho más en 2050 y que, además, el 70 % de la población actualmente viva del mundo, lo estará en el año 2050. Para concentrarse luego en explicar cada uno de los fenómenos asociados al calentamiento global y al cambio climático en general: la atmósfera y las relaciones entre nuestras actividades y sus efectos sobre nosotros; los cambios del clima en la historia del planeta y cómo afectaron el desarrollo de las especies, mostrando cómo estamos acelerando procesos que de otro modo llevarían mucho tiempo y cómo, esta aceleración de procesos está afectándonos; las posibilidades de la predicción y hasta qué punto las predicciones actuales deben ser creídas, seguidas o cuando menos tomadas en cuenta; el ozono y el efecto

invernadero; y finalmente, propuestas de solución simples, concretas y cotidianas para reducir los efectos del cambio climático.

Uno de los aportes fundamentales del libro (que en inglés se titula *We Are the Weather Makers* o *Nosotros somos los hacedores del clima*) es que involucra al lector en el proceso del cambio climático. Si nosotros hacemos el clima, cualquier cambio será responsabilidad nuestra directa y concreta, tanto los cambios positivos como los negativos. Así, los ejemplos que recorren el libro enfatizan el rol del ciudadano común en la disminución de la contaminación, sobre todo reduciendo el uso del carbono, ya que, según sostiene Flannery, la ciencia ha demostrado que la humanidad podría liberarse completamente del empleo de carbono si lo decidiéramos. Por lo que él nos anima a decidirnos.

Su explicación de la atmósfera y su relación con nosotros es –aunque ligeramente maniquea– estimulante. La plantea como un mar aéreo y acogedor, preparado para protegernos, incluso de nosotros mismos; así, sitúa los cambios atmosféricos históricos, vinculados a la extinción y aparición de especies, como procesos naturales, lentos y graduales, realizados para organizar permanentemente la vida en el planeta. Hoy acelerados sin ninguna lógica natural en función al mal uso y explotación desmedida de recursos. Luego formula su propuesta de autonomía total del carbono, explicando dónde y cómo se relaciona el CO<sub>2</sub> con el calentamiento global.

El libro recorre paralelamente la historia contemporánea y la historia del planeta. Este paralelo permite ubicar a la humanidad en su contexto físico más real: somos unos recién llegados. Nuestras actividades son recientes (en comparación con los años de existencia del planeta y de otras especies) y, al parecer, recién estamos aprendiendo a adaptarnos al planeta. Sin embargo, a la vez, esta perspectiva nos permite notar cómo, en tan pocos años, estamos transformando –para mal– las condiciones de vida del planeta, estamos destruyendo sus recursos y estamos perdiendo la oportunidad de aprovechar al máximo las posibilidades que el propio planeta nos ofrece.

A partir de allí es que Flannery nos propone la parte más interesante de su libro: la solución. Según el autor, en la guerra contra el cambio climático lo primero que hay que hacer es decidir si concentrarnos en el transporte o en la red de suministro eléctrico. Para él, citando una serie de estudios que lo respaldan, hay que concentrarse en energías renovables no contaminantes y que ayuden a incrementar el desarrollo. Una de sus propuestas más interesantes al respecto, y sin embargo polémicas, es el empleo de energía nuclear, la cual no emplea carbono (y ya provee, por ejemplo, al 18 % de las redes eléctricas de Francia) y podría incluso equilibrar el control de poderes en el planeta, aunque los riesgos políticos actuales la hacen una herramienta difícil de manejar. Es relevante que Flannery, al pensar en la distribución de la energía piensa a la vez en la desconcentración del poder, es decir,

este no es solo un asunto de ecología, es también un asunto de poderes, en el que la situación ideal es que cada ciudadano posea suficiente autonomía.

La segunda gran propuesta de solución del libro es el manejo del transporte, el liderazgo, según señala, lo lleva en el mundo Brasil gracias al empleo de etanol. Por lo que cada país o sociedad deberá buscar sus propios sistemas de automatizar el transporte del carbono.

Ahora bien, ambas soluciones requieren de políticas estatales y acciones macro, sin las cuales ningún cambio será significativo, y he ahí la potencia de la propuesta divulgadora y aparentemente sencilla de Flannery: a lo que incita no es a apagar las luces de la casa o a cerrar los caños al lavarse los dientes, incita a la organización ciudadana en la lucha por los derechos ambientales que, en el fondo, son la protección de las generaciones presentes y futuras.







**Soluciones Prácticas-ITDG** es un organismo de cooperación técnica internacional que contribuye al desarrollo sostenible de la población de menores recursos, mediante la investigación, aplicación y diseminación de tecnologías apropiadas. Tiene oficinas en África, Asia, Europa y América Latina. La oficina regional para América Latina tiene sede en Lima, Perú y trabaja a través de sus programas de Sistemas de producción y acceso a mercados; Energía, infraestructura y servicios básicos; Prevención de desastres y gobernabilidad local; y las áreas de Control de calidad, Administración y Comunicaciones.

**[www.solucionespracticas.org](http://www.solucionespracticas.org)**