

# Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación

Viceministerio de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal

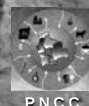
Programa Nacional de Cambios Climáticos

## Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio y Variabilidad Climática de los Sistemas Alimentarios en Zonas Semiáridas de Montaña

Sistematización de una experiencia de consultas a  
diferentes niveles de decisión



pnud





*Trabajo conducido por:*  
*Javier Gonzales Iwanciw*  
*Consultor*  
*Programa Nacional de Cambios Climáticos*

*Revisado y Comentado por:*  
*Oscar Paz Rada*  
*Coordinador*  
*Programa Nacional de Cambios Climáticos*

*Deposito legal N°. 4 - 1 - 996 - 02*

*Impresiones: Imprenta Hivargo Telfs. 2 317155 - 2 331171*

*Diagramación: Antonio Sirpa*

*Julio 2002*  
*La Paz - Bolivia*





# PROLOGO

*Bolivia, al ratificar la Convención del Cambio Climático (CMNUCC) y el Protocolo de Kioto, asume estos acuerdos vinculantes como parte de su legislación nacional y es su responsabilidad generar los mecanismos gubernamentales y legales para que estos compromisos puedan ser implementados de manera efectiva en el país.*

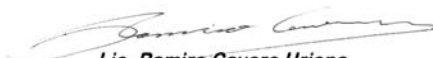
*El tema de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático definidos en su mayor parte por el artículo 4.8 de la CMNUCC no ha sido empujado con mucha fuerza por las partes de la Convención, debido, principalmente, a que la reducción de gases de efecto invernadero de la atmósfera se ha presentado como la primera prioridad para la comunidad internacional durante los primeros diez años de su implementación dejando casi de lado otros temas importantes.*

*Para Bolivia, sin embargo, el tema de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático es prioritario como ha sido definido en la Estrategia Nacional de Implementación de la CMNUCC, por la necesidad de asegurar los logros que el país ha venido haciendo en materia de seguridad alimentaria, salud y reducción de la pobreza y en particular porque se ha venido percibiendo que los desastres ocasionados por mayor intensidad en la variabilidad climática afectan primero y de manera más dramática a los más pobres.*

*El presente trabajo es el resultado de un esfuerzo continuo por acercarse a los actores sociales claves para desatar un proceso efectivo de adaptación a los impactos adversos del cambio climático. Es por eso que este instrumento de diálogo y consulta deberá evolucionar hacia mayores niveles de acuerdo e implementación.*

*Con este documento el Gobierno de Bolivia a través del Programa Nacional de Cambios Climáticos del Viceministerio de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal esta respondiendo inicialmente a esta necesidad de preparar al país a responder de manera efectiva a los retos que nos plantea el calentamiento del planeta.*

*Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo por su apoyo en la elaboración de este documento, a todas las instituciones consultadas durante este trabajo, así como al equipo técnico del Programa Nacional de Cambios Climáticos encargado de realizar esta tarea.*



**Lic. Ramiro Cervero Uriona**

**MINISTRO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y PLANIFICACION**



# PRESENTACIÓN

*El presente trabajo es el primero de una serie de estudios de caso que revisa a fondo los potenciales problemas relacionados con la producción, almacenamiento y mercadeo de productos agrícolas que surgirán por efecto del calentamiento global en regiones de montaña con tendencias a la desertificación y que desarrolla en base a consultas con los diferentes actores sociales involucrados en el problema potenciales medidas de adaptación y de reducción de riesgos al cambio climático.*

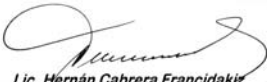
*Principalmente el estudio se enmarca dentro las acciones y políticas propuestas en el entorno formal de la Convención para abordar la adaptación al cambio climático a tiempo que consolida la discusión en torno al tema de adaptación de la agricultura al cambio climático con aportes conceptuales del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) y las agencias de Naciones Unidas así como una discusión mas libre dentro de la comunidad científica internacional.*

*El documento es de interés para la implementación del artículo 4.8 de la CMNUCC referido a la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, pero también responde a requerimientos en cuanto a la implementación del artículo 4.5 referido a la transferencia de tecnología pues las medidas de adaptación propuestas se relacionan con una efectiva transferencia tecnológica y la generación de capacidades científicas y tecnológicas.*

*El documento, realiza pues, un aporte sobre cuales son los ámbitos donde se requeriría generar actividades de investigación y mayores estudios, transferencia tecnológica y formación de capacidades así como la generación de mecanismos gubernamentales y no-gubernamentales para la adaptación al cambio climático.*

*Debo destacar el trabajo de consultas realizado para la consolidación de este documento; la cooperación con el Programa Mundial de Alimentos que sirvió para consolidar el concepto de vulnerabilidad alimentaria y vulnerabilidad de los sistemas alimentarios al cambio climático, conversaciones con el Centro Nacional de Hortalizas en torno al uso de biotecnologías y bioseguridad, consultas con el Programa Nacional de Riego (PRONAR) y con los municipios de Totorá y Mizque en torno a la factibilidad de los proyectos de riego, consultas con la Asociación de Productores de Trigo (Cochabamba) en torno a los mecanismos financieros de contingencia y emergencia, así como con diferentes ONG's presentes en la región de estudio, con niños y jóvenes, profesores de escuela, facilitadores en salud y agricultores que participaron en las encuestas en torno al tema de riesgos ambientales.*

*Así mismo me es grato agradecer la colaboración de Project Concern Internacional por su apoyo en las campañas de campo y la participación de su equipo técnico en las consultas y trabajos realizados en el departamento de Cochabamba.*



Lic. Hernán Cabrera Franciakiz  
VICEMINISTRO DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES  
Y DESARROLLO FORESTAL



## ***Executive summary***

*Productive ecosystems are prompt to be severely impacted by climate change. Not only due to the direct impacts related with temperature increase and precipitation pattern changes but also because current productive practices will have to adapt to new environmental conditions within a small period of time.*

*Mountain ecosystems are particular vulnerable to climate change because temperature increase can drastically modify regional hydrology, principally due to the withdrawal of ice coverage in alpine ecosystems, but also prompted by changes in precipitation patterns. This will modify vegetation mosaics and affect ecosystem and microclimatic diversity in different ways. Increased precipitation during the rain season and glacier withdrawal may induce to increased soil erosion and degradation and to water shortages during the winter affecting different human activities in particular agriculture and food security.*

*The current document explores systematically key aspects of climate change food system vulnerability in mountain semiarid regions to develop and implement adaptation measures. A in deep exploration of key factors that affect food systems in semiarid temperate valleys of Bolivia, provides a global overview of principal climate trends and its effects upon food systems.*

*As a pilot region has been defined the high basin or Rio Grande in Cochabamba and Chuquisaca, using stakeholder consultations as the principal survey tool and corroborating farmers and extensionist perceptions and*

*findings with meteorological data and Normalized Difference Vegetation Index of NOAA-AVHRR.*

*Initial consideration have been discussed within the conceptual framework of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The Third Assessment Report of IPCC, Greenhouse Gas concentrations and temperature and precipitation changes will impact agriculture and food security principally through changes in crop phenomenology and productivity and through changes in the incidence patterns of pest and diseases.*

*The fertilization effect of increased CO<sub>2</sub> concentrations in the atmosphere will impact positively crop productivity if crops are able to resist temperature increases. In regions where crops are below temperature optimum, temperature increase may enhance crop productivity if sufficient water is available.*

*Studies pursued within this conceptual framework for mountain regions in Bolivia, using sensitivity models, show the trend to enhance crop productivity of potato and maize crops, due principally to the increase of temperature when water availability is secured.*

*From this discussion emerge the following principal question: Which are real trends in regional climate and how will it impact water availability for agriculture in the future? As a result of survey and consultations, two main issues should be taken into account for further research activities and climate change adaptation.*

*The first issue is to get mayor understanding about climatic pattern trends within the*

region. Climatic models (MDSP 2000) show the trend that precipitation will increase during the rain season (September – March) in central valleys of Bolivia, but very small in knew about the distribution and behavior of rain during this season. Local observations and perceptions of farmers and extensionist reveal drastic changes in rain patterns during the last twenty years, principally the delay of first rains in the months of September and October followed by severe rains during crop germination (November). The same patterns has been observed in NDVI values and in lower degree in General Circulation Models (GCM).

Farmers observations also reveal that rain distribution during the rain season is becoming irregular in the last twenty years. In some cases the period between rain events has exceeded the twenty days jeopardizing the regular development of crops. Meteorological evidence of this trend is still very limited but this should be documented through regional and global research.

Other climatic risks associated with low temperatures, differences in air pressures and strong wind events need to be in deep understood and more in detail documented.

The second issue is to understand with more detail the impacts of “El Niño – La Niña” event in the region and current measures used to cope with its impacts, “El Niño” event is connected with strong rain shortages in the Andes chain. In the last twenty years the region had to withstand eight periods of drought. This short term adaptation can in part be used to develop long term adaptation as a response to climate change.

Specially jeopardize are crops without irrigation. Climate change adaptation is connected with current measures prompted to reduce climatic dependence of agriculture through irrigation, protecting crops from other extreme events like severe rains, wind and hail and adapting crops to new climatic conditions though seed enhancement.

The document suggest adaptation measures at different decision making levels. At national level enhanced coordination between the different spheres of environmental management is proposed, at subnational level coordination mechanisms should emerge from integrated basin management, forest protection and land use plans, and at local level technology transfer, employment generation, and institutional strengthening is needed to catalyze adaptation measures.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

*Los ecosistemas productivos están en peligro de ser impactados severamente por el cambio climático. No solamente debido a los impactos directos del aumento de la temperatura y de los cambios en los patrones de lluvia, sino también porque las prácticas productivas deberán adaptarse a nuevas condiciones climáticas en un corto periodo de tiempo.*

*Los ecosistemas de montaña son especialmente vulnerables al cambio climático, porque el aumento de la temperatura puede modificar drásticamente la hidrología regional, debido principalmente a la reducción y desaparición de los glaciares, pero también inducido por cambios en los patrones de precipitación. Esto afectará los mosaicos de vegetación y la diversidad de ecosistemas y microclimas de diferentes maneras. El aumento de la precipitación durante la temporada de lluvias y la reducción de reservorios de agua en los glaciares puede traer consigo acrecentada erosión de los suelos y restricciones en la disponibilidad de agua durante la época seca afectando diferentes actividades humana pero en particular a la agricultura y la provisión de alimentos.*

*El presente trabajo explora de manera sistemática los aspectos claves de la vulnerabilidad de sistemas alimentarios al cambio climático en regiones semiáridas de montaña para el desarrollo e implementación de medidas de adaptación. El trabajo que ha sido orientado a explorar de manera profunda los factores claves que afectan a los sistemas alimentarios en los valles mesotérmicos y semiáridos de Bolivia, sistematiza un panorama global de las principales tendencias climáticas y sus efectos sobre los sistemas alimentarios.*

*Como región piloto se ha escogido la cuenca alta del río Grande entre los departamentos de Cochabamba y Chuquisaca y como principal herramienta de relevamiento consultas con actores sociales cuyos resultados han sido corroborados con documentación meteorológica y el índice de vegetación del sensor NOAA-AVHRR.*

*Las consideraciones iniciales han sido discutidas dentro del marco teórico de las evaluaciones del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). Según el Tercer Reporte de Evaluación del IPCC, las concentraciones de gases de efecto invernadero y los cambios en los patrones de temperatura y precipitación afectarán a la agricultura y la alimentación principalmente a través de cambios en la fenomenología de los cultivos, así como cambios en los patrones de incidencia de plagas y enfermedades.*

*El efecto fertilizante del aumento de concentraciones de Carbono en la atmósfera impactara de manera positiva la productividad de los cultivos si los cultivos logran resistir aumentos de temperatura. En regiones donde los cultivos están sometidos a temperaturas por debajo de la temperatura óptima para su desarrollo, el aumento de la temperatura tendrá efectos positivos sobre los rendimientos siempre y cuando se asegure la provisión de agua.*

*Los estudios realizados en Bolivia bajo este marco conceptual, utilizando modelos de sensibilidad, muestran efectos positivos del elevamiento de la temperatura sobre el rendimiento de cultivos de papa y maíz cuando la provisión de agua esta asegurada.*

*De estos resultados surge una pregunta fundamental: ¿Cuales serán los cambios*

*climáticos mas probables en la región y como estos afectarán a la provisión de agua para los cultivos? Como resultado de las consultas se ha concluido dos elementos principales que deben ser considerados para la investigación y la planificación de medidas de adaptación.*

*El primer elemento es ganar mayor entendimiento de las tendencias en los patrones climáticos dentro de la región. Los modelos climáticos utilizados (MDSP 2000) muestran una clara tendencia a que la lluvias aumenten durante la época de lluvias (Septiembre – Marzo) en los valles centrales de Bolivia, sin embargo se conoce muy poco sobre la distribución y el comportamiento de las lluvias durante el año. Las percepciones y observaciones de agricultores y extensionistas revelan cambios drásticos en los patrones de lluvia en los últimos veinte años, principalmente el retroceso del inicio de las lluvias en los meses de septiembre – octubre seguido por lluvias severas durante la germinación (noviembre). La misma tendencia se observa en los valores del NDVI y es levemente mostrada por los resultados de modelos de circulación general (GCM).*

*Las mismas observaciones de agricultores y extensionistas revelan que la distribución de las lluvias dentro de la época húmeda se están tornando irregulares. En algunos casos el periodo entre una lluvia y otra a superado los veinte días dañando severamente los cultivos. Existe evidencia muy puntual en datos meteorológicos para corroborar esta percepción, sin embargo esto debería ser corroborado y documentado con estudios regionales y globales.*

*Otros riesgos climáticos asociados con la ocurrencia de bajas temperaturas, así como con diferencias de presión y vientos severos deben ser entendidos a mayor profundidad y documentados en mayor detalle.*

*El segundo elemento crítico esta relacionado con entender a mayor detalle los impactos de eventos “El Niño – La Niña” en la región y las medidas de sobre vivencia actuales utilizadas para responder a los impactos. “El Niño” viene acompañado con reducciones en la cantidad de lluvias en la cordillera de los Andes. El los últimos veinte años la región ha tenido que soportar ocho periodos de sequía. Estas medidas de sobre vivencia se constituyen en medidas de adaptación a largo plazo como respuesta al cambio climático.*

*Especialmente vulnerables son cultivos a secano. Las medidas de adaptación al cambio climático vienen de la mano con medidas tecnológicas en curso para proporcionar de riego a los cultivos, proteger a los cultivos de eventos extremos como lluvias severas, viento y granizo, y adaptando los cultivos a nuevas condiciones ambientales a través del mejoramiento de semillas.*

*El documento propone medidas de adaptación a diferentes niveles de decisión. A nivel nacional se propone mayor coordinación entre las diferentes esferas de gestión ambiental, a nivel subnacional los mecanismos de coordinación deben emerger del manejo integral de cuencas, protección de bosques y planes de uso del suelo y a nivel local a través de transferencia tecnológica, generación de empleos y fortalecimiento institucional para catalizar medidas de adaptación.*

# Indice General

|                                                                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Prólogo.....                                                                                                                                                                         | i   |
| Presentación.....                                                                                                                                                                    | iii |
| Executive Summary.....                                                                                                                                                               | v   |
| Resumen Ejecutivo.....                                                                                                                                                               | vii |
| Indice General.....                                                                                                                                                                  | ix  |
| Indice de Cuadros.....                                                                                                                                                               | x   |
| 1. Introducción.....                                                                                                                                                                 | 1   |
| 2. Marco teórico de las acciones de adaptación al cambio climático dentro del<br>ámbito de la CMNUCC y la experiencia de Bolivia.....                                                | 3   |
| 2.1 El enfoque estándar del IPCC y los estudios de vulnerabilidad y adaptación en agricultura.....                                                                                   | 5   |
| 2.2 Un nuevo enfoque para la evaluación e implementación de medidas de adaptación<br>al cambio climático en el sistema alimentario.....                                              | 6   |
| 2.3 Lineamientos generales de la Estrategia Nacional de Implementación de la CMNUCC (ENI).....                                                                                       | 10  |
| 3. La vulnerabilidad alimentaria a los impactos del cambio climático en regiones de montaña,<br>metodología y objetivos del estudio.....                                             | 13  |
| 3.1 El hilo conductor del estudio.....                                                                                                                                               | 13  |
| 3.2 Reflexiones metodológicas iniciales para encaminar las acciones de adaptación al cambio<br>climático.....                                                                        | 16  |
| 4. Contexto geográfico y agrícola del área de estudio.....                                                                                                                           | 21  |
| 5. Los escenarios de cambio y variabilidad climática en la región piloto.....                                                                                                        | 25  |
| 5.1 Los escenarios de cambio climático.....                                                                                                                                          | 25  |
| 5.2 Los impactos del ENSO sobre la región piloto.....                                                                                                                                | 30  |
| 5.3 Riesgos climáticos en la región piloto.....                                                                                                                                      | 34  |
| 6. Los impactos del cambio climático sobre los sistemas agroalimentarios en la región piloto.....                                                                                    | 35  |
| 6.1 Las medidas de adaptación al cambio climático dentro del contexto agrícola de la región<br>piloto.....                                                                           | 36  |
| 6.1.1 El contexto agrícola en la región piloto.....                                                                                                                                  | 36  |
| 6.1.2 Las medidas de adaptación al cambio climático en agricultura.....                                                                                                              | 38  |
| a) Sistemas de riego, situación actual y consideraciones en torno a la adaptación al cambio<br>climático.....                                                                        | 39  |
| b) Conservación y mejoramiento de semillas como medida de adaptación al cambio climático.....                                                                                        | 43  |
| c) Sistemas financieros y seguros.....                                                                                                                                               | 44  |
| 6.1.3 Sobre los Costos y barreras para la implementación de medidas de adaptación.....                                                                                               | 44  |
| 7. Conclusiones y recomendaciones para la formulación de políticas complementarias de<br>seguridad alimentaria entre la adaptación al cambio climático y la producción agrícola..... | 50  |
| Referencias bibliográficas.....                                                                                                                                                      | 52  |

## Índice de Cuadros y Figuras

|            |                                                                                                                                                                                |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1:  | Estudios de vulnerabilidad y adaptación en el marco de la CMNUCC.....                                                                                                          | 23 |
| Cuadro 2:  | Riesgos climático en la región de estudio.....                                                                                                                                 | 34 |
| Cuadro 3:  | Ejemplo de rotación de los cultivos.....                                                                                                                                       | 37 |
| Cuadro 4:  | Tipos de uso del suelo en el área de estudio.....                                                                                                                              | 37 |
| Cuadro 5:  | Potenciales medidas de adaptación para asegurar la alimentación.....                                                                                                           | 39 |
| Cuadro 6:  | Comportamiento de los rendimientos de principales cultivos en el municipio de Icla.....                                                                                        | 39 |
| Cuadro 7:  | Proporción de área bajo riego en la región de estudio.....                                                                                                                     | 41 |
| Cuadro 8:  | Proyectos aprobados por el PASA para ser implementados dentro del<br>área de estudio.....                                                                                      | 42 |
| Cuadro 9:  | Rendimientos de los principales cultivos en algunos municipios<br>de la zona de estudio (t/ha).....                                                                            | 44 |
| Cuadro 10: | Barreras para hacer frente a los impactos del cambio climático.....                                                                                                            | 45 |
| Cuadro 11: | Matriz de problemas ambientales que tienden a intensificar los<br>impactos del cambio climático sobre la seguridad alimentaria.....                                            | 46 |
| Cuadro 12: | Matriz resumida de las barreras para la implementación de medidas de.....                                                                                                      | 48 |
| Cuadro 13: | Matriz de interrelaciones entre diferentes convenciones de desarrollo<br>sostenible para mitigar el cambio climático y generar<br>capacidades de respuesta a sus impactos..... | 49 |
| Figura 1:  | Análisis de cluster del Índice de Desarrollo Humano (IDH) en la región de estudio.....                                                                                         | 22 |
| Figura 2:  | Comportamiento del NDVI durante el inicio de la época de lluvias 1982 - 2001.....                                                                                              | 29 |
| Figura 3:  | Índice ENOS multivariable y años secos en la región piloto.....                                                                                                                | 30 |

## Índice de Gráficos

|            |                                                                                                         |    |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1: | Región Piloto.....                                                                                      | 21 |
| Gráfico 2: | Comportamiento de las temperaturas y precipitaciones normales<br>(1961 - 1990) en la región piloto..... | 26 |
| Gráfico 4: | Comportamiento del NDVI durante el año 1982 (enero – diciembre).....                                    | 31 |
| Gráfico 5: | Comportamiento del NDVI durante el año Niño 1983 (enero – diciembre).....                               | 32 |

# 1.

## **Introducción**

*La evidencia del calentamiento global inducido principalmente por el acrecentado uso de combustibles fósiles desde el inicio de la era industrial, igualará en magnitud a cambios climáticos producidos a escalas geológicas y que han generado grandes cambios en los ecosistemas terrestres y marinos, en la circulación general de los océanos, y en las grandes masas de hielo del planeta.*

*Si bien existe una sensata preocupación en la comunidad internacional sobre cuales pueden ser los impactos de estos cambios sobre la sociedad humana, la comunidad científica internacional, esta muy lejos de tener certidumbres ya que las previsiones de los principales laboratorios y observatorios climáticos tienden a mostrar escenarios tan diversos que en principio todo es posible en el futuro<sup>1</sup>.*

*Sin embargo a pesar de la dificultad de tener pronósticos válidos para el futuro, la comunidad científica internacional ha venido evidenciando desde los años 1980 un aceleramiento en el retroceso de los glaciales de alta montaña a la vez que las anomalías de temperatura en el Pacífico se hacían mas intensas y frecuentes.*

*El presente documento es el resultado de una revisión ad livitum de la situación de los sistemas alimentarios, en particular de la agricultura en los valles mesotérmicos de Bolivia, en relación a los potenciales impactos del calentamiento global para evaluar su vulnerabilidad y preparar actividades de adaptación y respuesta.*

---

<sup>1</sup> Los escenarios climáticos del IPCC muestran un rango de calentamiento de 1,8 a 5,6°C para el siglo XXI

*El enfoque del estudio es explorativo para percibir conjuntamente con los actores locales implicados, de manera participativa, cuales son los riesgos a los que está sometido el sistema alimentario en una determinada región y cuales son especialmente críticos en relación con el cambio climático.*

*Los dos primeros puntos del documento resaltan las diferencias existentes entre un enfoque top-down y un enfoque que exige de la participación de los actores implicados, y más que certidumbre científica, verdadera intuición de los expertos y líderes del proceso para catalizar la adaptación al cambio climático.*

*Durante estos puntos iniciales del documento se discuten las oportunidades que surgen para Bolivia en cuanto a la implementación de su Estrategia Nacional de Implementación (ENI) y Planes nacionales. Los puntos posteriores intentan sistematizar una experiencia inicial de diálogo y consulta entre el gobierno y los actores locales.*

*Como área piloto se ha elegido la región comprendida dentro de una parte de la mancomunidad de municipios de Cono Sur en el departamento de Cochabamba y otros municipios vecinos en el departamento de Chuquisaca que se constituyen en una parte densamente poblada de la cuenca alta del río Grande.*

*Como región de montaña, esta se caracteriza por una diversidad de microclimas y ecosistemas, así como por una variedad de formas institucionales y prácticas agrícolas que se derivan de la interacción de los seres humanos con el medio.*

*La diversidad geográfica y cultural de la región hace que la evaluación de la vulnerabilidad del sistema alimentario a los cambios producidos por el calentamiento global sea compleja. Si bien estudios de sensibilidad anteriores, en particular para el cultivo de papa, predominante en la región, muestran tendencias generales al aumento de los rendimientos a causa de aumentos sensibles en las precipitaciones, estos cambios afectarán de manera positiva al sistema alimentario siempre y cuando existan mecanismos que minimicen los efectos negativos colaterales (cambios en los patrones de distribución temporal y espacial de las lluvias, impactos de el niño/la niña, vientos severos, etc.), .*

*Los datos y conclusiones de este estudio han sido obtenidos en consultas con expertos de diferentes instituciones gubernamentales, agencias multilaterales, organizaciones de la sociedad civil e instituciones académicas, con miras a tener un panorama más cualitativo que cuantitativo de la situación agrícola en la zona de estudio.*

# 2.

## **Marco teórico de la adaptación al cambio climático**

*La CMNUCC reconoce la necesidad de adaptación al cambio climático, y especifica en su artículo 4.4 que se deberá proporcionar el soporte necesario para que los países en desarrollo puedan hacer frente a los efectos adversos del cambio climático. Para los países en desarrollo es claro que los recursos financieros que se provean para hacer frente a estos efectos adversos deberán ser adicionales a otros destinados a responder a los impactos de eventos severos de variabilidad climática. Por otra parte, el argumento más sólido de las partes anexo I, se basa en el reconocimiento de que es imposible, según el estado de la ciencia actual, diferenciar los costos del cambio climático de aquellos relacionados a la variabilidad climática.*

*Aunque esta discusión continua, los países han podido ponerse de acuerdo, en parte obligados por la necesidad de actuar de manera pragmática ante los devastadores eventos climáticos que el planeta ha tenido que soportar en los últimos veinte años.*

*En este capítulo se hace una revisión de la discusión entorno a la implementación de medidas de adaptación bajo la CMNUCC. Esta discusión es crítica y fundamental, ya que en función a esta se puede valorar el aporte de este trabajo en su verdadera dimensión.*

*El lector notara, que dentro de la discusión, de cómo implementar medidas de adaptación al cambio climático, ha habido un cambio de paradigma en los ámbitos formales de la Convención; las metodologías que se proponen como las mas acertadas, se han movido de una aproximación concentrada en el uso de modelos y sistemas de expertos a una más orientada a entender los procesos de adaptación y la vulnerabilidad al cambio climático desde los ámbitos locales de manera más participativa e intuitiva.*

*Este cambio de enfoque gestado entorno a la sexta y séptima conferencia de las partes de la CMNUCC*

viene acompañado de la consolidación del marco legal internacional para impulsar las medidas de adaptación al cambio climático a escala global. Esto significa la elaboración de nuevos lineamientos para los estudios de vulnerabilidad y adaptación en el marco de la elaboración de las Comunicaciones Nacionales, el apoyo a los LDC (Países Menos Desarrollados) para la elaboración de planes nacionales de adaptación y la constitución de un fondo global para la adaptación al cambio climático. La discusión dentro del programa de soporte a las comunicaciones nacionales del GEF <sup>2</sup> se viene llevando a cabo entorno a la generación de un marco de formulación de políticas de adaptación en países no pertenecientes al Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, con el objetivo de continuar el proceso de evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de los países en el marco de las comunicaciones nacionales.

En principio, esta discusión formal en el ámbito de la Convención y menos formal en ámbitos académicos, critica la actual actitud en torno a los estudios de adaptación al cambio climático, resaltando el hecho, que la mayoría de los recursos, se vienen gastando en el desarrollo de escenarios complejos, en el ajuste de modelos y estudios sectorizados a nivel nacional, pero en proporción los recursos destinados a crear capacidades de adaptación al cambio climático han sido irrisorios. Para el

desarrollo de los modelos la comunidad científica se ha visto ante la necesidad de generar escenarios futuros que hasta el momento mantienen elevados rangos de incertidumbre, dentro de los cuales, los futuros escenarios socio-económicos son aún más inciertos. Por otra parte el desarrollo de tendencias de largo plazo (mayores a 50 años) difícilmente se ajusta a captar el interés de los formuladores de políticas.

Se debe buscar entonces un marco flexible para la adaptación al cambio climático, que pueda ser modificado y aplicado por las Partes al realizar sus evaluaciones. Por otra parte se viene enfatizando un enfoque de “aprender haciendo”, dentro del cual los investigadores, tomadores de decisión, financiadores, expertos nacionales de esferas gubernamentales puedan trabajar conjuntamente hacia metas comunes de adaptación.

Los dos puntos siguientes de este documento, resaltan las diferencias existentes entre un enfoque “top-down” de arriba para abajo, mantenido por el IPCC hasta el tercer reporte de evaluación y un enfoque “bottom-up” que exige de la participación de los actores locales implicados, pero al mismo tiempo consolida el estado del conocimiento sobre la vulnerabilidad de la agricultura en ecosistemas de montaña.

---

<sup>2</sup> Fondo para el Medio Ambiente Mundial por sus siglas en ingles

## **2.1 El enfoque estándar del IPCC y los estudios de vulnerabilidad y adaptación en agricultura**

*Uno de los rasgos fundamentales del enfoque que el IPCC ha estado manejando hasta la actualidad esta basado en la utilización de modelos generadores de escenarios de cambio climático. El enfoque utiliza una aproximación top-down, de lo general a lo particular, en la que la percepción de vulnerabilidad es el resultado de varias pruebas de sensibilidad a diferentes escenarios de cambio climático. El impacto es estimado después suponiendo ciertas tendencias de desarrollo futuro.*

*La evaluación basada en escenarios es un método prospectivo para lograr un mayor entendimiento de cómo se comporta el sistema y cuales serían las consecuencias de nuestros actos. Al mismo tiempo evaluar diferentes caminos para lograr un objetivo.*

*El IPCC en su Tercer Reporte de Evaluación (IPCC 2001) describe, en un capítulo aparte dedicado a los escenarios, que la aproximación utilizada para construir los escenarios varía de acuerdo al propósito de la evaluación, así por ejemplo se pueden usar escenarios para: ilustrar el cambio climático, estimar las consecuencias potenciales del cambio climático, así como para propósitos metodológicos y de planificación. A medida que los modelos se van haciendo más exactos (grillas más pequeñas y exactas, mayor interrelación de variables, mejor ajuste de los modelos)*

*es posible estimar cuál puede ser el impacto sobre un determinado sector o área de interés.*

*En este marco los estudios del IPCC en agricultura apuntan a evaluar las interrelaciones entre el cambio climático, el aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub>, y los rendimientos en los cultivos, así como otros estudios que revisan los efectos combinados entre los cambios en los patrones de precipitación, el aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> y los cambios en el suelo y otros factores bióticos así como la incidencia de malezas, plagas y enfermedades. (IPCC 2001).*

*Si bien los estudios realizados bajo este enfoque, desde una óptica global no pueden ser fácilmente adaptados a las necesidades locales de adaptación al cambio climático, estos ya significan una cierta base para desarrollar medidas de adaptación, “en plena penumbra un antorcha puede ayudar a descubrir el camino”. Los increíbles esfuerzos que la comunidad científica en torno al IPCC ha venido haciendo para poder ganar un entendimiento comprensivo de lo que puede suceder a causa del calentamiento global en todas las esferas de mayor interés y preocupación humana no deberían descartarse sino validarse en su verdadera dimensión para intuir las acciones que un país o región debería encaminar para hacer frente a los impactos del cambio climático.*

*Es importante reconocer que los estudios realizados a escalas globales, regionales*

y nacionales han servido para agudizar la percepción del problema y en cierto grado para poder definir una serie de posibles tendencias que pueden traducirse en impactos sobre las economías locales así como medidas de adaptación a largo plazo (horizontes de tiempo de 50 años).

Como se mencionó arriba, los estudios se centran a evaluar el efecto combinado del aumento de la temperatura y de las concentraciones de CO<sub>2</sub> sobre los rendimientos de los cultivos. Al parecer la mayoría de los estudios parecen coincidir en el hecho de que los efectos positivos del aumento de las concentraciones de carbono en la atmósfera sobre la productividad fotosintética son mayores cuando existe también un aumento de las temperaturas, los cultivos tienden a desarrollarse en menor tiempo pero a aumentar su productividad hasta un límite de temperatura que varía de acuerdo al cultivo. Los efectos negativos pueden estar conectados con aumentos drásticos de la temperatura en la época de floración (IPCC 1995, IPCC 1997, IPCC 2001, MDSP 2000).

En cuanto a la estabilidad de los suelos, los estudios muestran mayor énfasis en el estudio de regiones semiáridas. En este sentido se atribuye mayor fuerza a los vectores de cambio en el uso de la tierra y manejo de los suelos que al cambio climático aunque se reconoce que la severidad, frecuencia y extensión de la erosión puede ser afectada por los cambios en los patrones de precipitación así como cambios en los patrones de vientos (IPCC 1995, IPCC 1997, IPCC

2001). Los estudios muestran que existe la posibilidad de que el aumento de la probabilidad de erosión tendería a reducir la capacidad de acumulación de agua y de materia orgánica aumentando el estrés de nutrientes y agua de los cultivos, por lo que tierras marginales la erosión puede agravar los efectos del aumento de la temperatura.

En relación a generar un entendimiento de las tendencias generales de plagas y enfermedades a los cultivos por efecto del calentamiento global el progreso es modesto e incompleto y se centra en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC (SAR). Las explicaciones tienden a hablar de una posible intensificación de la incidencia de plagas y enfermedades (IPCC 1995) así como una ampliación del rango de vectores desde los años 1970 lo que es consistente con actuales tendencias de cambio climático (IPCC 2001). También se menciona que la duplicación de CO<sub>2</sub> podría tener un efecto diferenciado en el desarrollo de plagas y enfermedades de acuerdo a la especie.

## **2.2 Un nuevo enfoque para la evaluación e implementación de medidas de adaptación al cambio climático en el sistema alimentario**

El problema de fondo radica, en como llevar a la práctica, medidas de adaptación al cambio climático. Los informes de evaluación del IPCC que han significado un esfuerzo global impresionante para juntar a los expertos

*mas sobresalientes en diferentes áreas temáticas desde el primer informe de evaluación del IPCC y que en parte se han replicado en los países en el marco de las Comunicaciones Nacionales simplemente han logrado desarrollar algunos lineamientos de lo que se debe hacer para reducir los impactos del cambio climático; pero, las medidas de adaptación al cambio climático, que deberán surgir de acuerdos políticos y arreglos institucionales y sociales a nivel local, se podrán implementar cuando estos logren convencerse e intuir los riesgos relacionados al calentamiento global, es decir, cuando a nivel local el tema se perciba como importante.*

*Las medidas de adaptación tienen carácter local a diferentes niveles de decisión, mientras que los mejores escenarios existentes proporcionan información a escalas globales cuando mucho continentales. Los Modelos de Circulación General (GCM) no son lo suficientemente precisos para evaluar los impactos a nivel local. Aun más crítico es que las actividades de adaptación deben estar enfocadas a los factores críticos de variabilidad que pueden quebrar o poner en peligro un determinado sistema y no así en base a lo que puede suceder en una situación promedio.*

*Por otra parte, la forma en la que se llevan a cabo las estrategias y acuerdos internacionales relacionados al desarrollo de medidas de adaptación deja varios vacíos en la implementación sobre todo a nivel local y duplica los esfuerzos a nivel de la administración global y nacional.*

*Por ejemplo, el problema de la alimentación de la población mundial, tiene un asidero formal diferente y paralelo al de la CMNUCC en el marco de la Cumbre de la Alimentación, así como mecanismos propios para hacer realidad el objetivo de reducir a la mitad la población que sufre de hambre para el año 2015. En este marco podemos aseverar, que el tema del calentamiento global es un elemento más en la actuación destinada a hacer realidad los objetivos de la cumbre de la alimentación.*

*Desde la perspectiva de la seguridad alimentaria global el problema es diferente al problema planteado en ámbitos formales a la CMNUCC. Según varios estudios del International Food Policy Research Institute (IFPRI) la deficiente alimentación de una población creciente en el mundo se ve agravada por un acrecentado deterioro de los recursos naturales, como ser suelos, bosques, pescas marinas, aire y agua, lo que disminuye la capacidad de producción de la agricultura. En este sentido la degradación de suelos se constituye en una de los retos más importantes de la agricultura global. Las pérdidas de suelo se traducen en hasta 10 Millones de hectáreas por año según estimaciones del PNUMA, también existen indicadores de una desaceleración en el aumento de tierras irrigadas, además de que aproximadamente de 10 a 15% de las tierras irrigadas están degradadas por salinización y saturación hídrica. A estas preocupantes tendencias se suma el hecho de que los cambios climáticos sean de tales magnitudes como muestra el Tercer Reporte de Evaluación del IPCC.*

*El hecho de que en los últimos 20 años, la intensificación del evento el Niño y otros eventos extremos como el huracán Mitch en centro América y las inundaciones en Mozambique o en la India o las prolongadas sequías en la región del Tigris a fines del siglo XX, que han traído consigo grandes pérdidas económicas y humanas para los países y para la economía global, presionan sobre la necesidad de generar medidas de respuesta efectivas.*

*Desde el punto de vista de asegurar la alimentación para una población creciente y con acrecentadas restricciones ambientales, es necesario desarrollar un marco conceptual diferentes, dinámico y adaptativo que permita desatar las fuerzas latentes a nivel local.*

*Uno de los elementos de un marco conceptual emergente, es, que los países del mundo vienen acordando, que es necesario buscar mayores sinergias y contrafuerzas entre la implementación de las diferentes Convenciones y Cumbres que la humanidad ha logrado en la segunda mitad del siglo XX. La aceptación de que la variabilidad climática es parte del problema del calentamiento global es una muestra de estas tendencias de buscar puntos en común y desarrollar trabajos conjuntos. En este sentido las respuestas que se lleven a cabo para adaptarse a estos eventos que ponen en peligro el desarrollo de países vulnerables, se constituyen también en medidas de adaptación de largo plazo a los impactos*

*del cambio climático <sup>3</sup> Evidentemente los costos incrementales de medidas de adaptación serán menores si se consideran los actuales emprendimientos de manejo regional que conllevan a una adaptación a los cambios ambientales de carácter global.*

*Un segundo elemento del marco conceptual esta relacionado al concepto de vulnerabilidad; a niveles mayores de abstracción la vulnerabilidad es relativa a la naturaleza del impacto y la capacidad de respuesta. Si el impacto supera la capacidad de respuesta y por ende existe un deterioro del estado es por que existe una vulnerabilidad al impacto. Este concepto se ha empezado a manejar con mayor fuerza cuando surge la necesidad de implementar medidas efectivas de adaptación al cambio climático.*

*Se reconoce que la adaptación es paulatina, que existen fuerzas inestimadas y difícilmente estimables en los potenciales humanos, tanto a nivel local como nacional y se reconoce la necesidad de orientar todo el proceso hacia el aprendizaje colectivo. En definitiva todos los esfuerzos se orientan hacia el proceso más que hacia los resultados de corto plazo.*

*No solo deberán considerarse las medidas de adaptación como medidas aisladas, sino integradas dentro del proceso de desarrollo local y de acuerdo a las líneas nacionales de desarrollo sostenible,*

---

<sup>3</sup> En los últimos veinte años, se ha venido evidenciando una intensificación del Multivariate ENSO Index (MEI) (Climate Diagnostic Center, University of Colorado) mostrando que los eventos el Niño se están haciendo más intensos y frecuentes, esto coincidiría con el retroceso acelerado de los glaciales andinos desde los años 80.

dentro de cuyo contexto ya existe o se ha venido desarrollando cierta capacidad de respuesta. Las medidas de adaptación se constituyen en medidas adicionales, en función a un escenario base que denota cierta vulnerabilidad. Varios de los reportes del IPCC, en particular el Tercer Reporte de Evaluación del IPCC, han enfatizado que las actividades de adaptación más efectivas ya se han venido llevando a cabo en cierta medida, como parte del proceso mismo de desarrollo. Uno de los retos más importantes que surge de esta discusión es hacer que las medidas de adaptación se encuentren dentro del marco conceptual de desarrollo sostenible establecido por los países después de la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo 1992.

Como se ha mencionado arriba, la posibilidad de responder a situaciones de riesgo de corto plazo, como en el caso de eventos extremos de variabilidad climática, también genera la posibilidad de responder a riesgos de largo plazo en la proyección,<sup>4</sup> Sin embargo permanece la necesidad de saber cómo y cuáles serían medidas de corto plazo que también responden a riesgos de largo plazo, y cuáles y donde es necesario empezar a encaminar medidas adicionales que intentan reducir los riesgos de largo plazo.

Este nuevo enfoque se utilizará para el desarrollo de las nuevas evaluaciones de vulnerabilidad y adaptación al cambio

climático en el marco de las Comunicaciones Nacionales que los países deberán presentar ante la CMNUCC, por lo que el país deberá:

a) Redireccionar las evaluaciones de adaptación de un enfoque puramente analítico en otro más orientado, hacia la formulación de políticas y acción coordinada, el cual incorpore las decisiones nacionales en materia de planificación y los procesos de definición de política, el conocimiento local y tradicional; y que a su vez, sea integrado en el proceso de desarrollo sostenible nacional.

b) Modificar los enfoques sobre la vulnerabilidad, impactos y adaptación y evolucionar los métodos a fin de evaluar mejor los riesgos asociados a la variabilidad climática y a los eventos extremos, así como a condiciones climáticas diferentes de temperatura, tales como, magnitud y frecuencia de las inundaciones, magnitud y probabilidad de las sequías, intensidad de la lluvia, ubicación y frecuencia de tormentas y vientos severos.

c) Involucrar interlocutores clave en las evaluaciones, a fin de asegurar que los aspectos relevantes del tema del cambio climático están siendo tomados en consideración. así como verdaderos acuerdos políticos e institucionales para llevar a cabo medidas de adaptación al cambio climático a costos que permitan

---

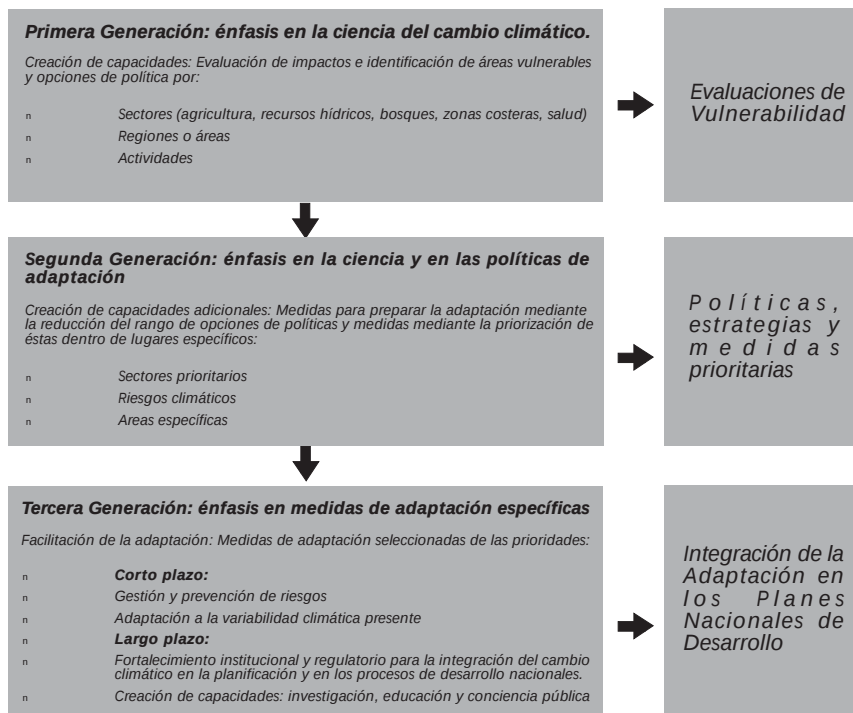
<sup>4</sup> Durante sus campañas de campo, el conductor de este trabajo ha podido percibir que los municipios azotados por el Terremoto de 1998 en la región de los valles Bolivianos, han logrado captar la atención gubernamental y de la comunidad internacional con mayor vigor después de estos eventos, irónicamente, el resultado se traduce en mejores instalaciones sanitarias para hacer frente a situaciones extremas, fondos adicionales disponibles para hacer frente a impactos colaterales, como sistemas de riego y almacenes de alimentos y un impulso adicional a los rubros relacionados con la reconstrucción (fábricas de ladrillos, comercio del cemento y actividades de construcción).

procesos masivos de preparación y prevención de los riesgos e incluir las acciones de adaptación al cambio climático en los planes de desarrollo municipal

d) Construir sobre la base de las capacidades nacionales para desarrollar,

identificar y aplicar los métodos más apropiados, con base en las circunstancias nacionales, y establecer para tal efecto y cuando sea necesario, equipos técnicos nacionales de cambio climático.

### Cuadro 1: Estudios de vulnerabilidad y adaptación en el marco de la CMNUCC



### 2.3 Lineamientos generales de la Estrategia Nacional de Implementación de la CMNUCC (ENI)

A pesar de que el marco formal para la adaptación al cambio climático en la

Convención no se encontraba consolidado\*, el proceso en Bolivia empieza hace dos años con la consolidación de la Estrategia Nacional de Implementación de la CMNUCC (ENI) y el Plan Nacional de Cambio Climático en Seguridad Humana (PNCCSH) con el soporte de los programas CCTRAIN -

\*No existía acuerdos sobre el Fondo para la Adaptación, para los planes de acción de los LDC, ni marcos de política dentro del programa de apoyo a las comunicaciones nacionales.

UNITAR y Comunicaciones Nacionales GEF/ PNUD, con un enfoque muy parecido al que se propone más de dos años después como marco para guiar la acción en países no incluidos en el Anexo I dentro del programa de comunicaciones nacionales de la CMNUCC.

Dado que el país no dispone de recursos financieros para terminar estudios muy complejos de vulnerabilidad y adaptación, el marco metodológico debe ser flexible e intuitivo buscando esferas de acción donde existan ciertas certezas así como el interés de los actores implicados.

La ENI define como prioridad nacional y parte fundamental de la posición Boliviana frente a las negociaciones de la CMNUCC, la adaptación de sus sectores de producción de alimentos y salud humana a los impactos del cambio climático “el país no deberá descuidar las actividades para responder y adaptarse a los impactos del cambio climático porque puede poner en riesgo los avances logrados en cuanto a la seguridad alimentaria, la salud humana y agudizar los problemas existentes de pobreza” (MDSP 1999).

Así mismo, la ENI incluye ambos conceptos de mitigación y adaptación dentro de un solo concepto de “adaptación” de la sociedad a los cambios ambientales y sociales a los que esta sometida la sociedad boliviana y mundial. La sociedad nacional y mundial estaría bien adaptada cuando sus actividades productivas y reproductivas no pongan en peligro la estabilidad ambiental del planeta (en el caso de la CMNUCC

contribuya a la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera), pero al mismo tiempo tenga la capacidad de mantener y mejorar sus niveles de “bienestar” dadas nuevas condiciones ambientales y socioeconómicas.

Dentro de este marco las actividades definidas por la Convención como de mitigación del cambio climático se constituyen en principales medidas de adaptación. Ya sea por cambios en el uso de la tierra o en los sectores energéticos, estas pueden presentar fuertes sinergias con los procesos de respuesta de la sociedad al cambio climático; siempre y cuando estas medidas estén integradas dentro de los procesos de desarrollo y sostenibilidad regional, y, fundamentalmente, puedan generar un salto tecnológico que es imprescindible para reducir una vulnerabilidad estructural de sociedades y economías precarias a los cambios ambientales y sociales de carácter global.

Esto significa que una buena parte de las actividades de adaptación (que hasta ahora tienen poco apoyo de parte de la comunidad internacional) pueden ser financiadas a través de actividades de mitigación y viceversa en caso de que dentro de la CMNUCC se pueda alcanzar un balance entre estos dos temas básicos. Por ejemplo, una actividad de mitigación que ayuda a la conservación o recuperación de bosques en cabeceras de cuenca, al mismo tiempo de mitigar el cambio climático como sumidero de carbono, se constituye en una principal medida de adaptación, al contribuir a la protección de los recursos hídricos y del

suelo. Otro ejemplo, un salto tecnológico, en muchos casos imprescindible para reducir la vulnerabilidad estructural de la sociedad al cambio climático, solo puede darse, en la mayoría de los casos, a través de mayores niveles de consumo energético, lo que puede traer consigo mayores emisiones de GEI si no se consideran aspectos y sinergias con la mitigación y en último caso estabilización del sistema climático.

Dentro de este marco conceptual las actividades, tanto de mitigación como de adaptación al cambio climático estarían integradas, como complementarias, dentro de los esquemas conceptuales de una gestión ambiental.

La ENI induce también al entendimiento de que la vulnerabilidad al cambio climático es relativa a las capacidades humanas de adaptación. Por un lado los impactos del cambio climático pueden afectar de manera imprevisible los emprendimientos y actividades humanas, por otro lado la sociedad tiene ciertas capacidades de adaptación en ciertos ámbitos, mientras que en otros se necesita generar y fortalecer sus capacidades de adaptación. Esta aproximación es compleja y solo puede realizarse a través del reconocimiento de las capacidades de comprensión y entendimiento de los actores involucrados e interesados y por ende de su activa participación en el proceso.

Bajo el marco conceptual arriba mencionado los planes de implementación de la ENI estructuran

una serie de acciones destinadas a asegurar el desenvolvimiento de las actividades humanas en el país bajo condiciones de cambio climático. Así el documento existente sobre las bases del Plan Nacional de Cambio Climático y Seguridad Humana (PNCCSH), recomienda que las actividades de adaptación puedan ser integradas dentro de las mismas actividades de seguridad alimentaria, salud pública, defensa civil y complementarias a otras medidas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, adicionando aspectos concernientes al cambio climático en la definición de las estrategias, planes sectoriales y políticas públicas.

El objetivo central del PNCCSH es lograr suficientes capacidades de adaptación al Cambio Climático en la sociedad para disminuir la vulnerabilidad humana frente al Cambio Climático; este objetivo se logrará a través de la generación de capacidades de respuesta en los diferentes sectores y esferas de la sociedad, así como del fortalecimiento de un marco institucional responsable de la temática y de los mecanismos de diálogo, coordinación y financiación de las actividades y proyectos dentro de las esferas gubernamentales.

La formulación de actividades de adaptación conjuntamente con los actores locales implicados es según el PNCCSH uno de los mecanismos para implementar la ENI y la CMNUCC en Bolivia.

# 3.

## **La vulnerabilidad alimentaria a los impactos del cambio climático en regiones de montaña, metodología y objetivos de la evaluación**

### **3.1 El hilo conductor de la evaluación**

*Para poder analizar de mejor manera el problema de la vulnerabilidad alimentaria en Bolivia y los impactos del cambio climático sobre esta, hemos diferenciado dos formas de exposición al riesgo de inseguridad alimentaria: una primera esta relacionada con la realidad socioeconómica de las regiones y es directamente proporcional a la pobreza, los niveles de desarrollo humano, y la precariedad de las economías (diversificación de los mercados, tecnología), la segunda esta relacionada con la exposición a riesgos de carácter temporal pero que afectan drásticamente a las economías regionales como la sequía o las lluvias intensas.*

*Además de los impactos periódicos de sequías e inundaciones, las diferentes regiones agrícolas de Bolivia, estarían siendo impactadas por cambios en los patrones de lluvias y temperaturas relacionadas al cambio climático y a eventos de circulación océano-atmosférica como el Niño y la Niña.*

*El estudio busca consolidar un entendimiento suficiente para motivar a la acción a los actores locales y decisores políticos en una región vulnerable desde el punto de vista de la seguridad alimentaria y de cambio climático, así como de importancia económica y social para el país.*

*Desde una óptica de cambio climático, los estudios realizados en la hidrología de los glaciales Andinos, tanto en Ecuador, Perú y Bolivia, evidencian una aceleración del retroceso de los glaciares andinos desde los años ochenta del siglo pasado (Pouyaud, 1997). En el glaciar Quelccaya en los Andes peruanos se evidenció una aceleración del retroceso del glaciar de 3 metros por año entre 1970 y 1990 a 30 metros por año a partir del año 1990 (Ibid).*

*El retroceso generalizado de todos los glaciares*

*andinos puede conducir a la desaparición de los más pequeños durante los próximos decenios con consecuencias imprevisibles sobre los ecosistemas de montaña. Varias fuentes mencionan que el aumento de la temperatura en las regiones de montaña puede aumentar la cantidad de agua que se precipita en forma de lluvia y disminuir la cantidad de nieve. El resultado es mayor cantidad de agua en los ríos durante la época de lluvias y poca agua que se derrite de los glaciares durante la época seca para alimentar los ríos. Esta situación puede agravar la situación de déficit hídrico estacional en los valles secos y aumentar la vulnerabilidad alimentaria en la región al afectar la cantidad de agua para riego y para el consumo humano, así como aumentar el riesgo de erosión de los suelos de las cabeceras de cuenca.*

*Por otra parte los sistemas globales de observación del Niño muestran claramente una intensificación, así como mayor frecuencia de las anomalías positivas (El Niño) desde la segunda mitad de la década de los 70, Por otra parte existe una clara relación entre la intensificación de anomalías positivas en la circulación océano-atmosférica con el retroceso generalizado de los glaciares, así como de los eventos El Niño con la incidencia de mazmorras y avalanchas en las cuencas del Pacífico.*

*Los impactos que estos cambios de largo y corto plazo pueden tener sobre los ecosistemas de montaña han sido poco estudiados y no proveen escenarios completos, por lo que es muy difícil tener*

*una idea completa de que es lo que sucederá con la hidrología en regiones de montaña y cuales serán los efectos indirectos sobre la agricultura.*

*Por otra parte el elevamiento de la temperatura y de las concentraciones de CO<sub>2</sub> tendrán impactos directos sobre los rendimientos de los cultivos. El aumento de las concentraciones del CO<sub>2</sub>, en la atmósfera tendría un efecto fertilizante sobre los cultivos. Es muy probable que los cultivos en latitudes medias y altas y/o altitudes medias y altas puedan aumentar sus rendimientos, sin embargo, en regiones donde los cultivos están muy cerca de las temperaturas máximas toleradas se evidenciaría una reducción de los rendimientos.*

*Los estudios realizados en Bolivia muestran tendencias al aumento de la productividad de los cultivos a altitudes altas y medias, mientras que en los llanos los cultivos empiezan a mostrar síntomas de estrés térmico. En cultivos de papa se observo que el aumento de la temperatura tiene mayor impacto sobre los rendimientos que los cambios en la precipitación (- 20% a +20%) a pesar de que una reducción de la precipitación en 50% significaría la pérdida total del cultivo. Los rendimientos aumentan con cambios en la temperatura de hasta 3°C después empiezan a mostrar síntomas de estrés hídrico por efecto de acrecentada evapotranspiración. El aumento en los rendimientos es más evidente en el altiplano que en los valles y es fortalecido por el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> (MDSP 2000, pag. 212 -213).*

*En el caso de soya y aparentemente de arroz (escenarios incrementales), en los llanos de Bolivia existe una tendencia de reducir los rendimientos del cultivo a medida que aumenta la temperatura. El aumento de la temperatura empezaría a inhibir el crecimiento de la planta, a causa de que la planta utiliza toda su energía para la absorción de agua y la transpiración. También en este caso existen efectos favorables del doblamiento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera ya que el cultivo de soya presenta un alto punto de compensación (MDSP 2000).*

*Desde el Segundo Informe de Evaluación del IPCC no se han hecho grandes avances en materia de plagas y enfermedades y los estudios se limitan a regiones geográficas de latitudes altas, tampoco existen modelos completos para incluir estos aspectos en los análisis de sensibilidad, sin embargo esto es crítico para poder entender de manera más integrada los impactos del cambio climático sobre los cultivos.*

*Desde una óptica de contingencia, las poblaciones asentadas a lo largo de grandes ríos están expuestas al riesgo de sufrir riadas e inundaciones, no solamente en las partes bajas, sino también en lugares donde el encauce del río no soporta mayores cantidades de agua, como el caso de los valles en regiones de montaña. Esto está claramente relacionado con la capacidad de los glaciares de almacenar agua en forma de hielo, así como con el estado de la vegetación en las cabeceras de*

*cuenca que significa una protección del suelo y la cantidad de sedimentos en los ríos.*

*Dado que el estudio aquí presentado busca hacer un primer contraste entre los resultados obtenidos en laboratorios de modelización con las percepciones más cerca de los agricultores, se discutirán a continuación aspectos críticos.*

*Se puede afirmar una tendencia general a que los cultivos a latitudes y altitudes altas tenderían a tener mejores rendimientos a causa del aumento de temperatura y de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera como ha sido parcialmente probado por los estudios de vulnerabilidad y adaptación que se llevaron a cabo tanto en Bolivia como en otros lugares del mundo en el marco del segundo y tercer informe de evaluación del IPCC.*

*Sin embargo afirmar que los cultivos en latitudes y altitudes medias y altas tenderían a tener mejores resultados a causa del cambio climático, considerando que estos están todavía lejos de los límites máximos de tolerancia térmica, es insuficiente y prematuro.*

*Se requiere de una discusión todavía más integral y sistémica para poder ganar mayor nitidez en este aspecto, pero al mismo tiempo, para asegurar la alimentación de la población en una determinada región, se requiere desarrollar medidas de adaptación efectivas con los elementos de juicio que*

se tienen disponibles siendo al mismo tiempo consecuente con el principio de “aprender haciendo” planteado al principio de la evaluación.

Los cultivos tenderían a reducir sus rendimientos en situaciones de menor disponibilidad de agua (menores lluvias y/o cambios en la distribución de las lluvias). En este sentido es necesario ver los márgenes de precipitación que se dan en los valles interandinos y cuales serían las tendencias más probables con cambio climático a través de una revisión de los estudios existentes, así como recomendar mayor detalle en algunas zonas. También es necesario evaluar cuál ha sido el impacto del Niño en estas regiones y cuál podría ser el impacto sobre el balance hidrológico de los ecosistemas si se presentan cambios en los patrones térmicos y de precipitaciones.

Por último el estudio se mueve en torno a tres medidas de adaptación que han surgido de estudios previos, así como en las esferas del IPCC, estas se pueden resumir en:

- n Riego adicional para solucionar en parte el problema de disponibilidad de agua y poder adaptar la siembra a las nuevas condiciones climáticas,
- n Disponibilidad de la calidad y cantidad de semillas suficientes para hacer frente al cambio climático y aprovechar las oportunidades presentes en la fertilización atmosférica (duplicación de CO<sub>2</sub>);
- n Mecanismos financieros y de seguros para responder a los impactos.

### **3.2 Reflexiones metodológicas iniciales para encaminar las acciones de adaptación al cambio climático**

El cambio climático, al cambiar los patrones de lluvias y temperaturas va a impactar sobre las formas tradicionales y costumbres de producir alimentos. Cambios de 1.4 a 5.8 °C en la temperatura superficial global de la tierra puede cambiar de tal manera las condiciones microclimáticas de una determinada región, que las tradiciones y cultura que existen entre los pobladores y agricultores sobre un determinado sistema de cultivos ya no sean útiles sino dentro de otro contexto geográfico.

Cambios del orden de 5.8°C pueden generar condiciones tan diferentes como las que se dan en la transición de épocas glaciales a interglaciales. Los últimos 10.000 años de historia geológica, que dieron lugar a la civilización agraria, cuyas prácticas agrícolas se han afianzado durante miles de años, en los que el sistema climático ha mostrado cierta estabilidad (salvo pequeños cambios en periodos denominados pequeñas glaciaciones), deberán ser modificadas en el transcurso de un siglo para permitir la producción de suficientes alimentos para asegurar la alimentación de la población.

Cuando se habla de vulnerabilidad, esta se halla fuertemente ligada a una percepción de vulnerabilidad que depende de la definición del sistema. Si se define como sistema al sistema

*agroalimentario, la vulnerabilidad del sistema dependerá de una serie de factores sociodemográficos, económicos y ambientales. En relación al calentamiento global en particular, se tenderá a analizar el sistema en función de un marco de variables cambiantes que pueden poner en riesgo la estabilidad del sistema (es decir una serie de variables que dependen críticamente del cambio de clima).*

*El resultado de una percepción de la vulnerabilidad al cambio climático no es más particular como parece, sin embargo ofrece un interesante punto de partida para entender a mayor profundidad el problema de la vulnerabilidad ambiental y social de los sistemas agroalimentarios. Primeramente porque cuando utilizamos el concepto diferencial de vulnerabilidad como producto de la naturaleza y magnitud del impacto y de las capacidades de respuesta, es imposible dejar fuera del análisis tanto riesgos como oportunidades dentro del contexto de los cambios ambientales de carácter global como aquellos cambios que tienen que ver con la naturaleza social y económica de los procesos de globalización.*

*Una primera aproximación heurística y simplificada nos permite deducir que los sistemas agrícolas que se basan en un conocimiento tradicional de manejo del medio (clima, agua, suelo, flora y fauna silvestre), serían los más vulnerables al cambio climático si en un determinado momento las ecuaciones productivas existentes dentro del conocimiento de*

*los agricultores no funcionan óptimamente, dadas las nuevas condiciones ambientales, para asegurar un estado óptimo de alimentación de la población (sistemas altamente dependientes de aspectos ambientales). Mientras que sistemas tecnificados que se orientan al uso racional del agua, a la generación de microclimas artificiales, y a un control fitosanitario estricto tenderían a ser menos sensibles y por ende menos vulnerables a los impactos del cambio climático.*

*Pero este análisis estaría vacío si no consideramos que las sociedades agrarias en Bolivia como en otros países en desarrollo, ya son sociedades vulnerables a los cambios ambientales y sociales globales a los que están sometidos, por la precariedad de sus economías, por el nivel de educación de sus miembros y/o por la falta de representatividad política de los mismos, por los vacíos institucionales existentes o por la falta de leyes y reglamentos que regulen el quehacer regional y que generan conflictos en función al uso de los recursos. Estas condiciones básicas de insuficiencia suman riesgos adicionales para asegurar el bienestar de la población, dentro de lo cual el cambio climático se constituye en un conglomerado de riesgos adicionales.*

*Por otra parte los cambios que se produzcan en la variabilidad climática (duración de los años secos, distribución de la precipitación en la época de lluvias, cambios en los patrones de vientos, incidencia de heladas y granizadas) van*

*a afectar más fuertemente a las regiones donde ya existe un deterioro del suelo, deterioro del ciclo hidrológico y de la calidad de las aguas, o de la cobertura de vegetación al llevar a los ecosistemas a situaciones de mayor fragilidad.*

*Sintetizando ambos aspectos tanto sociales como ambientales, las regiones, que han logrado diferentes opciones tecnológicas y arreglos institucionales para marginalizar los riesgos y al mismo tiempo han logrado conservar los factores ambientales que aseguran la estabilidad del ecosistema (del ciclo hidrológico, la erosión del suelo, el control biológico de plagas y enfermedades, así como de la carga agrícola que soporta) serían en la prospección los menos vulnerables a los cambios ambientales globales incluyendo los de naturaleza climática.*

*Naturalmente esta hipótesis deberá ser probada al sistematizar las experiencias que se lleven a cabo en las posteriores fases de implementación de medidas de adaptación al cambio climático.*

*Estimar los posibles impactos del cambio climático sobre los sistemas agrícolas es complejo, pero más allá de esto, todos los agricultores tienen una capacidad de manejar ciertos niveles de riesgo. Es necesario reconocer que el éxito agrícola esta acompañado de un manejo del riesgo, es decir de lo que se percibe que pueda ser más probable en cuanto a las condiciones ambientales para la producción, pero por otro lado, desde un punto de vista funcional, el éxito agrícola esta medido en función a los*

*rendimientos y la rentabilidad del negocio agrícola o en relación a la capacidad del sistema alimentario de asegurar una determinada provisión de alimentos para la población (enfoque de seguridad alimentaria).*

*El cambio climático va a afectar la disponibilidad de agua, modificará el ecosistema dentro del cual se lleva a cabo una actividad agrícola y por ende afectará de manera imprevisible las características del suelo, y los rendimientos de los cultivos o las condiciones de incidencia de plagas y enfermedades.*

*En ecosistemas de montaña los impactos del cambio climático están más relacionados con cambios en la diversidad de los ecosistemas y en los patrones de precipitación, así como en la disponibilidad de agua dulce, es muy probable que los ecosistemas que dependen de combinaciones de temperatura y humedad muy particulares como los bosques de neblina puedan ser fuertemente estresados erosionando aún más la diversidad biológica y poniendo en peligro la estabilidad de los recursos hídricos, del suelo y de la vegetación. De la misma manera sistemas agroalimentarios diversos y complejos, muy peculiares pueden ser afectados por pequeños cambios en las condiciones microclimáticas.*

*Se debe reconocer que la variedad de ecosistemas existentes dentro de un sistema de montañas hace imposible en el corto plazo poder estimar a ciencia*

*cierta cuáles serán los impactos del cambio climático sobre los sistemas agroalimentarios en una determinada región. Es muy probable que los cambios climáticos afecten de manera positiva a ciertos microclimas y por ende a partes del sistema agroalimentario, pero negativamente a otras partes críticas del sistema vulnerando al final a todo el sistema agroalimentario.*

*El resultado se traduce en la necesidad de nuevos acuerdos institucionales entorno al manejo y distribución de los recursos. Si dentro del contexto cultural e institucional de la región, los actores logran acordar arreglos destinados a reducir la vulnerabilidad, empiezan a cooperar y reducen prospectivamente su vulnerabilidad, o, los actores no llegan a acuerdos satisfactorios y se conflictúan o establece una cierta inercia que no permite reducir la vulnerabilidad regional sino que la acrecienta.*

*En ecosistemas de montaña, donde los cultivos están lejos de ser sometidos a estrés térmico por efecto de un calentamiento global y existe una mejora en la disponibilidad de agua dulce, puede darse una mejora de las condiciones potenciales para la agricultura, en algunas regiones incluso pueden mejorar las condiciones para diversificar la producción agrícola y obtener mejores niveles de rentabilidad para los agricultores, base del salto tecnológico.*

*Para balancear esta discusión y traducirla en acciones de adaptación al cambio climático se mantiene el enfoque de*

*“aprender haciendo” propuesto por la discusión entorno a la segunda generación de evaluaciones de vulnerabilidad y adaptación descritas en el punto 2. de este documento. Con este enfoque debe existir un balance entre las certidumbres científicas, un entendimiento comprensivo de lo que puede suceder como impacto del calentamiento global, y la necesidad de reducir de manera efectiva los riesgos, tanto de corto, como de largo plazo, así como reconocer la posibilidad de aprovechar las oportunidades que se presentan para conducir proyectos piloto que puedan ser replicados en el futuro en caso de aciertos.*

*La oportunidad esta en percibir las acciones actuales de salto tecnológico, nuevos arreglos institucionales como potenciales medidas de adaptación que deben ser afinadas poniéndolas a prueba tomando en consideración aspectos de cambio climático.*

*Para responder a las preguntas formuladas en el punto 3.1 de este documento de manera explorativa y participativa se ha escogido una metodología de indagaciones no estructuradas, guiadas por el conductor de la evaluación, donde han participado diferentes actores sociales, tanto agricultores, asociaciones de agricultores, extensionistas y facilitadores, tomadores de decisión, expertos de agencias gubernamentales, personeros de ayuda humanitaria, entre otros.*

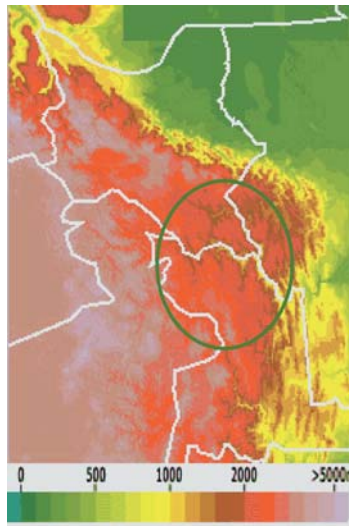


# 4.

## Contexto geográfico y agrícola del área Piloto

Se ha seleccionado como *área piloto de acción*, la *región de valles mesotérmicos* de Cochabamba y Chuquisaca que comprende la *cuenca alta del río Grande*. El *área piloto* contempla los *municipios de Aiquile, Omereque, Pasorapa, Mizque, y Totorá* en el departamento de Cochabamba y los *municipios de Icla, Zudañez, Sopachuy y Tarabuco* en el departamento de Chuquisaca (ver Gráfico 1).

La *región* se encuentra en una *zona subtropical montañosa* entre los  $18^{\circ}$  y  $19^{\circ}$  de latitud Sur y los  $64.5^{\circ}$  y  $66^{\circ}$  de latitud Oeste se caracteriza por *serranías altas alternadas con terrazas y planicies aluviales, valles y mesetas* entre los 2000 a los 2800 msnm, las *serranías y los valles* están ordenados con un *fuerte paralelismo*, los *valles* son *profundos y estrechos*, las *cimas de las serranías* han sido *erosionadas y niveladas* constituyendo una *serie de mesetas de fuerte disección* ordenadas a lo largo de la *faja de montañas*.



**Gráfico 1: Región piloto**

La imagen a la izquierda muestra claramente la *cuenca del río Grande* en el límite del departamento de Cochabamba al Norte y Chuquisaca al Sureste donde empiezan a abrirse las últimas estribaciones de la cordillera. Mas hacia el Norte, y en parte, límite Sur Oriental del departamento de Cochabamba con el departamento de Santa Cruz, esta la *cuenca del río Mizque* uno de los principales tributarios del río Grande.

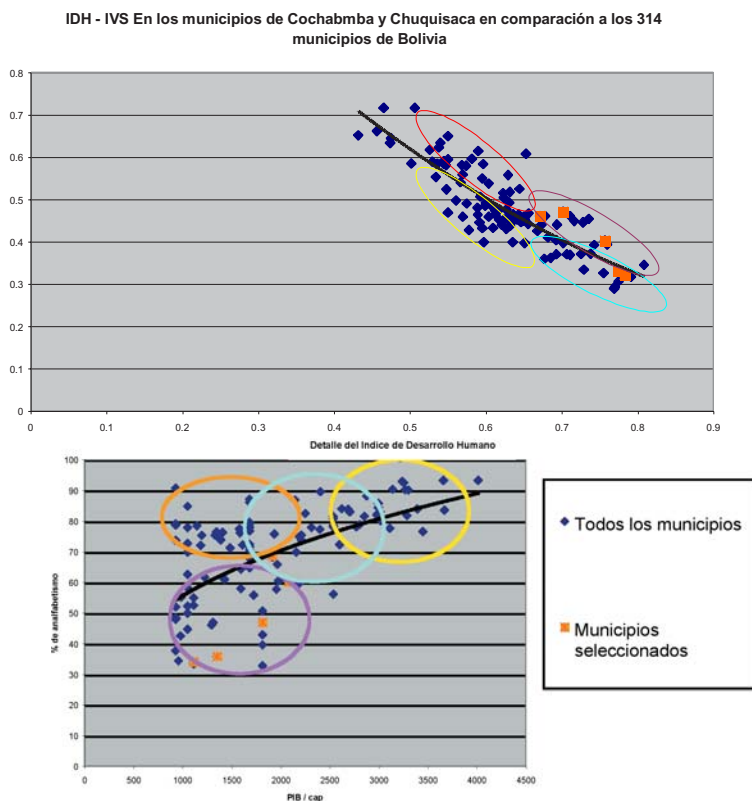
Estas características topográficas que determinan los niveles de la radiación solar en las laderas apoyadas por un clima templado casi generalizado, con pequeña o ninguna demasía de agua en algunos lugares y precipitaciones mayores hacia el sur (225 mm a 550 mm) determina una serie de microclimas y paisajes agrícolas.

Los ámbitos rurales de Cochabamba y Chuquisaca, como en toda la región de los valles vienen expulsando población. Entre 1976 y 1992 el crecimiento poblacional en ámbitos rurales estuvo

por debajo del crecimiento vegetativo ya que la población rural decreció en aproximadamente en 1%. Las tendencias migratorias se dan hacia la ciudad de Cochabamba, Santa Cruz y también se han producido hacia la región del Chapare, situación que se esta revirtiendo en parte.

La mayoría de la población cercana a mercados de mayor jerarquía es (70%) bilingüe (Español y Quechua) mientras que municipios de poca concentración poblacional tienen mayor tendencia al monolingüismo.

## Figura 1. Niveles de desarrollo humano y pobreza en la región piloto



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE, IDH y IVS del PNUD 1998

Los municipios seleccionados se encuentran entre los municipios de mayor vulnerabilidad social de Bolivia, las tasas de analfabetismo son las mas altas del país y los ingresos per cápita también se encuentran entre los mas bajos de Bolivia como se muestra en el gráfico 1<sup>5</sup>.

Los diferentes índices que se han elaborado<sup>6</sup> para identificar a los más pobres y vulnerables en el país señalan a los departamentos de Potosí, Chuquisaca y Cochabamba como los departamentos con mayores problemas de pobreza, subnutrición y vulnerabilidad social, pero particularmente a las provincias ubicadas dentro de los valles secos interandinos.

El nivel de seguridad alimentaria en la región está caracterizado por una producción de alimentos insuficiente y compensado por la importación y la ayuda alimentaria. Al problema de disponibilidad de alimentos se suma el de accesibilidad de la población a los alimentos.

El censo de población y vivienda en Bolivia (2001) revela que alrededor del 58% de la población boliviana se encuentra por debajo del umbral de pobreza. Sin embargo el 90% de las personas que viven en ámbitos rurales todavía son pobres. La mayor parte de la producción de alimentos esta orientada al autoconsumo, lo que expone a los hogares a un fuerte riesgo de inseguridad

alimentaria a causa de las variaciones en los rendimientos agropecuarios.

La (FAO 1999 (b)) estima que la prevalencia de la subnutrición en Bolivia es moderadamente alta, 23% de la población no cuenta con suficientes alimentos para satisfacer sus necesidades. En los ámbitos rurales se estima que el nivel de ingesta energético es insuficiente; un estudio realizado en el área rural de La Paz determina un nivel de ingesta energético de 1590 kcal/pers/día (FAO 1999 (a)).

Según la (FAO 1999 (b)) en 1995 el 27% de los niños menores de 5 años presentaron niveles de desnutrición en Bolivia. Sin embargo las diferencias regionales son fuertes. En los Valles la prevalencia de desnutrición en los niños esta alrededor del 30% (según los datos de la OMS 1995 citado en el Perfil Nutricional de Bolivia 1999).

El Perfil Nutricional de Bolivia 1999 menciona que las prevalencias de desnutrición más significativas se encuentran ubicadas en 18 provincias de los departamentos de Chuquisaca, Potosí y Cochabamba, las cuales tienen elevados niveles de pobreza y de analfabetismo en las mujeres así como la falta de infraestructura y servicios básicos.

Varios estudios en la región señalan que una de las principales causas de

<sup>5</sup> El grafico 1 compara los niveles de desarrollo humano en los municipios seleccionados de acuerdo a varios indicadores. El índice de vulnerabilidad social es un índice que describe el estado de la economía y la inserción social de los habitantes.

<sup>6</sup> Ya sea el índice de pobreza, el índice de desarrollo humano (IDH) o el índice de vulnerabilidad social (IVS)

*vulnerabilidad social y pobreza en la región de valles secos es el deterioro ambiental que se ha venido dando en estas regiones desde el tiempo de la colonia . Fundamentalmente se menciona el deterioro de los suelos por salinización y erosión, pero también la escasez temporal de agua que pone fuertes límites a la producción agrícola.*

*En 1994 la Encuesta de Demografía y Salud evidencio índices elevados de desnutrición aguda en los niños en los departamentos de Chuquisaca (14,6%) y Potosí (10%) debido a la sequía (el nivel nacional es de 4.4%).*

*Así mismo el estudio del (PMA 2001) <sup>7</sup> muestra a los municipios del occidente del país, tanto en el altiplano como en los valles, como los municipios más vulnerables a la inseguridad alimentaria.*

*Pero por otra parte, a pesar de los bajos niveles de seguridad alimentaria en la región, es importante recalcar el valor de la economía alimentaria de los valles interandinos; la posición central de una alta diversidad de productos agrícolas, alimenta a costos competitivos a los mercados de La Paz, Oruro, Potosí, Cochabamba, Sucre y Santa Cruz.*

*En cuanto a las formas de organización social, la actividad de los ayllus ha prevalecido en parte de la región, el origen se da en los Mitimaes incas para*

*la producción de maíz y papa. Sin embargo el fuerte impacto sociocultural de la actividad de haciendas durante la colonia y la república ha fragmentado la actividad de los ayllus y generado comunidades que se originan de la actividad de las haciendas (agricultores que anteriormente servían a las haciendas y que han perdido su relación con los ayllus). Después de la reforma agraria los productores se organizan principalmente entorno a un producto clave; existen asociaciones de productores de trigo y papa fundamentalmente, las hortalizas y frutas son más comercializadas de forma individual en los mercados y ferias locales.*

---

<sup>7</sup> El estudio del PMA 2001 combina una serie de indicadores de desarrollo humano (educación, servicios básicos) como otros ambientales (incidencia de sequías e inundaciones) para los indicadores de vulnerabilidad alimentaria

# 5.

## **Los escenarios de cambio y variabilidad climática en la región piloto**

### **5.1 Escenarios de cambio Climático**

*Nuestro entendimiento sobre los cambios y variabilidad climática en la región piloto es incompleto y se basa en estudios enfocados con mayor énfasis en la segunda mitad del siglo XX. Estos estudios intentan explicar el clima en la región dentro del contexto regional y continental incluyendo aspectos de variabilidad climática.*

*Una nueva generación de estudios impulsados por el Programa Nacional de Cambios Climáticos (MDSP 2000) intentan describir cuales serán los escenarios mas probables de cambio climático en Bolivia, a traves con el uso de modelos de circulación general, sin embargo estos esfuerzos están cargados con el mismas incertidumbres de los estudios globales que fueron impulsados en el marco del IPCC<sup>8</sup>.*

*Los estudios realizados en Bolivia en base a modelos climáticos de Circulación General dejan percibir algunas tendencias que deben ser estudiadas a mayor profundidad para alcanzar niveles superiores de certidumbre. Estas tendencias serian las siguientes para la región piloto:*

- n El elevamiento de la temperatura se daría a lo largo de todo el año de manera proporcional.*

---

<sup>8</sup> Mientras los modelos de circulación general han sido afinados para el Tercer Reporte de Evaluación del IPCC incluyendo el efecto de medidas de reducción de aerosoles (los cuales habrían tenido el efecto de amortiguación del calentamiento global), es decir que el calentamiento global puede ser mayor a lo presumido en estudios anteriores. A nivel nacional todavía estamos interpretando escenarios climáticos que si bien consideran el efecto de las concentraciones de aerosoles en la atmósfera, estos no consideran los efectos de la reducción de las concentraciones de aerosoles en la atmósfera como efecto colateral de las medidas de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Gases Precursores de Ozono, como en los estudios de última generación incluidos en el Tercer Reporte de Evaluación del IPCC. Es decir que los cambios esperados estarían, presumiblemente, por encima, de lo que se ha estimado para las regiones en Bolivia.

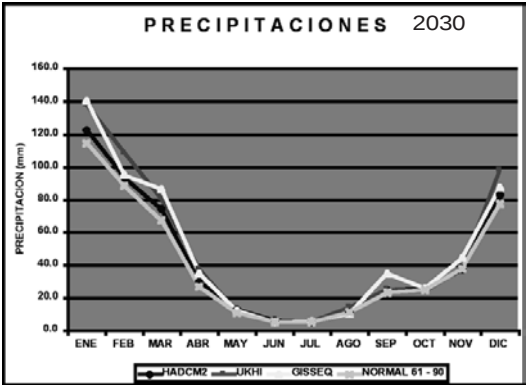
- n Leve incremento de las precipitaciones en casi todo el territorio de Bolivia incluyendo a la región piloto.
- n El aumento de las precipitaciones se da con mayor fuerza en los meses de lluvia
- n Existe una leve tendencia a retrasar el inicio de la época de lluvias y/o a acortar la temporada de lluvias

## Gráfico 2: comportamiento de las temperaturas y precipitaciones normales (1961 - 1990) en la región piloto

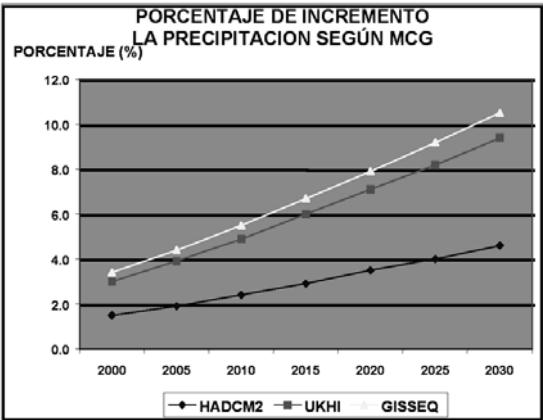
| Temperatura (°C) | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>AIQUILE</b>   | 20.7 | 20.2 | 20.2 | 19.0 | 17.0 | 15.7 | 15.3 | 17.0 | 18.5 | 20.4 | 21.2 | 20.6 |
| <b>ARANI</b>     | 18.0 | 17.8 | 17.9 | 17.6 | 15.9 | 14.3 | 14.2 | 15.5 | 16.9 | 18.5 | 19.1 | 18.4 |
| <b>TIRAQUE</b>   | 12.8 | 12.4 | 12.5 | 12.4 | 11.4 | 10.3 | 10.0 | 10.8 | 11.8 | 13.0 | 13.1 | 12.8 |
| <b>TOTORA</b>    | 16.8 | 16.6 | 16.5 | 16.0 | 14.8 | 13.5 | 12.8 | 14.2 | 15.6 | 17.1 | 17.5 | 17.2 |

| Temperatura (°C) | ENE   | FEB   | MAR  | ABR  | MAY | JUN  | JUL | AGO | SEP  | OCT  | NOV  | DIC   |
|------------------|-------|-------|------|------|-----|------|-----|-----|------|------|------|-------|
| <b>AIQUILE</b>   | 117.8 | 100.6 | 75.3 | 27.0 | 4.7 | 34.4 | 0.6 | 6.2 | 15.3 | 26.7 | 53.3 | 94.5  |
| <b>ARANI</b>     | 88.9  | 70.5  | 62.1 | 18.8 | 4.4 | 2.3  | 1.6 | 3.9 | 9.0  | 14.2 | 39.0 | 78.7  |
| <b>TIRAQUE</b>   | 122.2 | 72.2  | 91.3 | 24.3 | 8.2 | 0.9  | 4.4 | 7.7 | 11.6 | 23.0 | 57.9 | 102.4 |
| <b>TOTORA</b>    | 157.8 | 127.8 | 96.7 | 31.9 | 6.0 | 3.3  | 2.1 | 6.5 | 12.0 | 27.0 | 59.0 | 127.9 |

**Gráfico 2: comportamiento de las temperaturas y precipitaciones normales (1961 - 1990) en la región piloto**



| INCREMENTO PORCENTUAL DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES<br>DEL 2000 AL 2030 ; AREA IV<br>ESCENARIO IS92 |       |     |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-------|
|                                                                                                      | HADCM | UKH | GISSE |
| 200                                                                                                  | 1     | 3   | 3     |
| 200                                                                                                  | 1     | 3   | 4     |
| 201                                                                                                  | 2     | 4   | 5     |
| 201                                                                                                  | 2     | 6   | 6     |
| 202                                                                                                  | 3     | 7   | 7     |
| 202                                                                                                  | 4     | 8   | 9     |
| 203                                                                                                  | 4     | 9   | 10    |



Los estudios realizados en Bolivia (MDSMA 1997, MDSP 2001) en base al modelo SCENGEN, muestran una tendencia a que los niveles de precipitación aumenten en la mayor parte de los ecosistemas de montaña, aunque los impactos del cambio climático sobre la distribución de las lluvias durante el año no han sido estudiados, por otra parte no han sido suficientemente evaluados los impactos que el retroceso generalizado de los glaciares puede tener sobre el ciclo hidrológico y la disponibilidad de agua dulce para mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Si bien los Modelos de Circulación General muestran una clara tendencia a que los niveles de precipitación aumenten en la región piloto, en particular durante los meses de lluvias, el nivel de resolución de estos modelos no permite el suficiente contraste para entender cómo serán afectados los regímenes de lluvia en cuanto a su distribución decadal (que tiene una directa incidencia sobre los cultivos). Al parecer (según conversaciones con agroclimatólogos del Sistema Nacional de Alerta Temprana (SINSAT)) en los últimos cuatro años se ha evidenciado en varias ocasiones situaciones de lluvias severas seguidas por sequías prolongadas de hasta 20 días dentro de la época de lluvias, los impactos que este tipo de evento puede tener sobre los cultivos en las diferentes regiones del país se encuentra poco estudiado.

Los modelos también muestran una muy leve tendencia a retrasar el inicio de la época de lluvias y/o a acortar la temporada de lluvias.

Los valores NDVI <sup>9</sup> del sensor AVHRR-NOAA de los últimos 20 años, en particular de los meses de septiembre y octubre que son los meses de inicio de la época de lluvias muestran tendencias de cambio en los patrones vegetación atribuibles a las lluvias. Mientras que los valores del NDVI de la segunda quincena del mes de octubre muestran una clara tendencia a disminuir en los últimos 20 años, lo que significaría que durante el mes de octubre exista menor cantidad y crecimiento de la vegetación, en el mes de Noviembre la tendencia es inversa, el promedio del índice de vegetación se ha incrementado en los últimos 20 años, lo que indicaría que en la segunda quincena de Noviembre exista mayor cantidad y crecimiento de la vegetación (Fig.2).

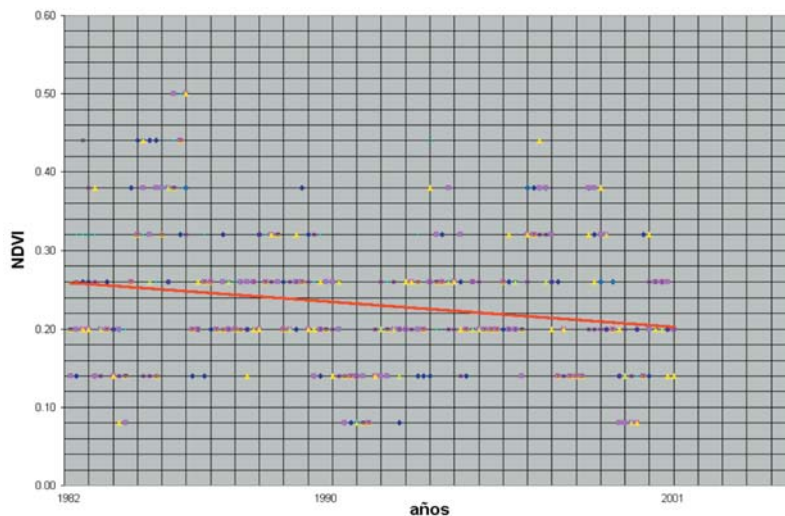
Esta tendencia ha sido también percibida por agricultores, tanto en Santa Cruz como en Cochabamba y es también válida para la región piloto. Al parecer en los últimos diez años esta tendencia se ha hecho bastante notoria y de magnitudes mayores a las reflejadas por los modelos. Los agricultores en los valles altos de Cochabamba han venido percibiendo esta tendencia y han tomado medidas para hacer frente a esto con la introducción de especies de cereal de ciclo corto.

---

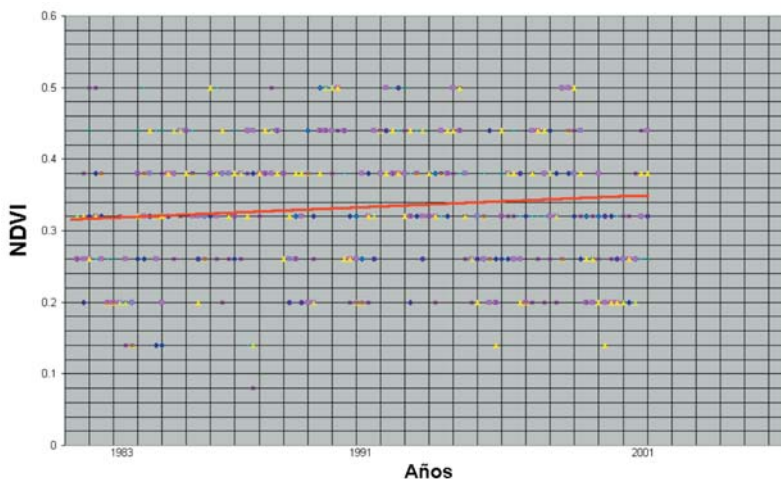
<sup>9</sup> Normalized Difference Vegetation Index, es el cociente entre los valores de reflectividad electromagnética en el campo de Infrarrojo cercano, donde la vegetación tiene alta reflectividad y en el campo visible donde la vegetación no tiene una reflectividad tan alta. Cuando la cobertura terrestre mantiene alta densidad de vegetación la reflectividad en la banda Infrarroja es mayor, mientras que cuando el suelo esta completamente descubierto la reflectividad es mayor en la banda visible del sensor.

**Figura 2: Tendencia de los valores NDVI durante los meses de inicio de la época de lluvias 1982 - 2001**

**Valores NAVI de una muestra seleccionada de píxeles segunda quincena de octubre**



**Valores NAVI de una muestra seleccionada de píxeles segunda quincena de Noviembre**

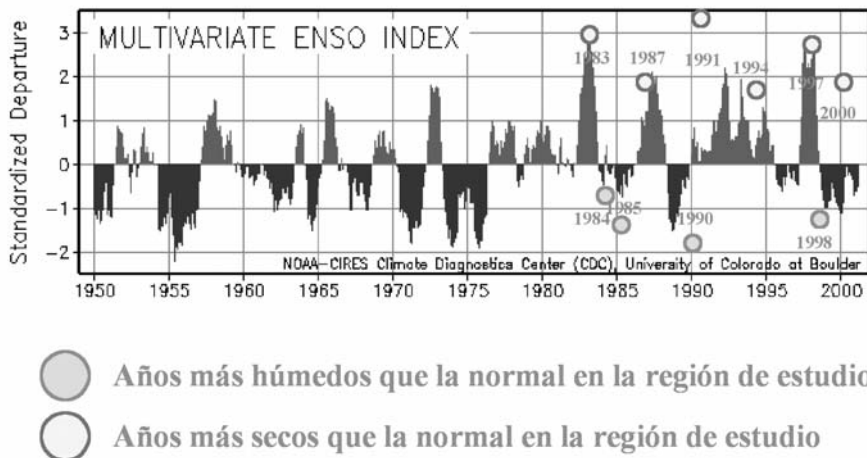


## 5.2 Los impactos del ENSO sobre la región piloto

Existe entre los expertos nacionales una percepción de que los eventos de anomalías ligadas al ENSO se manifiestan de maneras diversas e imprevisibles. La mayor atención por sistematizar las experiencias de eventos extremos relacionadas al ENSO se han hecho para el Niño 1997/98 salvo algunos esfuerzos que se hicieron en torno al Niño 1994/95 que fue menos intenso. Existe sin embargo casi una generalizada percepción de que el Niño viene acompañado de una reducción de las lluvias en el occidente y eventos de lluvias severas al oriente, lo cual es cierto pero no suficiente para entender algunas de las particularidades regionales de El Niño.

Los índices de vegetación (NDVI) de los últimos 20 años de la base de datos ARTEMIS de la FAO y en particular de los años el Niño 1982, 1987, 1991, 1994 y 1997, y los años de anomalías negativas o la Niña 1985 y 1988 muestran una clara correlación entre la naturaleza del evento y la prevaencia de sequías en la faja subandina y el altiplano, pero no así entre la magnitud del evento y la magnitud y duración de la sequía. En otras palabras los eventos “El Niño” vienen acompañados de sequía en la región piloto, sin embargo eventos fuertes no siempre vienen acompañados de sequías fuertes. El evento el niño 1991 caracterizado como leve tubo fuertes impactos sobre la disponibilidad de agua en la región.

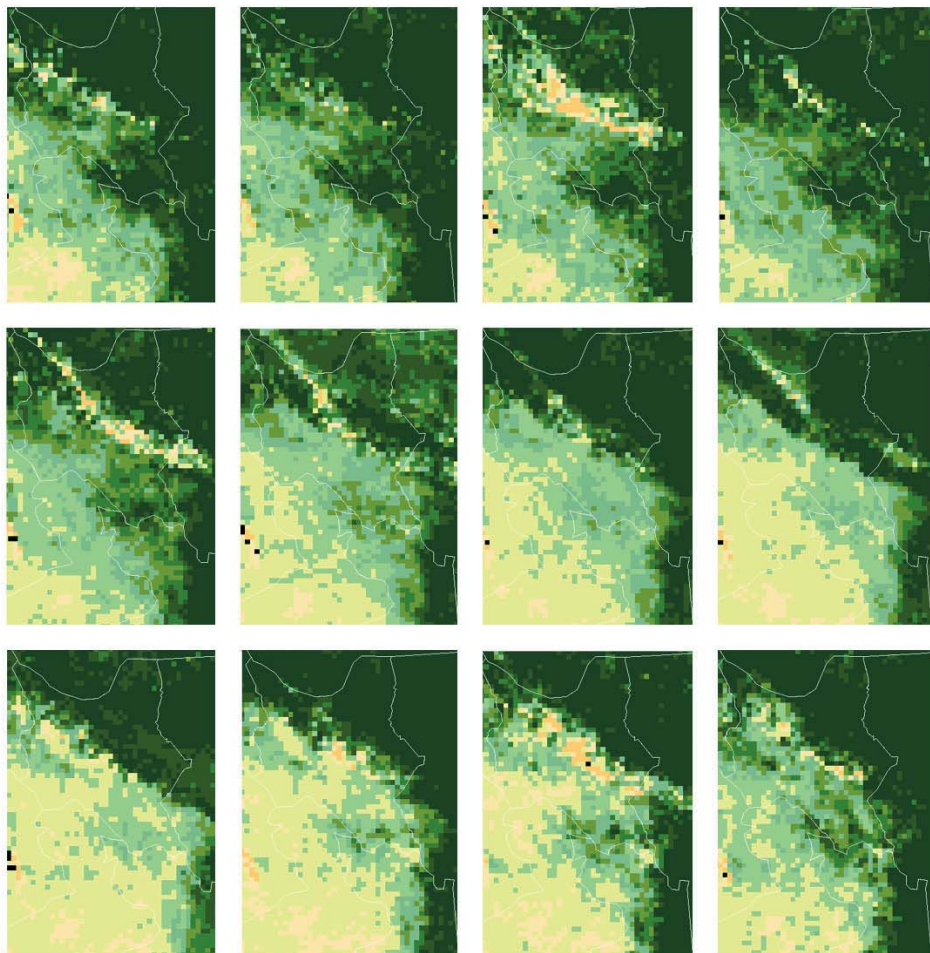
**Figura 3: Índice ENOS multivariable y años secos en la región piloto**



El gráfico muestra el Mantivariate ENSO Index del Climate Diagnostic Center y en los puntos los años húmedos o secos, la intensidad de la sequía esta mostrada cualitativamente en relación a lo alejado del punto del eje 0 de desviación estándar

**Grafico 4: Comportamiento del NDVI durante el año 1982 (enero – diciembre)**

**Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ( 1982)**



Vegetación densa: > 0.4  
 Vegetación media: 0.2 to 0.4  
 Vegetación dispersa: 0.1 to 0.2  
 Suelo descubierto: < 0.1  
 Nubes: < 0.001

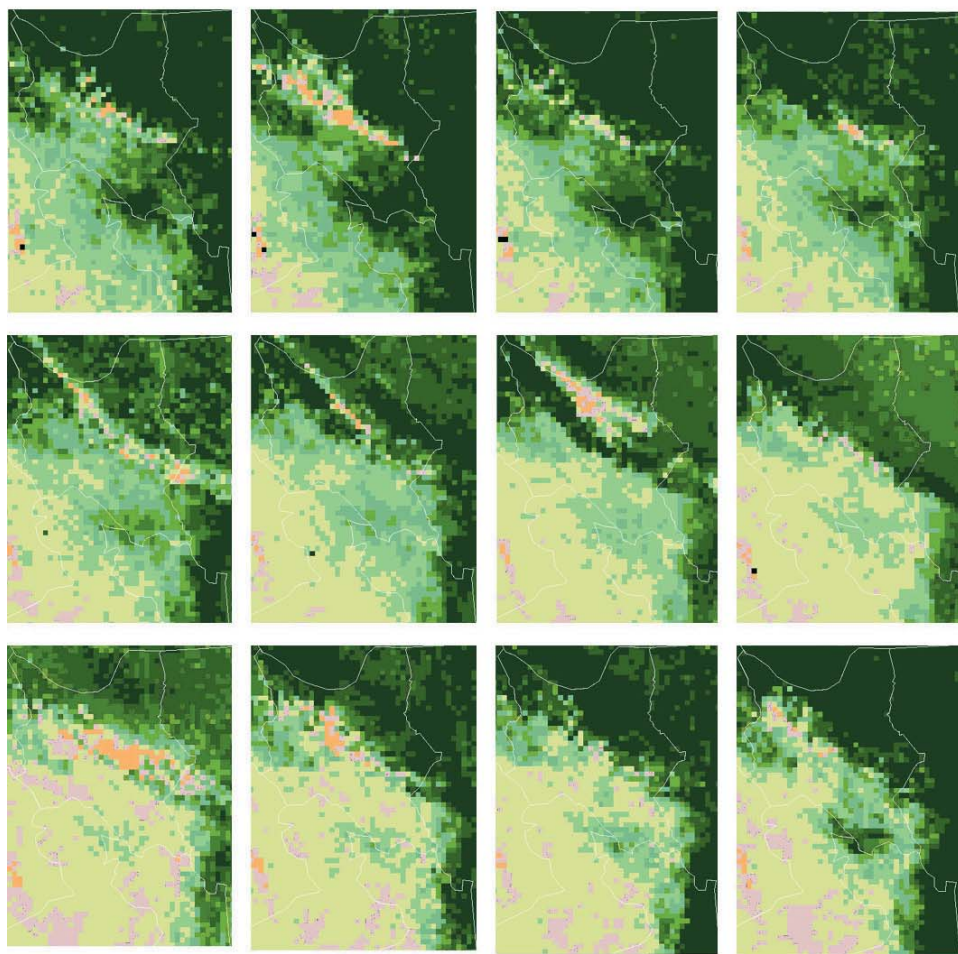
**Valores del NDVI**



*El índice de vegetación (NDVI) ha sido construido en base a un canal visibles y el infrarrojo del sensor AVHRR del satélite de órbita polar NOAA. Las imágenes han sido procesadas por el NASA Goddard Space Flight Centre para FAO-ARTEMIS. La edición de las imágenes para la región de estudio es del autor.*

**Grafico 5: Comportamiento del NDVI durante el año Niño 1983 (enero – diciembre)**

## Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ( 1983)



Vegetación densa: > 0.4  
Vegetación media: 0.2 to 0.4  
Vegetación dispersa: 0.1 to 0.2  
Suelo descubierto: < 0.1  
Nubes: < 0.001

### Valores del NDVI



En 1998 un informe de seguimiento al fenómeno “el Niño” del Ministerio de Agricultura (MAGDR) evidencia pérdidas de más de 40% en la producción de maíz y trigo en los departamentos de Chuquisaca, Cochabamba y Potosí a causa de las sequías. Pero la sequía afectó también a la producción de papa en la primera campaña de 1998, un informe de la FAO señala la reducción de la superficie de siembra (GIEWS 1997).

La figura 3, muestra que los años de anomalías positivas en el Multivariate ENSO Index coinciden con sequías en la región piloto, en particular déficit de agua en los meses de septiembre, octubre y noviembre, mientras que las anomalías negativas “La Niña” coinciden con años húmedos. El mismo gráfico muestra una clara tendencia a que los eventos “El Niño” se hayan venido haciendo más frecuentes e intensos desde la década de los 80. Es decir que situaciones

favorables asociadas a “la Niña” se hagan al mismo tiempo menos frecuentes.

Los gráficos 4 y 5 muestran un típico comportamiento de los índices de vegetación durante un año Niño, los meses de la temporada de lluvias son mucho más secos. El lector notará la región sureste del departamento de Cochabamba que el año 1982 muestra elevados índices de vegetación el año 1983 se encuentra fuertemente reducida en tamaño.

#### **Resultados sistematizados de las entrevistas mantenidas con personas y autoridades en los municipios de Totora y Mizque**

- n Durante los eventos el niño 1982/83 y 1997/98 la región fue severamente afectada. Los acuíferos redujeron fuertemente su caudal lo que ocasionó severos recortes en la provisión de agua potable y electricidad para las poblaciones, en particular urbanas. Las pérdidas fueron de casi la mitad de la producción esperada. Agricultores en la región de Mizque mencionan que desde los eventos de el niño (aproximadamente 1982/83) sus cultivos nunca han logrado recuperar los niveles de rendimiento de antes.
- n En una charla con los representantes del municipio se hizo referencia a una región altamente vulnerable donde la población a merced de tal manera que ya no quedan jóvenes “esperábamos contar 12 000 personas y solo llegan a 7000” esto debido a cambios imprevisibles de variabilidad climática, en parte retraso de la época de lluvias y lluvias severas a continuación. Esta poniendo en situación de emergencia la agricultura en secano de la región.
- n Los responsables en Mizque hicieron referencia a riadas durante la época de lluvias y están muy preocupados por estos eventos asociados al lavado de la capa arable y aumento de cárcavas de erosión en las partes altas. Al parecer procesos ligados a los de variabilidad climática, sobrepastoreo en las partes altas y deforestación a aumentado los niveles de sedimentos en los ríos y aumentado el nivel de la cuna del río en hasta un metro reduciendo los niveles de infiltración en las partes bajas.
- n Después de los eventos el niño así como del terremoto de 1998 la región se ha convertido en el foco de la asistencia técnica y las donaciones de alimentos. Los responsables en las alcaldías son conscientes de los efectos secundarios de la ayuda humanitaria sobre la cohesión social pero se encuentran con las manos atadas.
- n Se requiere estudiar a mayor profundidad los factores que hacen que un municipio tenga mejores condiciones de concertación para reducir la vulnerabilidad al cambio climático que otros pues este es un factor primordial para desatar procesos sostenibles de reducción de la vulnerabilidad al cambio climático.
- n La región cuenta con amplias superficies de bosques de eucalipto y pino que han sido plantados por diversos programas de reforestación, por lo que cuenta con experiencias exitosas y fracasos que pueden ser recuperados para generar nuevas plantaciones de carbono.

### 5.3 Riesgos climáticos en la región piloto

*Aparte de los impactos relacionados al ENSO la región esta sometida a otro tipo de riesgos climáticos para la agricultura.*

*Las granizadas llegan a tener duraciones de 15' a 1 h impactando principalmente a la producción de frutas, estas se presentan por lo general durante los meses de lluvia de diciembre a febrero.*

*Las heladas que se producen durante los meses de Junio a Agosto afectan principalmente a los cultivos bajo riego*

*en las partes planas, para evitar el deterioro de los cultivos los agricultores tienden a utilizar las laderas protegidas acrecentando las sobrecargas del suelo. También se han evidenciado vientos que alcanzan velocidades de 30 a 40 Km/h durante las época de maduración del cereal, lo que ocasiona grandes pérdidas.*

*No existen estudios que muestren las tendencias de estos riesgos, en particular de la incidencia de heladas, granizadas y vientos severos en relación al cambio y variabilidad climática y este es un inmenso vacío que deberá ser subsanado en futuros estudios y evaluación.*

### Cuadro 2: Riesgos climático en la región de estudio

|                                 |                                                                                                                 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Incidencia de sequía</i>     | <i>1 de cada 2 años</i>                                                                                         |
| <i>Inundaciones</i>             | <i>Existe el riego localizado pero se presenta más al sur hacia la cuenca del río Pilcomayo</i>                 |
| <i>Impactos del Niño</i>        | <i>Drástica reducción de las lluvias en algunos lugares y cambios en los patrones de precipitación en otros</i> |
| <i>Incidencia de heladas</i>    | <i>90 a 180 días durante los meses de marzo a agosto</i>                                                        |
| <i>Incidencia de granizadas</i> | <i>Durante los meses de lluvia en particular diciembre a febrero</i>                                            |
| <i>Vientos fuertes</i>          | <i>Más fuerte en algunos valles durante los meses de noviembre a enero</i>                                      |

# 6.

## **Los impactos del cambio climático sobre los sistemas agroalimentarios en la región piloto y las potenciales medidas de adaptación**

*Resumiendo los estudios de primera generación del IPCC, estos se han orientado a entender cuales pueden ser los impactos del cambio climático sobre los cultivos. Los esfuerzos han ido orientados a detectar cultivos y regiones vulnerables desde el punto de vista de la alimentación global. Las conclusiones del IPCC en relación a la agricultura dejan ver algunos elementos críticos.*

*Una primera conclusión evidente es que los cultivos que se encuentran lejos de sus límites de tolerancia térmica podrán soportar todavía una carga en cuanto al aumento de la temperatura. Esto es particularmente valido para cultivos de zonas altas y aquellos cultivos que no se encuentran en zonas tropicales y subtropicales. Estos cultivos inclusive podrían aumentar sus rendimientos a causa de un acelerado metabolismo por el elevamiento de la temperatura y la mayor disponibilidad de carbono en la atmósfera (efecto fertilizante del CO<sub>2</sub>).*

*En áreas donde los cultivos se encuentran cerca de los límites de tolerancia térmica, estos tendrían el efecto combinado de mayor estrés térmico y al mismo tiempo mayores necesidades de agua para satisfacer sus demandas hídricas.*

*Resumiendo, la agricultura se vería impactada por cambios drásticos en la temperatura en las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera así como cambios imprevisibles en los patrones de lluvia.*

*En los valles interandinos, los impactos del cambio climático sobre los cultivos, han sido muy poco estudiados, los estudios realizados por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la UMSA conjuntamente con el PNCC sobre los impactos del cambio climático sobre algunos cultivos importantes, muestran que el incremento de la temperatura tendría un efecto positivo sobre los cultivos de papa en la región de los valles, el que se encuentra en hasta 5°C por debajo de la temperatura óptima del cultivo, en el caso de que exista la disponibilidad de agua*

que requiere el cultivo (en caso de un aumento mayor a 3°C en las temperaturas es necesario satisfacer los cambios en el balance hidrológico del cultivo por acrecentada evapotranspiración con riego adicional). Este efecto positivo sobre los rendimientos se acrecentaría a causa de la fertilización natural de la atmósfera en caso de una duplicación de los niveles de CO<sub>2</sub> sin embargo este efecto fertilizante no sería tan fuerte como a altitudes y latitudes mayores, donde los cultivos están aún mas lejos de los niveles de temperatura óptima y por lo tanto existe un efecto mayor sobre la actividad enzimática de la planta.

El mismo estudio considera el caso hipotético de poder adelantar o retrasar la época de siembra en 25 días para mejorar aún mas los rendimientos del cultivo, sin embargo con esto no se obtienen resultados significativos. Los resultados empiezan a ser significativos cuando se retrasa la época de siembra en mas de 30 días, sin embargo con esto los riesgos del cultivo (por la falta de agua, e incidencia de heladas) aumentan de manera exponencial (MDSP 2000, pag. 214).

## **6.1 Las medidas de adaptación al cambio climático dentro del contexto agrícola de la región piloto**

### **6.1.1 El contexto agrícola en la región piloto**

Existen variadas condiciones geográficas para la agricultura dentro de la región

piloto. En los valles que no tienen restricciones de agua se logra percibir cuatro tipos de agricultura:

- 1) agricultura de verano, con cultivos a secano y bajo riego,
- 2) agricultura de invierno bajo riego (michkhas) o cultivos de invierno,
- 3) cultivos adelantados de verano (chaupi michkhas) y
- 4) huertas frutícolas.

Las partes altas y húmedas se caracterizan por ser regiones productoras de papa, mientras que gran parte de los valles entre las localidades de Pocona y Totorá son regiones productoras de semilla de trigo.

Hacia el sur los valles son mas bajos y templados donde el cultivo principal es el maní y en las partes más húmedas se encuentran cultivos de camote y caña de azúcar para la producción de Chancaca.

La rotación de los cultivos incluye a tubérculos, cereales y en algunos casos leguminosas en secano y la inclusión de hortalizas y cultivos industriales como (ajo, maní y especias) bajo riego (ver cuadro 3).

### **Cuadro 3: Ejemplo de rotación de los cultivos**

#### **Secano**

Papa – Maíz – Trigo – Cebada – Haba – Arveja o 4to – 8vo año Alfalfa (ej. Mizque)  
Papa – Maíz o Trigo, Papa – Papa – Cebada, Maíz – Maíz – Descanso - Papa (ej. Omereque)

#### **Riego**

1ra Rotación Cebolla – papa (maní)  
2da Rotación Papa – Maíz choclero  
3ra Rotación Cebolla – Frijol – Hortalizas

El abono es en su mayoría orgánico (estiércol), aunque en algunas zonas se han introducido abonos minerales o químicos para cultivos como papa, tomate y cebolla. La tecnología más generalizada para la preparación de la tierra es la yunta con arado de palo y tracción animal, aunque en algunos lugares (principalmente en las zonas planas) se ha venido intensificando el uso de tractor.

Para mejorar el contenido de nitrógeno del suelo se introducen leguminosas dentro de la rotación de los cultivos. Esta rotación sin embargo, similar a dejar en descanso la tierra, la realizan agricultores que tienen más tierras. Por último las prácticas de protección contra la erosión se restringen a la construcción de zanjas de coronación y de defensivos en forma tradicional con materiales del lugar

Se piensa que el cultivo de leguminosas a tiempo de mejorar las condiciones del suelo puede tener un efecto en reducir el ramoneo del ganado, sin embargo las condiciones de minifundio no permiten a las familias destinar una parte para la producción de forrajes. En definitiva varios de los problemas de uso inadecuado de la capacidad de la tierra están relacionados con el minifundio.

Las plantaciones frutícolas generalmente se encuentran en las cabeceras de valle (cultivos de durazno, manzano, limón, naranja y en algunos lugares vid, higo, chirimoya, papaya y palto), en Tarabuco

### **Cuadro 4: Tipos de uso del suelo en el área de estudio**

| Provincia        | Municipio | Área Cultivada | %    | Área cultivable | %     | Pastoreo | Descanso |
|------------------|-----------|----------------|------|-----------------|-------|----------|----------|
| <b>Campero</b>   | Aiquile   | 14.824         | 5.87 | 39.525          | 15.66 | 186.093  | 510      |
| <b>Campero</b>   | Omereque  | 4.484          | 4.4  | 2.838           | 2.8   | 80.033   | 223      |
| <b>Campero</b>   | Pasorapa  | 4.922          | 2.4  | 42.094          | 20.7  | 155.101  | 648      |
| <b>Mizque</b>    | Mizque    | 10.842         | 6.3  |                 |       | 17.587   | 930      |
| <b>Carrasco</b>  | Totora    | ----           |      | ----            |       | ----     | ----     |
| <b>Tomina</b>    |           |                |      |                 |       |          |          |
| <b>Zudañez</b>   | Icla      | 3.949          | 6.65 |                 |       | 3.308    |          |
| <b>Zudañez</b>   | Zudañez   |                |      | 2.359           | 2.29  |          |          |
| <b>Tomina</b>    | Sopachuy  |                |      | 4.385           | 5.19  | 61.400   |          |
| <b>Yamparaez</b> | Tarabuco  |                |      | 19.270          | 19.3  | 42.352   |          |

*por ejemplo, las zonas que cuentan con riego se vienen dedicando con mayor fuerza al cultivo de durazno, el que ha demostrado altos niveles de rentabilidad.*

*El déficit de agua en la región piloto es de hasta 900 mm en los meses de mayo a diciembre. La región esta continuamente sometida a fuertes sequías que pueden prolongarse por varios años afectando el balance hídrico de la región. Esto agudizado en los años del Niño cuando las corrientes húmedas tienden a concentrarse hacia el Oriente.*

*Según la superintendencia agraria la superficie cultivada cubre casi el 100% del área cultivable en la región y en algunos lugares sobrepasa la Capacidad de Uso Mayor de la Tierra con la ocupación de tierras frágiles (ver cuadro 2). Según la misma fuente, más del 30% de las tierras cultivables se encuentran en francos procesos de erosión. En algunos lugares donde existen bosques nativos (Aiquile, Omereque) se emplea el ramoneo del ganado lo que provoca sobrecarga de los manchones de vegetación arbustiva y boscosa.*

*En cuanto a otras medidas relacionadas al manejo de los suelos es necesario revisar el éxito y las barreras existentes para compatibilizar el uso mayor de la tierra así como la implementación de sistemas agroforestales. La superintendencia agraria 2000 menciona que mas del 30% del uso agrícola estaría en conflicto de uso, los agricultores tienden a habilitar para la agricultura y*

*el pastoreo tierras frágiles en las partes altas, lo que acrecienta el riesgo de erosión al perderse la cobertura vegetal.*

### **6.1.2 Las medidas de adaptación al cambio climático en agricultura**

*La mayor parte de los estudios realizados tanto en el marco del IPCC como los estudios nacionales sugieren la implementación de medidas de adaptación que se pueden resumir en tres grandes grupos de medidas de adaptación para la agricultura en diferentes ecosistemas.*

- 1. Riego adicional para reducir la dependencia de la agricultura de acrecentada variabilidad climática*
- 2. Introducción de especies mejoradas y mejor adaptadas a condiciones climáticas nuevas y uso de biotecnología para enfrentar plagas y enfermedades*
- 3. Fondos de contingencia y sistemas financieros de seguro para responder a situaciones de emergencia*

*Como fruto de este trabajo se propone además revisar estrategias de adaptación al cambio climático en el marco de una gestión ambiental integral. Es decir medidas integrales que llevan a cuidar los recursos forestales, el ciclo hidrológico y el suelo en una determinada región (ver cuadro 5).*

### **Cuadro 5: Potenciales medidas de adaptación para asegurar la alimentación**

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A nivel nacional y global | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar los sistemas de alerta temprana y defensa civil</li> </ul>                                                                                                                                                |
| A nivel regional          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión ambiental integral</li> </ul>                                                                                                                                                                             |
| A nivel local             | <p>Introducción de tecnologías que reduzcan los riesgos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Riego y sistemas de manejo del agua</li> <li>- Especies mejor adaptadas a ciclos cortos y estrés térmico</li> <li>- Fondos de contingencia</li> </ul> |

#### **a) Sistemas de riego, situación actual y consideraciones en torno a la adaptación al cambio climático**

Las áreas con riego están por lo general ubicadas en las partes bajas. El riego, es en su mayoría riego por gravedad a través de canales y acequias que se nutren del rebalse de los ríos. Las partes altas así como las comunidades de altura por lo general practican una agricultura en secano y pastoreo, pero las que tienen riego tienen la posibilidad de producir cultivos de mayor rentabilidad como la papa michkha, el maní y el ají, pero por otra parte el riego permite un claro aumento de los rendimientos (cuadro 6).

Según un análisis del Internacional Food Policy Research Institute (IFPRI) a nivel global las tierras irrigadas pueden producir de tres a diez veces más por hectárea a través de un aumento de las cosechas y productos de mayor valor que tierras a secano (Andersen 1999). Pero al mismo tiempo el IFPRI menciona el uso racional de los recursos hídricos como un factor clave para asegurar la alimentación en el futuro. “El uso eficiente tanto de fuentes de irrigación actuales como potenciales, así como el mejoramiento del control de aguas en general es esencial para incrementar la productividad agrícola así como reducir la variabilidad de la producción”. (trad. de Andersen 1999).

### **Cuadro 6: Comportamiento de los rendimientos de principales cultivos en el municipio de Icla**

**Rendimiento por cultivo  
(qq/ha.)**

| Cultivo       | Altura | Cabecera de Valles | Valles | Cordillera | Promedio |
|---------------|--------|--------------------|--------|------------|----------|
| <b>Papa</b>   | 114    | 80                 | 95     | 65         | 88.      |
| <b>Maíz</b>   | 9      | 17                 | 21     | 9          | 5        |
| <b>Trigo</b>  | 15     | 20                 | -      | 15         | 14       |
| <b>Cebada</b> | 18     | 17                 | -      | 17         | 17       |
| <b>Maní</b>   | -      | -                  | 28     | -          | 28       |

Fuente: Superintendencia Agraria

Desde la creación del Programa de Apoyo a la Seguridad Alimentaria y el PRONAR (Programa Nacional de Riego) y la cooperación de los municipios que atrae a la cooperación internacional se han incrementado los proyectos de riego en la región. En el Cuadro 8 se han incluido algunos ejemplos de proyectos de riego en la región. Los proyectos de infraestructura incluyen proyectos de mejoramiento de los sistemas de riego existentes así como la construcción de reservorios y embalses para acumular y regular la disponibilidad de agua en la región.

Por otra parte el salto tecnológico requiere de ciertos niveles de especialización de los agricultores. El tamaño actual de la propiedad agrícola hace difícilmente atractivas las inversiones en tecnología (riego, mecanización). Las opiniones de expertos describen que los principales problemas de la agricultura en relación al riego son:

1. Se siembra y cosecha en las laderas para evitar las heladas de febrero. Esto hace que sea imposible la introducción de cierto tipo de mecanización. La falta de riego no permite modificar las fechas de cultivo para evitar las heladas.
2. El riego es mano de obra intensivo ya que se realiza por surcos, las familias no pueden regar varias hectáreas a la vez.

El reducido tamaño de la propiedad agrícola (1,63 ha/flia lcla, Sopachuy zonas altas 1,82 ha/flia zonas bajas 2,41 ha/flia) hace que el mejoramiento de los sistemas de riego sea complicado por falta de capacidad de inversión de los agricultores. Un estudio realizado por el

ESMAP del Viceministerio de Energía hace mención de la dificultad del tamaño de la propiedad agrícola para generar un salto tecnológico. Los sistemas más tecnificados que el riego por gravedad (riego por bombeo, aspersión o micro riego) requieren de inversiones de hasta 4000 US\$ por hectárea además de contar con los servicios de provisión de energía eléctrica para mover las bombas de agua. En definitiva y por la barrera del tamaño de la propiedad agrícola el uso de nuevas tecnologías trae consigo mayores ingresos pero también mayores costos.

Como medida de adaptación al cambio climático existen ciertas tendencias que deberán ser estudiadas a mayor profundidad. Las medidas de riego que se han venido implementando en el país, en particular bajo los programas de riego como el PRONAR limitan los programas de riego a lugares donde los derechos y costumbres están claramente establecidos y donde es posible el riego por gravedad. Sin embargo esta percepción del riego en el marco de las políticas públicas empieza a encontrar cierto contraste con las expectativas y entendimiento de los agricultores a nivel de los municipios.

Si se logrará hacer eficiente el riego por bombeo (además del por gravedad) a través de sinergias encontradas con la electrificación rural y procesos de cohesión social en los sindicatos, asociaciones de productores y cooperativas que permitan cubrir los costos de mayores inversiones se puede regar mayor área de manera más eficiente, incluyendo en mayor proporción a las áreas vulnerables.

### **Cuadro 7: Proporción de área bajo riego en la región de estudio**

| <b>Provincia</b> | <b>Área Regada (ha)</b> | <b>% del área cultivada</b> |
|------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Campero          | 3770                    | Aprox 13%                   |
| Mizque           | 8857                    | Aprox 80%                   |
| Carrasco         | 4011                    | Nd                          |
| Tomina           | 4164                    | Nd                          |
| Yamparaez        | 1620                    | Nd                          |
| Zudañez          | 3145                    | Nd                          |

*Fuente: Inventario Nacional de Sistemas de Riego, MAGDR 2000*

*Las medidas de riego por su parte solo pueden ser implementadas donde existe agua disponible y donde se ha asegurado su provisión, tanto a través de medidas tecnológicas como de derechos establecidos y asegurados. Esto incluye: formas de regulación de los caudales a través de otras obras de infraestructura (diques, estanques, canales), así como definir la situación de derechos sobre el agua.*

*Para que los proyectos de infraestructura traigan beneficios a las regiones y aumenten el bienestar de los agricultores, estos deben considerar que los derechos del agua estén claramente establecidos (incluyendo aspectos de derechos y obligaciones de uso como el tratamiento de las aguas urbanas), trascendiendo los derechos y costumbres existentes y que han sido diseñados para funcionar a escalas microregionales. Esto es importante, en particular porque los municipios han empezado a concertar varios proyectos de infraestructura de*

*riego que si no se consideran aspectos de concertación más globales y generales así como de servicios ambientales conexos dentro de una cuenca pueden generarse conflictos en el futuro y acrecentar la vulnerabilidad de la agricultura ya sea en las partes bajas o en las partes altas de la cuenca. El caso de la irresoluta ley de aguas puede empezar a traer mayores conflictos en lugares donde el recurso ha empezado a tornarse preciado como en la cuenca alta y baja del río Grande.*

*Así por ejemplo el proyecto la Huachama en el municipio de Totora contempla la construcción de aproximadamente 17 Km de canales para el trasvase del agua a tres diferentes microcuencas de la región. La sumatoria de varios proyectos de esta naturaleza en la región puede traer consigo problemas, en particular relacionados a la contaminación si no se toman en cuenta factores ambientales.*

### **Cuadro 8: Proyectos aprobados por el PASA para ser implementados dentro del área de estudio**

| <b>Nombre del proyecto</b>                                                                             | <b>Características del proyecto</b>                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Costo total de la inversión (US\$)</b> | <b>Costo estimado por hectárea (US\$)</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Revestimiento de canales para mejoramiento de riego de la comunidad Aguada Taboada Municipio de Mizque | Mejoramiento del sistema de riego existente con la construcción de tomas rústicas y un canal principal de 1500 mt para transportar 80lts/seg, que permita regar 80 has                                                                                                                         | 173,770.6                                 | 2,172                                     |
| Riego Lamparillos Municipio de Mizque                                                                  | Mejorar el sistema de riego a través de la construcción de una obra tipo azud, canales, compuertas, protección de gaviones, que permitan regar 100 has.                                                                                                                                        | 31185.94                                  | 311.85                                    |
| Riego Tucna Alta, Centro y Baja Municipio de Mizque                                                    | Mejorar el sistema de riego a través de la construcción de una obra de toma, canales, compuertas, que permitan regar 120 has                                                                                                                                                                   | 163,381.10                                | 1,360                                     |
| Proyecto de Riego Lahuachama Municipio de Totora                                                       | Construcción de embalse principal de regulación con dos presas. Se captarán las aguas por una toma lateral y un canal revestido de 16.8 Km de largo. El sistema de los canales secundarios para la entrega de agua por usuario está determinado de acuerdo a la ubicación de 11 zonas de riego | 3,311,885.00                              |                                           |

Fuente: Programa de Asistencia Seguridad Alimentaria

Las simulaciones que se han realizado con el estudio mencionado anteriormente (MDSP, 2000) muestran que con un aumento del 50% en la precipitación para la fase de inicio de la tuberización hasta poco antes de la maduración el rendimiento se incrementa entre el 30 y 60%, la tasa de evapotranspiración aumenta con el aumento de la temperatura, los resultados del estudio muestran que en un determinado momento (2040) el déficit hídrico se hace notorio y los rendimientos empiezan a decaer.

Estos resultados deben ser entendidos como un escenario probable que tiene que ser ajustado y validado con observaciones de campo. Los productores de trigo en la región de estudio han venido evidenciando un fuerte retraso del inicio de la época de lluvias en toda la región de valles Pocona – Totora - Vacas, esto estaría mostrando una

tendencia percibida levemente por los modelos de simulación (como se ha hecho notar en punto 5), lo que los ha obligado a retrasar las operaciones de siembra de noviembre hasta diciembre e inclusive enero, esto repercute directamente en el negocio al no poder cumplir con las fechas de entrega de semilla de trigo para los cultivos de invierno en la región integrada de Santa Cruz (mayo). Como consecuencia de esto los agricultores han visto la necesidad de utilizar semillas más precoces y más resistentes a la prevalencia de sequía (Gonzales, 2001).

Por otra parte los impactos de un proyecto de riego sobre las prácticas agrícolas es complejo ya que a nivel regional se toman decisiones a diferentes niveles. Al nivel de los agricultores estos tienden a poner en lugares con riego cultivos mas

rentables sustituyendo sus cultivos a seco y ampliando su frontera agrícola a otros lugares más frágiles, estas decisiones pueden verse en parte reflejadas a nivel de las asociaciones de productores quienes además van a tender a asegurar el negocio, por otra parte, los municipios tendrían de acuerdo a la ley a ordenar el uso del suelo según la capacidad de uso mayor; el resultado tendería a ser nuevas combinaciones de cultivos, formas tecnológicas y arreglos institucionales y legales entorno a la agricultura en una región que en este momento es difícil percibir y prever.

### **b) Conservación y mejoramiento de semillas como medida de adaptación al cambio climático**

Las formas de conservación de semillas, selección de variedades así como aspectos relacionados con la conservación de semillas (selección y tiempo de secado) se realizan de manera tradicional, las semillas son seleccionadas de la propia cosecha aunque en algunos casos los agricultores compran la semilla de los mercados locales.

Desde hace algunos años se han venido introduciendo con el apoyo de ONG's presentes en diferentes zonas, así como el servicio de la Universidad Mayor de San Simón, semillas de variedades mejoradas; más precoces, más resistentes a enfermedades y de mejor calidad. Este proceso de introducción de semillas se ha dado con mayor énfasis en el cultivo de papa y en trigo (variedades semiduras,

de ciclo corto y planta más pequeña para evitar las pérdidas en la cosecha por efecto de los vientos), así como en hortalizas, frutas y especias.

La región es una zona endémica de papa, varios de los cultivos de papa muestran rendimientos por lo general por encima del promedio nacional (ver cuadro 9), experiencias exitosas en estas áreas pueden ser después replicadas con éxito en otras regiones del país.

La disponibilidad de material genético para el desarrollo de especies adaptadas a nuevas condiciones climáticas es crítico. En los últimos años el país ha impulsado con fuerza la conservación de recursos genéticos en el país. Más de 16 estaciones experimentales se han conformado para la conservación in situ y ex situ en diferentes áreas geográficas del país.

En relación a los impactos del cambio climático la biotecnología puede apoyar a generar especies más resistentes a las variaciones climáticas, aumentar los rendimientos de los cultivos incidiendo sobre un mejor uso de los suelos y a generar cultivos in vitro libres de enfermedades. En Bolivia se han conducido proyectos biotecnológicos orientados a:

- n Aumentar la tolerancia de papa, quinua, maíz al estrés abiótico (PROINPA, UMSA – Belén, CIPTA - Tarija)
- n Producción de vitroplantas libres de enfermedades de piña, plátano y cítricos (Sapecho)
- n Producción de semilla híbrida y clones de hortalizas, Centro Nacional de Hortalizas, Cochabamba

## Cuadro 9: Rendimientos de los principales cultivos en algunos municipios de la zona de estudio (t/ha)

| CULTIVO   | Nacional    | Departamental | Mizque      | Aiquile | Omereque | Pasorapa |
|-----------|-------------|---------------|-------------|---------|----------|----------|
| Papa      | 4.4 - 4.9   | 5.2           | 1.6 - 11.4  | 5.2     |          | 5.0      |
| Maíz      | 1.2 - 1.7   | 1.3           | 1.0 - 1.2   | 1.6     | 1.65     | 1.0      |
| Trigo     | 0.72 - 0.93 | 0.7           | 0.72 - 0.95 | 1.1     | 1        | 0.7      |
| Cebada    | 0.55 - 0.83 | 0.8           | 0.7 - 0.75  | 1.3     | 1.5      | 0.75     |
| Cebolla   | 6.4 - 8.2   | 7.4           | 14 - 15     | 15.0    |          | 7.0      |
| Arveja    | 1.2 - 1.5   | 2.0           | 1.0 - 1.5   | 1.7     |          | 2.0      |
| Ajo       | 5.1         | 5.7           |             | 6.4     |          | 7.0      |
| Zanahoria | 8.9         | 9.9           |             | 15.0    |          | 9.0      |
| Tomate    | 10.8 - 14.9 | 7.1           | 12          | 14.5    |          |          |
| Oca       | 2.9 - 3.7   |               | 2.6 - 5.0   |         |          |          |
| Haba      | 1.1 - 1.5   |               | 3.2 - 4.0   |         | 3.0      |          |
| Mani      | 0.96 - 1.26 |               | 0.6 - 0.65  |         |          |          |
| Papiza    | 3.0 - 3.4   |               | 6.0         |         |          |          |
| Avena     | 2.0 - 2.6   |               | 9.0 - 9.5   |         |          |          |
| Tarwi     |             |               | 0.4 - 1.5   |         |          |          |
| Frejol    |             |               |             |         | 1.0      |          |
| Caña      |             |               |             |         | 31.0     |          |

Fuente: Superintendencia agraria, PAP Holanda

El mejoramiento de una determinada variedad puede durar hasta 12 años hasta obtener una variedad estable a través de selecciones múltiples; a través de clones el proceso puede acortarse hasta 4 años, es decir que aquí existiría un mecanismo de adaptación continuo que extrapolándolo a una realidad de cambio climático significaría hipotéticamente que en el lapso de 50 años por lo menos se han logrado 4 especies adaptadas. Pero, considerando que especies mejoradas requieren de condiciones climáticas mas o menos estables, en particular riego adicional para satisfacer las demandas hídricas del cultivo.

### c) Sistemas financieros y seguros

Esta opción ha sido solamente superficialmente evaluada durante este diagnostico sin embargo se puede

concluir que los fondos de emergencia y los seguros son considerados como una alternativa por las asociaciones de productores. Las barreras para su implementación deberán buscarse en los marcos institucionales del negocio agrícola que no permiten la utilización de instrumentos financieros sofisticados.

### 6.1.3 Sobre los Costos y barreras para la implementación de medidas de adaptación

Considerando el hecho de que todas las medidas de adaptación al cambio climático deberán encontrar un asidero en las actuales iniciativas locales para mejorar la productividad agrícola y que las medidas de adaptación son medidas adicionales a las que se están llevando a cabo actualmente en torno a los sistemas de riego, dentro de las redes y mecanismos existentes de mejoramiento de semillas y dentro de los sistemas administrativos de asociaciones de productores, cooperativas y empresarios privados.

Las barreras existentes para la implementación de medidas efectivas de adaptación al cambio climático son diversas y complejas y deberán ser detectadas conjuntamente con los actores implicados en el proceso, sin embargo

se pueden percibir algunas barreras y vacíos existentes que deberán ser atendidos en el marco de una política de cambio climático, como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 10: Barreras para hacer frente a los impactos del cambio climático**

| <b>Insuficiencia tecnológica</b>                                                                                            | <b>Barreras y vacíos para la implementación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Problema en relación al cambio climático</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| La proporción de área regada es insuficiente                                                                                | <p>Los potenciales hídricos para riego son limitados y se limitan aun mas por el uso de tecnologías precarias (riego por gravedad)</p> <p>La necesidad de expandir el área regada para la producción agrícola ha hecho que se tengan que llegar a nuevos arreglos institucionales y legales (Ley de aguas)</p> <p>La propiedad agrícola es muy pequeña, para hacer rentable la introducción de riego, se requieren nuevos arreglos institucionales (entre privados y con el Estado)</p> | <p>El cambio climático puede modificar los patrones de precipitación afectando la distribución de lluvias necesaria para el desarrollo de los cultivos, por lo que la necesidad de riego es evidente.</p> <p>Los cultivos a secano son altamente vulnerables al cambio climático en la región piloto</p> |
| Existe la necesidad de reducir la vulnerabilidad de los cultivos en secano (papa, maíz, trigo, cebada)                      | <p>Existen experiencias exitosas de introducción de semilla mejorada, sin embargo la extensión pasa por un salto tecnológico con la activa participación de los agricultores</p> <p>Es necesaria mayor apoyo a los agricultores para diversificar la producción y adaptar el sistema productivo (no solo un cultivo) a condiciones extremas.</p> <p>Todavía existe una discusión no terminada entorno al uso de semillas transgénicas</p>                                               | <p>Tanto el aumento de temperatura como el aumento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y los cambios en los patrones de precipitación van ha modificar la fenología de los cultivos.</p> <p>Los cultivos en secano están en franco riesgo de ser severamente afectados</p>                                 |
| El suelo esta sometido a sobrecargas tanto por los cultivos, como por condiciones extremas de variabilidad climática        | <p>No se han podido implementar con éxito planes de uso del suelo que regulen el uso de tierras frágiles,</p> <p>Las nuevas obras de infraestructura de riego introducen nuevos elementos a ser debatidos sobre el manejo regional</p>                                                                                                                                                                                                                                                  | Los cambios en los patrones de precipitación (lluvias severas y prolongadas sequías) van a incrementar imprevisiblemente la presión sobre los suelos agrícolas                                                                                                                                           |
| <p>El manejo fitosanitario de los frutales es insuficiente e inadecuado</p> <p>Lo mismo es cierto para el manejo animal</p> | <p>Falta de capital de trabajo por parte de los agricultores para comprar pesticidas</p> <p>No se han podido introducir exitosamente métodos fitosanitarios alternativos como control biológico (falta de suficiente investigación y extensión), o sanidad básica animal</p> <p>Se están revisando especies mejoradas mejor adaptadas a la incidencia de plagas y enfermedades</p>                                                                                                      | La incidencia de plagas puede intensificarse y diversificarse                                                                                                                                                                                                                                            |

Dado que las medidas de adaptación al cambio climático en los sistemas agroalimentarios se encuentran inmersas dentro de otras medidas relacionadas a hacer más eficiente la producción de alimentos, los costos de estas medidas son costos incrementales relacionados

con la investigación y la extensión de los resultados así como a la coordinación interinstitucional. En el cuadro 11 se sintetizan las medidas de adaptación regionales que deberían empezar a formar parte de las prioridades municipales y regionales.

**Cuadro 11: Matriz de problemas ambientales que tienden a intensificar los impactos del cambio climático sobre la seguridad alimentaria**

| <b>Problema ambiental</b>                                                             | <b>Barreras para la implementación de medidas de adaptación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Tendencias estimadas con cambio climático</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Escasez temporal del recurso agua en bastas zonas del área de estudio                 | Las medidas de adaptación estarían relacionadas con medidas para ampliar el área bajo riego como se muestra en el cuadro 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | El calentamiento global va a afectar imprevisiblemente la provisión de agua en la región. A pesar de que los estudios realizados por el PNCC 2000 muestran una tendencia al aumento de la precipitación en la región, no existe un entendimiento suficiente de cuales pueden ser los impactos sobre la distribución decadal de las lluvias necesaria para la vida de los cultivos.<br><br>La región presenta una diversidad de microclimas y paisajes que van a ser afectados imprevisiblemente por el calentamiento global. |
| Fuertes granizadas, vientos extremos, lluvias severas                                 | Existen tecnologías para hacer frente a estos eventos, pero estas no están al alcance de los agricultores o del municipio<br><br>La infraestructura necesaria para hacer frente a mazamoras o inundaciones deberá desarrollarse de acuerdo a los planes nacionales y municipales de mitigación de riesgos y desastres. Aquí la principal barrera es que estas medidas de infraestructura tienden a ser tremendamente costosas.     | En las últimas dos décadas se ha venido evidenciando un aumento en la severidad de eventos extremos, esto a causa de las condiciones de desequilibrio ocasionadas por el calentamiento global. También se ha evidenciado una intensificación del evento el Niño                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Deterioro de los suelos y de la vegetación puede también afectar el ciclo hidrológico | Los planes de uso del suelo, así como otras medidas de conservación de los bosques nativos, protección de los acuíferos, reforestación y restauración de paisajes naturales están sujetos a procesos morosos de concertación<br><br>La implementación de prácticas alternativas de fertilización, mayor diversificación de la producción agrícola pasa por barreras inmensas de organización de la producción y desarrollo humano. | El cambio climático puede mejorar las condiciones para el desarrollo de la vegetación arbustiva y boscosa en la región, pero si no existe el empeño de los municipios de mejorar las condiciones ambientales de los acuíferos y reglamentar el uso de los recursos (bosques, suelos, aguas), el deterioro puede acelerarse por la incidencia de acrecentada sequía, lluvias severas, fuertes vientos y otros eventos severos.                                                                                                |

*El siguiente cuadro sintetiza las medidas de adaptación que ya se vienen llevando a cabo pero donde prevalecen niveles de vulnerabilidad que deben ser reducidos a través de un fortalecimiento de las medidas. En el caso del mejoramiento de semillas, los emprendimientos nacionales tienden a fortalecer los mecanismos orientados a generar especies más resistentes y de mayor rendimiento, sin embargo estas especies no son aptas para regiones donde existen condiciones climáticas desfavorables. Es decir todo apunta a racionalizar las prácticas agrícolas, pero esto en muchos casos va en desmedro de las economías de subsistencia que aparte de tener que vencer las inclemencias climáticas deben competir en mercados cada vez menos accesibles. Estos vectores de cambio, inducidos por la*

*necesidad de aumentar la competitividad y la eficiencia de los emprendimientos agrícolas, apuntan a la utilización de tecnologías, que no están al alcance de la mayoría de los agricultores. Si bien el uso de estas tecnologías puede significar una reducción de la dependencia de la agricultura de fenómenos climáticos y por ende reducir la vulnerabilidad de la agricultura, estos cambios también son una fuerza direccional que hace a otros grupos de agricultores más vulnerables.*

*Las barreras para la implementación de medidas de adaptación en algunos casos son barreras institucionales, pero en otros casos son modelos mentales y concepciones del desarrollo que deben ser discutidas a mayor profundidad.*

**Cuadro 12: Matriz resumida de las barreras para la implementación de medidas de adaptación**

| Medida de adaptación                                               | Indicadores de éxito de la medida                                                                                                               | Barreras para su implementación<br>Y fuerzas que apuntan en la dirección contraria                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ampliación del área de riego y economía del agua (medidas conexas) | El riego sirve también para satisfacer el déficit de agua de <u>cultivos en secano</u>                                                          | Concertación con las asociaciones de productores y los gobiernos municipales                                                                                                                                                                                                                                   |
| Mejoramiento de especies de cultivos principales                   | Se ha logrado introducir especies de cultivos principales y se ha asegurado la participación de los agricultores en el mejoramiento de semillas | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta organizar a los agricultores en algunos lugares</li> <li>• El mejoramiento de semillas apunta a especies y regiones ganadoras (altos rendimiento, exportación ) falta un concepto más arraigado de seguridad alimentaria en las políticas nacionales</li> </ul> |
| Fondos de contingencia y seguros                                   | Los fondos de contingencia y emergencia son suficientes para rehabilitar el negocio                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcos institucionales, coparticipación</li> <li>• Falta de solvencia frente a instituciones bancarias</li> </ul>                                                                                                                                                     |

**Cuadro 13: Matriz de interrelaciones entre diferentes convenciones de desarrollo sostenible para mitigar el cambio climático y generar capacidades de respuesta a sus impactos**

|                              | <b>Cambio Climático</b>                                                                                                                                                                      | <b>Biodiversidad</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Humedales (Ramsar)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Desertificación</b>                                                                      |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C a m b i o Climático</b> |                                                                                                                                                                                              | <p>La conservación de lugares de alta biodiversidad como las áreas protegidas y sus áreas de amortiguamiento ayudan a la mitigación del cambio climático</p> <p>La creación de corredores biológicos nacionales y regionales ayudan a generar conversiones tecnológicas en la agricultura y en el sector forestal y así a la reducción de emisiones de GEI</p> <p>La conservación de recursos genéticos puede convertirse en una de las principales medidas de adaptación en el sector agrícola y de salud humana</p> | <p>La conservación de cuerpos de agua y humedales ayuda a la mitigación del efecto invernadero</p> <p>Los patrones de cambio en el uso del suelo y del consumo acrecientan el impacto del cambio climático sobre los cuerpos de agua y humedales</p> <p>La reducción de la contaminación en cuerpos de agua, al reducir el estrés adicional ayuda a la adaptación al cambio climático.</p> | La conservación de los suelos puede ayudar a fijar carbono en la vegetación y en los suelos |
| <b>Biodiversidad</b>         | La reducción de GEI en el sector LULUCF puede ayudar a mejorar la calidad de los ecosistemas                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                             |
| <b>Humedales (Ramsar)</b>    | <p>La reducción de GEI en cuerpos de agua puede ayudar a su conservación</p> <p>El cambio climático se convierte en uno de los retos más importantes para el manejo de recursos hídricos</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                             |
| <b>Desertificación</b>       | Actividades de forestación y reforestación pueden ayudar a reducir la desertificación y a recuperar suelos salinizados y erosionados                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                             |

Fuente: Plan Nacional de Cambio Climático en Seguridad Humana



## 7. **Conclusiones y recomendación**

*Las medidas de adaptación más efectivas para responder a los impactos del cambio climático pasan por saltos tecnológicos como el mejoramiento de los sistemas de riego, mejoramiento de semillas y un adecuado manejo del suelo así como un efectivo manejo fitosanitario, pero también por cambios en los marcos institucionales y legales para permitir el uso de otros instrumentos de coordinación y financieros que permitan el restablecimiento del sistema alimentario en situaciones de crisis y emergencia.*

*Especulando un poco sobre el marco institucional que puede surgir dentro de la CMNUCC en torno a los artículos 4.5 y 4.8, la implementación de medidas de transferencia tecnológica y formación de capacidades, así como la conformación del Fondo Especial para el Cambio Climático y el fondo de Adaptación bajo el Protocolo de Kioto es importante entender que la implementación de medidas de adaptación al cambio climático encuentra una serie de sinergias con la implementación de otras convenciones ambientales pero fundamentalmente y sintéticamente con una gestión ambiental Integral (ver cuadro 13).*

*Los escasos fondos existentes dentro del universo de las convenciones ambientales deben servir para catalizar procesos de autopotenciamiento, dentro de los cuales estén inmersos claros procesos de inversión, transferencia tecnológica, industrialización, generación de capacidades institucionales y desarrollo humano.*

*Haciendo mención de uno de los principios de la Estrategia Nacional de Implementación de la CMNUCC en Bolivia, un salto cualitativo en la generación de riqueza a través de formas innovativas de transformación de la energía deberá darse manteniendo la huella ecológica de las poblaciones a niveles bajos que no signifiquen una exagerada*

*sobrecarga del planeta. En otras palabras las poblaciones rurales y descentralizadas de Bolivia tienen la posibilidad de desarrollarse, generar riqueza para su bienestar y el bienestar y vigencia cultural de generaciones futuras manteniendo a niveles bajos su impacto sobre el ambiente.*

*Por lo tanto volviendo al tema mencionado al principio de este documento, el proceso debe organizarse de abajo a arriba de manera sostenible y participativa y utilizando los potenciales subyacentes en las capacidades de la gente a niveles local, regional y nacional.*

*Las medidas de adaptación pasan por saltos tecnológicos que requieren nuevos acuerdos y marcos institucionales.*

*Formas innovadoras de solucionar los problemas de inversión y distribución de las ganancias del negocio agrícola y transversalizar los costos sociales de los impactos de variabilidad y cambio climático*

*El cambio climático como uno de los vectores de cambio ambiental va a presionar hacia nuevas formas de organización social. Sin embargo para reducir la vulnerabilidad es necesario iniciar en las regiones procesos fértiles de cooperación que puedan hacer realidad un salto tecnológico que beneficie a la gente y reduzca los niveles de pobreza rural.*

*Es pues definitiva la necesidad de trabajo con mayor fuerza y coordinadamente en establecer nuevos marcos institucionales que permitan el desarrollo de la competitividad de las empresas y comunidades rurales y asegurasen su bienestar.*

## **Referencias bibliográficas**

Adger, N., *Observing Institutional Adaptation to global Environmental Change in Costal Vietnam*, Seventh Conference of the International Association for the Study of Common Property, Simon Fraser University, Vancouver, Canada, 10/14 June 1998

Andersen, P., *Food Policy Research for Developing Countries, Emerging Issues and Unfinished Business*, IFPRI, Washington D.C., 1999

Andersen, P., Pandya-Lorch, R., Rosegrant, M.W., *The World Food Situation: Recent Developments, Emerging Issues, and Long Term Prospects*, IFPRI, Washington D.C., 1997

Crowley, T.,J., 1996, *Remembrance of Things Past: Greenhouse Lessons from the Geologic Record CONSEQUENCES: Volume 2, Number 1*

FAO (a), 1999, *Perfil Nutricional Bolivia*

FAO (b), 1999, *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo*

GIEWS 1997, *on food and agriculture special report, El Nino's impact on crop production in Latin America*, 25 November

Gonzales, J., 2001, *Informe de viaje No3. Entrevistas con representantes de la mancomunidad Cono Sur y de ONG's activas en la zona.*

IPCC, 1995, *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analices Contribution of Working Group II to the Second Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change* R.T.Watson, M.C.Zinyowera, R.H.Moss (Eds) Cambridge University Press, UK. pp 878

\_\_\_\_\_, *The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability.1997 A Special Report of IPCC Working group II* R.T.Watson, M.C.Zinyowera,

R.H.Moss (Eds) Cambridge University Press, UK. pp 517

\_\_\_\_\_, *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* James J. McCarthy, Osvaldo F. Canziani, Neil A. Leary, David J. Dokken and Kasey S. White (Eds.) Cambridge University Press, UK. pp 1000

Ministerio de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, *Inventario Nacional de Sistemas de Riego*, Bolivia 2000

Ministerio de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, *Política Nacional de Desarrollo Agropecuario y Rural*, Bolivia 2000

Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, *Estrategia Nacional de Implementación de la CMNUCC*, La Paz 1999.

Ministerio de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural, *Diagnóstico Nacional Agropecuario*, Bolivia 2000

Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación – Programa de Cooperación FAO/Italia, *Base de Datos de los Proyectos y Programas de Manejo de Cuencas y Temas Afines de Bolivia*, 2001

Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación – VMARNDP - PNCC, *Bases Generales y Líneas de Acción para el Plan Nacional de cambio Climático en*

*Seguridad Humana*, La Paz 2001

Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación – VMARNDP - PNCC, *Escenarios Climáticos, Estudio de Impactos y opciones de Adaptación al Cambio Climático*, La Paz 2000  
National Communications Support Programme – UNDP - GEF *An Adaptation Policy Framework* (documento en preparación), 2001

PMA/UDAPE, *Aproximación al Análisis de Vulnerabilidad a la Inseguridad Alimentaria*, (versión preliminar), 2001

Proyecto SMAR, *Resultados del Estudio Bombeo de Agua para Riego* (documento no publicado), 2001

Pouyaud, B., et al., *Contribución del Programa “Nieves y Glaciares Tropicales” (NGT) al conocimiento de la variabilidad climática en los Andes*, ORSTOM, 1997

Ribot, J., et al, *Climate Variability, Climate Change and Social Vulnerability the Semi-Arid Tropics*, Center for Population and Development Studies, Harvard University 1991

Rosenzweig, C., A. Iglesias, X. Yang, P. Epstein, and E. Chivian, 2000: *Climate Change and U.S. Agriculture: The Impacts of Warming and Extreme Weather Events on Productivity, Plant Diseases, and Pests*. Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School, Boston, MA, USA, 46 pp.

*Superintendencia Agraria, Memoria Técnica de la verificación del estado de los recursos naturales renovables y análisis temporal de la tierra, Municipio de Icla, 2000.*

*Superintendencia Agraria, Memoria Técnica de la verificación del estado de los recursos naturales renovables y análisis temporal de la tierra, Municipio de Sopachuy, 2000.*

*Superintendencia Agraria, Memoria Técnica de la verificación del estado de los recursos naturales renovables y análisis temporal de la tierra, Municipio de Tarabuco, 2000.*

*Superintendencia Agraria, Memoria Técnica de la verificación del estado de los recursos naturales renovables y análisis temporal de la tierra, Municipio de Aiquile, 2000.*

*Superintendencia Agraria, Memoria Técnica de la verificación del estado de los recursos naturales renovables y análisis temporal de la tierra, Municipio de Mizque, 2000.*

*Superintendencia Agraria, Memoria Técnica de la verificación del estado de los recursos naturales renovables y análisis temporal de la tierra, Municipio de Totorá, 2000.*

*Superintendencia Agraria, Memoria Técnica de la verificación del estado de los recursos naturales renovables y análisis temporal de la tierra, Municipio de Omereque, 2000.*

*Superintendencia Agraria, Memoria Técnica de la verificación del estado de los recursos naturales renovables y análisis temporal de la tierra, Municipio de Pasorapa, 2000.*

## ***Fe de erratas***

*En la página ix Índice General debe decir prólogo en ves de prologo*

*En la página 48, cuadro 12 debe decir.....medidas de adaptación*