



Primera parte

# Tecnologías ancestrales y reducción de riesgos del cambio climático

## Terrazas precolombinas Taqanas Quillas y Wachus

5 | EDUARDO CHILON CAMACHO



**PROMARENA**  
Proyecto de Manejo de Recursos Naturales

# Tecnologías ancestrales y reducción de riesgos del cambio climático

Terrazas Precolombinas  
*Taqanas, quillas y wachus*

EDUARDO CHILON CAMACHO



# Tecnologías ancestrales y reducción de riesgos del cambio climático

Terrazas Precolombinas *Taqanas Quillas* y *Wachus*

**Apoyo Publicación Impresa de:**

© PROMARENA, 2008

Av. 6 de Agosto No. 2570

Tel./Fax: (591-2) 2430503

La Paz, Bolivia

[www.promarena.org.bo](http://www.promarena.org.bo)

**Gestión de:**

Lic. John Vargas Vega

Viceministro de Planificación Territorial y Ambiental

Ing. M.Sc Juan Carlos Zapana

Coordinador General PROMARENA

Ing. César Altamirano Bustillos

Responsable del Subcomponente de Apoyo al Manejo de

Terrazas Agrícolas Prehispánicas

**Autor:**

Ing. M.Sc. Eduardo Chilon Camacho

[chilon@entelnet.bo](mailto:chilon@entelnet.bo)

Ediciones CIDAT

© **Ilustraciones:** Ing. Carlos Laruta Vino

Primera edición impresa: marzo de 2009

Depósito Legal: 4-1-1335-09 La Paz-Bolivia

Edición digital: febrero 2010

Versión digital: Jaque Mate - Computación y sistemas

[www.jaquematedigital.com](http://www.jaquematedigital.com)

Todos los derechos reservados.

Se autoriza la reproducción total o parcial citando la fuente.

## Prológo

Este trabajo es importante en varios sentidos: Es importante porque plantea la recuperación de la tecnología *ancestral* sin pretender, en ningún momento, un retorno al pasado que implique un retroceso y una negación de los actuales avances de la ciencia y de la tecnología. Implica, más bien, beneficiarse de las prácticas y conocimientos que se tradujeron en la ciencia de la administración del territorio y de las sociedades de las culturas americanas en la región andina que armonizaba profundos conocimientos de ingeniería, agronomía, ecología, astronomía, meteorología, hidráulica y, sobre todo, conocimientos de programación de la producción y de los ciclos ambientales y, por ende, de seguridad alimentaria y económicos. La idea es más bien destacar y obtener el mayor beneficio posible del manejo ecológico y sostenible de los recursos naturales que tuvieron las culturas de estos territorios.

Esta investigación, fruto de varios años de trabajo e investigación, también es importante porque encara una genuina preocupación: no considerar la posibilidad de revalorizar con su entendimiento y uso la llamada tecnología ancestral, dice el autor, nos llevará al riesgo que significa no aplicar las respuestas que ya han funcionado y se han ido adaptando en el tiempo en estos espacios y sociedades y caer en la ciega adopción de conocimientos y tecnologías generadas en otras latitudes que responden, usualmente, a medios diferentes en lo geográfico, cultural y socioeconómico y lo que es aún peor: a negarnos a generar conocimiento propio a partir de nuestras realidades y del acervo tecnológico y social local y global.

El autor plantea que recuperar, hoy en día, algunas técnicas ancestrales, ya sean canales de riego, herramientas, *taqanas*, terraplenes o *sukakollu*, requieren ser estudiadas previamente en lo que fue su contexto estructural e histórico (por ejemplo, abundancia de trabajo comunitario gratuito) y no sólo en sus virtudes tecnológicas intrínsecas. El uso de la ciencia y la tecnología debe incluir los conceptos de viabilidad técnica, social, económica y cosmológica de los tiempos presentes y adaptarse a ellos.

Un notable acierto en el trabajo de Eduardo Chilon Camacho es que se destaca la importancia de lograr aplicar los conceptos ecológicos *ancestrales* al desarrollo del área rural del país, reflexionando sobre las acciones cuidadosas de recuperación e incorporación de las mismas al saber de las comunidades originarias, y a la experiencia de los técnicos de campo y profesionales. En esta línea, los miembros de las comunidades están reforzando sus capacidades en prácticas de manejo racional de los recursos naturales, como producto del trabajo de varias instituciones, entre ellas el PROMARENA, al que el autor dedica un capítulo especial.

Es una grata satisfacción presentar esta publicación porque es, sin duda, un invaluable aporte al conocimiento de las tecnologías *ancestrales* y, particularmente, de las terrazas agrícolas, sus características, clasificación y posibilidades económicas de valorización, lo cual tiene una gran importancia en el contexto actual de sostenibilidad y uso de las tierras de alta montaña y en la valorización de los activos de los campesinos más pobres de la región andina.

*Roberto Haudry de Soucy*  
FIDA-AMERICA

## Prefacio

La visión boliviana del desarrollo integral y sostenible, la preservación del medio ambiente, la atenuación de los efectos del cambio climático y la superación de las limitaciones para que los hombre y mujeres vivan bien y en armonía con la naturaleza, tiene que repensar con énfasis la recuperación de los conocimientos y de la ciencia precolombina, desarrollada durante siglos, por las culturas andino-amazónicas y chaqueña que se asentaron en el territorio nacional y de Sudamérica en su conjunto. Las impresionantes tecnologías conservacionistas y productivas inventadas para diversos ecosistemas, permitieron a nuestros ancestros desarrollar un sistema social y productivo sostenible que fue la base de su economía y desarrollo.

El desarrollo rural del país y la problemática que plantea el cambio climático requiere ser enfrentada, entre otras alternativas, con la revalorización de las estrategias y tecnologías andino-amazónicas de larga data, que posibiliten la preservación de los recursos naturales a largo plazo, por lo que resulta estratégico recuperar y validar aquel repertorio de conocimientos y tecnologías que todavía subyacen en las comunidades originarias, seleccionando aquellas que respondan al contexto actual y que sean reproducibles en las condiciones actuales.

Debe tomarse en cuenta que la recuperación de las alternativas tecnológicas precolombinas, en el contexto actual, se ve facilitada por el rol que están comenzando a ejercitar las comunidades campesinas y los municipios rurales. Esperamos que se les ofrezca el más amplio apoyo para lograr una identidad de conciencia nacional, a partir de nuestra herencia cultural ancestral.

Indudablemente que esto implica un cambio en la forma de pensar y actuar que tradicionalmente sólo consideraba la opción de la “tecnificación moderna y mercados” del sector agropecuario; sin embargo, en el marco de las mismas leyes nacionales del cambio, particularmente en los ámbitos educativos, de desarrollo rural y planificación, se puede lograr una conciencia sobre la validez de la revalorización y puesta en vigencia de las tecnologías andino-amazónicas y chaqueñas ancestrales.

Adelantándose a estos cambios, desde hace dos décadas, grupos de estudiantes, docentes y técnicos, cobijados en las universidades públicas y privadas, confrontándonos con lo que el sistema vigente imponía, logramos valiosos espacios realizando investigaciones y tesis de grado en tecnología ancestral andino-amazónica, nutriéndonos del saber de las comunidades originarias. También se consiguió la incorporación de materias electivas a los programas de estudios de las Carreras de Agronomía, son los casos de la Universidad Mayor de San Andrés UMSA, la Escuela Militar de Ingeniería EMI, y la creación del Taller de Tecnología Andina que derivó en el Centro de Investigación y Difusión de Alternativas Tecnológicas andino-amazónicas CIDAT en La Paz, también en la Universidad Mayor de San Simón de Cochabamba con un movimiento agroecológico liderizado por AGRUCO.

El presente trabajo forma parte de este enfoque de investigación y desarrollo, que es fruto de un proceso de reflexión de docentes, estudiantes y técnicos que paulatinamente va creciendo y que esperamos se consolide con la incorporación del ejército de técnicos y profesionales provenientes de las comunidades, que se han formado en las universidades y particularmente en las Unidades Académicas Campesinas de la Universidad Católica Boliviana, UCB.

Se cifra la esperanza que el presente trabajo contribuya a seguir animando a investigadores, estadistas, autoridades municipales, autoridades comunitarias, ejecutores de proyectos y técnicos a dirigir su mirada a las alternativas tecnológicas andino-amazónicas. Estamos seguros que en ellas se puede

encontrar muchas respuestas que pueden ser de gran utilidad para resolver los problemas del desarrollo rural y de los que plantea el cambio climático, en el contexto de la Bolivia actual y del mundo.

El autor expresa su agradecimiento al PROMARENA por el financiamiento de la publicación así como a las organizaciones campesinas de Yanacachi, Cohoni, Mocomoco, Charazani, Curva, Chuma y Ayata y a todos nuestros hermanos campesinos de las diversas comunidades del país que nos acogieron y compartieron con nosotros sus conocimientos, experiencias y esperanzas.

Un reconocimiento especial a Amparo Molina, mi esposa y compañera y a mis queridas hijas Jhoselyne Nadia y Johanna Amparo, por su amor, paciencia, aliento e invaluable apoyo.

*Ing. M. Sc. Eduardo Chilon Camacho  
Consultor PROMARENA- Proyecto  
Manejo de Recursos Naturales  
Consultor Edafólogo, Desarrollo Rural y RR.NN.  
Docente Investigador Postgrado CIDES-UMSA  
Docente UAC Tiahuanaco UCB, EMI  
Docente Facultad Agronomía UMSA*

# Índice

Introducción	13
<b>Primera parte</b>	
<b>Fundamentos de la tecnología ancestral: El <i>software</i> y el <i>hardware</i> de la tecnología andino–amazónica</b>	<b>15</b>
Antecedentes	15
1. El <i>software</i> de la tecnología andino-amazónica	17
1.1. Construcción del <i>software</i> andino–amazónico	19
1.2. Rituales agropecuarios como expresión del <i>software</i> andino-amazónico	21
1.3. Destinatarios de los rituales agropecuarios	25
1.4. Planificación sistemática andino–amazónica	26
2. El <i>hardware</i> de la tecnología andino-amazónica	32
2.1. Parámetros físicos de funcionamiento de las tecnologías andinas y amazónicas	33
2.2. Tecnologías ancestrales para la reducción del riesgo de los fenómenos climáticos	40
A manera de conclusiones	74
Bibliografía	79

## Segunda parte

### Terrazas agrícolas precolombinas *taqanas quillas y wachus* 83

Antecedentes 83

Alcances y objetivos del estudio 84

1. Las terrazas precolombinas 85
  - 1.1. Conceptos y Denominaciones 85
  - 1.2. Aspectos Históricos y Cobertura Geográfica de las Terrazas Agrícolas 86
  - 1.3. Ciencia Ancestral y Terrazas Precolombinas 91
  - 1.4. Principios Físicos del Funcionamiento de las Terrazas Precolombinas 92
2. Tipología de las terrazas agrícolas precolombinas 97
  - 2.1. Terrazas que reducen la pendiente para el control de la tierra y el agua 97
  - 2.2. Terrazas con pendiente nivelada para facilitar el riego 99
3. Importancia de las terrazas precolombinas en la conservación de los suelos y el agua 101
  - 3.1. Sobre el control de la Erosión 102
  - 3.2. Sobre el drenaje 102
  - 3.3. Sobre el mantenimiento de la fertilidad del suelo 103
4. Terrazas precolombinas de Bolivia: *taqanas, quillas y wachus* 103
  - 4.1. Inventario preliminar de terrazas precolombinas 103
  - 4.2. Inventario de terrazas precolombinas en el departamento de La Paz 107
  - 4.3. Posibilidades de recuperación de las terrazas precolombinas 111
5. Clasificación de las terrazas precolombinas de Bolivia 112
  - 5.1. Sistema de clasificación de terrazas agrícolas 113
  - 5.2. Descripción de las clases de terrazas o *taqanas* 116
6. Uso del sistema de clasificación de terrazas precolombinas 137
  - 6.1. Terrazas agrícolas de qapana 137
  - 6.2. Terrazas agrícolas de ladera 138
7. Componentes estructurales de las terrazas precolombinas 140
  - 7.1. Componentes geométricos de las terrazas o *taqanas* 140

7.2. Estructura de las terrazas o <i>taqanas</i>	143
8. <i>Quillas</i> de los yungas de Bolivia	147
8.1. Estructura de una <i>quilla</i> precolombina	148
9. Estudios de caso: terrazas precolombinas de los yungas y valles interandinos del departamento de La Paz	154
9.1. Terrazas precolombinas de yungas. Subcuencas Unduavi y Takesi	155
9.2. Inventario de <i>taqanas</i> y <i>quillas</i> precolombinas de Yanacachi	172
9.3. Terrazas precolombinas de valles interandinos subcuenca Cohoni-Tahuapalca	200
9.4. Inventario de terrazas precolombinas de Cohoni	212
9.5. Causas del abandono y destrucción de <i>quillas</i> y <i>taqanas</i> en Yanacachi y Cohoni	231
10. Aprendizaje de experiencias de en rehabilitación y construcción de terrazas	235
10.1. Experiencias en reconstrucción de <i>taqanas</i> precolombinas	235
10.2. Aprendizaje de experiencias en construcción de terrazas nuevas	246
11. Plan de manejo y conservación de <i>taqanas</i>	250
11.1. Organización comunal para el mantenimiento de las <i>taqanas</i>	250
11.2. Distribución del tiempo para el mantenimiento de las <i>taqanas</i>	251
11.3. Períodos de trabajo de mantenimiento de las <i>taqanas</i>	252
Conclusiones	253
Recomendaciones	254
Bibliografía	258

<b>Tercera parte</b>	
<b>El promarena y la revalorización de conocimientos locales</b>	<b>264</b>
Antecedentes	264
1. Marco institucional y metodológico del PROMARENA	264
1.1. Componente manejo de recursos naturales	265
1.2. Componente de servicios rurales no financieros	266
1.3. Actividades transversales	267
2. Cobertura del PROMARENA	270
2.1. Cobertura nacional	270
2.2. Cobertura de la UTL-Valles Interandinos La Paz	271
3. Los concursos y la revalorización de los conocimientos locales UTL-VIA La Paz	273
3.1. Resultados UTL-VIA La Paz	278
4. Estudio-diagnóstico de las terrazas agrícolas en el área de trabajo	283
4.1. Delimitación espacial y participación	284
4.2. Antigüedad de las terrazas agrícolas	285
4.3. Origen de construcción de las terrazas agrícolas	286
4.4. Estado de situación de las terrazas agrícolas precolombinas y antiguas	287
4.5. Estado de situación de las terrazas agrícolas de construcción reciente	300
4.6. Recuperación y construcción de terrazas agrícolas	306
4.7. Prácticas de manejo y conservación	308
5. Testimonios de los participantes	310
Conclusiones	322
Recomendaciones	323
Bibliografía	324

## Introducción

La historia de Bolivia y de Iberoamérica en general registra un período precolombino muy importante desarrollado antes de la conquista. Éste echó sus raíces en los pueblos andino-amazónicos que originalmente se asentaron en el territorio y que tuvieron un gran desarrollo cultural, organizativo y político, forjando un sistema económico productivo muy eficiente, fundado en una sólida organización social que posibilitó el desarrollo de tecnologías adecuadas para contrarrestar las condiciones climáticas y fisiográficas adversas. Tomaron como referencia a la naturaleza, para crear sus diferentes condiciones científicas y religiosas. Todo lo creado se diversificaba en el vientre cósmico que conocemos como madre tierra, por lo tanto, la tierra es la generadora de la vida, la que da sus frutos, la que alimenta y protege, es el ente vivo del cual formamos parte, es la generadora de energía, por ello desde tiempos inmemoriales se armonizó y preservó a la naturaleza en su conjunto.

Todo esto fue posible gracias a un trabajo de larga data, que les permitió desarrollar un *software*<sup>1</sup> y un *hardware* que se expresa en las tecnologías andino-amazónicas en las que se incluyen las *taqanas* o terrazas agrícolas, las *quillas*, *sukakollu*, *tarasukas*, *q'ochas*, *q'otas*, *q'otañas*, *canapas* y otras. Todo lo anterior se sustentaba en una cosmovisión holística que involucraba diversos relacionamientos en un conjunto coherente y con una precisa sincronización espacial y cronológica.

Sin embargo, desde la conquista se ha sufrido intensos cambios y mestizaje no sólo étnico, sino también cultural, que ha incidido directamente en la desarticulación de la organización social, la forma de organizar la producción y la tecnología empleada.

---

<sup>1</sup> Los conceptos *software* y *hardware*, se utilizan en analogía con la informática moderna, para explicar de mejor manera y en lenguaje actual al conjunto de la tecnología andino-amazónica, formada por una parte intangible (cosmovisión y rituales) y otra material (infraestructura física), como la razón de ser de la tecnología ancestral andino-amazónica.

En la actualidad y a pesar del tiempo transcurrido, todavía es admirable contemplar, en numerosas comunidades del altiplano, valles, yungas y la llanura amazónica, inmensas áreas cubiertas con terrazas precolombinas, *taqanas*, *sukakollu*, *q'ochas*, sistemas de lomas y drenaje, construidas en tiempos en que aún no se disponía de los conocimientos que hoy existen. Lamentablemente, por múltiples factores, en la actualidad sólo una pequeña proporción de estas tecnologías están en uso, la mayor parte se encuentran abandonadas. Lo que actualmente se observa es un proceso gradual de pérdida de estos conocimientos y sólo un escaso número de prácticas y tecnologías de origen ancestral que progresivamente pierden su carácter integral.

Pero nada de esto niega el gran componente indígena presente en nuestra sociedad, el que se expresa con mayor fuerza en el mundo rural de Bolivia. El resultado es un país cuya principal característica es la diversidad cultural, la que al mismo tiempo lo enriquece y lo complejiza. El reto del desarrollo del país es asumir esta realidad como una premisa básica para planificarse, con posibilidades de éxito, políticas de investigación y de desarrollo rural integral.

Una racionalidad elemental aconseja hacer una lectura de esta valiosa historia ancestral, para llegar a entender cómo fue posible, cómo se realizó y cómo funcionaron los sistemas de producción agropecuaria andino–amazónicas. En ellas se podría encontrar muchas respuestas que podrían ser de gran provecho en la actualidad y que sean, además, útiles para enfrentar con éxito la problemática del cambio climático y del desarrollo de la Bolivia actual y del mundo. Se tiene que partir del hecho que no es posible definir políticas, estrategias y acciones concretas de desarrollo, sin remitirse a la lectura de la historia de épocas precolombinas, sobre todo del uso del espacio andino–amazónico y de la recuperación y puesta en vigencia de las valiosas tecnologías andino-amazónicas ancestrales.

# Fundamentos de la tecnología ancestral: El *software* y el *hardware* de la tecnología andino-amazónica<sup>1</sup>

## Antecedentes

Una interrogante que tratan de responder insistentemente numerosos investigadores de la ciencia ancestral andina y amazónica es la siguiente ¿Cuál ha sido el *software* y el *hardware* que desarrollaron las culturas ancestrales andinas y amazónicas para asegurar una provisión sostenible de alimentos en el tiempo, sin afectar a las bases productivas, y que les permitió sostener a una población numerosa y dispersa sobre un medio fisiográfico contrastante, difícil, complejo y heterogéneo?

Las evidencias históricas demuestran que en contraste a la situación actual, en épocas precolombinas en el espacio andino y amazónico, ocupado actualmente por los países de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y parte de Argentina se alcanzó un alto grado de desarrollo, basado en una sorprendente *planificación cibernética* para el manejo del riesgo, a través de la estructuración de una adecuada organización social y la creación de una tecnología que les permitió el manejo adecuado de los recursos naturales: suelo, agua, vegetación, animales y el clima.

El sistema de producción de alimentos en infraestructuras complejas como las terrazas agrícolas precolombinas, los *sukakollu*, las *tarazukas*, *q'otas*, *q'otañas*, *canapas*, los campos elevados, sistemas de drenaje en la amazonía y otras, son una prueba fehaciente del *software* y *hardware* desarrollado por el hombre andino y amazónico, constituyéndose en tecnologías que representan

---

<sup>1</sup> Parte de este trabajo y en su primera versión se publicó como revista el año 1996, con el título de El *software* y el *hardware* de la tecnología andino-amazónica con apoyo de HISBOL y UNIR-UMSA. Sus planteamientos continúan vigentes y hoy se presenta un documento mejorado y aumentado.

la más alta expresión de la sabiduría andino-amazónica para manejar espacios geográficos heterogéneos.

Estas infraestructuras productivas demuestran que las culturas ancestrales andino-amazónicas fueron capaces de reconocer su medio y adecuarse a él, asegurando una oferta estable de alimentos, manejando racional y adecuadamente los recursos naturales, la biodiversidad, el fraccionamiento y las fluctuaciones temporales y permanentes.

En el ámbito productivo agrícola y pecuario, lograron perfeccionar el uso y manejo racional de la tierra, el agua y otros recursos, con el acceso a diversos pisos agroecológicos y el manejo de la biodiversidad; basta señalar que de los 103 ecosistemas existentes en el planeta, 84 están concentrados en el área andino-amazónica de Bolivia. Paralelamente se llegó a un exitoso aprovechamiento de los animales y las plantas mediante la domesticación y el fitomejoramiento. Para tener una idea de la eficiencia y sofisticación agrícola precolombina, el 40% de las plantas que consume la humanidad son producto de la ingeniería genética y de la biotecnología andino-amazónica.

Todo lo anterior se sustentaba en una cosmovisión holística que involucraba diversos relacionamientos en un conjunto coherente y con una precisa sincronización especial y cronológica.

Sin embargo, desde la conquista se ha sufrido intensos cambios y un mestizaje no sólo étnico, sino también cultural, que ha influido directamente en la desarticulación de la organización social, la forma de organizar la producción, y las tecnologías empleadas. Lo que actualmente se observa es un proceso gradual de pérdida de estos conocimientos y sólo un escaso número de prácticas y tecnologías ancestrales que progresivamente pierden su carácter integral.

## 1. El *software* de la Tecnología Andino-Amazónica

El *software* de la tecnología andino-amazónica forma parte del pensamiento ancestral que está regido por una visión holística, donde todo en el universo tiene vida, por lo tanto, el espacio es considerado como un sistema vivo e inteligente, en contraposición a los postulados que rigen el pensamiento occidental que considera al espacio como algo solamente material.

El *software* andino-amazónico está reflejado en el *pensamiento seminal*, que se traduce en que *todo tiene su madre*, por ello, para el hombre andino-amazónico, los fenómenos naturales aparecen, se desarrollan y desaparecen cuánticamente y no de acuerdo a las leyes inmutables de Newton. (Medina, J., 1995)

El *software* de la tecnología andino-amazónica se sustenta en la cosmovisión ancestral que a su vez se expresa en mitos y *rituales* que son consustanciales a la vida cotidiana de los pueblos andino-amazónicos y que son continuamente creados y recreados, desde hace milenios hasta la actualidad, como un modo social de vivir el mundo y sus acontecimientos.

A diferencia de la homogeneidad relativa de la geografía europea, que se refleja en el modo de pensar y actuar del poblador de estas latitudes, con un pensamiento y planificación lineal, condicionado por tiempos preestablecidos o “planificados”; el hombre andino-amazónico, en cambio, entendió su geografía como un espacio biodiverso, complejo y heterogéneo. En el mismo modeló su forma de actuar y pensar, con una noción de tiempo y espacio muy diferente al del hombre de occidente.

Las culturas andino-amazónicas, en su desarrollo, generaron distintas estrategias de relacionamiento con su entorno ambiental, delineando los fundamentos de una visión eco-sistémica para el control, acceso y uso sostenible de los recursos naturales, logrando así una distribución equitativa de la riqueza, que permitió satisfacer las necesidades más sentidas de alimentación, vivienda, seguridad social y educación de todos sus pobladores.

De los 103 ecosistemas que hay en el mundo, 84 están presentes en la zona andino-amazónica de Bolivia. Esto fue conocido y manejado por el poblador ancestral y la eficiencia y sofisticación de su agricultura se manifiesta en que el

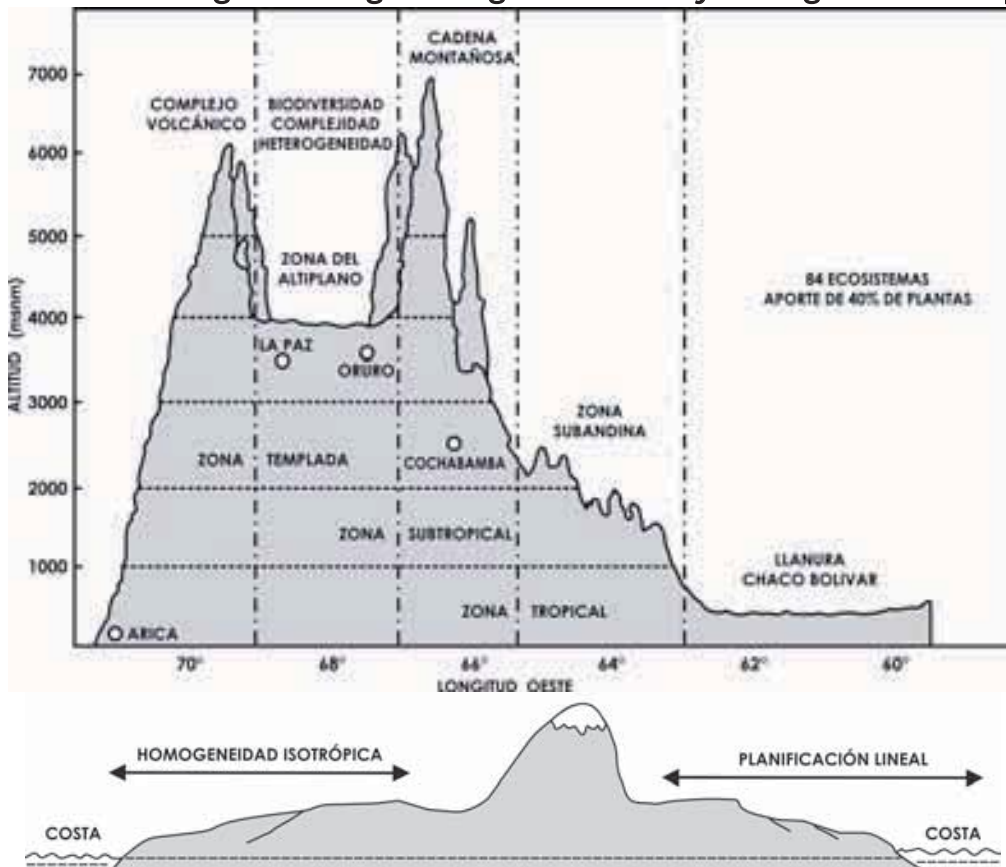
40% de las plantas que consume la humanidad los produjo la ingeniería genética y la biotecnología prehispánica, así como la domesticación de la fauna andina y amazónica<sup>2</sup>.

Es necesario tomar en cuenta esta realidad del país, sobre todo cuando se trata de apoyar y financiar proyectos de desarrollo, de transferencia de tecnología o aplicación de modelos de desarrollo, para mejorar las condiciones de vida del poblador rural del país. Gran parte de los fracasos de los “Programas de ayuda externa” en los últimos años, que sólo están dejando una secuela de “Arqueologías del desarrollo”, se debe a que no se asumió esta realidad del país, como un elemento básico para planear políticas y acciones de Desarrollo Rural (gráfico 1).

---

<sup>2</sup> El aporte de plantas alimenticias al mundo, por parte de las culturas ancestrales andino-amazónicas, está conformado por una variedad de tubérculos, granos, raíces, hojas, plantas medicinales, frutos y semillas que, cultivados en diversos pisos ecológicos, les permitieron una soberanía y seguridad alimentaria. Después de la conquista, muchos de estos cultivos fueron llevados al continente europeo. En la zona altoandina y los valles interandinos se domesticó y cultivó papa (*Solanum tuberosum*), papalisa (*Ullucus tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosum*), isaño (*Tropaelum tuberosum*), quinua (*Chenopodium quinoa*), kañawa (*Crenopodium pallidicaule*), tarwi (*Lupinus mutabilis*), achakana o raíz comestible de altura (*Tuber edule*), maca (*Lepidium meyenii*), achira (*Bulvucastanum bunium*), achojcha (*Leonia glyxicarpa*), aji (*Capsicum pubescens*), ajipa (*Helianthus tuberosus*), zapallo (*Cucúrbita máxima*), calabaza (*Lagenaria siceraria*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), jat'ataco (*Amaranthus blitum*), Koimi o millmi (*Amaranthus caudatus*), tuna (*Opuntia vulgaris*), lujma (*Cydonia nana*), lok'osti (*Passiflora maliformis*), maíz (*Zea mayz*), pepino (*Cucumis sativus*), palto (*Inga edulis*), paca (*Persea gratissima*), tomate (*Lycopersicum esculentum*), tumbo (*Passiflora laurifolia*), wakataya (*Capraria peruviana*). En los Yungas se cultivó amachi peke (*Maranta allouya*), maní (*Arachis hypogaea*), camote (*Hipomoea batata*), coca (*Erythroxylum coca*), cacao (*Theobroma cacao* L.), chirimoya (*Anona cherimolia*), papaya (*Carica candins*), piña (*Ananassa sativa*), racacha (*Arracacha sculenta*), wayaba (*Psidium pomiferum*), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), walusa (*Xanthosoma sagillifolia*), yacón (*Helianthus acuosus*), yuca (*Mandioca sp.*). (Cárdenas, M, Gandarillas H., Condarco R. 1984). En la fauna se tiene la llama (*Auchenia lama*), alpaca (*Auchenia pacos*), guanaco (*Auchenia guanaco*), vicuña (*Auchenia vicuña*), chinchilla (*Eyromis manigera*), vizcacha (*Lagidium sp*), pato (*Sardionis carunculada*), parihuana (*Phoenicopterus andina*), wallata (*Bernicla melanoptera*), suri (*Pterochemis sp*), peces como el ispi (*Orestias agassizî*), karachi (*Orestias neveui*), mauri (*Trichomycterus rivulatus*), suchi (*Trichomycterus dispar*) (Condarco R., 1970).

Gráfico 1: Heterogeneidad agroecológica de Bolivia y homogeneidad europea



## 1.1. Construcción del *software* Andino-Amazónico

El *software* de la tecnología andino-amazónica se construyó en base a la lectura profunda de los signos de la naturaleza y del universo, a través de una *lectura semiótica*, que permitió al hombre andino-amazónico obtener la información necesaria para organizar la mano de obra, la vida familiar, cultural, social y política, puesta directamente al servicio de la producción. Asimismo, le permitió sincronizar las actividades productivas: agricultura, ganadería, piscicultura, artesanía y otras, articuladas e interconectadas en tiempo y espacio, de modo que, con la menor agresión posible a la naturaleza, obtenían el máximo de beneficios, sin hipotecar ni el uso sostenible de los recursos frágiles no renovables y dispersos, ni su producción, a los intereses del momento o mercantilistas.

De lo anterior se desprende que el *software* de la tecnología andino-amazónica tiene que ser entendido como un conjunto de prácticas y tradiciones

culturales presentes en los *rituales de la producción* y desarrolladas para tratar, en un “diálogo recíproco”, con el ambiente físico y biológico, articuladas a un todo que no puede ser visto independientemente del sistema social del que formaba parte, en un momento y en un lugar determinado.

El *software* de la tecnología andino-amazónica está presente y está latente en el ritual de la producción, que proporciona al hombre de un método contemplativo y cuántico de observación, que expresa y estimula la sensibilidad del hombre andino-amazónico hacia la dimensión misteriosa de la existencia, de la fertilidad, de la vida y la muerte.

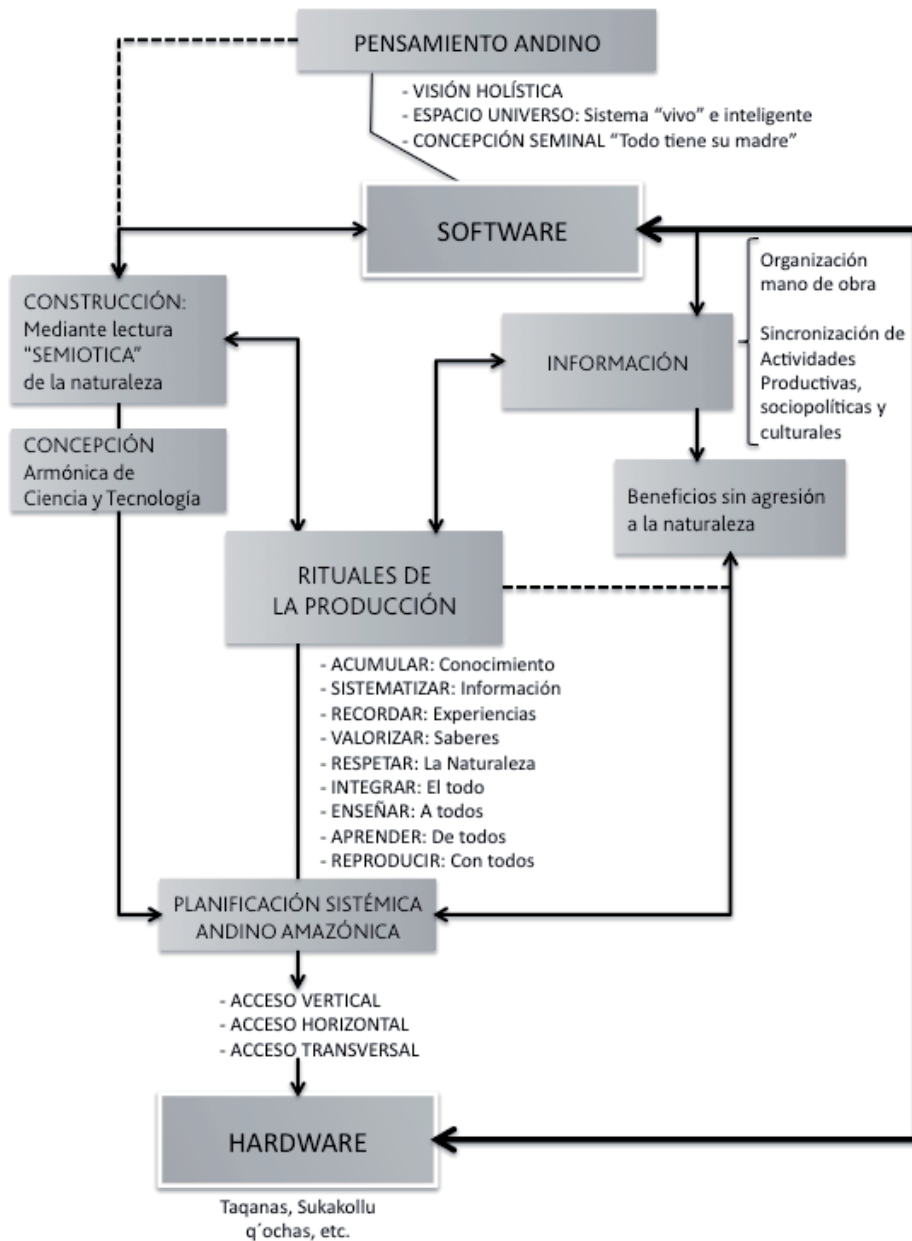
El ritual de la producción le confiere al hombre andino-amazónico una confianza saludable para lograr el éxito en un trabajo arriesgado e inseguro, porque realiza sus actividades productivas en un ecosistema difícil y agreste. Sin este resorte espiritual hubiera sido difícil enfrentar el riesgo y la incertidumbre.

El desarrollo de este *software* le permitió al hombre andino-amazónico: *acumular* conocimiento, *sistematizar* información, *recordar* experiencias, *valorizar* saberes, *respetar* la naturaleza, *integrar* el todo, *enseñar* a todos, *aprender* de todos y *reproducir* con todos, el conocimiento, la información y las habilidades técnicas, que finalmente derivó en una verdadera planificación andino-amazónica y en una estrategia agraria.

Los juicios acerca de las técnicas en sí mismas, aisladas de su contexto estructural e histórico y por tanto aparentemente susceptibles de ser “rescatadas” y transferidas tal cual, provienen de una concepción de la tecnología sólo como algo material, sólo como un *hardware*, sea en forma de infraestructuras de *sukakollu*, canales de riego, herramientas, terrazas o *taqanas*, es decir, como algo básicamente tangible y material.

El concepto de la tecnología andino-amazónica va más allá de esta visión demasiado estrecha, considera un *software* que incluye aspectos inmateriales como el conocimiento, la experiencia, el compromiso social, los rituales y la cosmovisión que, consecuentemente, articulan y dan la razón de ser a un *hardware* representando por las infraestructuras materiales como *sukakollu*, *taqanas*, *q’ochas*, campos elevados, sistemas de drenaje, *qotañas* y otras (gráfico 2).

Gráfico 2: El *software* y *hardware* de la Tecnología Andino-Amazónica



## 1.2. Rituales agropecuarios como expresión del *software* andino-amazónico

Resulta complicado presentar un trabajo completo de la descripción, análisis e interpretación de todos los rituales que acompañan a las actividades del ciclo anual agrícola relacionadas con las tecnologías andinas y amazónicas.

Sólo referencialmente, con el propósito de contextualizar el *software* andino-amazónico, mencionaremos algunas cuestiones que incluyen ciertas constantes que se encuentran prácticamente en todos los rituales del mundo andino-amazónico; remarcándose que es en estos *rituales agropecuarios*, que en la actualidad todavía practican las comunidades andinas y amazónicas, donde subyace el *software* de la tecnología andina-amazónica.

A mediados de febrero o inicios de marzo, los campesinos del altiplano boliviano ejecutan unos rituales sencillos en relación con la marcación de los límites de las nuevas parcelas y con la primera roturación de las *aynuqas* y de sus *qapanas*. Las comunidades de Sococoni y Timusí del municipio de Chuma cuentan con riego y realizan un ritual de inicio de la siembra.

En el mes de mayo, la comunidad de Moyapampa juntamente con otras parcialidades del cantón Amarete, municipio de Charazani, realiza un ritual agrícola y ganadero en el cerro Isqani –para la salud de las personas, para que sea un año bueno en producción en sus *qapanas* y que haya armonía en las comunidades– mediante el pago de una cría de alpaca macho.

En zonas de valle, en los meses de julio y agosto se lleva a cabo la celebración de la *fiesta del agua* con la limpieza de estanques o *q'otas*, y de los canales que posibilitan el riego en las *taqanas*, *q'ochas*, *tarazukas*, e inauguran la época de la siembra. La comunidad de Cohoni, a pesar de su cercanía con la sede de gobierno, realiza la fiesta del agua con la limpieza de canales y mantenimiento de su monumental sistema de riego, que se alimenta de los deshielos del nevado Illimani. La fiesta del agua se presenta como un complejo y muy elaborado ritual de ceremonias, que se viene celebrando, cuidadosamente, desde tiempos inmemoriales y constituye en cada celebración una nueva oportunidad para estrechar los vínculos que unen a los comunarios con sus divinidades y antepasados identificados en lugares sagrados.

El mes de agosto es considerado como el mes crucial del año, marca el paso del invierno a la primavera. Es el mes en que todos los campesinos están atentos a las señales de la naturaleza para establecer sus pronósticos que orienten el momento más apropiado para empezar la siembra y, a la vez, predecir el resultado de la cosecha de próximo año. Para ello se presentan ofrendas a la

Pachamama, a los *achachilas* y a los espíritus de los productos, para conseguir benevolencia y bendición para una buena cosecha. Las comunidades del municipio de Tiahuanaco se guían por las nubes presentes los primeros tres días del mes para programar sus siembras.

En algunas comunidades, como es el caso de Huaraco (comunidad de la provincia Aroma, departamento de La Paz, en el altiplano central de Bolivia), nombran a un *kamanaca* que, durante el periodo del crecimiento de los cultivos en las *taqanas*, *aynoqas*, *sukakollu*, tendrá la responsabilidad de vigilar las parcelas. Esta persona, ayudada por otros comunarios jóvenes, construye un pequeño montículo en el centro de las parcelas. Allí presenta regularmente ofrendas a los espíritus para que protejan a las plantas y mantengan alejadas de las parcelas, las granizadas y heladas que pueden destruir las plantas tiernas.

El mes de octubre está relacionado con los difuntos, probablemente se debe a que es uno de los meses más secos del año por lo que se establece una asociación entre sequía y los huesos secos de los muertos. A los difuntos se les pide también colaborar en la protección de las plantas y en su crecimiento, ellos disfrutan después de los buenos resultados de la cosecha, y es en la fiesta de los difuntos (2 de noviembre) donde se les retribuye con abundante comida.

A fines de noviembre se presenta nuevamente un momento crucial del año agrícola, ansiosamente se esperan las lluvias necesarias para fructificar las siembras. Los campesinos ejecutan ritos para obtener lluvias y tener a su favor al espíritu de los granizos. (Van Den Berg, 1987)

En muchas comunidades se conserva la costumbre de mantener algunos días de ayuno durante el mes de diciembre. En la madrugada, los comunarios se reúnen, piden perdón por sus pecados, rezan pidiendo que no haya helada ni granizada y que haya buena cosecha. Ofrendan una *wilancha* (un sacrificio sangriento), un feto generalmente de llama en el centro de las parcelas y el ofrecimiento de una misa (ofrenda dulce).

En el mes de enero se intensifican los ritos para conjurar las heladas que suelen presentarse, al mismo tiempo, los campesinos presentan sencillas ofrendas a los espíritus de los productos, antes de ejecutar los *aporques*.

El mes de febrero, a menudo llamado el mes loco, en razón de las precipitaciones pluviales intensas, determina ofrendas que se presentan a la Pachamama, por el alimento que ofrece a las plantas en crecimiento. Mediante estas ofrendas también se llama a los espíritus de las parcelas, llevando a sus casas algunas plantas para festejarlas. Esta tradición se mantiene en la comunidad de Chacarapi.

En algunas zonas de Potosí todavía se ajusta esta época a las llamadas *batallas rituales*; la sangre derramada por los combatientes es considerada como el mejor abono que puede recibir la tierra.

Al final de la época de lluvias el peligro de la caída de granizadas es mayor y es por eso que se realizan ritos para apaciguar al espíritu del granizo.

La cosecha es celebrada entre mayo y junio, como una fiesta de agradecimiento que se caracteriza por manifestaciones de alegría, mediante libaciones sobre los productos cosechados y mediante danzas antiguas.

El mes de julio es aquel en que más celebraciones de matrimonio se realizan, posiblemente porque tiene relación con las cosechas y por ser la época cuando el campesino tiene mayores posibilidades de costear una fiesta. A menudo en esta época del año se construyen las nuevas viviendas (Van Den Berg, 1987).

En la amazonia se cita el caso de la comunidad de San José de Uchupiamonas, “descubierta” por los conquistadores españoles hace 390 años y habitada por el pueblo indígena amazónico *sipiramonas* al que los conquistadores sumaron pobladores quechuas, trasladadas desde Apolobamba, dando como resultado la mezcla entre tacanas y quechuas. Sus rituales, costumbres e idioma permanecieron con el tiempo, utilizándose el quechua en sus relaciones de intercambio o trueque y el tacana como lengua de comunicación interna. Francisco Navi, sabio quechua-tacana manifiesta que... “Vivimos en la selva, comemos, nos curamos y nos vestimos con lo que la selva nos da, sabemos que los árboles, las plantas y los animales que hay en ella, están poseídos por seres sobrenaturales que pueden castigarnos...” (Mamani y Limaco, 2006).

### 1.3. Destinatarios de los rituales agropecuarios

Los destinatarios de los rituales agrícolas son, en primer lugar, los espíritus protectores del hogar, del corral, de la casa, del terreno y del bosque, a los que se les llama generalmente *uywiris*. Se distinguen entre *uywiri mallku*, espíritu protector masculino, y *uywiri tayka*, espíritu protector femenino.

Se habla también de los *achachilanaka*, los *achachilas* de la casa. Entre ellos se destaca al *kunturmamani*, identificado a veces con el fogón de la cocina y que se personifica con el cóndor; ave majestuosa de los Andes que, con sus enormes alas extendidas, vela por la seguridad del hogar.

En el espacio ritual de las parcelas está en primer lugar la Pachamama, Madre Tierra, deidad femenina que es considerada como la más importante, por ser la sustentadora de la vida, y por eso es invocada en todo los ritos: “Tierra, mi verdadera madre, tu hijo soy y, como a tal, concédeme buenos y abundantes frutos; haz que tu seno sea pródigo esta vez más y recompense los trabajos y desvelos de quien sólo fía en tu inagotable fecundidad” (Paredes, 1920).

La Pachamama está casada con Anata, el protagonista de la gran celebración de la precosecha, el padre de las parcelas, que una vez por año se presenta para recibir su parte de la cosecha. Los hijos espirituales de la Pachamama (y de Anata) son los *ispallanaka*, espíritus que velan por las parcelas, son como los espíritus de los productos agrícolas.

Cada producto agrícola, cada árbol o animal del bosque tienen su propio espíritu. Ellos son los que tienen que ver con la mayor o menor producción de cada una de las especies de los productos. Por último, está el *manq'a tatita*, el señorcito del alimento, el espíritu vital o el alma de cada producto, íntimamente relacionado con los *ispallanka*: “... Muchos manifiestan que cuando no se ofrece ningún rito a los espíritus de los productos o que se desprecia a los mismos ya sea desperdiándolos o no recogiendo los, cuando éstos se encuentren botados por algún sitio y pisoteados por la misma gente que se alimenta de los productos, entonces *Man'qa* tiene que reaccionar contra esos malos tratamientos y actúa con los espíritus...”.

Los destinatarios de los ritos son también los *anchanchus*, espíritus de la tierra de carácter maligno, que pueden hacer daño a los cultivos. Por eso, el campesino siempre tratará de estar en buena relación con ellos, ofreciéndoles también obsequios y reconociéndolos en sus oraciones.

Otro ritual está completamente dominado por los *achachilas*, los espíritus de los cerros y de las montañas, a quienes se invoca igualmente en todos los rituales. Ellos controlan el tiempo, los vientos, las nubes, las lluvias y las granizadas. Velan por el bienestar de los hogares y colaboran con la Pachamama y con los espíritus de los productos para que no haya escasez, sino que siempre lleguen los alimentos a ellos (Ochoa, 1976).

#### 1.4. Planificación sistemática andino-amazónica

La agricultura andina y amazónica siempre estuvo condicionada por el *problema del riesgo ambiental*. Se desarrolló en un espacio geográfico contrastante, caracterizado por su diversidad ecoclimática, heterogeneidad de paisajes, con la alternancia de años secos y muy húmedos, con la ocurrencia de heladas, granizadas, plagas, enfermedades, en las tierras altas, e inundaciones y sequías en las tierras bajas.

Esta realidad obligó a las culturas andinas y amazónicas a desarrollar un *software* y un *hardware* y a una *planificación agraria espacial y temporal* para el manejo de sistemas altamente complejos, desarrollando un sistema tecnológico andino-amazónico para el manejo del riesgo.

Los planificadores andinos y amazónicos desarrollaron conocimientos que están directamente relacionados con el uso de *planteamientos cibernéticos* que les permitieron la creación e implementación de una estructura agraria autosuficiente y viable.

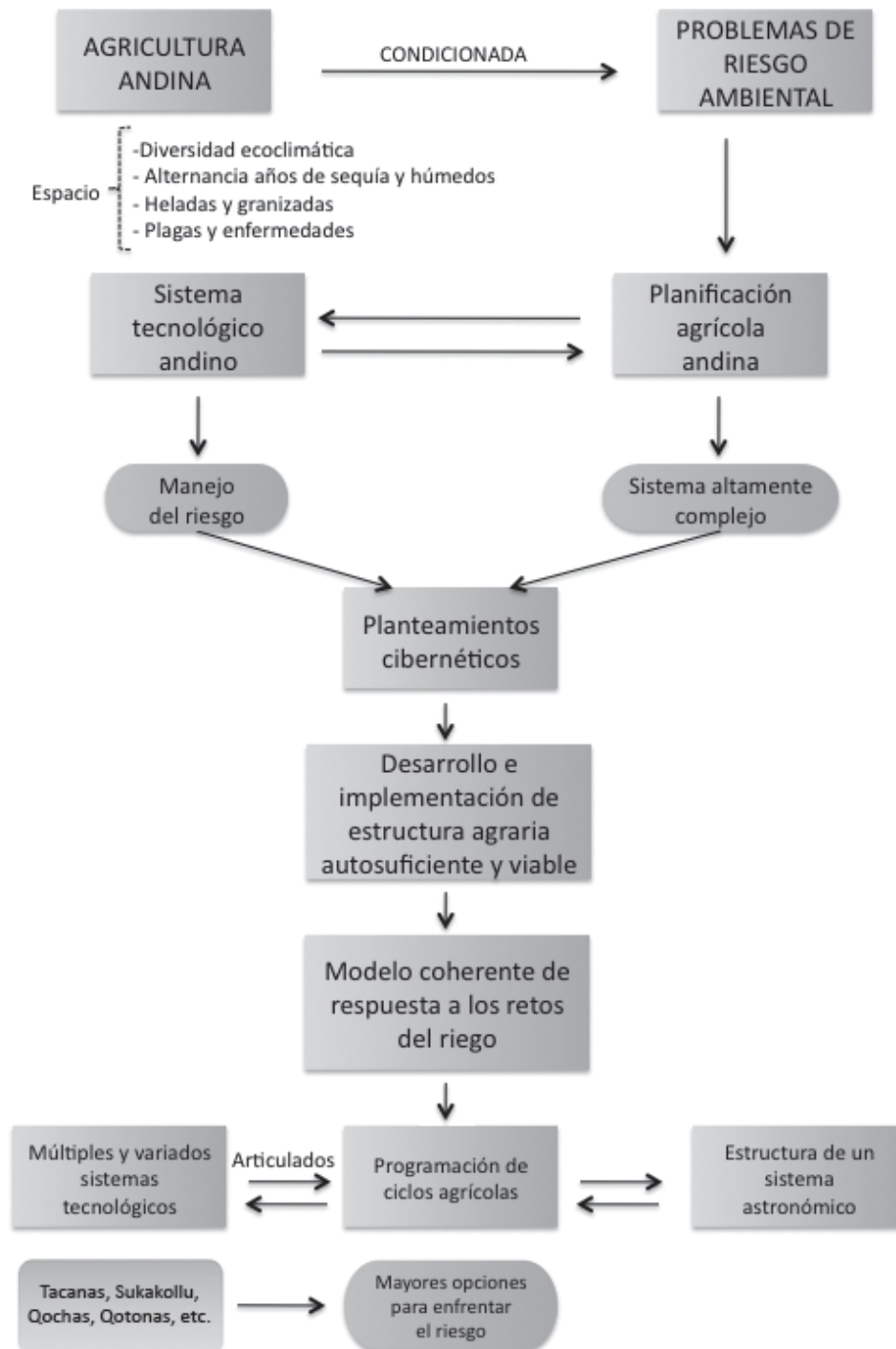
En este contexto, la *cibernética*<sup>3</sup> les facilitó la construcción de un modelo de respuesta a los retos del riesgo climático, que incluyen múltiples y variados sistemas tecnológicos como las *taqanas*, *quillas*, *sukakollu*, *tarasukas*, *q'ochas*,

---

<sup>3</sup> La cibernética es la ciencia que estudia el manejo y control de los sistemas probabilísticas complejos.

*qotañas*, campos elevados, sistemas de drenaje y otros, articulados a la programación de los ciclos agrícolas y a la estructura de un sistema astronómico, lo que les permitió contar con mayores opciones para enfrentar el riesgo (gráfico 3).

Gráfico 3: Planificación sistémica andino-amazónica



### 1.4.1. Relaciones de reciprocidad y acceso a los recursos naturales

La planificación andino-amazónica permitió establecer relaciones de reciprocidad con la naturaleza, con un acceso espacial y temporal a los recursos naturales. Las sociedades prehispánicas andino-amazónicas desarrollaron varios sistemas de acceso simultáneo a la biodiversidad estableciéndose, de esta manera, uno de los sistemas de seguridad alimentaria y social más eficientes de la antigüedad.

Sus estrategias fundamentales de acceso a los recursos naturales y las relaciones de reciprocidad con la naturaleza, se basaron en el acceso vertical, el acceso horizontal (Murra, 1970; Condarco, 1970; Medina, 1995) y el acceso transversal a la biodiversidad (Chilon, 1996).

#### *El acceso vertical*

Se refiere al acceso a distintos pisos agroecológicos para lograr un máximo de beneficios sin agresión a la naturaleza. El acceso vertical permitía la utilización y aprovechamiento de los recursos de lugares de poca accesibilidad con pendientes pronunciadas, a zonas medias y bajas en forma simultánea. Este acceso vertical de los pisos agroecológicos les permitió aprovechar simultáneamente sus ventajas relativas.

Un ejemplo del acceso vertical todavía subyace en la comunidad de Coscapa, perteneciente a la agencia municipal rural de Zongo, de la Alcaldía de La Paz, provincia Murillo, departamento de La Paz. Esta comunidad se caracteriza por presentar una fuerte tradición ancestral, evidenciada en el acceso a sus pisos ecológicos, conocimiento que se ha preservado en la memoria colectiva y mediante el cual definen los tipos de cultivos y de animales que se tienen que producir en cada ecosistema, lo que les da cierto margen de seguridad alimentaria –cualidad que ya han perdido muchas comunidades andinas y amazónicas (Chilon, 1996).

Sin embargo, el sistema está en franco proceso de deterioro por la constante migración a la urbe de La Paz, los problemas fitosanitarios y de sanidad animal,

la falta de servicios e infraestructura caminera, que a los productores no les permite insertarse de modo más dinámico a los mercados de La Paz y El Alto.

Los agricultores de Coscapa son muy activos en tareas de seleccionar y adaptar cultivos y animales a distintos pisos ecológicos especializados. A pesar de las dificultades actuales, todavía mantienen una fuerte herencia cultural para la adecuación, experimentación, aprendizaje y observación de las condiciones geográficas y ambientales que favorecen a distintos cultivos y animales. Esta habilidad les permite diversificar su autoabastecimiento, aprovechando al máximo todos los ecosistemas ecológicos disponibles para buscar la mejor producción en cada uno de ellos.

De modo general se reconocen tres ecosistemas, cada uno de los cuales se subdivide en varios sub-ecosistemas, que son utilizados de modo simultáneo por los comunarios de Coscapa; observándose que en cada uno de ellos se cuenta con abundante dotación de agua. Se reconocen los siguientes ecosistemas:

- *Parte alta o punta altiplánica.* Es un ecosistema propicio para el cultivo de papa amarga y en estos últimos años también de papa dulce, y la crianza de camélidos y ovinos. la agricultura se realiza en sistema de *aynuqa*<sup>4</sup> y en *taqanas* o terrazas agrícolas de origen precolombino. Es apropiada para la crianza de camélidos andinos y por su ubicación en el contrafuerte de la cordillera oriental de los Andes, cuenta con humedad permanente. En este piso ecológico, todas las familias campesinas tienen acceso a las áreas de pastoreo y a los terrenos agrícolas.

- *Parte media o cabecera de valle.* Esta zona presenta características favorables para el cultivo de papa dulce, variedades *sani imilla*, *tarako*, *imilla negra* y otras. Precisamente por las características de este piso ecológico, especialmente en clima y suelo, Coscapa es una comunidad productora de semilla de papa. Su producción la realizan en sistema de terrazas agrícolas precolombinas y en sistema de *aynuqa*. También realizan actividades ganaderas, especialmente de

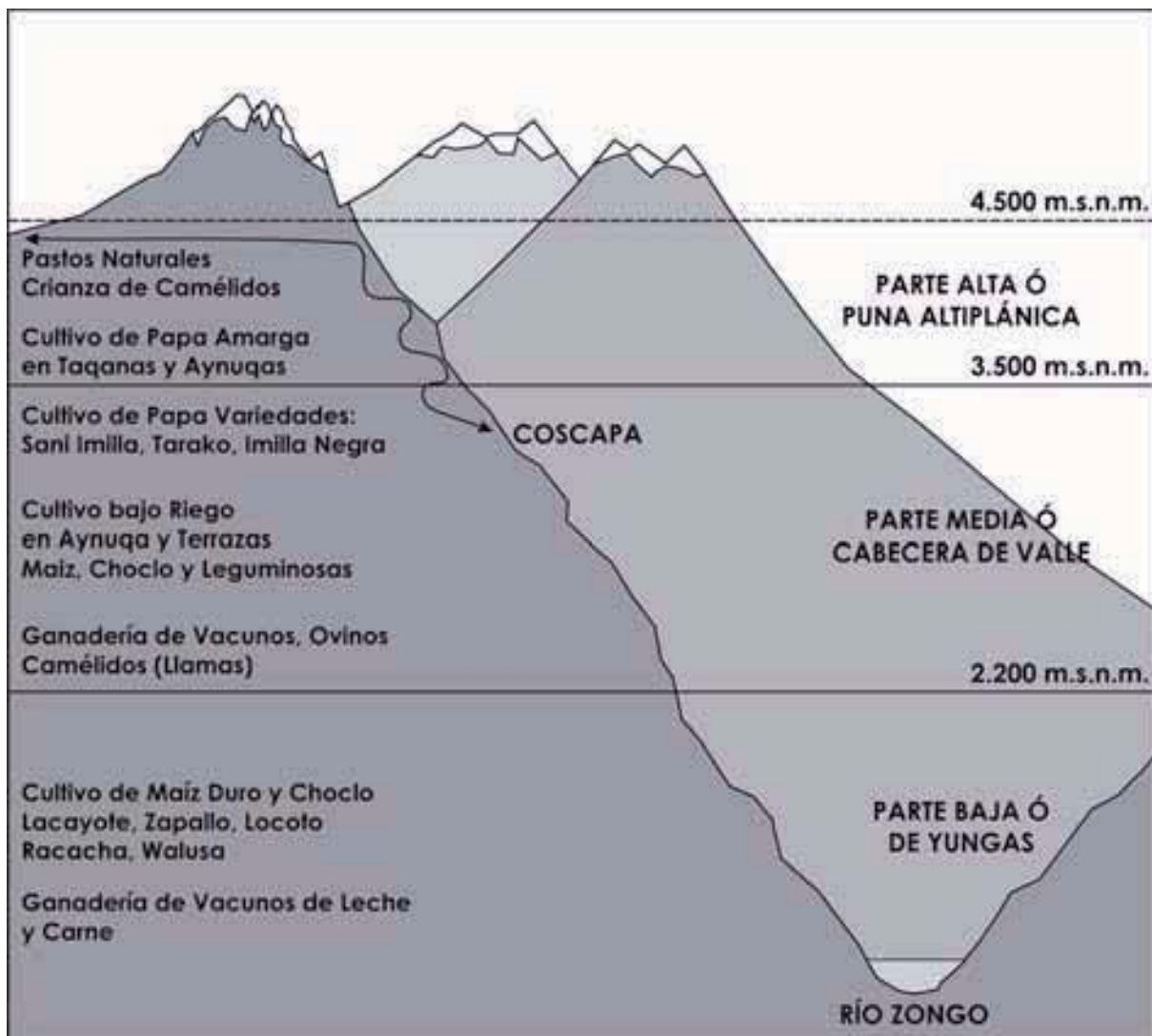
---

<sup>4</sup> *Aynuqa*, sistema ancestral de rotación tiempo espacio, formado por varias zonas, en la que una se cultiva durante cierto número de años, mientras las otras zonas permanecen en descanso recuperando su fertilidad natural.

vacunos, ovinos, presentando una población muy significativa de camélidos, especialmente de llamas, que son utilizadas como animales de carga y como fuente de fibra, carne y cuero. Todos los comunarios tienen acceso a la tierra de este sector.

- *Parte baja o de yungas.* En este piso ecológico con características de clima y suelo de yungas subtropical amazónico, se cultiva maíz duro, maíz choclo, locotos, racacha, walusa y otros cultivos tropicales. Es propicio, además, para la ganadería de vacunos de leche y de carne. Sin embargo, los problemas fitosanitarios y de sanidad animal afectan la producción actual (gráfico 4).

Gráfico 4: Acceso vertical a los diversos ecosistemas en la comunidad Coscapa, La Paz



### *El acceso horizontal*

El acceso horizontal está expresado en el acceso racional y ordenado a los paisajes, suelos, forestación y otros recursos en zonas relativamente homogéneas del altiplano, valles y amazonía con diferentes microclimas a cortas y medianas distancias. Esto permitía establecer una relación de horizontalidad de trabajo en planos geográficos imaginarios, con el acceso a diversos microclimas; que posibilitaba a los pobladores ancestrales acceder racionalmente a los recursos naturales, aprovechando la biodiversidad para minimizar los riesgos climáticos. Un ejemplo del acceso horizontal lo constituye la agricultura en *qochas* (quechua) o *q'otas* (aymara), que a modo de grandes hoyos con cierta conexión entre sí, sirvieron para acumular el agua de lluvia posibilitando realizar agricultura, pastoreo o servir como fuentes de agua para consumo humano o abrevadero de animales. Se reporta su presencia en la península de Copacabana, y en las inmediaciones de Calamarca y en Choquenaira en Irpa Grande.

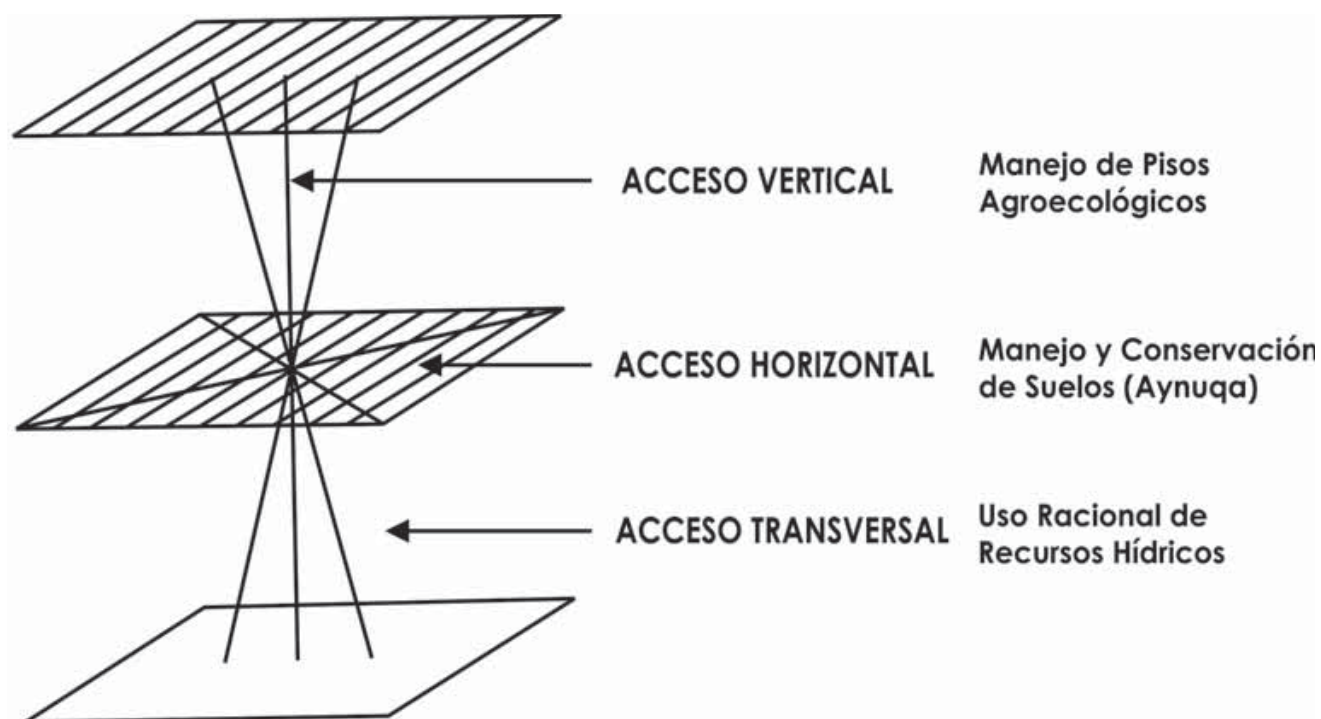
El acceso horizontal estuvo caracterizado por los llamados sistemas de descanso o *aynuqa*, en las que los terrenos son cultivados por un número determinado de años para luego permanecer sin uso por otro período de años, garantizándose la recuperación de su fertilidad natural. Así mismo, se consideraba una serie de combinaciones y prácticas para la restitución de la fertilidad de la tierra, del sistema de cultivo que determinaba el tipo de instrumental agrícola adecuado. Indudablemente, estas combinaciones también se extendían a las otras formas de acceso a la biodiversidad.

### *El acceso transversal*

El acceso transversal se entiende como una forma de acceso a los recursos hídricos, mediante sistemas hidráulicos complejos y complementarios. Esta transversalidad se manifiesta en el recorrido de las aguas desde sus orígenes en las cordilleras y nevados ubicados en altitudes superiores a los 6.000 msnm hasta las tierras bajas en altitudes menores a los 500 msnm y su desembocadura en los grandes ríos y océanos.

El agua, en su recorrido desde las cumbres nevadas hasta su desembocadura en los grandes ríos y mares, generó una integración hidráulica entre comunidades andinas y amazónicas. En este recorrido transversal se va distribuyendo el agua y regando todos los pisos ecológicos, desde los pastizales alto andinos hasta los cultivos de las tierras bajas amazónicas; de este modo los pueblos y la geografía son integrados en una misma unidad (gráfico 5).

Gráfico 5: Representación del acceso a los pisos ecológicos



## 2. El *hardware* de la tecnología andino-amazónica

La planificación sistémica andino-amazónica integra la totalidad del conocimiento o *software*, que es la razón de ser de la infraestructura material o *hardware*, que en conjunto permiten la transformación agropecuaria y el acceso a los recursos naturales como un proceso de integración y asimilación de la naturaleza. En la cosmovisión andina y amazónica coexisten el bien y el mal, todo tiene su hembra y su macho, *Cachu* y *Orco*, lo que indica que no hay macho o hembra independientemente; y sus vivencias están dentro de la trilogía *Alax pacha-aqa pacha-manqha pacha*, buscando una manera armónica de vivir con todo lo que los rodea.

El *hardware* de las tecnologías andino-amazónicas se refiere a la parte material de las mismas expresadas en las infraestructuras físicas tales como los *sukakollu*, las *taqanas*, la *q'ochas* o *q'otas*, *tarazukas*, *q'otañas*, campos elevados, sistemas de drenaje y otras, que funcionan exteriorizando tres principios físicos fundamentales: la regulación térmica, la humedad relativa y la turbulencia y el flujo continuo de agua y nutrientes del suelo.

Con la finalidad de profundizar el estudio de estos principios básicos de funcionamiento de las infraestructuras productivas andino-amazónicas, se están llevando a cabo trabajos de investigación utilizando técnicas de análisis armónico, en el marco de las actividades del Centro de Investigación y Difusión de Alternativas Tecnológicas Andino-Amazónicas (CIDAT). Se cuenta con resultados de estudios de investigación y de tesis en *taqanas* y *sukakollu*, realizados en zonas altiplánicas de Kallutaca, Caquiaviri y Koani-pampa, también el estudio de Terrazas agrícolas precolombinas en Cohoni, comunidad Yanacachi de la Tercera Sección de Sud Yungas.

## 2.1. Parámetros físicos de funcionamiento de las tecnologías andino-amazónicas

### 2.1.1. Principio de la regulación térmica

Consiste en la acumulación, almacenamiento y conservación del calor del sol durante el día en la infraestructura de piedra y/o tierra, en la humedad y la materia orgánica presente en el suelo. Durante la noche, el calor del sol almacenado y conservado en las rocas, el agua y el humus orgánico del suelo, es irradiado lentamente, produciendo un efecto termorregulador microclimático apropiado, que protege los cultivos de las heladas e incide directamente sobre la dinámica de los microorganismos del suelo (Vant Kesell, 1999). Este principio ha sido verificado en campo, por Chilon, E. Vera, G, Mamani, S. (2008), encontrando un mayor efecto termorregulador del suelo agrícola de la terraza, determinado por sus componentes humus, la actividad biológica y el contenido de humedad, en relación al efecto del muro de piedra.

Huanca, R. (1996) en un estudio realizado en la localidad de Kallutaca, –provincia Los Andes, departamento de La Paz–, a una altitud de 3.850 msnm, estableció que la radiación global, respecto a la radiación neta en los *sukakollu* del Altiplano, tiene la particularidad de mostrar durante la noche un comportamiento variable en relación a la pampa, considerándose que éste es el factor de atenuación de las heladas, cuando las temperaturas descienden por debajo de cero grados centígrados.

Asimismo se determinó que la variación de la temperatura a alturas de 10, 50 y 80 centímetros sobre los cultivos de los *sukakollu*, presenta diferencias de alrededor de un grado centígrado y menores a un grado entre sistemas, observándose también el descenso de los promedios conforme se incrementa la altura, con una amplitud térmica mucho mayor en la pampa. De esta manera se comprueba la regulación térmica en los *sukakollu*. Por otro lado, las temperaturas diarias mostraron valores interesantes y caprichosos, con valores máximos a nivel del canal de agua de los *sukakollu*.

Las temperaturas mínimas registradas confirmaron las diferencias encontradas por otros investigadores, entre los *sukakollu* y la pampa: la diferencia está alrededor de un grado centígrado, demostrándose que a mayor profundidad (10, 15 y 30 cm dentro del suelo) la variación es menor ( $0.07^{\circ}\text{C}$ ), pero la temperatura del agua muestra un comportamiento uniforme sin sufrir fluctuaciones marcadas.

Mamani, B. (1996), reportó que el flujo térmico en una sola condición o de testigo, presenta variabilidad, observándose una disminución drástica de la humedad relativa cuando la temperatura alcanzó su máximo valor; las oscilaciones del flujo térmico durante el día son consecuencia de la absorción de la energía solar por la humedad atmosférica.

El análisis armónico del flujo térmico presentó un valor promedio de  $30.06\text{ w/m}^2$  y un máximo de  $120.8\text{ w/m}^2$  a horas 12:30 con una amplitud de  $49.5\text{ w/m}^2$ . Este comportamiento de las amplitudes es menor en los *sukakollu* que en la pampa.

Fernández, C. (1994) en un estudio realizado en el cantón Caquiaviri de la provincia Pacajes, observó que entre tratamientos de diferentes alturas de

tirantes de agua en los canales de los *sukakollu* en comparación a la pampa, existe una diferencia de temperatura máxima promedio de 0.5° C, con algunas variaciones diarias de más de 1° C entre la pampa y los *sukakollu*.

Durán, A. (1992) encontró diferencias mínimas entre las temperaturas de los *sukakollu* y la pampa de sólo 0.3° C en la misma región de Caquiaviri. Estas diferencias aparentemente mínimas, favorecen a los cultivos frente a los drásticos descensos de las temperaturas.

Martinic, N (1996) introdujo el análisis armónico como una técnica estadística computarizada para facilitar el estudio termodinámico de los *sukakollu*. Señalando que el calor producido por los camellones tiende a difundirse a lo largo de la atmósfera y que el coeficiente de difusión del aire en el Altiplano sólo se puede estimar debido a la densidad del aire a la altura andina. El modelo de estudio introducido a los *sukakollu* verifica que las soluciones dejan de ser simples, con la posibilidad de que los coeficientes de atenuación efectivos sean de gran magnitud.

## 2.1.2. Principio de la humedad relativa y la turbulencia

Este principio ocurre cuando las heladas que se originan por el enfriamiento de la capa de aire próxima al suelo, se mezclan y son contrarrestadas por el calor y la humedad relativa irradiados desde las infraestructuras andino-amazónicas por sus componentes piedra, suelo y agua. El rol del suelo es importante y está relacionado con su contenido de humus<sup>5</sup>, la actividad de los microorganismos y su contenido de humedad, acumulando el calor durante el día e irradiándolo lentamente por la noche, lo contrario ocurre en suelos pobres en humus y secos, que se enfrían rápidamente.

---

<sup>5</sup> El humus presente en el suelo está relacionado con la actividad de los microorganismos responsables de la transformación, síntesis y resíntesis, de la materia orgánica, del intercambio gaseoso, del uso y almacenamiento del agua y de la acumulación e irradiación del calor. Un gramo de suelo agrícola contiene de 50 a 100 millones de microorganismos, por lo tanto la dinámica de la regulación térmica, humedad relativa y el flujo continuo de agua y nutrientes de las infraestructuras precolombinas, depende mayormente de las características del suelo.

Resulta de particular importancia el proceso termodinámico relacionado con la humedad relativa, que se incrementa en las horas críticas; fenómeno que es determinante en la protección de las plantas contra la heladas.

Huanca, R (1996) verificó que la humedad relativa es el parámetro agroclimático con mayor diferencia entre los *sukakollu* y la pampa, mostrándose una diferencia de 10% a favor del sistema *sukakollu*, comprobándose que éste es el factor más importante en la atenuación del efecto pernicioso de las heladas.

Sobre la difusión del calor existe una diferencia marcada del coeficiente de atenuación de los *sukakollu* con respecto a la pampa; la diferencia de atenuación en la pampa es de 6 m, pero en los *sukakollu* es de 16 m. En consecuencia, se comprueba que existe una atenuación térmica tres veces mayor en los *sukakollu* en relación a la pampa; demostrándose que existe una capa de aire húmedo más espesa y con mayor capacidad térmica sobre los *sukakollu* que sobre la pampa.

Esta capa de aire húmedo no tiene una estructura lineal, sino que es exponencial y el funcionamiento apropiado de los *sukakollu* se debe a la posibilidad que la humedad relativa cubra toda la superficie cubierta por estas infraestructuras.

Huanca, R. y Mamani, B. (1996), utilizando el análisis armónico, comprobaron que los coeficientes de atenuación son  $y = 3$  m, y  $y = 5$  m para la pampa y sobre los *sukakollu* respectivamente. Lo que involucra, de acuerdo al modelo de difusión térmica, que el calor sensible tiende a permanecer adyacente a la superficie del cultivo.

Estas observaciones verifican el fenómeno de la turbulencia, provocada por la mezcla del aire frío de la atmósfera con el aire caliente adyacente a la superficie de los *sukakollu*. Este comportamiento es similar y también ocurre en las terrazas agrícolas precolombinas o *taqanas*.

### 2.1.3. Principio del flujo continuo del agua y nutrientes

El agua y los nutrientes disueltos imparten la dinámica operacional al sistema suelo-agua-planta-atmósfera, incidiendo directamente en los ciclos vegetativos,

microbiológicos, de nutrientes, y en la recuperación de la fertilidad natural del suelo. Esto ocurre porque el agua que llega al suelo se divide en cuatro partes: el agua que corre, el agua que se infiltra, el agua que se evapora y el agua que es utilizada por las plantas. El agua que corre en la superficie por acción de las infraestructuras andinas y amazónicas queda estacionaria favoreciendo su infiltración, además este proceso lleva las partículas finas o coloides arcillosos en forma lenta y gradual hacia las partes bajas por eluviación mecánica.

Lo mismo ocurre con los nutrientes que no son utilizados por las plantas, dejando en la superficie un suelo de textura media que favorece una pronta infiltración que en asociación con el humus reduce al mínimo las pérdidas por evaporación. Por otro lado, los nutrientes eluviados son nuevamente transportados hacia las raíces por capilaridad, flujo de masas o difusión. Los nutrientes extraídos por las plantas son reincorporados al suelo como rastrojos o restos de cosechas y como enmiendas orgánicas en la forma de abono verde, compost, estiércol, restituyéndose el ciclo natural de entradas y salidas de los nutrientes.

En los *sukakollu* ocurre un movimiento ascendente, descendente y lateral del agua desde los *sukahumas* (canales) a los camellones por difusión, flujo de masas y capilaridad y los nutrientes que son lixiviados a los canales de agua llegan a formar parte de la biomasa vegetal que en gran volumen se genera en el agua, para luego ser incorporados a los camellones como abono orgánico.

Fernández, C. (1994), instaló diques-vertedero de tepes y tierra, en los canales de agua de los *sukakollu*, para estudiar el efecto de la altura de tres tirantes de agua, T1 = tirante de agua de 65 cm de altura, T2 = tirante de agua de 50 cm T3 = tirante de agua de 35 cm de altura; encontrando diferencias estadísticas entre tratamiento T1 y T2, sobre todo, en el contenido de humedad del suelo, tanto en el centro como en el borde de los camellones. El potencial hidráulico indicó un movimiento ascendente, descendente y lateral del agua que benefició a los cultivos, especialmente el tirante de agua de 50 cm de alto.

Chilon E. (1994), en un estudio preliminar de análisis de agua que ingresa al sistema *suskakollu* de Koani – Pampa, en relación al agua que sale por el canal de evacuación del sistema, observó que la calidad de agua calificada como buena al ingresar al sistema, mantenía su calidad a la salida de los *sukakollu*.

Esta observación no guarda relación con lo reportado por otros investigadores quienes sostienen que las aguas de evacuación de los *sukakollu* son de mala calidad, por la alta concentración de sales que arrastran a su paso. La razón de la buena calidad de agua al ingreso y a la salida del sistema Koani–Pampa se debería a que en el complejo de *sukakollu*, de origen precolombino, se ha logrado un equilibrio en el balance de nutrientes. Otra explicación sería que el análisis que se realizó al final de la temporada de lluvias.

Mamani, B. (1996), comprobó la influencia benéfica de la materia orgánica en las propiedades físico–químicas y biológicas del suelo de los *sukakollu*, sobre todo, en la densidad aparente, la porosidad y la capacidad de retención de agua. Así mismo observó que la conductividad y la acidez del suelo aumentan en el suelo de los *sukakollu* antes de la siembra en la relación a la pampa, pero disminuye en forma notable después de las cosechas.

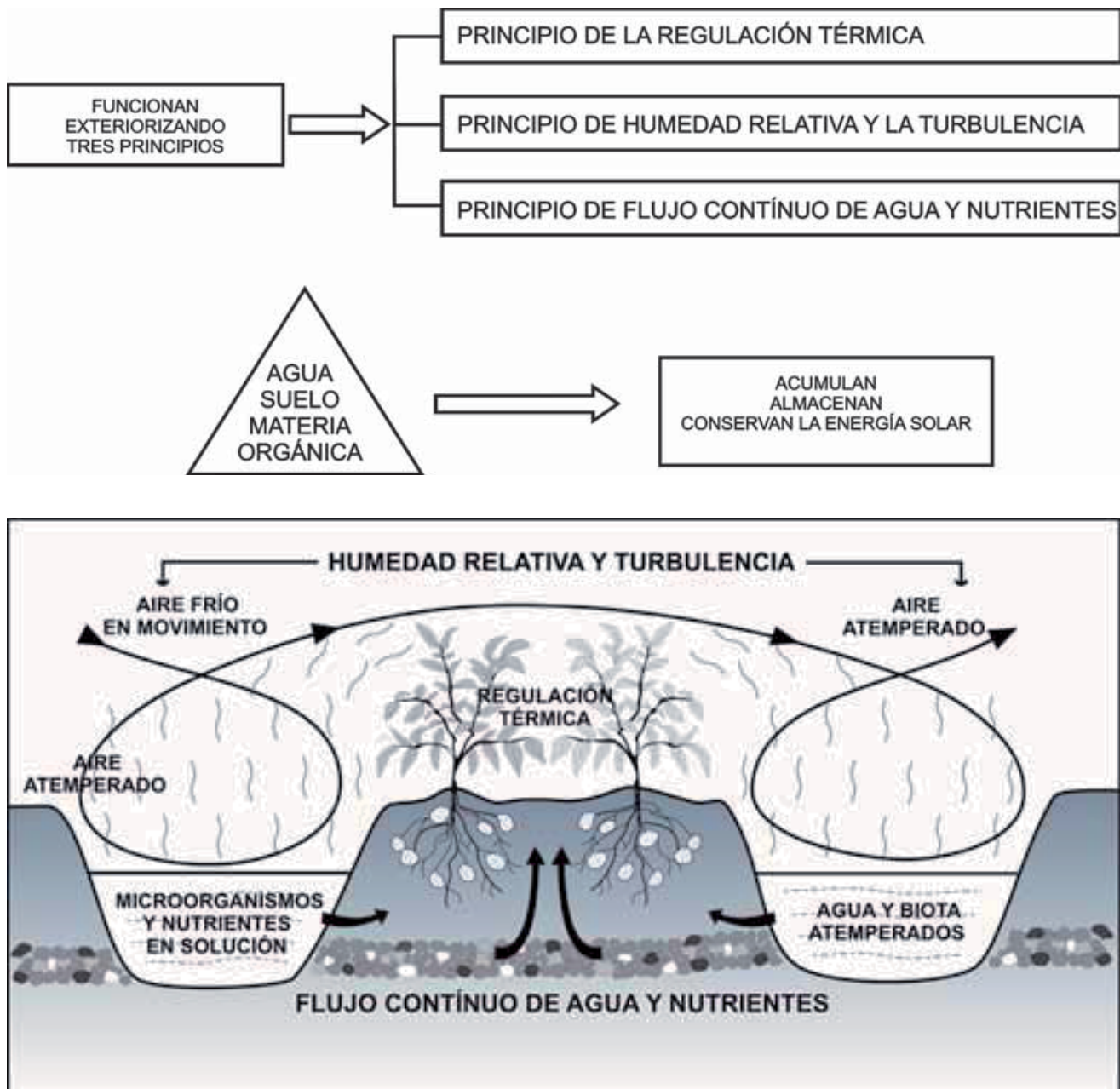
Los rendimientos obtenidos en los *sukakollu*, con la dosis alta de materia orgánica (1.5 kg de estiércol/m<sup>2</sup>) se cosechó 16.5 Tm/ha, con la dosis media equivale a 1 kg estiércol/m<sup>2</sup> se obtuvo 9.85 Tm/ha y con la dosis baja (0.5 kg estiércol/m<sup>2</sup>) un rendimiento de 5.40 Tm/ha y en el testigo sólo 4.95 Tm/ha de papa.

Chilon E. (1991), en una investigación realizada en sistema de *aynuqa*, en condiciones de secano en la comunidad de Huaraco, provincia Aroma, departamento de La Paz, aplicando en banda continua y al fondo del surco estiércol de oveja (1,012% N, 30,42% C), estiércol de llama (1,3% N, 24,5%C) y ambos abonos en mezcla con paja brava (*Stipia ichu*), con el propósito de evaluar su efecto sobre la capacidad retentiva de humedad del suelo, sobre la estructura, porosidad y el rendimiento del cultivo de papa.

Los resultados de la primera campaña mostraron una marcada influencia benéfica sobre las propiedades físicas del suelo y sobre el rendimiento del cultivo. El estiércol de llama más paja, en una dosis equivalente a 100 kg N/ha, dio el más alto rendimiento con 8.4 Tm/ha, explicado por la riqueza de compuestos hormonales y bacterias de este abono, así como a su tratamiento de prehumificación antes de la siembra. En segundo lugar, el estiércol de llama produjo 7.8 Tm/ha; en tercer lugar el estiércol de oveja más paja con 7.6 Tm/ha, y en cuarto

lugar el estiércol de oveja que arrojó 6.1 Tm/ha. Los cuatro tratamientos superaron al testigo, verificándose el efecto del humus proveniente de los abonos orgánicos, como una fuente y reserva de nutrientes para las plantas, y su efecto benéfico sobre las propiedades físicas, químicas y principalmente biológicas del suelo.

Gráfico 6: El *hardware* de la tecnología andino-amazónica: los *sukakollu*



## 2.2. Tecnologías ancestrales para la reducción del riesgo de los fenómenos climáticos

La tecnología andino-amazónica está constituida por un conjunto de alternativas tecnológicas, desarrolladas para enfrentar los retos del riesgo climático. Estos múltiples y variados sistemas tecnológicos estuvieron asociados al manejo y conservación del agua, los suelos y la vegetación, de acuerdo a las características ecosistémicas de una determinada zona (cuadro 1).

### 2.2.1. Tecnologías que permiten ampliar y fomentar la utilización de técnicas que reducen el riesgo climático en las tierras altas

Las tierras altas de Bolivia, que incluyen al altiplano norte, central y sur, los valles secos y el chaco, presentan una larga temporada seca que se extiende por casi nueve meses y un corto periodo de lluvias. Las culturas precolombinas que se desarrollaron en estas zonas fueron civilizaciones hidráulicas, que desarrollaron una cultura para contrarrestar la escasez de agua. Las alternativas tecnológicas generadas con esta finalidad se ordenan en los siguientes grupos.

#### a) *Tecnologías de cosecha de aguas*

La cosecha de lluvias permite el aprovechamiento óptimo del agua de lluvias, en períodos relativamente cortos, mediante tecnologías de captación en reservorios rurales o *q'otañas*, zanjas de infiltración, riego de pasturas naturales y otras tecnologías, con la finalidad de transformar cada gota de agua en gramos de comida y forraje.

- *Las q'otañas*. Son reservorios construidos en el área de recolección de agua de las microcuencas, con la finalidad de “cosechar” el agua de las precipitaciones, para utilizarlas racionalmente en el riego, como abrevaderos y para uso doméstico. Las comunidades aymaras las denominan *q'otañas*, y son mayormente presas de tierra, que se extienden formando un sistema de espejos de agua que

permitían regular térmicamente zonas en pendientes y realizar el riego en zonas alejadas.

En algunas comunidades, el propósito principal de construir reservorios es contar con agua para la familia y el ganado durante gran parte del año; su uso es colectivo con lo que se reduce el gasto de energía y el maltrato de los animales, por el traslado desde grandes distancias.

- *Técnicas forestales de conservación y reproducción de bosques.* Consistentes en la reforestación en zanjas de infiltración, como una de las formas más eficientes de cosechar y almacenar el agua en el suelo. Las zanjas de infiltración construidas en curvas a nivel permitían la intercepción del agua de escorrentía, facilitando su infiltración y almacenamiento en el suelo. La práctica de la forestación, reforestación y recuperación de bosques y especies nativas forestales, caso de la *kishuara* (*Buddleja incana*), *queñua* (*Polylepis sp*), *aliso* (*Alnus jorullensis*), y otras, se daba de modo permanente. Relictos de los grandes bosques de *kishuara* es posible admirar a la entrada de Tacacoma, municipio del mismo nombre en la provincia Larecaja.

Esta tecnología puesta en vigencia en la comunidad de Huaraco, en el altiplano central, ha permitido la recuperación y reforestación de 3 hectáreas de suelos sobrepastoreados de laderas. En el primer año de implementación de las zanjas de infiltración se posibilitó la recuperación del 40%, de la cobertura vegetal natural, llegando al 80% al tercer año, así como el prendimiento de numerosas especies forestales nativas y exóticas, plantadas dentro de las zanjas de infiltración (Chilon, E., 1991).

El Programa del PAC, con sede en Patacamaya, realizó un trabajo de difusión de zanjas de infiltración, en varias comunidades del altiplano, con la metodología de premiación a la mayor y mejor construcción comunal; se estima que se alcanzó en conjunto un millón de metros lineales de zanjas de infiltración (Aranda, B., 1993).

**Cuadro 1: SISTEMA ANCESTRAL ANDINO-AMAZONICO Y CHAQUEÑO DE REDUCCION DE RIESGOS DEL CAMBIO CLIMATICO**

TIERRAS ALTAS Y TIERRAS SEMIARIDAS		TIERRAS BAJAS	
Altiplano norte/central/sur, valles interandinos Valles secos, valles mesotérmicos y chaco		Llanura tropical amazónica, Moxos, Cuenca baja ríos Yapacani, Beni, Sub-trópico húmedo, otros	
Largo período seco	Período lluvias	Período seco	Inundaciones temporales Lagunas
<b>CIVILIZACION HIDRAULICA PARA CONTRARRESTAR LA ESCASEZ DE AGUA</b>		<b>CIVILIZACION HIDRAULICA PARA CONTRARRESTAR EL EXCESO DE AGUA</b>	
<p><b>a) Cosecha de aguas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Q'otañas</i> (reservorios)</li> <li>2. Zanjias de infiltración</li> <li>3. Forestación y reforestación, conservación y reproducción de bosques</li> <li>4. Sistemas agrosilvopastoriles</li> <li>5. Técnicas agrostológicas y de control del pastoreo</li> <li>6. Manejo de suelos</li> <li>7. Control de cuencas y microcuencas</li> </ol> <p><b>b) Sistemas Complejos andinos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Terrazas agrícolas, <i>taqanas</i> y <i>chullpa tirkuis</i></li> <li>9. <i>Sukakollu</i> o camellones</li> <li>10. <i>Tarasukas</i></li> <li>11. Campos hundidos</li> <li>12. <i>Q'ochas</i> y <i>q'otas</i></li> </ol> <p><b>c) Riego ancestral</b></p> <p><b>d) Indicadores y pronósticos climáticos</b></p> <p><b>e) Clasificación ancestral de suelos</b></p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Sistema hidráulico de lomas y terraplenes</li> <li>b) Sistema de drenaje a gran escala</li> <li>c) Lagunas artificiales</li> <li>d) Islas artificiales</li> <li>e) Canales y diques</li> <li>f) Manejo adecuado de bosques</li> <li>g) Asentamientos en partes altas</li> <li>h) Clasificación amazónica de suelos</li> </ol>	
<p><b>Técnicas agronómicas:</b> <i>aynuqa</i>, <i>qapana</i>, <i>milli</i>, <i>lameo</i>, corrales itinerantes, surcos en curvas a nivel, rotación y asociación de cultivos, labranzas adecuadas, herramientas conservacionistas <i>chaqkitaclla</i>, <i>huiso</i>, enmiendas y correctores del suelo, abonamiento orgánico (<b>compost</b>, bocashi, estiércol fermentado, abono verde) uso del <i>mulch</i>, otras.</p>			
<p><b>Manejo de la biodiversidad y la complejidad:</b> diversificación de las actividades productivas, deshidratación de alimentos, almacenamiento y conservación de alimentos, domesticación y mejoramiento de fauna y flora.</p>			
<p><b>Otras tecnologías:</b> Instrumentos de nivelación prehispánicos.</p>			

FUENTE: Chilon E. 2002

- *Sistemas agrosilvopastoriles*. Son sistemas que combinaban racionalmente actividades de agricultura, silvicultura y pastoreo en un ciclo de extracción y reposición continua de nutrientes. El sistema en sí permite la obtención de cultivos alimenticios, carne, lana, leña y madera de modo simultáneo o gradual. Todavía es posible observar la práctica de estos sistemas, o por lo menos parte de ella en las comunidades de Sorata, Amarete y Charazani.

- *Técnicas agrostológicas y de control del pastoreo*. Consistente en el manejo, establecimiento y recuperación de los pastizales nativos, riesgo de bofedales, técnicas especializadas del pastoreo de camélidos, con el uso de corrales itinerantes, apriscos, descanso y rotación de canapas, parcelas de exclusión para favorecer el semillamiento de pasturas nativas y la recuperación natural de la vegetación.

El altiplano boliviano es “potencialmente uno de los terrenos de pastos más rico y productivo del mundo, tanto más que la mejor pradera natural de los Estados Unidos”. Un campo natural de pastoreo (Canapa) en Santiago de Machaca, que fue protegido contra el sobrepastoreo con parcelas de exclusión, resultó producir 6.660 kg de forraje por hectárea, más que cualquier pradera norteamericana. Así mismo, cuando el terreno sobrepastoreado se recuperó, las especies de mal sabor fueron sustituidas por especies apetitosas. Se comprobó que las comunidades naturales de gramíneas del altiplano resultan idóneas para la ganadería de camélidos llama, alpaca, vicuña.

- *Manejo de suelos*. Basado en el mejoramiento de la capacidad retentiva y de almacenamiento del agua por el suelo y en la recuperación y mantenimiento de su fertilidad, mediante la aplicación de fuentes de materia orgánica tales como el compost, abonos verdes y estiércol previamente tratados y pre-humificados, enriquecidos con la aplicación de enmiendas naturales de roca fosfórica, feldespatos, polvo de huesos y cenizas de *th'ola*. Se dio especial énfasis a la presencia de organismos benéficos como las lombrices, musarañas, ciempiés, bacterias, algas, actinomicetos y hongos benéficos.

Sobre la base de estos principios, la Universidad Rural UAC-Tiahuanaco, a una altitud de 4.000 msnm ha logrado un método de elaboración de compost en un tiempo de 2 a 3 meses, utilizando activadores biológicos e insumos locales como estiércol de camélidos, malezas, ceniza y agua.

- *Control de cuencas y microcuencas.* Todas las infraestructuras y medios tecnológicos andino-amazónicos estaban orientados al manejo y control integrado de las cuencas y microcuencas. Mayormente, las poblaciones se ubicaron en las partes altas de las cuencas, la parte media y baja fueron dedicadas a los cultivos y a la ganadería, las partes de los desagües o ríos en su lecho fueron modificados, si no mantenidos en su forma natural. Se dio mucha importancia al mantenimiento de la cobertura vegetal y a la forestación, que estando presentes, actuaban como bombas hidráulicas, regulando los excesos de agua de la época húmeda y la escasez hídrica de la época seca.

### *b) Sistemas complejos*

- *Las terrazas o taqanas.* Son infraestructuras productivas construidas en las laderas, constituidas por un muro de contención de piedra, de tierra o vegetación y una plataforma de cultivo, que forman microclimas especiales, permitiendo la protección de los cultivos frente a las heladas y granizadas. Además de resultar una tecnología eficaz para contrarrestar la erosión en las fuertes pendientes, garantiza la conservación de los suelos.

Es en las características de construcción de las terrazas agrícolas como son: el corte de la pendiente, los elementos del drenaje, entre otros, donde se encuentran intrínsecas las medidas de conservación del suelo, así como del agua. Con las terrazas o *taqanas* se resolvieron varios problemas referidos a la conservación de los suelos y del agua:

- *Sobre el control de la erosión:* especialmente la hídrica, se ve disminuida con este sistema, porque el tamaño y la cantidad de material que el agua puede arrastrar o llevar en suspensión dependen de la velocidad con que ésta fluye, la cual, a su vez, es una resultante de la longitud y el grado de pendiente del terreno. Al disminuir estas dos condiciones y cultivar en surcos a nivel se evita la escorrentía del agua superficial, controlando de esta manera el arrastre del material.
- *Sobre el drenaje:* aparte de contar con un número de canales, zanjas y desagües que permiten un eficiente drenaje, la percolación de excedentes de

agua, en algunas *taqanas* se realiza, por las fisuras del muro de contención; pero cuando las terrazas eran muy altas y se calculaba que este drenaje no bastaba, se hacían galerías con lajas de piedra que funcionaban como tubos de concreto.

- *Sobre la retención de la fertilidad del suelo:* al hacer las terrazas a nivel, el agua que corre queda estacionaria, favoreciendo la infiltración; además este mecanismo permite trasladar las partículas finas, lenta y gradualmente, hacia las partes bajas por eluviación mecánica, dejando en la superficie un suelo de textura media que favorece una pronta infiltración y reduce al mínimo las pérdidas por evaporación. Llegada el agua a las partes inferiores y cumplida su función nutritiva, se evacua para ser aprovechada en los planos inferiores llevando a ellos los elementos solubles arrastrados de la terraza superior, principalmente de nutrientes solubles, caso de los nitratos en el suelo.

Las características son descritas a detalle en la sección correspondiente a las terrazas precolombinas de Bolivia.

- *Los sukakollu o camellones.* Forman parte del manejo del espacio geográfico, que desarrollaron las comunidades andino-amazónicas, para diversificar la producción agrícola y contrarrestar los riesgos del clima. Los *sukakollu* se definen como campos elevados cultivables, que se intercalan con canales de agua llamados *sukahumas*, de diferentes dimensiones dispuestos en patrones geométricos definidos.

*Sukakollu* en aymara significa “plantación encima de elevaciones” y constituye el nombre nativo más antiguo, rescatado hasta el presente, de los avanzados sistemas de producción agrícola que desarrollaron las culturas andino-amazónicas.

Los *sukakollu* son importantes porque permiten aprovechar las tierras marginales inundables de mal drenaje, ubicadas en fisiografías planas; siendo importantes los sistemas de *sukakollu*, existentes en las zonas aledañas al lago Titicaca, especialmente los de Koani–Pampa y luego aquellas de la pampa amazónica inundable de Mojos, en el departamento del Beni.

- *Las tarasukas*. Son variantes de los *sukakollu*, consistentes en surcos dobles habilitados en camellones angostos, rodeados de *sukahumas* o canales de agua, construidos en áreas inundables.
- Las *q'ochas* o *q'otas*. Son excavaciones geométricas formando grandes hoyos extendidos que posibilitan la cosecha de agua de lluvia y la producción en zonas áridas, minimizando los riesgos de heladas y sequías en el sistema ecológico andino. Fueron utilizadas para el cultivo de tubérculos andinos, pastoreo o como fuentes de agua para consumo humano o abrevadero de animales. Su presencia se evidencia en las cercanías de Kalamarca y en Taraco.
- Los campos hundidos. Infraestructuras construidas bajo el nivel del suelo, cuya función era la de atenuar las sequías en el altiplano y valles secos y posibilitar la retención de la humedad permitiendo cultivar vegetales y plantas arbustivas.

### *c) Sistemas de riego ancestral*

En los sistemas de riego ancestral, el agua es considerada como un ser vivo, como todos los demás miembros que habitan en un determinado espacio, a diferencia de los sistemas de riego convencionales en los que el agua es un simple elemento de la producción agrícola. En este contexto, las sociedades andinas y amazónicas fueron culturas hidráulicas por excelencia y desarrollaron varios sistemas de acceso simultáneo al agua y a la biodiversidad para crear, de esta manera, uno de los sistemas de seguridad alimentaria y social más eficiente de la antigüedad.

Como consecuencia de varios siglos de dominación, los usos andinos y amazónicos del agua han sido perturbados y debilitados, dando la impresión, desde fuera, que los conocimientos ancestrales respecto al agua ya no existen. Actualmente todavía algunos sectores de la sociedad formal siguen negando la existencia de estos conocimientos o los consideran ineficientes y entonces optan por transferir tecnologías “modernas” de riego.

Los conocimientos ancestrales respecto al riego no sólo existen sino que están vigentes en la actualidad y en uso en varias comunidades andinas, siendo ellas dignas de su recuperación y revalorización, porque el concepto de desarro-

llo andino-amazónico es buscar un bienestar duradero para el conjunto de miembros de la comunidad natural (universo, naturaleza, sociedad y divinidades). El agua es uno de los miembros de esta comunidad viva que coadyuva, bajo múltiples modalidades, al bienestar del conjunto y cada uno de sus miembros.

Para la agroindustria occidental, el agua es un elemento universal para la producción agrícola. En situación de los sistemas tradicionales de riego y bajo criterios campesinos, el riego puede distorsionar este concepto, que resulta unilateral y sesgado; sobre todo, en la organización de la distribución de agua por parte de los usuarios y en consecuencia bajar el rendimiento y la eficiencia de los sistemas de riego.

En la concepción andino-amazónica, el agua es considerada como un “ser vivo”, como todos los demás miembros que habitan en el espacio y dependiendo del estado de ánimo que tenga, su comportamiento puede ser muy variable, un día bondadoso prodigando favores y otros días malévolo, haciendo daño a los demás, por lo que es necesario establecer una relación de diálogo y reciprocidad para comprenderse y poder vivir juntos.

De la misma manera que no hay un ser vivo único, sino un gran número de ellos, no hay un agua única uniforme y constante, sino una gran variedad de aguas para riego. Así las diferentes fuentes naturales de agua producen tipos de agua con características específicas.

Hacer fluir el agua hacia abajo podría parecer la cosa más fácil del mundo. Pero cuando un caudal respetable de más de 30 l/seg. debe ser transportado por canales rústicos de fuentes del nevado Illimani, ubicado a 80 km de los campos de terrazas agrícolas en la comunidad de Cohoni, se convierte en una tarea difícil. Éste es esencialmente el problema con el que se enfrentaban los antiguos “ingenieros” de los Andes. En la actualidad asombra la maestría de los comunarios de Cohoni para manejar el agua y realizar el riego en “composturas” en terrazas precolombinas, utilizando una tecnología de riego que se consideraba que existía sólo en la zona sur andina de Perú.

En el sector Cuñapata del municipio de Chuma, se encuentra un canal precolombino semi abandonado de 5 km que incluye restos de “estructuras de relleno” como acueductos para salvar las quebradas y *taqanas* para conducir

fácilmente los canales a través de las laderas, y una represa que está taponada con tierra pero factible de recuperarse. El sistema de riego en su mejor momento de uso, se estima que sirvió para irrigar 60 hectáreas de terrazas agrícolas. (Tallacagua S., 1995)

El riego campesino actual se define como la totalidad de medidas que permiten al usuario superar el déficit hídrico y establecer su cultivo de agua aducida en forma artificial y en forma óptima, utilizando para ello una amplia gama de conocimientos andino-amazónicos sobre riego que han sido desarrollados y validados durante muchos años.

Actualmente, el riego, en el ámbito campesino, consiste en pequeñas obras comunitarias de irrigación con tecnologías de bajo costo y autogestionarias en su administración y manejo (mantenimiento, tarifas). Pero, además, implica la recuperación de todo un sistema tradicional andino-amazónico de tecnología de riego.

El sistema de riego campesino es un producto social, históricamente constituido, pero nunca totalmente concluido, que involucra relaciones culturales y étnicas. Aunque el agua de riego sea sometida a las leyes hidráulicas e hidrológicas, cuando la maneja un campesino, obedece más que todo a las leyes y reglas sociales del grupo que la aprovecha.

La gestión social del agua descansa, particularmente, sobre un saber hidráulico y agronómico de larga data, desde la evacuación y la captación del recurso hasta su reparto en las parcelas con cantidades y frecuencias adecuadas a los requerimientos de los cultivos.

#### *d) Indicadores y pronósticos climáticos*

El sistema de pronósticos andino-amazónicos y los calendarios ecológicos y astronómicos permitieron adecuar el trabajo agrícola y el pastoreo a las diversas condiciones locales.

El sistema de pronósticos climáticos determina las decisiones importantes que todo poblador de la comunidad debe tomar cada año. Si bien no se conoce todavía el fundamento científico de muchos de estos pronósticos, permiten

expectativas positivas respecto al éxito de las cosechas y, en parte, contribuyen a la toma de decisiones relacionadas a las fechas de siembra o las variedades que serán utilizadas

Los pronósticos climáticos deben entenderse como una respuesta de los comunarios para determinar estrategias de cultivos y de siembras, en relación a sus necesidades de consumo alimenticio y defensa ante los riesgos climáticos.

Las fechas de barbecho, de la siembra, del tipo y variedades de cultivo, empadre, separación del ganado, inicio del pastoreo, entre otras, se calculaban y establecían en base a indicadores climáticos botánicos, zoológicos y astronómicos.

Los indicadores etnobotánicos permitían, a través de la relación entre los ciclos anuales de determinadas plantas silvestres o domesticadas y sus ritmos biológicos particulares, establecer el tiempo de las actividades agrícolas y pecuarias.

En la comunidad de Huaraco, por ejemplo, todavía se planifica las actividades productivas, en base a los siguientes indicadores climáticos:

- Si el pájaro *leque-leque* hace sus nidos en el suelo debajo de las *th'olas*, el año será seco. Si, por el contrario, hace sus nidos en las partes altas de las *th'olas*, el año será lluvioso.
- Cuando las abejas o *ypatas* hacen bolsitas en el suelo y están llenas de miel, será un buen año; pero si las abejas llenan las bolsitas con tierra, el año será seco.
- Cuando en los campos sale y abunda mucho garbancillo (*Astragalus garbancillo*) será un año relativamente seco. El mismo pronóstico sirve para la *chilca*, planta compuesta cuyo nombre científico es *Senecio pampae*, que cuando florece mucho indica un año seco.
- Si los conejos y vizcachas salen de sus cuevas y se trasladan a las zonas altas, será un año lluvioso; si permanecen en las zonas bajas, será un año de sequía (Chilon, E., 1992).

Rosales, C. (1992), poblador de la comunidad Huaraco, señala lo siguiente: "En cuanto a los pronósticos del tiempo, en los últimos años las costumbres han cambiado mucho. Existen señales que se pueden ver en los animales, en la

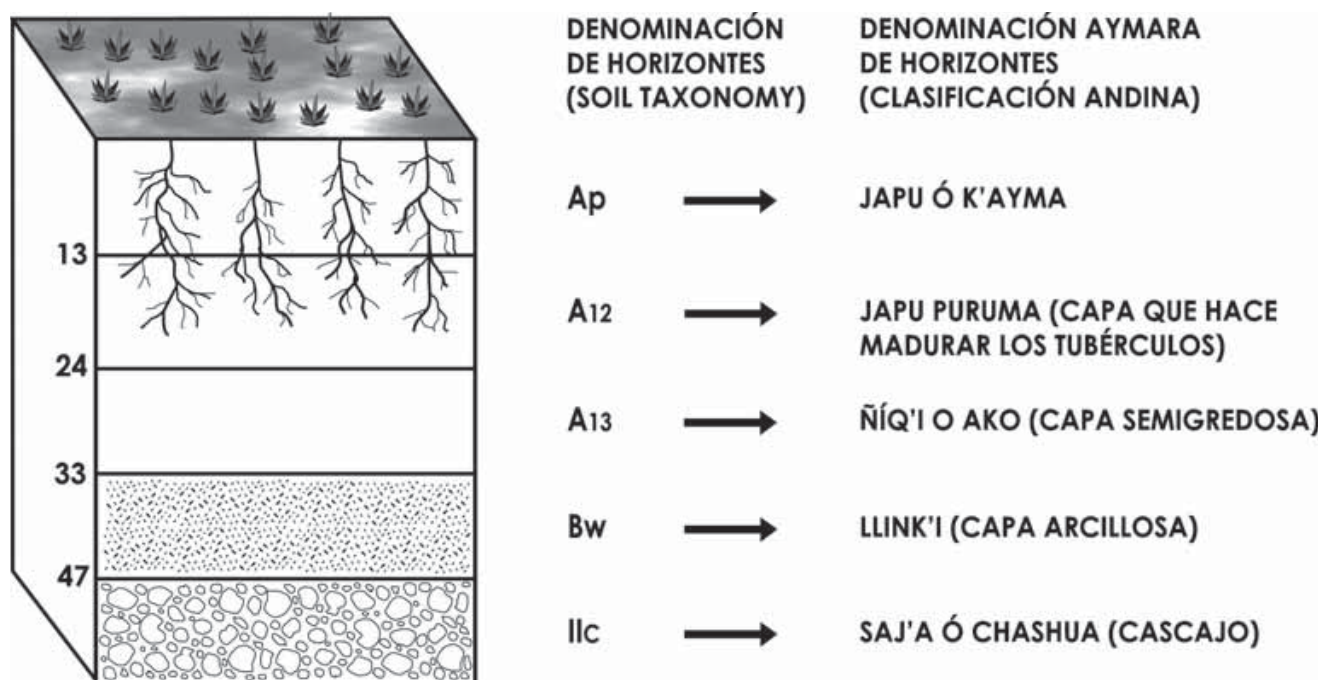
tierra y en las plantas. Para los animales, si se observa que el zorrillo excava en busca de larvas en las partes altas el año será lluvioso. Al contrario, si busca su alimento en las partes bajas, húmedas y donde hay inundación, entonces será un año seco. El zorro está en celo en el mes de septiembre, por lo que grita en las alturas indicando que la producción agrícola será mejor en las lomas; cuando grita en las pampas indica que la cosecha será mejor allí. Sin embargo, esta señal se considera menos segura que la del zorrillo. Para la tierra se puede observar el suelo en invierno: cuando el ventarrón lleva el sedimento formando oleadas hacia el sur; significa que habrá bastante lluvia; pero si forma oleadas hacia el este o el oeste, el año será seco”.

#### e) *Clasificación andina de suelos*

El sistema de clasificación andina de los suelos es perceptible en el reconocimiento de las capas u horizontes que conforman el perfil del suelo y se puede comprobar las técnicas de construcción de *taqanas* o terrazas agrícolas, en los *sukakollu*, construcción de camellones altos en suelos con un horizonte arcilloso. El sistema representó una de las principales estrategias andino-amazónica que articulaba el conocimiento de la previsión climática y del comportamiento de los suelos cultivados.

En el gráfico se muestra la caracterización convencional o científica de un perfil de suelo *q'allpa* de la comunidad Huaraco, y la denominación campesina, realizada por los *kamanacas* o “ingenieros originarios”, con lo que se evidencia la existencia de un sistema andino de clasificación y uso de suelos (gráfico 7).

Gráfico 7: Perfil de una *q'allpa* - comunidad Huaraco



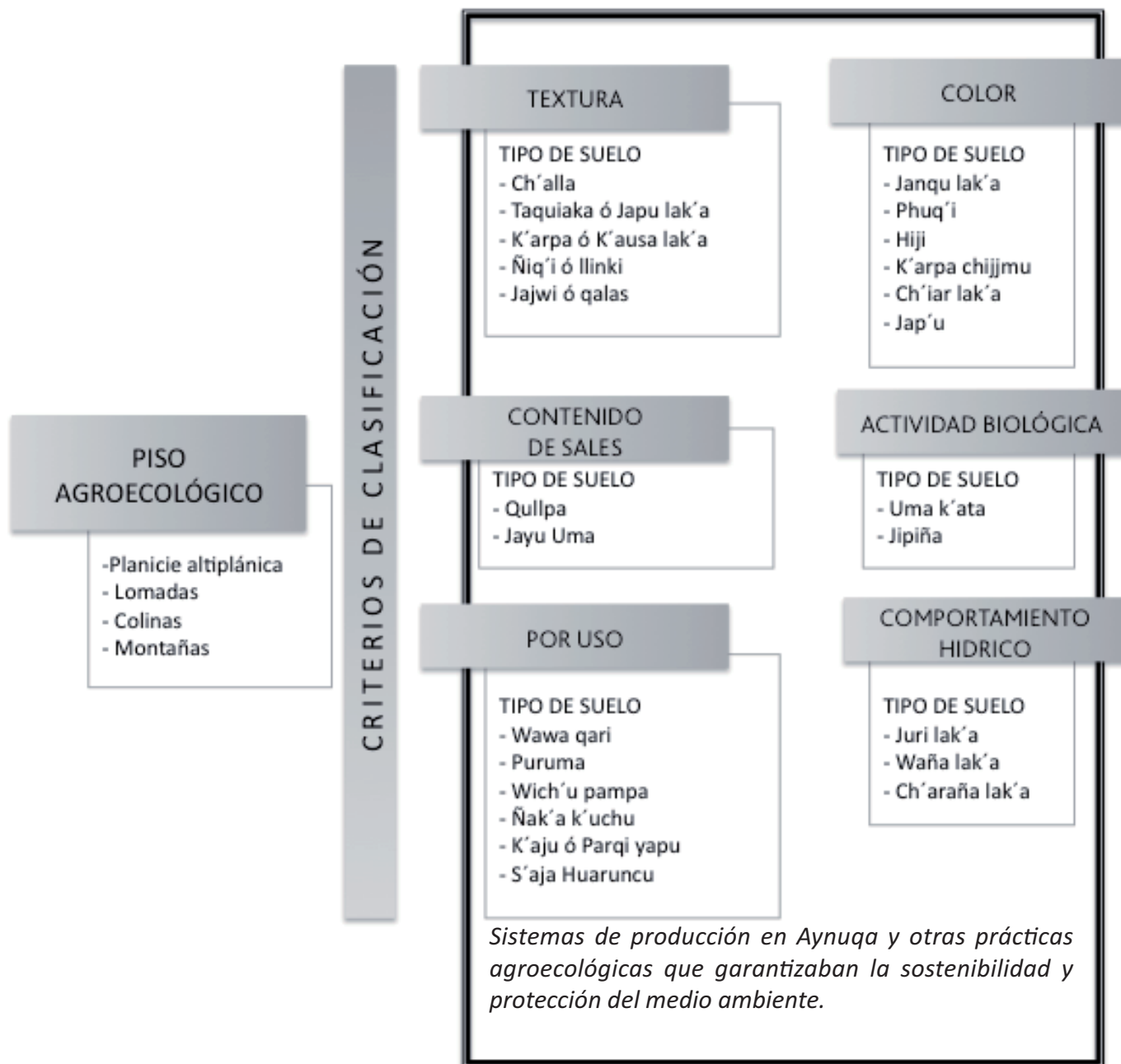
Chilon, E. (1992) en el estudio de la clasificación andina de suelos, en comunidades tipo del altiplano boliviano, estableció que los comunarios de mayor edad todavía utilizan criterios ancestrales para denominar o clasificar sus suelos, tomándose en cuenta los siguientes criterios: la temperatura del suelo, el color de la capa arable, la profundidad del suelo, el contenido de humedad, la textura, la ubicación fisiográfica, el contenido de sales, su uso, la facilidad para trabajarlos, el contenido de materia orgánica y presencia de organismos, susceptibilidad a la degradación o erosión, y el tipo de tenencia o propiedad.

Los comunarios de Huaraco (comunidad ubicada en la provincia Aroma, departamento de La Paz) y de la comunidad Ejra – Huaraca (ubicada en la provincia Pacajes, departamento de La Paz) jerarquizaron los criterios de clasificación de sus suelos, priorizando seis criterios: a) por la textura de la capa superficial y de las capas profundas, b) por el color relacionado con el contenido de materia orgánica, c) por la salinidad, d) por la actividad biológica, e) por sus uso y f) por su comportamiento hídrico.

En el gráfico se presenta los criterios de clasificación y los tipos de suelos identificados por los pobladores de las comunidades de estudio, realizándose el

trabajo de comparación de estos conocimientos con la caracterización convencional, mediante el análisis de laboratorio de los suelos clasificados por los campesinos (gráfico 8).

Gráfico 8: Clasificación andina de suelos



- Clasificación de suelos por su textura

- *Cha'lla*: Suelos arenosos, limosos y areno-limosos que contienen de 60 a 80% de arena. No retienen el agua, se secan rápidamente. La humedad es aprovechada directamente por las plantas, lo que garantiza una germinación rápida. Carecen de materia orgánica, pero son cultivables. Son suelos secos y sensibles a las heladas.
- *Taquiak'a* o *japulak'a*: Suelos francos, fáciles de trabajar, con regular contenido de humedad, aptos par cultivo de papa, quinua, trigo, cebada.
- *K'arpa* o *k'ausa lak'a*: Suelos limosos y limo-arcillosos que presentan una estructura más densa, por su elevado contenido de limo y arcilla. Se vuelven compactos y duros al secarse y son difíciles de trabajar. Sirven para fabricar adobes.
- *Ñiq'i* o *llink'i*: Suelos arcillo-limosos y limosos, que contienen de 35 a 40% de arcilla. A veces resulta difícil distinguirlos de los anteriores.
- *Jajwi* o *qalas*: Suelos pedregosos que contienen hasta un 90% de gravas angulares y sub-angulares. Esta capa de gravas reduce la incidencia de las heladas y actúa como una superficie de protección frente a la escorrentía y erosión.
- Si hay variación textural, los comunarios nombran distintamente las capas u horizontes profundos y las superficiales. Para fines de clasificación de suelos, hacen referencia siempre a la capa superficial y a veces a capas más profundas.

- Clasificación según el color y el contenido de materia orgánica

- *Janqu lak'a*: Suelos de color claro, con bajo contenido de materia orgánica, inadecuados para la actividad agrícola.
- *Phuq'i*: Suelos volcánicos de coloraciones blanquecinas, están presentes en las colinas, no sirven para cultivos, sólo crecen algunos pastos nativos; se utilizan para lavar ollas.
- *Hiji*: Suelos de color gris claro y amarillento, arenosos, no aptos para el cultivo por el exceso de limonita.
- *K'arpa chijjmu*: Suelos de color oscuro, rojizos (*wila lak'a*) y ocreos. Son suelos agrícolas con un buen contenido de materia orgánica, buena estructura

y alta estabilidad estructural. El color rojizo está generalmente asociado a la presencia de carbonatos y a un pH alcalino.

- *Ch'iar lak'a*: Suelos negros y turbosos. Son suelos de altura y de lugares húmedos, presentan un pH ligeramente ácido (pH = 5 a 6) y una textura franca a franco arcillosa.
- *Jap'u*: Suelos negros, muy orgánicos, francos a franco arenosos, de estructura grumosa.

- Clasificación por su contenido de sales

- *Qullpa*: Suelos salinos, caracterizados por presentar eflorescencias salinas. Solamente algunos cultivos tolerantes pueden prosperar, tales como la quinua, el *tarwi* y la *cañahua*.
- *Jayu uma*: Son depósitos de salmuera, acumulaciones salinas combinadas con aguas cargadas de cloruros, sulfatos, carbonatos, y otras sales. No son cultivables.

- Clasificación por su actividad biológica

- *Uma k'ata*: Suelos con un alto contenido de humus, con presencia de un gran número de organismos y microorganismos tales como lombrices, enquitreídos, hongos, algas, bacterias, actinomyceos.
- *Jipiña*: Designa a un suelo totalmente antrópico, elaborado o "fabricado" por el hombre; tal es el caso de la capa cultivable de las terrazas o *taqanas*, *sukakollu*, *q'otas* y de los campos hundidos.

- Clasificación por el uso del suelo

- *Wawa qari*: Suelos que están en descanso por uno a tres años.
- *Puroma*: Suelos que están en descanso por 10 a 20 años, periodo durante el cual recuperan su fertilidad natural y son incorporados al sistema de *aynuqa*.
- *Wich'u pampa*: Suelos de pastura nativas, aptos para el pastoreo de camélidos, ovinos, vacunos, y otros animales.
- *Ñak'a k'uchu*: Suelos con aptitud forestal que están ubicados, mayormente, en rinconadas húmedas. Son suelos de colores oscuros.

- *K'ajui o parqi yapu*: Suelos gravosos, franco areno-limosos, que sirven para el cultivo a secano. Están ubicados en laderas con pendientes pronunciadas.
  - *S'aja huarancu*: Suelos marginales que presentan procesos de erosión irreversible; sólo para protección.
- Clasificación por su comportamiento hídrico
- *Juri lak'a*: Suelos con buen contenido de humedad, con propiedades físicas que favorecen el almacenamiento del agua, manteniéndose en capacidad de campo durante periodos significativos de tiempo. Son friables, fáciles de trabajar y roturar.
  - *Waña lak'a*: Suelos secos, generalmente arenosos, en los cuales sólo prospera una vegetación natural xerofítica.
  - *Ch'araña lak'a*: Son aquellos suelos inundados que están permanentemente saturados con agua y con mal drenaje; ancestralmente han sido utilizados para los *sukakollu*.
  - En la clasificación aymara se opone a los suelos húmedos (*juri lak'a*) los suelos secos (*waña lak'a*). Estas denominaciones se refieren al contenido de agua que presentan los suelos.

En el estudio respectivo se ha comprobado que los suelos descritos por los comunarios, como los más secos (*ñiq'i k'arpa*, suelo arcilloso) son, desde el punto de vista convencional, aquellos que contienen mayor humedad, del orden del 21% de humedad volumétrica, y los clasificados como los más húmedos por los campesinos (*ch'alla, jajwi*, suelos franco arenosos) contienen sólo 9 % de humedad volumétrica y son los más secos de acuerdo a la ciencia convencional.

Esta calificación campesina de la humedad del suelo demuestra que en el pensamiento andino la humedad del suelo no se refiere a la cantidad total de agua del suelo, sino a la disponibilidad del agua para las plantas en un momento dado. Correlacionando estos conocimientos con la ciencia "moderna" del suelo, se llega a verificar que a su modo y manera, en la ciencia andina se conocía el potencial energético del agua, el potencial mátrico, potencial salino, potencial hidrostático, y otros potenciales del agua.

#### *f) Clasificación amazónica de suelos*

Las comunidades y etnias amazónicas, también desarrollaron criterios de selección de tipos de suelos, construyendo terraplenes de producción agrícola para evitar las inundaciones, así mismo observaron la coloración de los suelos. Los mosetenes introducen a la tierra un objeto metálico como un machete, o una estaca de madera dura, y luego de un tiempo observan el color que se presenta en el objeto, si es ocre o rojizo es buena tierra para el cultivo de yuca, si la coloración es amarillenta, la tierra no es buena y requiere drenaje y abonamiento. Estas observaciones tienen relación con la presencia del hierro en el suelo; la coloración rojiza indica hierro oxidado, y la coloración amarillenta, presencia de hierro reducido por un mal drenaje, exceso de humedad o compactación. En la medida en que se continúen las investigaciones se tendrá una mayor información de la clasificación amazónica de suelos.

#### 2.2.2. Tecnologías que permiten ampliar y fomentar la utilización de técnicas que reducen el riesgo climático en las tierras bajas

Las tierras bajas corresponden a las zonas agroecológicas de la llanura tropical amazónica de Bolivia, caracterizadas por inundaciones temporales y formación de lagunas por exceso de agua en la temporada de lluvias. Las culturas andino-amazónicas que se desarrollaron en estas zonas amazónicas fueron civilizaciones hidráulicas, con avanzados conocimientos de ingeniería para contrarrestar el exceso de agua, algunas de las técnicas relacionadas con este manejo son las siguientes:

##### *a) Sistema hidráulico de lomas y terraplenes*

Son colosales obras de ingeniería, realizadas por una civilización precolombina hidráulica, para controlar las inundaciones y las sequías. Fueron construidas en grandes extensiones inundables de la llanura tropical amazónica,

constituyendo auténticos sistemas de drenaje y aprovechamiento de zonas inundadas o saturadas de agua. Restos de estas infraestructuras están dispersas en más de 400 mil km<sup>2</sup>, en los llanos amazónicos de Mojos en el departamento del Beni. Estas lomas artificiales requirieron de un movimiento de tierras equivalente a 3.5 millones de m<sup>3</sup> en cada una, y son terraplenes de cientos de kilómetros de longitud que servían como diques de contención y comunicación durante la época de inundaciones. Además, la presencia de lagunas artificiales geométricas, donde se albergaba a peces y plantas acuáticas utilizados en la alimentación y elaboración de abonos orgánicos y una agricultura sofisticada revelan altos conocimientos sobre astronomía, hidráulica y geología. Este sistema hidráulico les permitió contrarrestar las grandes inundaciones cíclicas que caracterizan a la planicie amazónica.

Kennet Lee (1977) señala que en este sistema trabajó una enorme población, y se desarrolló entre los años 1.000 a 500 A. de C. para perderse alrededor del siglo XII de nuestra era, constituyendo una civilización precolombina hidráulica, que controló las inundaciones cíclicas y las sequías, para un área de cultivos estimada en 50 mil km<sup>2</sup>. Como esta cultura amazónica, aparentemente, no conoció los metales ni la rueda, sus obras civiles debieron realizarlas sólo con esfuerzo manual. Pinto Parada (1987) señala que una tinaja desenterrada en 1920 en el Beni, presenta un dibujo de la organización social de esta civilización hidráulica, con hombres jalando cuerdas, que en un extremo arrastran cueros con montones de tierra.

### *b) Sistemas de drenaje*

Como parte de las lomas y terraplenes en la llanura amazónica, se implementaron sistemas redes de drenaje a gran escala y de cientos de kilómetros de extensión, con la habilitación de subsistemas de drenaje articulados entre sí que permitían el transporte de productos, la comunicación fluvial y la realización de otras actividades como piscicultura, ganadería, producción de abonos orgánicos y el cultivo de plantas alimenticias.

### *c) Lagunas e islas artificiales*

Estas lagunas e islas artificiales permitían la vida acuática que constituía una fuente importante de alimentos y las islas como plataformas para la construcción de habitáculos o pahuichis que incluso servían como plataformas para cultivos diversificados.

### *d) Canales y diques*

Canales de cientos de kilómetros de extensión y diques de control de corrientes fluviales que facilitaban el transporte fluvial y el manejo de grandes volúmenes de aguas en áreas extensas.

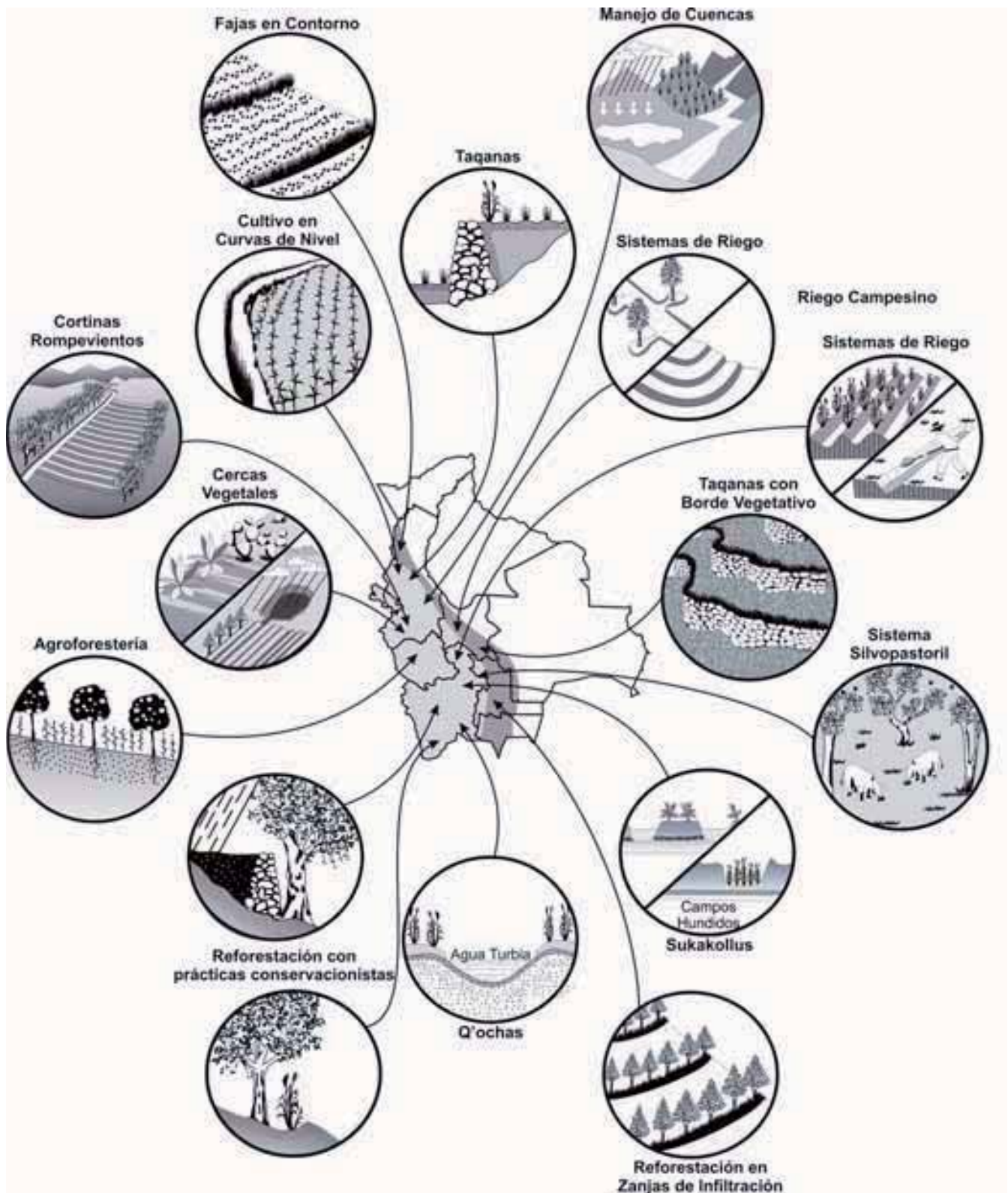
### *e) Manejo adecuado de bosques*

Las culturas amazónicas accedieron racionalmente al bosque y a sus recursos, inicialmente con una curiosidad y contemplación, para entender el funcionamiento del bosque natural, y luego llevar lo aprendido a la práctica, en una convivencia y relación armónica con la naturaleza. Perfeccionaron sus sistemas de acceso al bosque amazónico, adoptando la estructura y dinámica de los bosques naturales, extrayendo, recolectando y cultivando, sin afectar al bosque y tampoco sin empobrecer los suelos, aplicando sus conocimientos de la riqueza del bosque y su funcionamiento. Este manejo ancestral del bosque es la base de las tecnologías actuales de los Sistemas Agroforestales Multiestrato (Yana, W.; Weinert, H., 2001).

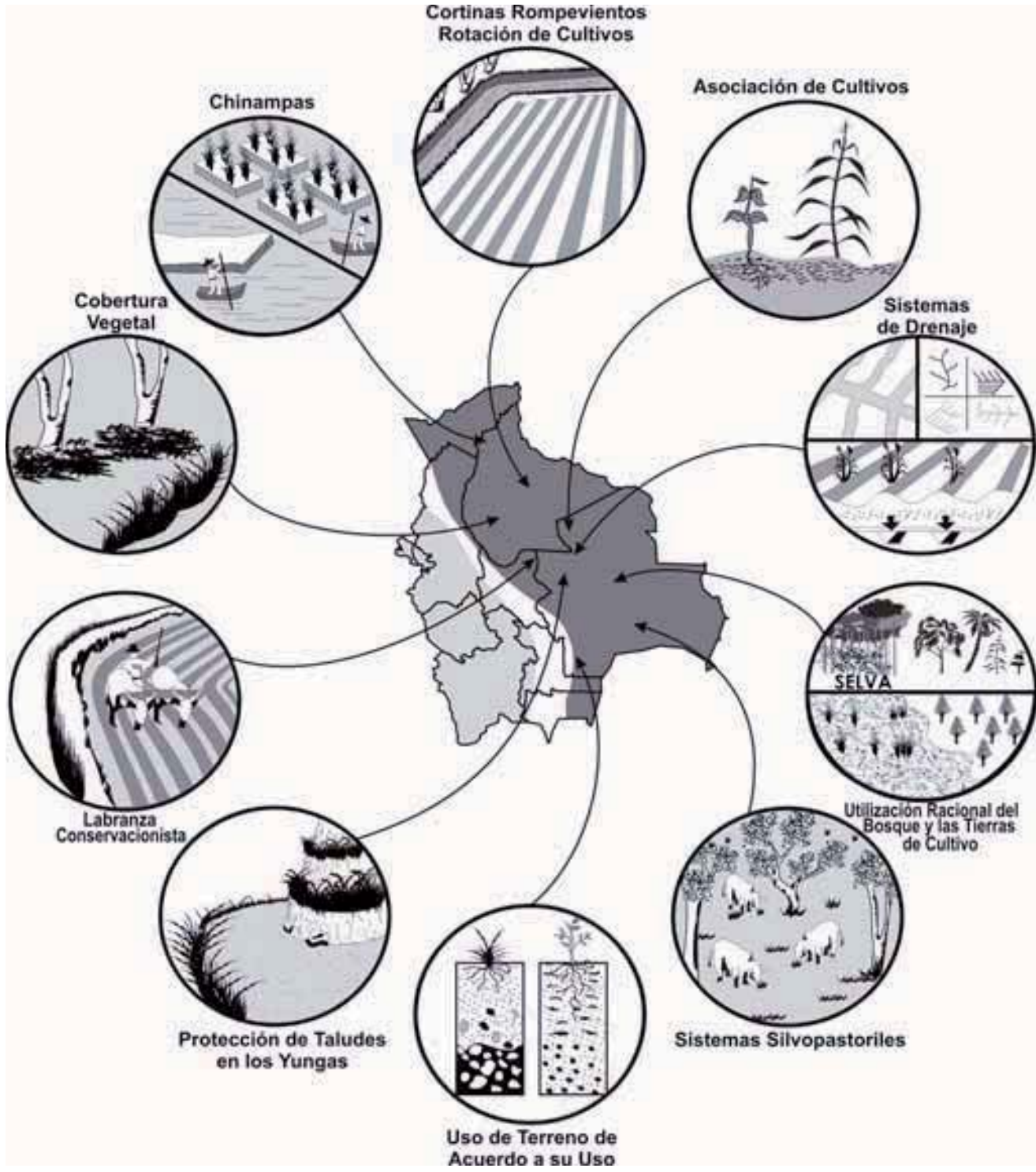
### *f) Asentamientos en partes altas*

Las culturas ancestrales de la Amazonia, definieron la ubicación de sus viviendas y de los asentamientos poblacionales en zonas altas naturales o artificiales, para evitar los peligros de las inundaciones y dar cierta seguridad a la familia frente a los fenómenos cíclicos de las inundaciones de la llanura tropical.

Mapa 1: Alternativas tecnológicas andino-amazónicas para contrarrestar el riesgo climático en tierras altas



Mapa 2: Alternativas tecnológicas andino-amazónicas para contrarrestar el riesgo climático en tierras bajas



## TESTIMONIOS FOTOGRÁFICOS



*Qotañas* de cosecha de lluvias, Wilacala.



*Q'ocha* en uso cercanía de Kalamarca, La Paz.



Terrazas agrícolas en uso, Amarete.



*Chakitaklla* utilizada en la preparación del suelo de las terrazas ancestrales.



Zanjas infiltración Comunidad Huaraco Altiplano Central.



Uso de *mulch* en Comunidades de Yungas.



*Sukakollu* Comunidad Koani  
Pampa cuenca del  
Lago Titicaca.

### 2.2.3. Técnicas agronómicas que permiten la conservación del suelo y el mantenimiento de su fertilidad

#### a) *Sistema aynuqa*

Son sistemas de cultivo comunitario, pero de utilidad familiar, bajo la modalidad de cultivo y descanso a intervalos de tiempo, con uso agrícola por cuatro a cinco años –de acuerdo a una rotación específica–, seguido de cuatro o más años de descanso, periodo en el cual se facilita la recuperación de la fertilidad natural del suelo. Constituye una forma planificada de uso racional de la tierra de las culturas aymaras, que aseguraron la protección de los recursos naturales, siendo muy distinta a cualquier otra forma de uso intensivo.

#### b) *Sistema qapana*

Son sistemas de manejo ancestral de tierras practicadas por las culturas quechuas que implican una rotación en tiempo y espacio de las zonas de cultivo, similares a la práctica de la *aynuqa*. Existen varias *qapanas* cada una con terrazas agrícolas, las cuales se cultivan por periodos tres o más años, y luego se rota a otra *qapana*, quedando la anterior en descanso, con lo que se garantiza la recuperación de su fertilidad natural. Es una práctica tradicional de la zona de Amarete.

#### c) *Sistema milli*

Es un sistema de cultivo de carácter familiar, conformado por la posesión de terrenos que cuentan con riego y son cultivados inmediatamente de levantada la cosecha precedente. Se ubican en las partes bajas y abrigadas y son aptas para el cultivo de maíz, trigo, papa dulce, hortalizas y árboles frutales. En Sococoni, Chuma, se realiza tres siembras en *milli* al año.

#### *d) Sistema de lameo*

Es un sistema de aprovechamiento de las lamas contenidas en las aguas turbias de los ríos por inundación, desviando el agua a los campos de cultivo, previamente acondicionado con estacas y ramas, donde la lama constituida por humus, nutrientes y coloides minerales sedimenta, y el agua se infiltra en el suelo; con esta práctica se mejora el suelo al mismo tiempo que se abona. Esta práctica se mantiene en la cuenca alta del río Pilcomayo.

#### *e) Las canapas*

El manejo de los campos naturales de pastoreo *Canapas*, era una de las principales actividades de las poblaciones que habitaban las partes altas de los Andes. El desarrollo de la ganadería de camélidos se sustentó en las pasturas naturales, que estaban asociadas a técnicas de riego de bofedales, parcelas de exclusión para garantizar el semillamiento de los pastizales, descanso y rotación de los campos de pastoreo.

#### *f) Los corrales itinerantes*

Instalados en terrenos de cultivo, donde se encerraba a los animales por la noche para que dejaran el estiércol y la orina o purina, permitiéndose el abonamiento directo de los terrenos.

#### *g) Cultivo en surcos a curvas de nivel*

Resulta de particular importancia observar que las comunidades campesinas todavía practican el cultivo en surcos que siguen las curvas a nivel, lo que les permitió contrarrestar la erosión en zonas productivas ubicadas en laderas con fuerte pendiente.

#### *h) Rotación y asociación de cultivos*

Los antiguos pobladores andinos y amazónicos comprobaron las ventajas de la asociación de gramíneas con las leguminosas que permitían la fijación del nitrógeno, un ejemplo de ello es la práctica campesina, en zona de valle, de la asociación de los porotos con el cultivo de maíz.

Por ejemplo, la secuencia de cultivos en la comunidad de Huaraco es la siguiente: papa el primer año, después quinua durante uno o dos años y finalmente cebada. En casos menos frecuentes se cultiva papalisa u oca en el tercer año, después de un año de cebada. Cuando se pronostica un buen año con bastante lluvia, se puede realizar una campaña de “kutirpo”, lo que significa que se cultiva para los dos primeros años aprovechando las bondades agroclimáticas.

En la actualidad, en varias comunidades del altiplano se verifica la rotación de cultivos que incluye una leguminosa en toda la campaña agrícola, que puede ser: papa-haba-quinua-cebada; papa-cebada-quinua-haba.

#### *i) Prácticas adecuadas de remoción del suelo*

Es la labranza y las labores culturales de los cultivos, con una mínima remoción de la tierra, con la práctica de la labranza mínima, el descanso de los suelos y la rotación de cultivos.

#### *j) Uso de herramientas conservacionistas*

Como la *chaquitacla* y el *huiso*, tradicionalmente utilizados en las comunidades andinas. En tiempos pasados, el poblador de las comunidades de Amarete, Charazani, Chuma, Huaraco utilizaron estos implementos de labranza o arados de pie, que permitieron el movimiento del suelo sin causar una desagregación destructiva. Además de ser muy útil para el trabajo en laderas con pendientes abruptas, la utilización de estos implementos evita la erosión pronunciada del suelo por los efectos de la poca remoción del suelo, manteniendo una buena agregación en el suelo y facilitando la infiltración del agua, evitando la evapo-

ración del agua capilar. En lo social, permitía el trabajo compartido y el laboreo de terrenos ubicados a grandes distancias.

### *k) Aplicación de enmiendas orgánicas*

Consiste en aplicar enmiendas naturales al suelo para mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas. La estructura del suelo y su porosidad se mejoraba aplicando materia orgánica tratada tipo compost enriquecida con ceniza que aportaba potasio y calcio. Su efecto era de generar la floculación de los coloides del suelo y una mayor estabilidad estructural, corrección de la acidez mediante la aplicación de piedra caliza finamente molida, la aplicación de azufre natural hidrotermal para bajar la alcalinidad, y el aporte de apatitas, feldspatos, dolomitas y piroxenas, para contrarrestar las diferencias de fósforo, potasio, magnesio, hierro y de otros nutrientes.

### *l) Abonamiento orgánico*

El abonamiento orgánico es conocido en los Andes y en la Amazonía desde hace miles de años. Se ha encontrado restos de momias precolombinas que sostenían bolsitas de guano de isla y de materia orgánica humificada. Por otra parte, todavía es posible encontrar en las comunidades algunas técnicas de uso del estiércol, al cual dependiendo de su facilidad de descomposición lo agrupan en “estiércol frío” aquellos de lenta descomposición, como el de llama, y “estiércol caliente” o de rápida descomposición, relacionada con los animales menores, como cuyes y vizcachas, que eran utilizados de acuerdo al ciclo vegetativo del cultivo y en forma anticipada o al momento de la siembra.

Es necesario haber referencia a un tipo especial de abonamiento orgánico que todavía se practica en algunas comunidades del altiplano central de Bolivia, particularmente en la comunidad de Huaraco, que resulta en una variante de la “fertilización foliar ancestral”. Los comunarios preparan en una olla de barro, una suspensión de agua y estiércol de llama o de vicuña, que previamente se ha fermentado dentro de las pezuñas de otros camélidos. Al momento de colo-

carlo al depósito dan 21 vueltas en sentido anti horario, y dejan en reposo por 21 días, cuidando de tapar la olla y enterrarlo por ese tiempo en el centro del terreno de cultivo. Luego extraen el abono líquido y lo aplican utilizando ramas de *thola* al follaje de la papa antes del inicio de la floración. Los resultados en el rendimiento final de tubérculos son bastante significativos, además que, por su fuerte y penetrante olor, previenen los daños al cultivo por los animales especialmente las ovejas.

También utilizaron abonos verdes de *tarwi* y porotos, turba y humus en mezcla, rastrojos de cosecha, y el compost resaltándose la experiencia de la UAC-Tiahuanaco, de producir compost en un máximo de dos y medio meses utilizando activadores biológicos e insumos locales: malezas, estiércol, ceniza y agua, independientemente de la estación del año en un ecosistema altiplánico y a una altitud de 4.000 msnm.

#### *m) Uso del mulch*

El *mulch* es una cubierta orgánica inerte de protección que preserva al suelo de la erosión. Está formada por restos de cosechas, paja de cereales, rastrojos de leguminosas que se colocan en la superficie del terreno en el espacio libre entre los surcos. Cumple la función de protección del suelo frente al impacto de las gotas de lluvia y de mantenimiento de la humedad del suelo. Los productores de flores de las comunidades del municipio de Yanacachi en Sud Yungas aplican *mulch* a sus campos de flores, que al estar en pendientes pronunciadas, protegen a los suelos de la erosión hídrica.

#### 2.2.4. Manejo de la biodiversidad y de la complejidad

Medina, J. (1995) señala que a diferencia de los planificadores que desde hace 500 años tratan de entender y manejar el territorio boliviano, como si fuese una llanura homogénea, utilizando el concepto de “región”, el hombre andino-amazónico entendió este espacio como biodiverso, complejo y heterogéneo.

Es necesaria la referencia que de los 103 ecosistemas existentes en el mundo, aproximadamente 84 se reproducen en la geografía boliviana. A esta heterogeneidad se añade otras variables como la exposición al sol, los cambios bruscos de temperatura, la insolación, granizos, heladas, inundaciones, sequías, entre otros factores.

Así se comprende cuán acertados estuvieron los científicos andino-amazónicos para acceder a esta biodiversidad y complejidad, generando cerca del 40% de las plantas que actualmente consume la humanidad, mediante la práctica de la domesticación y el fitomejoramiento en el marco de la ingeniería genética y de la biotecnología andino-amazónica.

Debe incluirse también la extraordinaria técnica del manejo de los camélidos y animales menores como cuyes, vizcachas, chinchillas. Baste como ejemplo decir que contaron con más de 6.000 variedades de papa en ocho familias y cerca de 50 variedades de maíz, cultivados y adaptados a los valles interandinos, yungas y trópico, así como también a zonas altoandinas como las islas del Lago Titicaca donde a 4.000 metros de altitud se cultiva un maíz tipo confite.

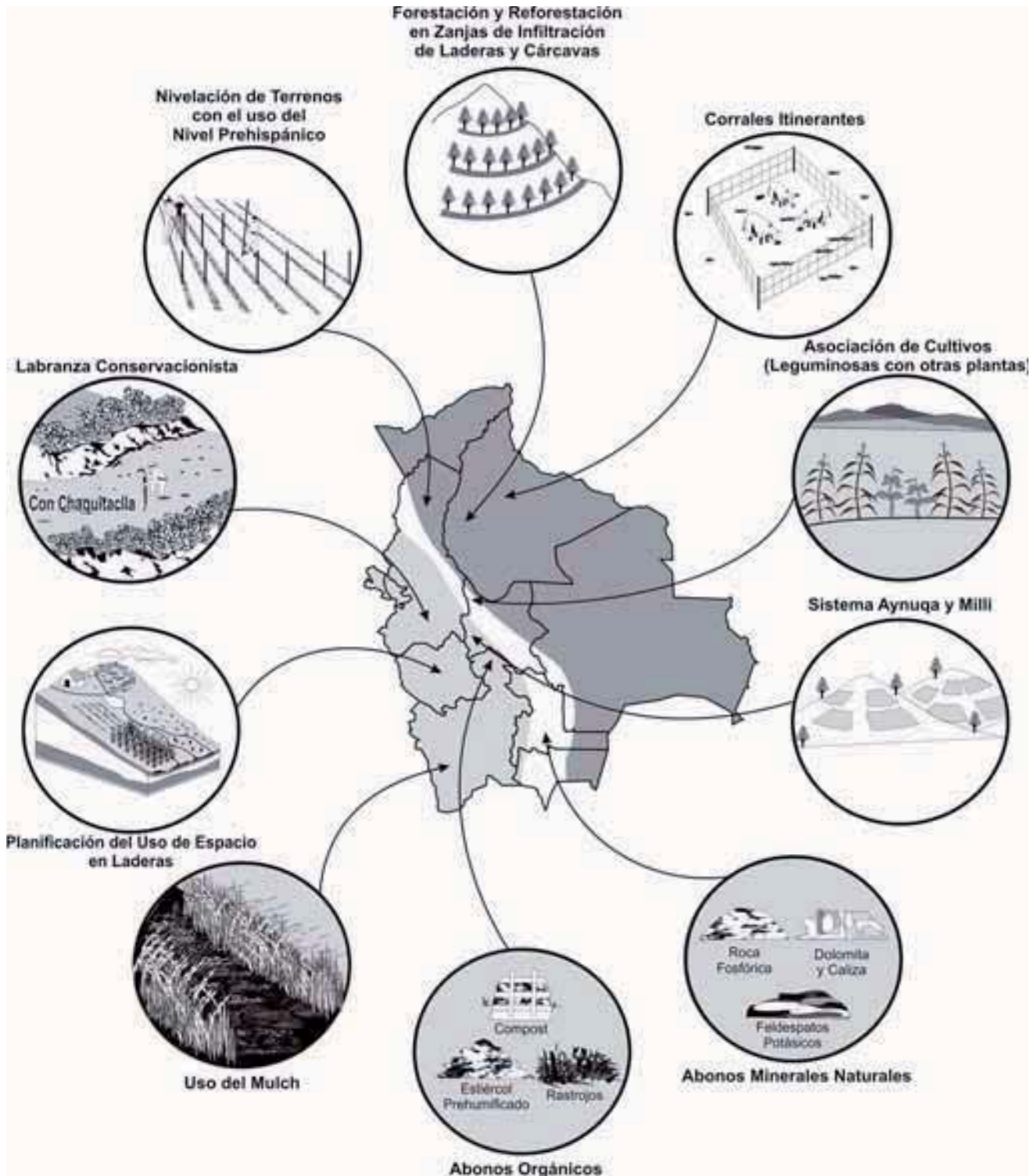
#### *a) Diversificación de las actividades productivas*

Los pobladores andino-amazónicos combinaron sus principales actividades productivas –agricultura y ganadería–, con la caza, la pesca, recolección de plantas alimenticias y medicinales y con la artesanía, la orfebrería, la peletería, el arte y la música.

#### *b) Deshidratación de alimentos*

Nuestras culturas precolombinas con las técnicas de deshidratación y manejo del frío extremo (heladas), procesaron alimentos como el charque, chuño, tunta, caya, que además de preservar y conservarlos por largos períodos de tiempo, permitían el transporte a grandes distancias sin sufrir los efectos de alteración, por el contrario, manteniendo sus cualidades nutritivas.

Mapa 3: Técnicas agronómicas para la conservación del suelo y su fertilidad natural



### *c) Almacenamiento y conservación de alimentos*

Las culturas andino-amazónicas precolombinas fueron previsoras en cuanto a almacenar y conservar los alimentos, sobre todo, de los excedentes generados en años de buena cosecha, utilizando los sistemas de tambos y técnicas de almacenamiento. En la actualidad, la comunidad de Chacarapi, Charazani, practica un sistema de almacenamiento de tubérculos bajo sombra y en hoyos del suelo, donde se distribuyen los tubérculos por capas separadas con paja *ichu* y hojas de *muña muña* y luego son cubiertas con tierra. Así pueden conservar los alimentos durante cinco años. Los comunarios aseguran que "... puede ocurrir una hambruna, una sequía prolongada, pero nosotros tranquilamente podemos sobrevivir cinco años con nuestros productos almacenados...".

### *d) Domesticación y mejoramiento genético de flora y fauna*

Las poblaciones ancestrales andino-amazónicas aprovecharon racionalmente la flora y fauna que le ofrecía cada piso ecológico y, mediante la ingeniería genética, mejoraron especies y variedades, además de realizar la domesticación de plantas y animales que les servían y sirven para enfrentar los riesgos del cambio climático.

### *e) Otras tecnologías ancestrales*

- Instrumento de nivelación precolombino: Las evidencias históricas demuestran que las culturas andino-amazónicas desarrollaron técnicas topográficas sofisticadas. Mediante la utilización de diversas ciencias es posible reconstruir los instrumentos y técnicas de nivelación prehispánicos, por ejemplo, examinando la cerámica en los museos arqueológicos. Se cuenta con información sobre una cerámica tiwanakota que muestra con cierta claridad lo que vendría a constituir un aparejo topográfico.
- Por otro lado, Ortlof (1989) en un estudio realizado sobre figuras que aparecen en un ceramio de la cultura chavín, en el museo de Huaraz, Perú, iden-

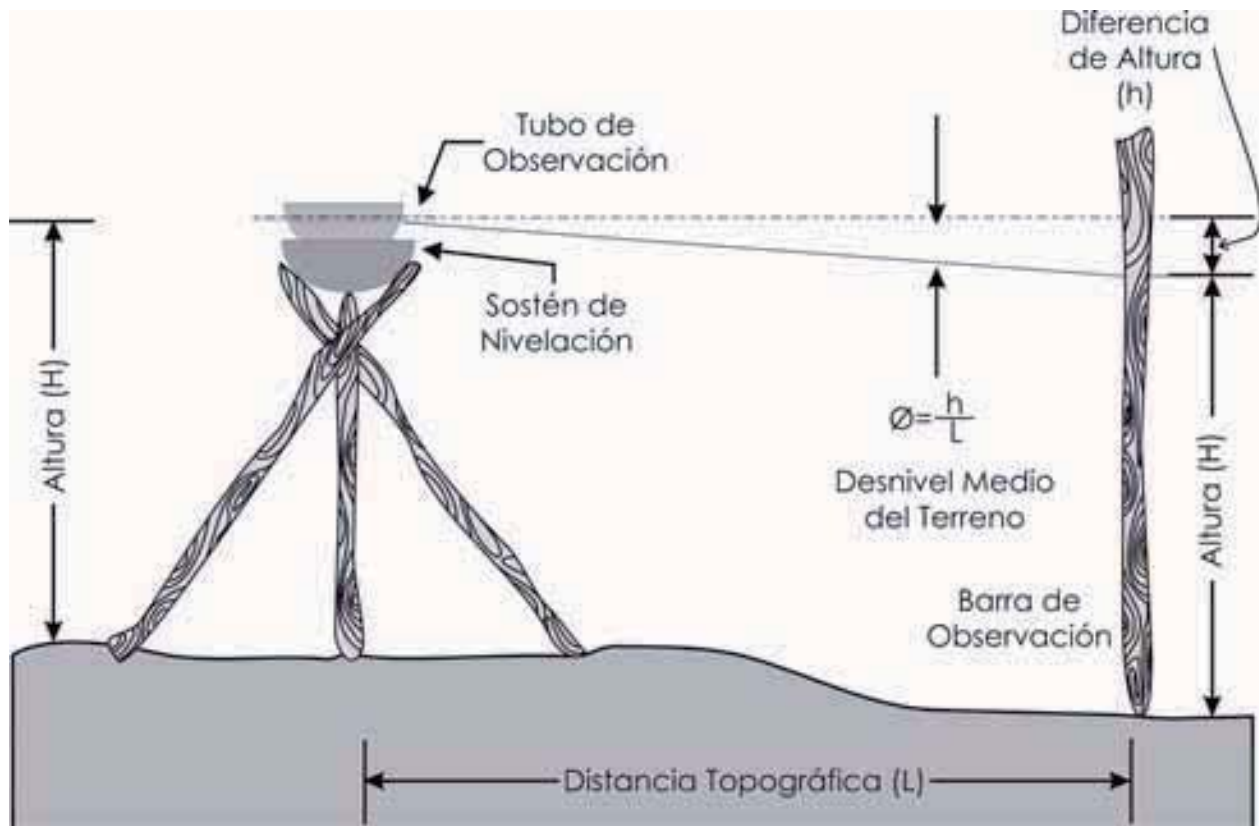
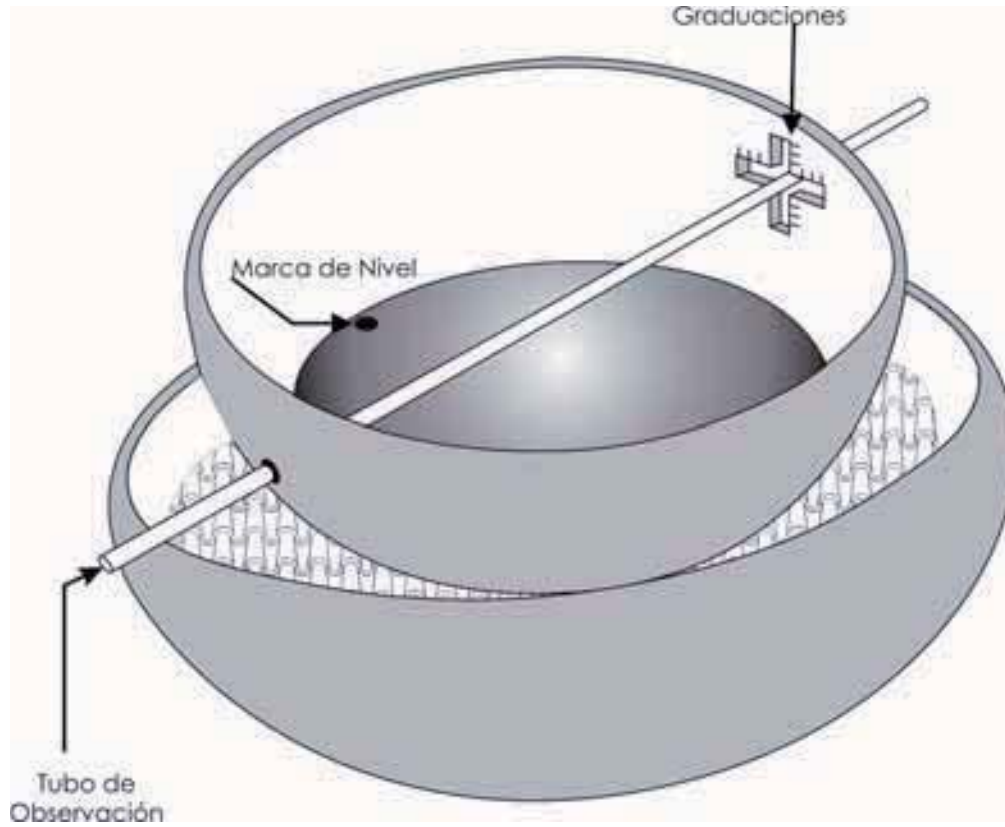
tificó un instrumento topográfico formado por un cilindro que tiene un agujero en un lado y una figura en forma de cruz en el lado opuesto, con un cuenco de nivelación sujeto a la parte superior del cilindro.

Sobre la base de los estudios de Ortlof, se reconstruyó un sencillo instrumento topográfico consistente en un depósito de calabaza con un agujero en un punto y una figura en cruz en el punto opuesto. Tanto en el brazo vertical como en el horizontal de la cruz se hicieron marcas de graduación y en la cara interna del depósito se fijaron tres marcas, que permiten definir una superficie plana paralela a un tubo hueco de observación, cuando el tubo atraviesa el agujero y el centro de la cruz. Cuando el cuenco se llena de agua y se coloca sobre un recipiente mayor de arena, sujeto sobre un trípode, la posición del cuenco se ajusta hasta que el nivel del agua alcance las marcas interiores del cuenco.

La superficie a nivel del agua en el cuenco forma un “horizonte artificial”, o plano superficial absoluto, que corre paralelo al tubo de observación. El tubo se puede mover verticalmente para observar, a través de él, un madero de longitud conocida ( $H$ ) igual a la altura sobre el suelo del tubo de observación, colocado verticalmente a determinada distancia ( $L$ ). Calibrando la apertura en cruz, se puede medir el desnivel medio del terreno ( $O$ ) observando el extremo superior del madero, en razón de que el procedimiento proporciona el ángulo vertical y el ángulo horizontal, es posible determinarlo mediante cálculos bastante sencillos.

El instrumento topográfico reconstruido por el Centro de Investigación y Difusión de Alternativas Tecnológicas Andino-Amazónicas CIDAT, bajo los principios de la ciencia ancestral, permitió realizar trabajos bastante precisos en el trazado y nivelación de terrazas agrícolas o *taqanas*, determinación del talud de los muros de contención, canales de riego, trazo de *sukakollu*, *q'otañas*, así como establecer mediciones con mucha precisión. Es posible que con mayor estudio e investigación se encuentren versiones mejoradas y más finamente calibradas que proporcionen mejores resultados que el prototipo reconstruido (gráfico 9).

Gráfico 9: Instrumento de nivelación precolombino



## A manera de conclusiones

### 1. Sobre la recuperación de la tecnología andino-amazónica

La referencia a la recuperación de la tecnología ancestral tiene para muchos una connotación de retroceso, de vuelta al pasado. Con frecuencia se asocia la tecnología andina y amazónica a las condiciones de vida más adversas y rudas en las cuales hay que luchar fuertemente para sólo conseguir subsistir a duras penas.

Esto se debe a un malentendido de la historia de Bolivia. No se debe olvidar que un componente esencial de la tecnología andino-amazónica en su momento de mayor esplendor fue la ciencia de la administración estatal que armonizaba profundos conocimientos de ingeniería, contabilidad, agronomía, ecología, astronomía, meteorología, hidráulica y, sobre todo, conocimiento de cibernética y de programación de la producción y distribución, de asignación de recursos y logística.

No se pretende negar ni desmerecer a la cosmología occidental moderna ni a la ciencia “convencional”, sino entender sus alcances y limitaciones, sobre todo, cuando se pretende introducir conocimientos y tecnologías generadas en otras latitudes, a un medio completamente diferente en lo geográfico, cultural y socio-económico.

### 2. Sobre la validez de la tecnología andina-amazónica

Una pregunta que siempre estuvo presente en el trabajo de campo de esta investigación fue: ¿Cuál sería el nivel de preparación y de estudios básicos necesarios para diseñar el conjunto de obras hidráulicas de la pampa amazónica de Mojos, de terrazas agrícolas y otras que se observan en zonas altoandinas como en Cohoni y en los Yungas? Resulta difícil establecer que esto fuera posible con el saber científico y técnico actual; mucho más difícil es imaginar que esto fue posible sin estos conocimientos.

Las culturas andino–amazónicas, sin utilizar fórmulas y modelos hidráulicos, máquinas, fotografías aéreas, imágenes satelitales, laboratorios y modelos matemáticos, manejaron ecológicamente y de modo sostenible los recursos naturales.

El debate se hace necesario porque la pregunta planteada no es un ataque al conocimiento científico actual, todo lo contrario, es un *input* a animarse y colocarse dentro del problema que tienen nuestras comunidades rurales.

La importancia de inventariar y reconstituir un repertorio de alternativas tecnológicas de larga data, es similar a las generadas por los sistemas tecnológicos modernos; pero las primeras tienen una gran ventaja, la de utilizar materiales locales y estar sustentadas por cientos de años de aplicación en agroecosistemas determinados.

### 3. Sobre el cambio tecnológico

En gran parte de la literatura existente sobre el cambio tecnológico en las zonas rurales andinas y amazónicas, aparece frecuentemente una contraposición de opiniones que en ciertos casos llega a ser apasionada, entre quienes –sin necesariamente negar la importancia de tecnologías modernas o de “punta”– propugnan la “recuperación y puesta en vigencia en forma masiva” de las tecnologías andino-amazónicas de origen ancestral, frente a quienes consideran prioritaria la introducción de nuevas o tecnologías “modernas” al sector agropecuario.

Esta polémica refleja, evidentemente, factores que están más allá de lo puramente tecnológico y tiene connotaciones ideológicas en tanto que alude al proceso histórico que tuvo lugar después de la llegada de los españoles, quienes, por un lado modificaron la agricultura y los sistemas de producción ancestrales y, por otro, cambiaron radicalmente el sistema de organización, imponiendo una cultura distinta, para quienes la afirmación de la inferioridad del “indígena” y de sus tecnologías productivas, sirvió y sirve como justificación para su explotación y marginamiento.

Las interpretaciones y estudios que ven positivamente a las tecnologías andino-amazónicas ancestrales y sus posibilidades de “recuperarlas” para su puesta en vigencia hoy en día en mayor escala, se apoyan y, sobre todo, ponen énfasis, en la relación armoniosa y equilibrada que se estableció entre la base ecológica para el manejo y preservación del medio ambiente y las técnicas diseñadas por las culturas andino-amazónicas de larga data, para la transformación y uso productivo de las mismas, lo cual establece el concepto de un “desarrollo sostenible andino-amazónico”.

#### 4. Sobre la validación de las tecnologías andino–amazónicas

Los juicios acerca de las técnicas en sí mismas, aisladas de su contexto estructural e histórico y, por tanto, aparentemente susceptibles de ser “recuperadas” y transferidas tal cual, provienen de una concepción de la tecnología, sólo como un “*hardware*”, es decir como algo material, sea en forma de canales de riego, herramientas, *taqanas*, *sukakollu*, lomas y terraplenes, es decir, como algo básicamente material, tangible, patente.

El concepto de la tecnología andino–amazónica va más allá de esta visión demasiado estrecha y comprende también aspectos inmateriales como el conocimiento, la experiencia, la cosmovisión, los saberes, a lo que denominamos “*software*”.

En una comunidad campesina se debe considerar la existencia de alternativas de desarrollo en el seno de su propia cultura y, mediante la recuperación de sus tecnologías ancestrales, puede establecerse la posibilidad de un modelo de desarrollo comunitario propio.

En la actualidad, la investigación sobre las alternativas tecnologías precolombinas es fundamental para el conocimiento de la realidad, sobre todo, si se realiza a través de un enfoque agroecológico participativo y en la misma parcela campesina, con resultados aplicables a la realidad, buscando el óptimo ecológico. Las tecnologías precolombinas juegan un rol muy importante en esta búsqueda.

En otros casos es posible que la solución pueda encontrarse en la mezcla intencional de tecnologías ancestral y moderna, que tiene que basarse en una

investigación y experimentación científica seria. Sin embargo, no se pueden separar los problemas biológicos del contexto económico-social en el cual se desarrollan las actividades agrícolas.

Con este propósito, resulta útil la agroecología andino-amazónica, siendo una ciencia multidisciplinaria, que estudia la agricultura y los sistemas de producción con el enfoque ecológico y con mayor sensibilidad social, centrada no sólo en la producción para el mercado, sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción.

Además, se trata de la aplicación de conceptos ecológicos al desarrollo de la agricultura nacional, en este caso a las tecnologías productivas, con el propósito de desarrollar una agricultura en amplias zonas rurales del país que sea ambientalmente sana, socialmente justa, económicamente viable y culturalmente aceptada.

Bajo estos conceptos se hace necesario incorporar todas aquellas tecnologías validadas, que resulten adecuadas a nuestro medio y a nuestros objetivos de desarrollo, independientemente de su origen, grado de antigüedad o modernidad.

## 5. Sobre los desafíos del futuro

Las tecnologías andino-amazónicas precolombinas que en su mayor parte fueron desarrolladas por culturas de larga data, no deben entenderse como un recetario de propuestas tecnológicas “recuperables” por y en sí mismas; sino que necesariamente requieren de una rigurosa investigación y un proceso participativo de validación para establecer su viabilidad y factibilidad técnica, social y económica en el contexto actual. Recién entonces se podrá definir en repertorio de alternativas tecnológicas productivas sostenibles, aplicables y replicables en condiciones agroecológicas semejantes.

La puesta en vigencia de las tecnologías andino-amazónicas constituye un proceso gradual de experiencias compartidas entre todos los actores del desarrollo, principalmente de los pobladores excluidos del área rural, que en el

nuevo marco del Estado puede ser dinamizados y hacer realidad un aspiración que sólo es de intelectuales y académicos.

## 6. Sobre el desarrollo rural

En definitiva, el desarrollo rural del país que integre a todos sus actores y componentes, debe estar, necesariamente, vinculado a la sabiduría, valores culturales y tecnologías ancestrales que, sin embargo, requieren ser conjugados con los conocimientos y avances que nos brindan la tecnología y la ciencias actuales, dentro de un diálogo de "*tinku*" articulado e igualitario, que nos permita lograr un desarrollo humano armónico, equilibrado y permanente.

El desarrollo del área rural del país debe ser motivo de cuidadosas acciones, que incorporen la experiencia y el saber de los campesinos, de los técnicos de campo y profesionales con sensibilidad social para que, en un futuro próximo, tengamos la satisfacción de recibir la gratitud y el reconocimiento de nuestros hijos y del país, caso contrario seremos pasibles a demandas que nunca tendrán respuesta.

Por lo tanto, es necesario propiciar un programa nacional de recuperación de tecnologías andino-amazónicas, encargado de inventariar, caracterizar, describir y establecer el estado de su situación. Asimismo, fomentar la realización de proyectos regionales de desarrollo rural y de investigación, validación, evaluación, promoción y transferencia de las alternativas tecnológicas andino-amazónicas en la participación plena de las comunidades campesinas.

Recomendar a las universidades, centros de investigación y organizaciones privadas de desarrollo, realizar investigaciones multidisciplinarias orientadas a la recuperación de las tecnologías andino-amazónicas que proporcionen información básica, sobre la cual se realicen trabajos de recuperación de tecnologías de origen precolombino.

Recomendar a los centros de educación técnica y superior la incorporación en su currícula de planes de estudio de materias y cursos sobre la temática de la revalorización de las prácticas productivas y las tecnologías andino-amazónicas precolombinas.

## Bibliografía

- AGRUCO (1992) "Desarrollo y Participación: Experiencias con la revalorización del conocimiento campesino". Serie Boletines Técnicos, Cochabamba, Bolivia.
- ALANOCA, María. (1997) "Estudio Comparativo de Asociación papa-tarwi en sistemas tradicionales de uso de tierra Milli y aynoka". Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de agronomía UMSA, La Paz, Bolivia.
- ALTIERI, Miguel. (1996) "Enfoque agroecológico para el desarrollo de sistemas de producción sostenible en los Andes", Centro de Investigación Educación y Desarrollo CIED, Lima, Perú.
- CARDENAS, Martín (1984) "Manual de Plantas Económicas de Bolivia". Edit. Amigos del Libro, Cochabamba, Bolivia.
- CONDARCO, Ramiro. (1970) "El Escenario Andino y el Hombre. Ecología y antropogeografía de los Andes Centrales". Primera Edición, La Paz, Bolivia.
- CHILON, Eduardo. (1989) "Calidad de las aguas de los *sukakollus* de Koani-pampa", Reporte de investigación, Instituto Hidráulica, UMSA, La Paz, Bolivia.
- CHILON, Eduardo. (1991) "Medidas de conservación y reforestación de suelos en una Comunidad típica del altiplano de Bolivia". Resúmenes del III Congreso de Biología y II Simposio de Ecología y Recursos Naturales, UMSA-Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia.
- CHILON, Eduardo. (1992) "Indicadores Ecoclimáticos de la comunidad Huaraco", en Huaraco Comunidad de la Puna, Instituto de Ecología-UMSA, Editora Cecil de Morales, La Paz, Bolivia.

CHILON, Eduardo (1992) "Clasificación andina de suelos: el caso de las comunidades de Huaraco y Ejra Huaraca del altiplano boliviano", en memorias del Seminario "Los *Sukakollus* como alternativa de desarrollo", organizado por Taller de Tecnología Andina de la Facultad de Agronomía-UMSA, La Paz, Bolivia.

CHILON, Eduardo; HERVE, D. (1993) "Relaciones entre el conocimiento aymara y las características edafológicas de suelos del altiplano central boliviano", Publicado en *Agricultural Knowledge Systems an the rolf of Extension Universidad Hohenhein*, Stuttgart, Alemania.

CHILON, Eduardo. (1994) "Riego Campesino: Planificación hídrica Andino-amazónica", Monografía Secretaría Nacional de Desarrollo Rural, La Paz, Bolivia.

CHILON, Eduardo. (1996) "Inventario y caracterización de terrazas precolombinas de Bolivia", en Memorias de Seminario "Alternativas tecnológicas Andino-amazónicas para el Desarrollo Rural", Organizado por el Centro de Alternativas Tecnológicas Andino-amazónicas para el desarrollo CIDAT-Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz, Bolivia.

CHILON, Eduardo (2000) "Tecnologías Ancestrales para la reducción del riesgo de los fenómenos climáticos en el Altiplano y los Valles", sistematización de experiencias del PROCAD-UNITAS, publicación NOGUB-COSUDE, La Paz, Bolivia.

CHILON, Eduardo (2002) "Conocimiento ancestral andino-amazónico y producción ecológica", separata de capacitación Organizaciones Productores Ecológicas de Bolivia AOPB, La Paz, Bolivia.

DURAN, Alfredo (1994) "Habilitación de terrenos no aptos para agricultura mediante la construcción de camellones (*Sukakollu*) en Caquiaviri", Tesis de Grado, Facultad de Agronomía-UMSA, La Paz, Bolivia.

EARLS, John (1989) "Planificación agrícola andina", 1º edición, Edit. COFIDE, Lima, Perú.

FERNANDEZ, Celia (1994) "Efecto de tirantes de agua en los sistemas de camellones sobre el rendimiento del cultivo de papa, en el altiplano central", Tesis de Grado, Facultad de Agronomía-UMSA, La Paz, Bolivia.

GANDARILLAS, Humberto (1979) "Manual sobre el cultivo de quinua y otros cultivos andinos", Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria IBTA-CID Canadá, La Paz, Bolivia.

HUANCA, René (1996) "Estudio Microclimático de los *Sukakollu* y su influencia en la protección contra las heladas", Tesis de Grado, Facultad de Agronomía-UMSA, La Paz, Bolivia.

KENNET, Lee (1999) "Mojos Precolombino" artículo periodístico "El Diario", La Paz, Bolivia.

MAMANI, Berna (1996) "Influencia de las Características del suelo y la incorporación de la materia orgánica en el comportamiento térmico de los *sukakollu*", Tesis de Grado, Facultad de Agronomía-UMSA, La Paz, Bolivia.

MAMANI, Guido; LIMACO (2006) "Viaje al Centro de un sueño: Chalalán". Programa Regional de apoyo a los pueblos Indígenas amazónicos. SPC Impresores, La Paz, Bolivia.

MARTINIC, Nicolás (1996) "Difusión del Calor en *Sukakollus*", en Memorias de Seminario "Alternativas tecnológicas Andino-amazónicas para el desarrollo rural", CIDAT-Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz, Bolivia.

MEDINA, Javier (1994) "Del alivio a la pobreza al Desarrollo Humano", Ediciones HISBOL, La Paz, Bolivia.

MEDINA, Javier (1995) "El trueno en los cicales-Coca cultura y democracia participativa", Ediciones HISBOL, La Paz, Bolivia.

- MIRANDA, Jorge (1995) "Planificación Sistémica Andina", publicado en revista PRO-CAMPO, febrero, La Paz, Bolivia.
- MURRA, John (1972) "El control vertical de un máximo de pisos ecológicos en la Economía de las Sociedades Andinas", Lima-Perú.
- PAREDES, Antonio (1992) "Mitos supersticiones y supervivencias populares de Bolivia", Arnao Hermanos-Libreros Editores, La Paz, Bolivia.
- PINTO PARADA, R. (1987) "Pueblo de Leyenda", Beni, Bolivia.
- ROSALES, Claudio (1992) Citado en "Huaraco comunidades de la Puna", Instituto de Ecología UMSA, Editora Cecil de Morales, La Paz, Bolivia.
- TALLACAGUA Sebastián, (1995) "La Tecnología Andina en la Agricultura de Ladera-Cuenca Timusí". Programa de Postgrado en Desarrollo Regional de los Andes FLACSO Centro Bartolomé de las Casas, Colegio Andino Cuzco, CAADI, La Paz, Bolivia.
- YANA, W., WEINERT, H. (2001) "Técnicas de Sistemas Agroforestales Multiestrato", Edición PIAF-El Ceibo, CEFEC, DED, Sapecho-La Paz, Bolivia.
- VAN DER BERG, Hans. (1987) "Divisiones del tiempo en la cultura aymara", Universidad Católica Boliviana, Cochabamba, Bolivia.
- VAN DEN BERG, Hans. (1987) "Los ritos agrícolas de los Aymaras", Cuestiones de fondo y Constantes. Informe reunión anual de Etnologías. Cochabamba, Bolivia.
- VAN KESSEL, Juan (1990) "Tecnología Aymara, un enfoque cultural", Tecnología Andina HISBOL, La Paz, Bolivia.