

**Proyecto: *Fortalecimiento de los Bancos de Germoplasma vegetal del Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación - GCP/BOL/037/ITA*, bajo la supervisión general de la Representación de la FAO en Bolivia**

**ESTADO DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (RFAA) EN BOLIVIA**

**Marzo de 2009**



## INDICE

<b>Introducción</b>	<b>Pág. 5</b>
<b>Capítulo 1: El Estado de la Diversidad</b>	<b>8</b>
<b>Erosión Genética</b>	<b>11</b>
<b>Capítulo 2: El Estado del Manejo <i>in situ</i></b>	<b>13</b>
<b>Valor Cultural de los recursos fitogenéticos</b>	<b>15</b>
<b>Instituciones involucradas en conservación <i>in situ</i></b>	<b>15</b>
<b>Áreas Protegidas</b>	<b>18</b>
<b>Conservación <i>in situ</i> de parientes silvestres</b>	<b>19</b>
<b>Inventario de recursos fitogenéticos</b>	<b>21</b>
<b>Desarrollo de Estrategias de fortalecimiento a la conservación <i>in situ</i></b>	<b>22</b>
<b>Oportunidades y Limitaciones</b>	<b>23</b>
<b>Capítulo 3: El Estado del Manejo <i>ex situ</i></b>	<b>23</b>
<b>Recolecciones Sistemáticas</b>	<b>23</b>
<b>Conservación en Bancos de Germoplasma</b>	<b>26</b>
<b>Caracterización y Evaluación</b>	<b>28</b>
<b>Evaluaciones</b>	<b>29</b>
<b>Regeneración y Multiplicación</b>	<b>30</b>
<b>Infraestructura y Equipos</b>	<b>29</b>
<b>Sistemas de Documentación</b>	<b>32</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>33</b>
<b>Capítulo 4: El Estado de la Utilización</b>	<b>33</b>
<b>Experiencias de uso directo e indirecto de recursos genéticos</b>	<b>34</b>
<b>Distribución de semillas</b>	<b>36</b>
<b>Conformación de colecciones núcleo</b>	<b>36</b>
<b>Capítulo 5: Marco legal. El Estado de los Programas Nacionales</b>	<b>37</b>
<b>Marco legal sobre la propiedad de los RRGG</b>	<b>37</b>
<b>Marco legal para la conservación</b>	<b>37</b>
<b>Capacitación e Investigación</b>	<b>38</b>
<b>Estado del personal en los bancos de germoplasma</b>	<b>38</b>
<b>Capítulo 6: El Estado de la Colaboración Regional e Internacional</b>	<b>39</b>
<b>Colaboración regional e internacional para intercambio de germoplasma.</b>	<b>39</b>
<b>Colaboración Internacional para el financiamiento de los bancos de germoplasma</b>	<b>40</b>
<b>Capítulo 7: Acceso a los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, Distribución de los Beneficios y Derechos del Agricultor</b>	<b>40</b>
<b>Colaboración regional e internacional</b>	<b>40</b>
<b>Distribución de los beneficios a los agricultores</b>	<b>42</b>
<b>Convenio sobre la Diversidad Biológica</b>	<b>43</b>

<b>Tratado Internacional de los Recursos Fitogenéticos</b>	<b>43</b>
<b>Solicitudes de acceso a recursos genéticos</b>	<b>43</b>
<b>Capítulo 8: La contribución del Manejo de los Recursos Fitogenéticos a la Seguridad Alimentaria y al Desarrollo Sostenible</b>	<b>44</b>
<b>Relación entre diversidad y seguridad alimentaria.</b>	<b>44</b>
<b>Relación entre la estabilidad fenotípica y seguridad Alimentaria</b>	<b>44</b>
<b>Programa de producción de semillas y plantines</b>	<b>45</b>
<b>Variedades de especies agrícolas registradas</b>	<b>46</b>
<b>Programa de alivio a la pobreza</b>	<b>46</b>
<b>Anexo: Recursos fitogenéticos forrajeros</b>	

Dentro del marco del proyecto de *Fortalecimiento de los Bancos de Germoplasma Vegetal del Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación - GCP/BOL/037/ITA*, bajo la supervisión general de la Representación de la FAO en Bolivia, la supervisión técnica del Oficial de Agricultura del Servicio de Semillas y Recursos Fitogenéticos (AGPS) en colaboración con la contraparte nacional del Proyecto y participación de las autoridades competentes en la temática como son el: Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos del Ministerio de Medio Ambiente y Aguas y el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT).

## INTRODUCCION

La región andina central, donde está situada Bolivia es un centro de origen y domesticación de numerosas especies cultivadas, su accidentada orografía formada por las cordilleras occidental y la oriental de los andes, ha dado lugar al altiplano y numerosos valles y laderas cordilleranas, donde se cultiva numerosas especies nativas desde hace más de 10 mil años, las precipitaciones pluviales de la zona andina van desde el semi-húmedo al semi-seco o seco en la región occidental y desde muy húmedo hasta semi-húmedo en la vertiente oriental de la cordillera. Una llanura con pequeñas elevaciones ocupa el sector norte y oriental del país, con precipitaciones pluviales desde muy húmedo en el sector central adosada a los Andes hasta la llanura seca al sureste del país, en alturas que fluctúan entre 200 y 900 m.s.n.m.

Los diferentes hallazgos de restos de especies cultivadas en horizontes pre-cerámicos muestran que el inicio de domesticación de las especies en la zona andina se habría dado hace más de 10 mil años. Cuatro tubérculos fueron domesticados en los andes de las cuales la más difundida a nivel mundial, es la papa la misma que fue cultivada con mayor intensidad en áreas circundantes del lago Titicaca siendo la base de la economía de la sociedad Tiahuanacota. Actualmente existen evidencias de que sus probables ancestros (especies progenitoras de *Solanum*) aún se encuentran.

Los domesticadores habrían sido pueblos pre-cerámicos muy anteriores a los tiahuanacotas o aymaras. En el caso del frijol o chui local, los análisis moleculares del ADN de parientes silvestres y los nativos cultivados simpátricos o que ocupan la misma zona y los análisis de agrupación, muestran que estos agrupan en un conjunto aislado en relación a los frijoles de otras zonas de América, evidenciando que los valles templados de Bolivia, serían un centro de domesticación independiente para esta especie, de acuerdo a los tipos de faseolina de los diversos frijoles cultivados y silvestres en América. El maní se domesticó en el país, debido a que es una especie alopoliploide (resultante del cruzamiento de dos especies, seguida de una duplicación del número de cromosomas) cuyos progenitores son endémicos del Chaco boliviano (subandino).

Los ejemplos antes citados muestran que en Bolivia las poblaciones originarias tuvieron la visión y la capacidad para domesticar y seleccionar varias especies cultivadas. Sin embargo, no está claro cuáles fueron los pueblos pre-cerámicos que domesticaron las especies, debido a una continua lucha por ocupar un territorio, considerando su capacidad adaptativa podría ser trasladada a otros ecosistemas, por ejemplo en el tema de domesticación del cultivo de la papa se tiene diversas variedades en cada ecoregión que van desde el nivel del mar hasta los 4500 m.s.n.m. una vez domesticada se encuentran a los 16° de latitud sur, con menos de 13 horas de luz en el verano, colonizó zonas 0° de latitud, con 12 horas de luz en el verano e invierno en el Ecuador, hasta el actual centro-sur de Chile a 40° de latitud sur y de allá paso a Europa hasta los 55° de latitud norte, con un largo del día en el verano de 17 horas de luz, esta introducción evitó las recurrentes hambrunas en el norte europeo, de este modo las especies domesticadas son transversales en el tiempo y el espacio convirtiéndose en recursos importantes para muchos pueblos y civilizaciones a través de la historia.

En el Cuadro 1, se presenta las especies agroalimentarias nativas y/o seleccionadas hace varios miles de años atrás, tanto en la zona andina central de América del Sur, como en el centro de origen y domesticación del Chaco, además de las introducidas en sus etapas tempranas de domesticación, como el maíz, algunas cucurbitáceas y frutos comestibles cultivados, que son el aporte de los pueblos y culturas de Bolivia al mundo.

**Cuadro 1. Especies agroalimentarias cultivadas en el país, originarias de la Región Andina central y de la Región Chaqueña**

<b>Raíces y tubérculos</b>	
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Achira	<i>Canna edulis</i>
Ajipa	<i>Pachyrhizus ahipa</i>
Arracacha	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>
Isaño o Mashua	<i>Tropaeolum tuberosum</i>
Maca	<i>Lepidium mellen</i>
Mauca	<i>Miriabilis expansa</i>
Oca	<i>Oxalis tuberosa</i>
Papa o Patata	<i>Solanum tuberosum</i> , <i>S. tuberosum</i> spp. <i>andigena</i> , <i>S. ajanhuiri</i> , <i>S. curtilobum</i> , <i>S. goniocalyx</i> , <i>S. jusepczukii</i> , <i>S. phureja</i> , <i>S. stenoton</i> .
Papalisa o Ulluco	<i>Ullucus tuberosus</i>
Yacón	<i>Smallanthu sonchifolia</i>
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>
<b>Semicereales</b>	
Millmi o Coimi	<i>Amaranthus caudatus</i>
Kañiwa	<i>Chenopodium pallidicaule</i>
Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i>
<b>Legumbres</b>	
Frijol o kopuru	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Pallar	<i>Phaseolus lunatus</i>
Maní	<i>Arachis hipogaea</i>
Tarwi	<i>Lupinus mutabilis</i>
<b>Hortalizas</b>	
Achojcha	<i>Cyclanthera pedata</i>
Ajíes	<i>Capsicum baccatum</i> spp. <i>pendulum</i> , <i>. pubescens</i>
Cucúrbitas	<i>Cucurbita maxima</i>
<b>Frutas</b>	
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>
Pacay	<i>Inga edulis</i>
Pasiflora	<i>Passiflora mollissima</i> , <i>P. ligularis</i> .
Papaya	<i>Carica papaya</i>
Piña	<i>Ananas comosus</i>
Tomate arbóreo	<i>Cyphomandra betacea</i>

Una temprana introducción de germoplasma desde el centro americano de origen y domesticación situado en México, incrementó la disponibilidad de especies utilizadas en América del Sur, a partir de esa introducción que data de 4.000 a 5.000 años, formaron numerosas razas con caracteres propios, debido a los diferentes ambientes de la región y de la existencia de poblaciones humanas con “experiencia” en la domesticación y aprovechamiento de la variabilidad existente, este hecho explica la gran variabilidad en el

color, tamaño, forma y textura de los granos de maíz (*Zea mays*) en la región andina central, así como la forma y tamaño de los frutos de algunas cucurbitáceas, y frutos comestibles como las paltas o aguacates y los diferentes tipos de ajíes cultivados en América del Sur hace cuatro milenios.

No se ha establecido el centro de domesticación de algunas especies de cucúrbitas como el joco (*C. moschata*), el lacayote (*C. ficifolia*), el camote (*Ipomoea batatas*), el cacao (*Theobroma cacao*), por existir formas silvestres emparentadas en América del Sur, en el caso del frejol (*Phaseolus vulgaris*), existiría un policentrismo en su domesticación, aspecto que podría ser similar en otras especies.

De igual forma, la introducción de especies del viejo mundo hace más de cuatro siglos, ha dado lugar a nuevas variedades de habas (*Vicia faba*) y trigo (*Triticum durum* y *T. aestivum*), con tamaños de semilla más grandes que en su región de origen.

Los llanos tropicales húmedos del país son megadiversos en flora y fauna y las poblaciones que habitan estas zonas desde hace miles de años han cultivado diversas especies como maíz (*Zea mays*) y Yuca (*Manihot esculenta*), como la cultura Moxos que en su vivencia diaria combinaba la recolección y caza, cuyos frutos silvestres utilizan como parte de su dieta, la diversidad de los frutos tropicales utilizados en la alimentación de las familias con más de un centenar de especies, actualmente las universidades del Beni y San Simón de Cochabamba y el Centro de Agricultura Tropical de Santa Cruz, realizan colectas y caracterización de algunas especies que tienen futuro comercial, sin embargo la gran diversidad es silvestre y está en los bosques naturales antes que en las pequeñas colecciones.

Pese a la gran diversidad de especies nativas disponibles, según las estadísticas del INE, en Bolivia el año 2007 se cultivó un total de 2'528 020 has, y en más del 91,7%, se sembraron solamente 10 especies, en orden de importancia de acuerdo a la superficie cultivada: soya (959.270 ha), maíz (354.150 ha), arroz (170.000 ha), girasol (162.000 ha), trigo (143.950 ha), papa (137.000 ha), caña de azúcar (127.950 ha), sorgo (110.050 ha), cebada (93.260 ha), plátano y banano (61.160 ha), quinua (38.289 ha) y yuca (35.547 ha). De ellas ocho son especies introducidas (soya, arroz, girasol, trigo, caña de azúcar, sorgo, cebada, plátano y/o banano), y sólo cuatro son especies nativas, dos con importantes superficies (maíz y papa) y dos con superficies pequeñas (quinua y yuca). Estos datos muestran la importancia de la interdependencia comercial en términos de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura boliviana también muestran la importancia de la superficie para los cultivos con alta demanda comercial para exportación como la soya y quinua.

Los cultivos principales, a lo largo del tiempo transcurrido, desde que fueron domesticados sufrieron variaciones y se hicieron susceptibles a enfermedades y factores abióticos, por lo que es importante recurrir a los centros de origen de las especies, donde se encuentran los parientes silvestres de los cultivos principales, los cuales tiene un potencial genético que puede usarse para el mejoramiento de estos cultivos.

En los centros de origen, están concentrados los parientes silvestres de los cultivos, que podrían ser portadores de genes con importancia para el cultivo, especialmente para resistencia genética a las enfermedades y adversidades abióticas, estos podrían ser incorporados mediante sistemas tradicionales de cruzamientos cuando los mecanismos de aislamiento reproductivo interespecífico no se han completado o utilizando sistemas más elaborados como el cultivo de embriones, para evitar los efectos nocivos del endosperma híbrido sobre el embrión o duplicando el número de cromosomas para recuperar la fertilidad, tal como ha ocurrido naturalmente en el proceso evolutivo, todas estas técnicas se las utiliza tradicionalmente desde hace casi un siglo en el mejoramiento genético.

La existencia de los recursos genéticos con los que dispone Bolivia, se debe principalmente al manejo, domesticación y custodia que, por generaciones han cumplido las comunidades indígenas y campesinas,

que concibieron el manejo de sus recursos bajo una concepción integral de conservación y uso tal el caso de las plantas medicinales de Charazani.

A pesar de ello, la conservación *in situ* de estos recursos genéticos ha sido afectada por la introducción de nuevas especies de mejor calidad, cambio de hábitos alimentarios, movimientos migratorios y cambios climáticos.

Actualmente, existe un número importante de colecciones de recursos genéticos, cuyo objetivo es conservarlos en las mejores condiciones posibles. De acuerdo a información disponible, se han identificado cerca de 20 centros que manejan colecciones de germoplasma nativo e introducido. En total, se tienen 9.239 accesiones de especies nativas y 1.398 accesiones de especies introducidas que se conservan en dichos centros, entre tubérculos, raíces, granos, frutos, hortalizas, forrajeras y especies forestales.

## CAPÍTULO 1

### EL ESTADO DE LA DIVERSIDAD

#### Estado de la diversidad

Bolivia ocupa el 6% de la superficie de Sudamérica. Su posición geográfica determina características fisiográficas y ambientales variadas y diversos paisajes geográficos. Este escenario alberga una gran biodiversidad, que ha motivado a que Bolivia sea considerada como un país megadiverso y que se ubique entre los quince países más diversos del mundo.

De acuerdo a estudios e inventarios aún incompletos, en el país se registraron hasta el momento alrededor de 14.000 especies de plantas nativas con semillas (sin incluir helechos, musgos, algas), pero se estima que tiene más de 20.000 especies. Además, se conocen más de 1.200 especies de helechos y más de 1.500 especies de hepáticas o musgos. Aunque el inventario de los hongos es muy preliminar, ya se conocen aproximadamente 800 especies.

En cuanto a fauna, en Bolivia se han registrado 356 especies de mamíferos, aproximadamente 1.400 especies de aves, 203 especies de anfibios, 266 especies de reptiles y alrededor de 600 especies de peces. Se conocen por lo menos 100 especies endémicas de vertebrados. Probablemente, un 20-25% de las plantas vasculares (aproximadamente 4.000 - 5.000 spp.) podría ser restringido al país (MDSP, 2001).

Bolivia también representa un centro de agrobiodiversidad. Las plantas cultivadas y sus parientes silvestres son especialmente importantes como recursos genéticos, por ejemplo en el contexto del mejoramiento genético de variedades cultivadas mundialmente (Ibisch *et al.* 2003).

Las categorías de recursos genéticos se discuten a continuación por grupos, según su utilización.

- **Especies y condimentos**

Existe una gran variedad de plantas usadas como especies y condimentos. El condimento más usado y conocido es el ají (*Capsicum* spp.) que se encuentra en varios colores, formas y grados de picante y se conoce comúnmente como: ají amarillo, ají colorado, ají verde, arivivi, lokoto, rocoto, puka, ulupica, entre otros. Existen muchas variedades silvestres y aproximadamente 200 cultivares de este género. El germoplasma de especies silvestres y de cultivares primitivos de ajíes andinos es una fuente potencial vital de resistencia a enfermedades virales, bacterianas y fungicidas, así como de nemátodos, que afectan las

especies cultivadas (Ulloa, 2006). Otras especies que se usan como condimentos son: la huacatay (*Tagetes* spp.), muña (*Minthostachys* spp.) y el paico (*Chenopodium ambrosoides*). Por su sabor amargo la quinina (*Cinchona officinalis*), es usada para preparar bebidas y cócteles (Ulloa, 2006).

- **Estimulantes**

La coca (*Erythroxylum coca*) produce hojas que son masticadas por las poblaciones andinas. Se la aprecia por generar una sensación de bienestar y tranquilidad. Es cultivada pero probablemente crece también en forma silvestre. El cacao (*Theobroma cacao*) se encuentra creciendo de forma silvestre en las regiones tropicales. Existen también variedades criollas que se cultivan para la elaboración del chocolate.

- **Fibras**

Según Macia (2006), en Bolivia existen alrededor de 24 especies de plantas usadas como fibras en cestería, textiles, construcción de embarcaciones, etc. Entre las más conocidas están el agave (*Agave americana*), palma (*Ceroxylon parvum*), janchi coco (*Parajubaea torallyi*), sunkha (*Parajubaea sunkha*), huaranhuayo (*Tecoma garrocha*), totora (*Schoenoplectus californicus*), palqui (*Acacia fedeaná*), cañahueca (*Arundo donax*), cortaderia (*Cortaderia* sp), chilliwa (*Festuca dolichophylla*), ichu (*Stipa ichu*) y sauce real (*Salix humboldtiana*).

- **Frutales**

Sanjinés *et al.* (2006), describe los frutos comestibles poco conocidos nativos de los andes centrales, entre ellos se encuentra la chirimoya (*Annona cherimola*), que es el fruto más común de las varias especies que se cultivan en los valles interandinos y amazonía. Crecen en forma silvestre y presentan excelentes cultivares. Se encuentran más de 2.500 especies, muchas de ellas con frutos comestibles, especialmente en los géneros *Annona* y *Rollina*. El sauco (*Sambucus peruviana*) es cultivado alrededor de las casas, sus frutos son empleados para la elaboración de mermeladas. La papaya (*Carica papaya*), es un fruto muy común en climas tropicales. Sin embargo, en climas subtropicales de los andes se encuentran sus parientes silvestres, conocidos como papayas de altura o de montaña, que pertenecen al género *Vasconcella*. Sus frutos son pequeños pero de agradable sabor y presentan potencialidades muy prometedoras. El pacaé con sus dos especies: *Inga feuillei*, que crece en los valles interandinos e *Inga edulis*, que crece en tierras bajas, se encuentra en forma silvestre y cultivado. Los frutos son muy apreciados por su agradable sabor.

La granadilla (*Passiflora ligularis*), crece silvestre y es cultivada comercialmente por su frutos frescos y dulces. Otra especie de pasiflora, el tumbo (*Passiflora mollisima*), que es nativo de los valles andinos, crece de forma silvestre y es cultivado comercialmente, aunque aún no es conocido en el mercado mundial. Otros frutos poco conocidos mayormente silvestres, pero con gran potencial son: la zarzamora (*Rubus roseus*, *R. boliviensis*), el tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), el pepino dulce (*Solanum muricatum*), la uvilla (*Physalis peruviana*), el ahuaímantu o chilito (*Jaltomata herrerae*), la machamacha (*Gaultheria erecta*), el sahuínto (*Myrcianthes callicoma*), las pasakanas (*Trichocereus* spp.) y las sitikiras (*Cleistocactus* spp.) Estas especies constituyen material genético valioso para obtener variedades seleccionadas de mejor calidad (Sanjinés *et al.*, 2006).

Para las zonas tropicales Vázquez & Coimbra (2009) describen aproximadamente 142 especies de plantas silvestres, entre las más importantes, que producen frutos comestibles. Entre ellas las más populares son: el achachairú (*Rheedia* spp.), el guapurú (*Myrciaria* spp.), majo (*Oenocarpus bataua*), pachío (*Passiflora* spp.), guayabilla (*Psidium guineense*) y guayaba (*Psidium guajava*).

- **Granos**

La quinua (*Chenopodium quinoa*) presenta una gran variedad de parientes silvestres que son debidamente conocidas y utilizadas por los campesinos andinos. El centro de mayor diversidad es el altiplano peruano - boliviano. Presentan una gran diversidad de formas, tamaños y colores, tamaño de grano y formas de inflorescencia. La mayor diversidad de los parientes silvestres se encuentra en las “aynokas”. Las aynokas son consideradas como los bancos de germoplasma en cultivo de la diversidad genética de la quinua y de sus parientes silvestres (Mujica & Jacobsen, 2006)

El tarwi (*Lupinus mutabilis*) es otro grano que está entre los alimentos andinos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial. El tarwi muestra una amplia diversidad genética con gran variabilidad. Desde el punto de vista alimenticio, medicinal, ritual, cultural, en la transformación y mejoramiento de las especies domesticadas, esta diversidad de parientes silvestres tiene importancia y repercusión en su utilización proporcionando al agricultor disponibilidad sostenida y seguridad alimentaria (Jacobsen & Mujica, 2006).

- **Medicinales**

En Bolivia se reconocen hasta 3.000 especies de plantas medicinales identificadas y verificadas en los herbarios (Giménez & Ibsch, 2003). Sin embargo, las investigaciones no han abarcado la totalidad de las etnias que posee estos conocimientos. Las plantas medicinales representan el 13% de diversidad entre especies de briófitas, pteridófitas y plantas vasculares estimadas para Bolivia.

En Bolivia, la medicina tradicional clasifica a las plantas medicinales de acuerdo a diferentes criterios, como cálidas o frescas, género masculino o femenino. Por ejemplo, algunas plantas medicinales son: el molle (*Schinus molle*), wira wira (*Gnaphalium cheiranthifolium*), chilca (*Baccharis latifolia*, *B. pentlandii*), kiswara (*Buddleja coriacea*, *B. tucumanensis*), paico (*Chenopodium ambrosoides*) y cola de caballo macho (*Equisetum giganteum*).

La alta recolección de especies medicinales para satisfacer la demanda, además de la degradación de hábitats naturales, ponen en riesgo a las poblaciones silvestres de estas especies (Vidaurre, 2006).

- **Raíces**

Una variedad de raíces andinas poco conocidas están actualmente siendo cultivadas por su valor alimenticio. Entre ellas se encuentra la ajipa (*Pachyrhizus ahipa*) que es muy apreciada por su alto contenido en proteínas. La arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), que probablemente es la única umbelífera domesticada en el nuevo mundo, presenta numerosos cultivares y es cultivada por su alto contenido en almidón y su agradable sabor. La achira (*Canna indica*) es una especie poco conocida originaria de los valles interandinos, contiene un alto contenido en almidón. La maca (*Lepidium meyenii*) es una raíz muy popular en los Andes y conocida internacionalmente por sus propiedades como reconstituyente natural y por sus virtudes afrodisíacas.

La mauka (*Mirabilis expansa*), es una raíz que se consume de forma fresca y previamente expuesta al sol para eliminar ciertos principios astringentes. Los cultivares aún no están bien definidos, pero existen parientes silvestres de este cultivo.

El yacón o jícama (*Smallanthus sonchifolus*), es una raíz muy apreciada por su sabor dulce, alto contenido en fructuosa e inulina y baja cantidad en calorías. Existen probablemente parientes silvestres en los valles interandinos.

- **Tubérculos**

Los tubérculos como la papa, oca, papalisa e isaño fueron domesticados en los andes hace miles de años y son parte desde entonces de los patrones alimenticios de los pobladores andinos. La papa (*Solanum tuberosum*), tubérculo originario de los andes centrales, es el tubérculo más importante de Bolivia y cuenta con más de 1600 variedades. La oca (*Oxalis tuberosa*) es el segundo tubérculo en importancia después de la papa y es la única de su género cultivada como especie alimenticia. La papalisa (*Ullucus tuberosus*) presenta dos subespecies: *aborigineus* y *tuberosus*. Dentro de la primera subespecie se encuentran todas las papalisas silvestres. La papalisa cultivada pertenece a la subespecie *tuberosus* que se cultiva por sus tubérculos comestibles. El isaño (*Tropaeolum tuberosum*) es el menos importante, sin embargo, contribuye a la diversidad de tubérculos debido probablemente a su estabilidad de producción en ambientes heterogéneos de la región (Cadima, 2006).

### **Erosión Genética**

La pérdida de variabilidad o erosión genética en los países con alto desarrollo agrícola, se debió principalmente a la concentración de la agricultura en las zonas más favorables para esta actividad, con pocas especies y variedades mejoradas muy productivas, en contraposición a la agricultura familiar la cual se caracteriza por el mantenimiento de la variabilidad genética. La base de esta agricultura es el Conocimiento Tradicional que los pueblos indígenas han desarrollado, sobre todo su tecnología acerca del potencial de los recursos biológicos. De esta manera, se convierten en los guardianes de la biodiversidad, conservando e intercambiando las semillas y por tanto desempeñando un papel importante frente a la seguridad alimentaria.

En Bolivia se contempla dos tipos de agricultura a) la industrial y b) la agricultura familiar o en pequeña escala. En la agricultura industrial los productores agrícolas que cultivan en los llanos tropicales con suelos de fertilidad sostenible, cercanos a la ciudad de Santa Cruz, el Chaco húmedo o sub- andino y una buena parte de los agricultores con acceso al riego en los valles templados y sub-tropicales interandinos, utilizan variedades mejoradas y sobreponen las exigencias del mercado urbano por sobre sus tradiciones alimenticias. En estas zonas la sustitución de las variedades locales es muy alta, sin embargo los agricultores que habitan en las zonas poco aptas para la agricultura, como los llanos pertenecientes a los ecosistemas: amazónico, la llanura mojeña o beniana, la chiquitanía o el cerrado boliviano y el chaco seco, así como los pequeños agricultores de la zona andina carentes de riego y en el altiplano, han sustituido en poca escala a las variedades locales.

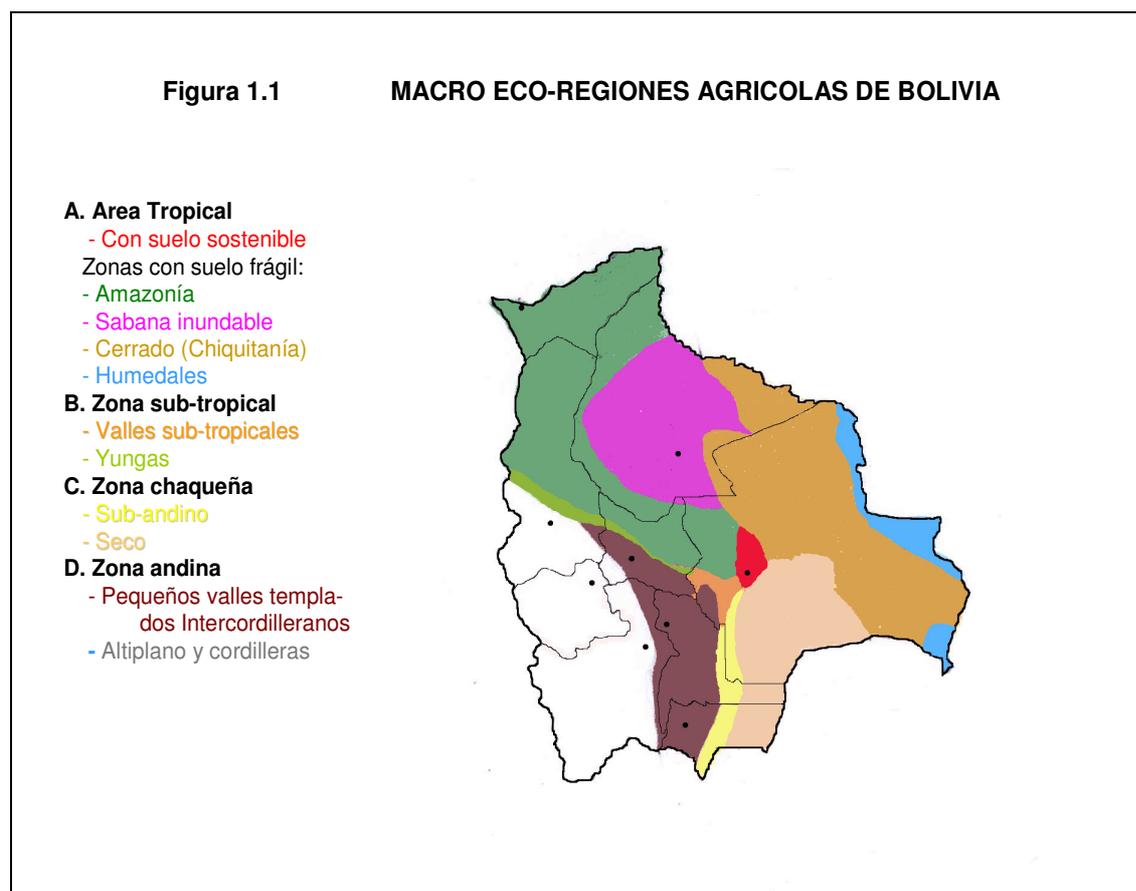
En la agricultura familiar o de pequeña escala que se desarrolla sobre todo en el altiplano y valles interandinos es mucho menor la incorporación de especies no nativas después de la introducción del haba, la arveja y la cebada. Al igual que en los llanos tropicales bajos debido a la fragilidad de los suelos y en la zona andina al riesgo de las cosechas por la mala distribución del agua o las fuertes pendientes en los terrenos cultivados y el peligro de las heladas. Sin embargo la producción que se obtiene de estos sistemas familiares a pequeña escala son destinados exclusivamente a la alimentación de la población nacional; ninguno de los productos entre hortalizas, granos, etc. son para la exportación a excepción de la quinua. Por tanto se convierten en componentes principales de la seguridad y soberanía alimentaria.

En todas estas zonas, donde la agricultura es muy difícil, las exigencias del mercado juega un papel menos importante, sin embargo la erosión genética puede ser acelerada por factores ambientales como sequías, inundaciones, acidificación acelerada de los suelos y otros. En la Figura 1.1 se presenta un mapa de distribución de las diferentes zonas agroecológicas del país.

En el mapa se puede observar que la superficie no marginal para la agricultura, apenas cubre una pequeña parte del territorio nacional, la más importante es la zona tropical con suelo fértil no sujeto a la

acidificación resultante del depósito aluvional del río Grande, que está ubicada cerca de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra; las otras zonas son la pequeña franja adosada a la cordillera en el Chaco y los valles templados y sub-tropicales con riego.

Las zonas marginales para la agricultura cubren la mayor superficie del país, pero con menor área cultivada, estas se han constituido en las áreas que conservan mejor la diversidad genética de los cultivos agroalimentarios, así como los conocimientos denominados en el país como “saber campesino”, los pueblos ubicados en estas zonas marginales para una agricultura desarrollada conservan la cosmovisión local, los usos ancestrales de la flora y fauna, las tecnologías agrícolas y de transformación de los alimentos y todo el acervo cultural del país cuando este era predominantemente rural.



Fuente: G. Ávila (2009)

La superficie cultivada con variedades mejoradas corresponde a más del 75% de la superficie cultivada total, de acuerdo a los informes del ex Programa Nacional de Semillas, y en menos del 30% se cultivan variedades nativas y criollas. En menos de la tercera parte de la superficie cultivada, la diversidad genética de los recursos agroalimentarios están relativamente bien conservados y en el 70% de la superficie cultivada son muy pocas las variedades que se utilizan y son prioritariamente las mejoradas para la agricultura industrial.

Entre los cultivos nativos, se está perdiendo rápidamente la diversidad en el maíz, especialmente en los llanos tropicales, debido a que gran parte de las variedades nativas han sido substituidas con híbridos, variedades mejoradas y variedades más productivas como el cubano amarillo y en los próximos años podría suceder lo mismo con el maní, menor peligro se tiene con las papas y la yuca, mientras que para las

otras especies nativas es casi inexistente la presencia de variedades mejoradas, pero algunas de ellas corren el riesgo de ser abandonadas por los agricultores, como: la achira, la ajipa, la arracacha, el isaño, la maca, la mauca, el yacón, el millmi o coimi, el pallar, el kopuro o frejol reventador, el frejol chui y el tomate arbóreo, pese a que para casi todas estas especies existen o han existido proyectos aislados de valorización comercial de cultivos subexplotados ejecutados por diferentes entidades.

Las variedades criollas antiguas de trigo, cebada, avena, arveja, haba, alfalfa y caña de azúcar, están sufriendo una fuerte disminución a favor de las variedades mejoradas recientemente liberadas o introducidas.

El minifundio y los problemas climáticos, muy particularmente las sequías e inundaciones, dejan cíclicamente grandes zonas del país expuestas a problemas que son difíciles de resolver, motivo por el cual las zonas más frecuentemente afectadas son abandonadas y los habitantes migran a las ciudades incrementando los cinturones de pobreza peri-urbanos o a las zonas de colonización reciente cuyos suelos presentan fragilidad y acides.

Cinco cultivos: la soya, el arroz, la caña de azúcar, el girasol y el sorgo, cultivadas en la zona con suelo fértil de Santa Cruz y el Chaco sub-andino, ocupan 1'528 910 ha, sobre un total de 2'528 020 de ha cultivadas en el país, según las estadísticas del INE 2007, las cinco especies tienen muy pocas variedades e híbridos y todo el material cultivado está bastante emparentado dentro de cada especie, lo preocupante es que ningún banco de germoplasma conserva colecciones de estas especies, solamente existen pequeñas colecciones de trabajo en algunas estaciones experimentales, formadas por variedades mejoradas emparentadas entre ellas. Estos datos nos muestran la dificultad que tendrían los fitomejoradores para resolver un problema en más del 60% de la superficie cultivada en el país.

En los que respecta la erosión genética de los parientes silvestres de las plantas cultivadas, diferentes autores pertenecientes a diversas instituciones han alertado sobre el peligro de extinción de especies silvestres de papas y de maníes, principalmente por la pérdida de su hábitat y el cambio del uso del suelo, ya sea para la construcción de viviendas o por el incremento de la frontera agrícola.

Una buena parte de la diversidad genética de los cultivos agroalimentarios existentes en el país, se conserva en condiciones *ex situ*, en cinco bancos de germoplasma, en el capítulo 3 se describen las condiciones de los mismos.

## CAPÍTULO 2

### EL ESTADO DEL MANEJO *IN SITU*

Lo *in situ* está asociado naturalmente a la vida del hombre en su integridad socio-económica, cultural y técnica; se trata de una simbiosis en todo sentido. Ambos evolucionan juntos.

El movimiento de cultivares originarios en Bolivia es horizontal mediante nichos ecológicos y vertical mediante pisos altitudinales en tierras y territorios dominados por campesinos. Se puede encontrar una gran variabilidad genética caracterizada y evaluada por los campesinos para su seguridad y soberanía alimentaria.

El 70% de los alimentos consumidos en Bolivia se generan en las chacras campesinas, con muy poca ayuda económica y técnica. El campesino subsidia la alimentación citadina.

La amplitud de distribución y la gran rusticidad del germoplasma mantenido a través de un largo período en Bolivia se han mantenido básicamente gracias a la conservación, manejo y utilización *in situ* de los recursos genéticos agrícolas. A través de esta vía los pequeños productores, descendientes directos de los domesticadores originales, siguen perpetuando acciones de tanto significado.

La conservación *in situ* es una actividad realizada por los agricultores, especialmente los pequeños, desde el inicio de la domesticación, tanto de los andinos como los de los llanos tropicales y ofrece la ventaja de mantener una mayor diversidad que las muestras depositadas en los bancos *ex situ* debido a que se cultivan poblaciones con un alto número de individuos, hecho que determina mejores posibilidades de conservar los alelos raros o con baja frecuencia, otra ventaja es que el germoplasma puede evolucionar con el ambiente y las exigencias del hombre, debido a que mediante la selección natural se van arraigando las frecuencias génicas que permiten una mejor adaptación al ambiente, esta última ventaja es más evidente en las plantas alógamas o de fecundación cruzada en relación a las especies autóгамas que normalmente se autofecundan y casi inexistentes para las especies que sólo se reproducen asexualmente, ya que ellas son producto de la multiplicación de clones, y solamente la mutación somática podría ser la única fuente de diversidad, este es un fenómeno que ocurre con muy baja frecuencia. Para todas las especies, independientemente de su forma de reproducción, posiblemente la mayor ventaja es que en las zonas marginales donde es difícil implementar una agricultura tecnificada debido a problemas abióticos insalvables o de solución muy cara, el mantenimiento de la diversidad contribuye a la seguridad alimentaria de las familias de agricultores.

En todas las áreas con limitaciones agrícolas, que como hemos visto abarcan a la mayor parte del territorio nacional, aunque con menor superficie cultivada en relación a las regiones con ambiente favorable, la agricultura es en buena parte de subsistencia, basada en el uso tradicional de variedades y especies prioritariamente destinadas al consumo familiar.

En la región andina donde predomina la pequeña propiedad a veces en un amplio espectro altitudinal, es una necesidad cultivar varias especies para asegurar el sustento familiar, evitando problemas derivados de heladas o sequías o mejorando la utilización de los diferentes niveles de altitud en las laderas montañosas. En los valles templados con riego y suelos fértiles, hay una creciente sustitución de las variedades locales por variedades mejoradas y especies más requeridas por el mercado, especialmente las horto-floro-frutícolas y forrajeras, sin embargo en algunas zonas donde los agricultores podrían ocupar toda su parcela con variedades mejoradas, hay la costumbre de sembrar en la mayor superficie un cultivo comercial destinado a la venta (cash crop), pero en una pequeña parte del predio siembran las variedades y especies que son consumidas por la familia durante todo el año, parte de la tradición de un buen agricultor es producir el alimento familiar en su propia parcela, aunque esta práctica es cada vez menos frecuente.

En la región tropical baja, sólo dos zonas tienen suelos que permiten una agricultura sostenible; una es la que está situada en la zona aluvional del Río Grande y la otra es la zona chaqueña sub-andina, la mayor parte de la amplia región tropical baja tiene suelos donde se cultiva uno o dos años después del desbosque antes de su acidificación y pérdida del manto orgánico, como es el caso de la región amazónica situada al norte del país hasta el trópico bajo del departamento de Cochabamba. En todas estas zonas se cultiva mediante sistemas de descanso del suelo por varios años denominadas barbecho, chume, etc., en las otras zonas tropicales bajas se presentan adicionalmente otros problemas, por ejemplo la sabana mojeña situada en el departamento del Beni, se inunda durante tres a cuatro meses del año y es la zona ganadera más importante del país, en esta zona la agricultura sirve para la alimentación del personal dedicado a la ganadería. En la zona chiquitana o del cerrado boliviano situada principalmente en el departamento de Santa Cruz, el suelo se acidifica rápidamente después del desbosque y se intoxica con aluminio, esta es otra importante zona ganadera y también la agricultura sirve para llenar los requerimientos alimenticios de la población local, generalmente se siembran los cultivos conjuntamente con pastos o gramíneas perennes y una vez cosechado el cultivo queda el pasto para formar praderas para la cría y engorde de ganado. La zona chaqueña alejada de la cordillera situada al sur-este del país, es muy seca y con altas tasas de

evapotranspiración por las altas temperaturas durante la primavera y el verano, esta es dedicada a la ganadería de ramoneo.

En toda la región andina sin riego, laderas de montaña, altiplano y zonas muy altas y en la región tropical baja donde no se tiene suelos fértiles, las variedades locales o introducidas hace siglos son casi siempre mantenidas, por tanto son zonas donde es posible implementar proyectos de conservación de germoplasma agroalimentario *in situ*, con relativa facilidad por ser parte de una práctica agrícola en uso por los agricultores locales.

### **Valor cultural de los recursos fitogenéticos**

Bolivia es un país rico en tradiciones y culturas vinculada al manejo de los recursos genéticos nativos. Esta riqueza se fundamenta en la alta diversidad de regiones agroecológicas y en la alta diversidad étnica, lingüística y cultural que moldean diferentes modalidades de gestión de los agroecosistemas tradicionales con identidad y pertenencia propia. En estos espacios socioterritoriales es donde actualmente ocurren los procesos de conservación *in situ* de recursos fitogenéticos.

En consecuencia, la conservación *in situ* de los recursos genéticos depende del saber que posee cada pueblo indígena y originario, saber que incluye conocimientos tradicionales específicos de manejo de cultivo para cada hábitat y formas particulares de aprovechamiento que implica: técnicas y destrezas muy particulares, patrones de movilidad espacial, patrones de nutrición y consumo basados en ciclos anuales colectivos y sistemas particulares de organización como por ejemplo los Ayllus.

La diversidad de modalidades particulares de gestión local de los recursos genéticos que cada población ha desarrollado, es por sí mismo valioso y representa uno de los pilares fundamentales de la sostenibilidad de la conservación *in situ*. No obstante, el debilitamiento gradual de los sistemas locales de organización, la pérdida intergeneracional de los conocimientos tradicionales acompañada de una desvalorización social y económica de los alimentos nativos hace necesario y urgente la implementación de programas de conservación *in situ* en el país para reducir los efectos de estas tendencias actuales.

En ese sentido, es importante remarcar que el 38 % de la población boliviana es rural con asentamientos predominantes en la región andina. Se estima que 77 % de la población rural forma parte de alguno de los 36 pueblos indígenas y originarios del país, lo cual muestra claramente el gran potencial que Bolivia tiene para promover la conservación *in situ* de recursos genéticos nativos.

### **Instituciones involucradas en conservación *in situ***

Siendo Bolivia un centro de origen de varias especies cultivadas, es evidente que existe una gran cantidad de variabilidad genética en los cultivos nativos y en las variedades criollas o introducidas hace siglos. Para mantener esta biodiversidad de los cultivos algunas instituciones han desarrollado proyectos de conservación *in situ*, en el Cuadro 2.1, se presenta un listado de estas instituciones.

En los planes de trabajo para la conservación de germoplasma del recientemente creado Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Forestal (INIAF), la conservación *in situ* tendría particular relevancia, aunque todavía no han iniciado sus trabajos para implementar sus programas de conservación de germoplasma.

**Cuadro 2.1 Instituciones participantes en proyectos de conservación *in situ***

Institución	Nombre del proyecto	Áreas de trabajo	Especie
ANAPO	Programa de Mejoramiento Genético de Oleaginosas	Llanos, Valles y Chaco	<i>Arachis hypogaea</i>
			<i>Arachis sp.</i>
CIAT-Bolivia	Banco de Semillas Forestales CIAT	Chiquitanía	<i>Swietenia macrophylla</i>
	Mejoramiento genético y manejo integrado del cultivo del algodón		<i>Schizolobium amazonicum</i>
FAN	Producción de un inventario boliviano de los parientes silvestres de plantas cultivadas	Llanos, Valles y Altiplano	Todas las especies silvestres
	Los Parientes Silvestres de Plantas Cultivadas	Llanos, Valles y Altiplano	Todas las especies silvestres
FCAP-UTO	Sistema Nacional para la Seguridad Alimentaria y Alerta Temprana	Altiplano central y sur	<i>Chenopodium quinoa</i>
			<i>Chenopodium pallidicaule</i>
BGA-PROINPA	Manejo, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de granos altoandinos.	Zona alta de Cochabamba	<i>Chenopodium pallidicaule</i>
	Producción sostenible de la quinua en la región Andina	Altiplano Sur y Altiplano Norte	<i>Chenopodium sp.</i>
	Manejo, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de granos altoandinos	Altiplano Norte	<i>Chenopodium hircinum</i>
BGA-PROINPA	VMABCC - Proyecto Global UNEP/GEF "Conservación <i>in situ</i> de los parientes silvestres de cultivos a través del Fortalecimiento del Manejo de Información y su Aplicación en el Campo"	La Paz, Altiplano	<i>Chenopodium spp</i>
BRTA-PROINPA		Cochabamba, Valles	<i>Solanum</i>
CIFP-PAIRUMANI		Valles, Llanos y Chaco	<i>Arachis, Phaseolus, Capsicum,</i>
MHNNKM		Valles, Llanos, Norte Amazónico	<i>Ipomoea, Manihot, Ananas, Anonna,</i>
IIA EI VALLECITO		Tropico	<i>Ipomoea, Manihot, Ananas, Anonna,</i>
CENTRO DE BIODIV.Y GENETICA		Valles, Llanos	<i>Carica, Rubus, Cyphomandra,</i>
HERBARIO NACIONAL DE BOLIVIA		Amazonia	<i>Theobroma, Anacardium, Euterpe, Bactris</i>
CIDOB		Amazonia, Valles, Chaco	<i>Theobroma, Anona, Arachis</i>
FAN		Para todo el proyecto	<i>Desarrollo de Sistema Nacional de Información sobre PSC</i>
IIAEV		Programa Nacional de Leguminosas Alimenticias de Grano	Valles

Fuente: Coordinación Proyecto Parientes Silvestres (2009)

Todas las instituciones que trabajan con proyectos de conservación *in situ*, han centrado sus actividades en la sensibilización a las poblaciones locales sobre la riqueza que mantienen y la relación de esta práctica con su seguridad alimentaria, pocas de estas instituciones paralelamente a la labor de sensibilizar a los agricultores, han trazado proyectos para hacer sostenible esta actividad con beneficio económico para las comunidades campesinas.

Sin embargo, en Bolivia se han desarrollado algunas estrategias interesantes para la conservación *in situ* que se realizaron en los bancos de germoplasma de tubérculos y raíces andinas y el de cereales y leguminosas.

Los proyectos ejecutados por PROINPA y sus entidades socias, han centrado su actividad en microcentros de diversidad detectados en la zona andina y se ha abarcado toda la cadena desde la producción agrícola, la transformación de los productos hasta la comercialización. Un ejemplo de este tipo de trabajo es el desarrollado en Candelaria, Cantón de Colomi, en el Departamento de Cochabamba, este proyecto fue financiado por el Gobierno Belga y ejecutado por la Fundación PROINPA, la Universidad Católica de Lovaina la Nueva y Gembloux de Bélgica, la Universidad Privada Boliviana, la municipalidad de Colomi, AIDAA, la Asociación de Productores de Tubérculos Andinos de Colomi (APROTAC) y otras organizaciones, favoreciendo la conservación *in situ* de la diversidad genética de tubérculos nativos. Los resultados obtenidos han sido publicados en un libro sobre la Promoción de la Diversidad de los Tubérculos Andinos y sus Productos Transformados.

La Fundación PROINPA ha continuado por más de diez años en esta actividad, desarrollando estrategias sostenibles para la conservación *in situ*, siempre haciendo hincapié en la importancia de los microcentros de diversidad genética, analizando su estructura social, geográfica y cultural, la distribución espacial y temporal de los cultivos, los usos y las relaciones etnobotánicas de los cultivos, la aplicación de metodologías participativas de conservación incluyendo las comunidades y al Municipio, sus posibles aplicaciones agroindustriales, el empoderamiento de la biodiversidad local, la relación de la conservación *in situ* y *ex situ* y el eco-turismo en los centros de agrobiodiversidad. Una síntesis de la investigación y experiencias fue presentada en un libro sobre el “Manejo Sostenible de la Biodiversidad de los Tubérculos Andinos” y en folletos de las actividades realizadas en los departamentos de Cochabamba y Potosí.

Otro enfoque es el desarrollado por el Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani, que prioriza la necesidad de incrementar los ingresos de los agricultores que conservan germoplasma en los valles y laderas sin riego, estimulando un premejoramiento participativo del germoplasma local, estos trabajos los realizó en el Valle Alto de Cochabamba con dos razas de maíz originarias de esta zona.

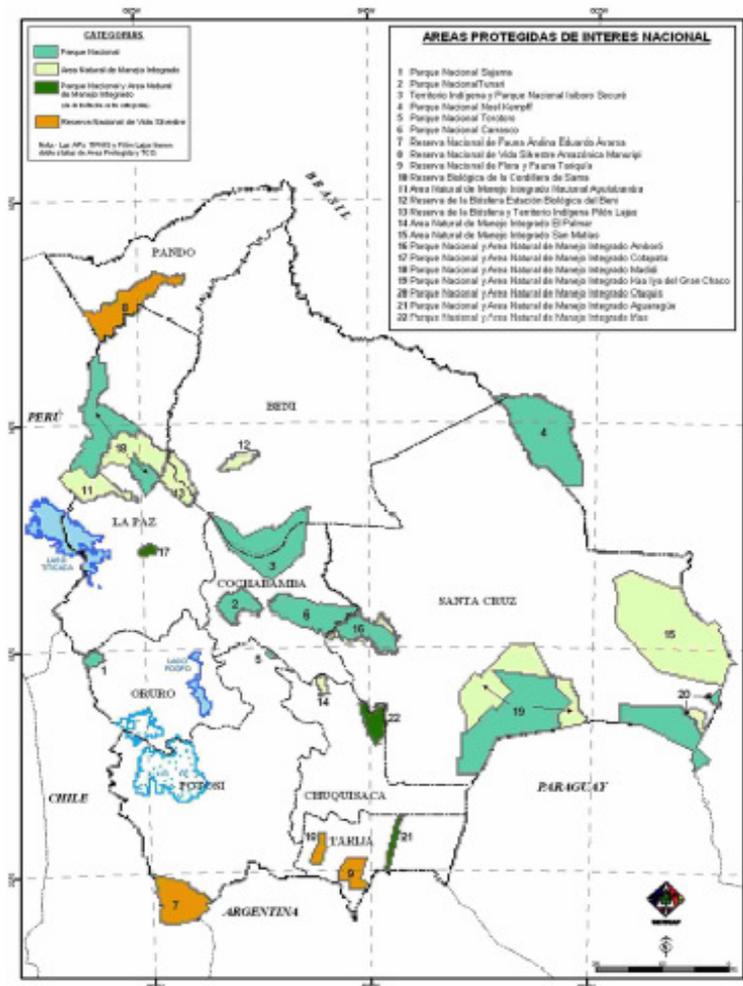
El premejoramiento participativo del maíz permite la formación de compuestos raciales derivados de la selección participativa. Consiste en implantar parcelas de evaluación de todas las accesiones pertenecientes a una raza e incluir muestras de semillas de los agricultores que deseen probar sus variedades, y dejar a los agricultores de la comunidad para que ellos seleccionen las accesiones superiores y en base a estas calificaciones implantar una parcela de policruzamiento con la semilla de las accesiones seleccionadas por los agricultores. Finalmente entregar a los agricultores la semilla del compuesto racial formado con la fracción superior.

Otra actividad desarrollada por Pairumani con maíz, en el marco del SINARGEAA, es la identificación de genes útiles a través de evaluaciones moleculares, dentro una raza, como los relacionados con la tolerancia o resistencia a las principales enfermedades y plagas de la zona y la multiplicación de las accesiones portadoras de los genes útiles o la incorporación de estos genes en las variedades locales, para mitigar los bajos niveles de productividad y luego distribuir esta semilla a los agricultores para premiar de esta manera a los que conservan el germoplasma local.

## Áreas Protegidas

Las áreas protegidas de carácter nacional constituyen la estrategia de conservación de nuestra biodiversidad. Para ello se ha creado el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), para que atienda áreas de diferentes categorías que presentan rasgos naturales de importancia nacional o internacional. Su administración y gestión integral es responsabilidad del Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP)

Figura 2.1. Áreas Protegidas Nacionales



Fuente: SERNAP (2007)

Hasta 1992 existían únicamente 4 áreas protegidas bajo algún grado de gestión (Estación Biológica del Beni, Parque Nacional Noel Kempff Mercado, Parque Nacional Amboró y Reserva Nacional de Fauna Ulla Ulla), cuyas actividades se realizaban sin contar con un marco de gestión organizada y sistémica. Al presente, las áreas protegidas de carácter nacional representan un conjunto de 22 áreas, todas bajo gestión, que abarcan en total 170.048 km<sup>2</sup> de superficie o un 15.5% del territorio nacional. Desde 1998, la superficie de las áreas protegidas nacionales aumentó en 3.444 km<sup>2</sup> equivalente a un 0.3 % del territorio nacional.

## Conservación *in situ* de parientes silvestres de cultivos

Un grupo muy importante de recursos genéticos son los parientes silvestres de cultivos, que han desarrollado resistencia a las plagas y enfermedades, por lo que tienen gran valor para la agricultura y la alimentación, estos continúan sobreviviendo en poblaciones naturales. Son portadores de genes valiosos para mejorar los cultivos, elevar el valor nutricional y por ende asegurar la alimentación.

Los parientes silvestres de cultivos están en peligro, principalmente por la pérdida de su hábitat, los efectos del cambio climático, la creciente industrialización de la agricultura, el manejo inadecuado de suelos y de aguas, la quema (chaqueo) y pastoreo intenso. Estas amenazas tienen profundas repercusiones y dan lugar a la erosión genética de estos recursos. Asimismo, influyen en el desarrollo económico, social y cultural de los pueblos y el equilibrio de la diversidad biológica, que es el soporte de la vida. Por lo que los parientes silvestres de cultivos deben ser conservados para mantener la diversidad genética de las plantas del país y del mundo y contar con fuente de genes que proporcionen tolerancia. Todas las plantas modernas contienen genes que son derivados de los parientes silvestres de cultivos.

Bolivia es un país con una gran riqueza biológica y más de treinta etnias que formaron culturas milenarias, que con base en la biodiversidad crearon por vía de la domesticación algunas de las más importantes especies que actualmente alimentan a gran parte de la población mundial, tales como la papa, zapallo, maní, ajíes y otros cultivos. Sin embargo, los recursos genéticos de parientes silvestres de cultivos son los menos estudiados. El investigador Julio Rea inició estudios en los años 60 y 70. Por otro lado, en el marco del Programa Mundial de Agrobiodiversidad del CDB, durante el periodo 2005-2009 el Ministerio de Medio Ambiente y Agua – Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos (MMAyA-VMABCC) a través del *Proyecto Global UNEP/GEF “Conservación In situ de los Parientes Silvestres de Cultivos a través del Fortalecimiento del Manejo de Información y su Aplicación en el Campo”* viene realizando diferentes acciones relacionadas a la investigación y conservación de parientes silvestres de cultivos. El Proyecto es orientado a necesidades nacionales y globales para mejorar la seguridad alimentaria a través de la conservación y uso de los parientes silvestres de cultivos. Es implementado en cinco países - Armenia, Bolivia, Madagascar, Sri Lanka y Uzbekistán- y coordinado por Bioversity Internacional con el co-financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (FMAM - GEF en inglés-) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

En Bolivia el proyecto se ejecuta con participación de instituciones nacionales de investigación de Universidades públicas de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz; Bancos de Germoplasmas, una organización nacional de pueblos indígenas y una organización no gubernamental dedicada a la conservación de la biodiversidad (LPB/UMSA, MHNNKM/UAGRM, CBG/UMSS, CIF PAIRUMANI, PROINPA, CIDOB) priorizando el trabajo de investigación y generación de conocimiento de los parientes silvestres de cultivos de 16 géneros importantes para la alimentación, con el objeto de sistematizar información existente y nueva para poner a disposición de la población en general a través del portal nacional [www.cwrbolivia.gov.bo](http://www.cwrbolivia.gov.bo). Esta información es de utilidad para la toma de decisiones en los niveles de investigación, producción, planificación pública y otros; la formulación de planes de conservación y uso de parientes silvestres de cultivos, el diseño de políticas y normas relacionadas con la investigación, conservación y uso de biodiversidad.

Estos géneros incluyen especies silvestres emparentadas con cultivos alimenticios tales como: raíces y tubérculos, granos, leguminosas, frutales, especias, nueces y palma: papa (*Solanum*), yuca (*Manihot*), camote (*Ipomoea*), quinua y cañahua (*Chenopodium*), maní (*Arachis*), frejol (*Phaseolus*), ajíes (*Capsicum*), tomate de árbol (*Cyphomandra*), papaya (*Vaconcella*), chirimoya (*Annona*), piña (*Ananas*), mora (*Rubus*), cacao (*Theobroma*), cayú (*Anacardium*), palmito (*Bactris*) y asaí (*Euterpe*).

En el marco de dicho proyecto global, Bolivia ha participado en el desarrollo y establecimiento de un portal global sobre parientes silvestres de cultivos ([www.cropwildrelatives.org](http://www.cropwildrelatives.org)) a través del cual los países involucrados en el proyecto ya difunden e intercambian información.

Se desarrolló un sistema de información nacional de parientes silvestres de cultivos (SNIPSC) que integra la información dispersa de instituciones nacionales involucradas en el proyecto. El Sistema está conformado de seis bases de datos institucionales, un portal nacional y un GIS WEB, contiene información de parientes silvestres de 15 géneros priorizados: aproximadamente 3223 registros de 190 especies, de los cuales 33 especies son endémicas de Bolivia. Las bases de datos de 6 de estas instituciones pueden ser consultadas en línea a través del portal nacional de PSC (<http://www.cwrbolivia.gov.bo>). El Google Map ha sido personalizado para que funcione como un GIS WEB y está integrado al portal nacional. También, se ha incorporado una “Galería de mapas” con aproximadamente 150 mapas de diferentes tipos, por ejemplo: mapas de distribución actual y potencial de especies de PSC, sitios de colectas y otros; y una “Galería de Imágenes” con aproximadamente 152 fotos de las diferentes especies de PSC. Además, contiene un Atlas de PSC.

Se han desarrollado las capacidades de las instituciones nacionales para el manejo de información de parientes silvestres de cultivos para diferentes fines utilizando herramientas de análisis espacial como el SIG, entre otros.

Se han elaborado materiales de difusión, educación y actividades de sensibilización del público para incrementar la conciencia del valor de parientes silvestres de cultivos y la necesidad de su conservación.

Con la información existente y levantada en campo, se ha:

- Determinado la posición taxonómica de especies con dudas de los géneros *Manihot*, *Chenopodium*, *Ipomoea*.
- Identificado un total de 95 especies de parientes silvestres de cultivos pertenecientes a 17 géneros (Inventario preliminar).
- Elaborado mapas de distribución actual y potencial de más de 100 especies.
- Categorizado 70 especies de PSC de acuerdo al grado de amenaza según criterios de la UICN y se publicará en Abril 2009 el primer Libro Rojo de Parientes Silvestres de Cultivos de Bolivia.
- Determinado el valor nutritivo de especies de quinua silvestre para fines de uso agroindustrial (pipoqueado y repostería).
- Evaluado germoplasma de quinua con características potenciales para el mejoramiento genético (maduración precoz y resistencia a plagas).
- Colectado material genético de especies silvestres de papa, quinua y maní y conservado en los bancos de raíces y tubérculos andinos y granos alto andinos en custodiados por PROINPA, el banco de cereales y leguminosas, incrementado el número de accesiones de especies silvestres.
- Elaborado un atlas de parientes silvestres de cultivos de Bolivia, disponible en el Portal Nacional.
- Elaborado y publicado un atlas de especies silvestres y cultivadas de papa de Bolivia, que contiene información básica sobre las características morfológicas y genéticas de las especies silvestres de papa

existentes en Bolivia, así como del hábitat en el que crecen y su rango de distribución geográfica ilustrado en mapas elaborados bajo condiciones climáticas actuales y futuras.

Si bien existen lineamientos para la conservación *in situ* de parientes silvestres de cultivos importantes para la alimentación en la Estrategia Nacional de Conservación de la Biodiversidad de Bolivia, es necesario complementar las políticas nacionales para asegurar la conservación de los mismos. En este sentido, el VMABCC a través del Proyecto iniciará la elaboración de Lineamientos de Política y un Plan Nacional de Conservación *in situ* de PSC. Se iniciará la elaboración de planes de manejo de dos especies existentes en un Área Protegida a determinar.

### Inventario de recursos fitogenéticos

Son pocas las iniciativas de inventariación de recursos fitogenéticos nativos realizados en Bolivia. Algunos casos documentados que se pueden citar constituyen los inventarios conducidos en el marco del SINARGEAA, tanto para granos alto andinos como para tubérculos, realizados en determinados microcentros de diversidad.

En el caso de tubérculos andinos, se cuentan con un inventario completo de papa, oca, papalisa e isaño realizado el año 2002 en el microcentro de Candelaria del municipio de Colomi, departamento de Cochabamba (Terrazas, 2007). En el microcentro Norte Potosí-Oruro, se cuenta con un inventario de papa nativa realizado en una muestra de 8 comunidades de los Ayllus Chullpa, Aymaya, Thayaquira y Sullka de la región. Estos inventarios constituyen registros o censos varietales que contienen información sobre los nombres locales de las variedades, su distribución, frecuencia, abundancia y la tenencia de variedades que los habitantes del microcentro conservan en el seno familiar.

**Cuadro 2.2. Microcentros de diversidad de granos altoandinos y tubérculos que cuentan con inventarios.**

Departamento	Provincia	Municipio	Comunidad	# de familias involucradas directos
La Paz	Nor Yungas	Coroico	San Juan de la Miel, Inca Pampa, Minachi	47
	Camacho	Escoma	Cariquina Grande	32
Oruro	Avaroa	Challapata	K'ulta, tondoko	15
	P. Dalence	Huanuni	Urachaquilla, Jisq'oyo,	18
	Bustillo	Llallagua	Falauani, Sivingani	27
Potosí	Bustillo	Uncía	K'arojo, Condoriri	17
	Charcas	San Pedro	Chiru K'asa	22
Cochabamba	Chapare	Colomi	Tablas Monte, K'alliri, P'aracti, Miguelito	30
La Paz	Ingavi	Desaguadero	Titijoni	55
La Paz	Los Andes	Puerto Perez	Cachilaya	300

Fuente: Coordinación Proyecto Parientes Silvestres (2009)

En otros microcentros como Titijoni de la provincia Ingavi, ubicada al sur de Lago Titicaca; Cachilaya de la provincia Los Andes, ubicada en la rivera centro del Lago; y Cariquina Grande de la provincia Camacho, ubicada al norte del Lago Titicaca, en los años 2005-2008 se realizaron inventarios de la agrobiodiversidad que cultivan las comunidades mediante registros de variedades por cultivo y la tenencia de las variedades. En el cuadro siguiente se puede apreciar la cobertura territorial y social de éstos inventarios de agrobiodiversidad.

## **Desarrollo de estrategias de fortalecimiento a la conservación *in situ***

La conservación *in situ* es tan antigua como la agricultura misma, sin embargo el interés institucional (gubernamental o no) de apoyar y fortalecer este tipo de conservación es relativamente reciente. En ese sentido, en el país se han desarrollado algunas iniciativas muy importantes por su enfoque innovador en cuanto a las estrategias de apoyo a las comunidades en conservación *in situ*.

Uno de los casos constituye la estrategia desarrollada para tubérculos y granos altoandinos, que plantea que la mejor manera de apoyar a los agricultores conservacionistas, para que continúen seleccionando y manejando especies y poblaciones varietales nativas, es promover procesos orientados a incrementar el valor de los recursos fitogenéticos (valorización). Ello implica dinamizar el uso local directo de los recursos genéticos, ya sea como parte de procesos comerciales (valorización económica), no comerciales ligados a los usos y tradiciones locales y la seguridad alimentaria familiar (valorización social) o como uso indirecto a través de los servicios ambientales prestados por las variedades, como el mantenimiento de los procesos evolutivos (valorización ecológica) de acuerdo a las expectativas y prioridades de los propios agricultores. A continuación se presentan algunas experiencias de apoyo a la conservación *in situ* realizada con comunidades campesinas o indígenas- originarias.

Se tienen experiencias en 4 microcentros de diversidad en tubérculos andinos y en 3 microcentros en granos altoandinos. En total 21 comunidades y más de 500 familias se han involucrado directamente en estas iniciativas piloto de conservación *in situ*. De manera resumida las acciones principales desarrolladas fueron: la promoción de ferias de biodiversidad y cultura en cada microcentro, la recuperación y reintroducción de semillas nativas en una labor de interrelación con los bancos de germoplasma, la recuperación y difusión local de los conocimientos tradicionales y usos, capacitación y apoyo a la producción ecológica, y finalmente apoyo al desarrollo de emprendimientos locales de aprovechamiento de recursos genéticos para el mercado con asociaciones de productores.

Los resultados destacables de estas experiencias se pueden resumir en lo siguiente:

- Empoderamiento de las comunidades involucradas y de las instancias locales de gobierno del tema de conservación de recursos genéticos, que en algunos casos ha derivado en incidencia en política local donde a través de resoluciones municipales se reconoce una identidad territorial ligada al manejo de una riqueza local de cultivos y variedades nativas.
- Recuperación de variedades locales en riesgo de perderse, muchas de las cuales, además de ser conservadas bajo las dinámicas propias de la conservación *in situ*, se conservan localmente en bancos comunales o en el banco de germoplasma.
- Recuperación del conocimiento local asociado al uso de recursos genéticos en cartillas, catálogos etnobotánicos y otros medios de documentación que se utilizan para difundir el saber local en las escuelas y medios de comunicación.
- Mejoramiento de la producción de los cultivos nativos mediante la validación y adopción de tecnologías y prácticas agroecológicas de cultivo, como el empleo de bioinsumos y el uso de semilla sana (libre de virus y otros patógenos).
- Emprendimientos comunitarios de aprovechamiento de los recursos genéticos, donde organizaciones de agricultores incrementan la producción de variedades nativas, para generar excedentes orientados al mercado y encarar procesos de comercialización de sus productos, ya sea como productos frescos o como productos con valor agregado.

## **Oportunidades y Limitaciones**

Todo el trabajo de conservación *in situ* lo ejecutan los agricultores, especialmente los pequeños agricultores de la zona andina carente de riego, así como las zonas con suelos frágiles y zonas secas de la región tropical baja, donde la utilización de las variedades y especies tradicionales es casi la única forma segura de producción de alimentos de origen vegetal, debido a que las variedades mejoradas requieren de suelos con buena humedad y fertilidad para expresar su potencial productivo, mientras que las variedades locales con bajos rendimientos, son más estables dentro su bajo nivel de productividad, consiguientemente en estas zonas son pocas las limitaciones para establecer proyectos de conservación *in situ*, sin embargo los bajos niveles de productividad y el alto índice de fertilidad humana, hacen que en estas áreas donde se conservan las variedades tradicionales sean las económicamente más deprimidas y se han convertido en las zonas con mayor tasa de expulsión de la población, por tanto paralelamente a los proyectos de conservación *in situ*, es necesario mejorar sus ingresos económicos ya sea con actividades complementarias o incrementando, así sea en pequeño porcentaje, el nivel de productividad agropecuaria.

Con la finalidad de alcanzar estos objetivos en PROINPA, han desarrollado la posibilidad de concentrar en los microcentros de biodiversidad las actividades de conservación *in situ*, mediante una estrategia de valorizar los productos hasta hacerla sustentable, mientras que Pairumani ha centrado su estrategia en mejorar sus rendimientos mediante sistemas de premejoramiento participativo y la incorporación de genes útiles a las variedades nativas conservadas por los agricultores.

Se presentan estas posibilidades no solamente como un informe sino también como ejemplos válidos para futuros programas de conservación *in situ*, los mismos que podrían ser enriquecidos por varias instituciones, se espera otras propuestas que conduzcan a la valorización y reconocimiento del trabajo que realizan los agricultores pequeños al conservar sus cultivos y su diversidad dentro sus predios haciendo sostenible esta actividad.

En las áreas favorables a la agricultura como la zona andina bajo riego en, la zona chaqueña sub-andina y principalmente en la zona tropical cruceña con suelos fértiles, es cada vez más difícil mantener el germoplasma local por la sustitución con variedades mejoradas y especies de reciente introducción destinada a los mercados urbanos, debido a que ya se están perdiendo o se han perdido las variedades locales y su reintroducción es casi imposible, por tanto no son zonas donde la conservación *in situ* podría cobrar alguna importancia.

## **CAPÍTULO 3**

### **EL ESTADO DEL MANEJO *EX SITU***

#### **Recolecciones sistemáticas**

La primera recolección sistemática de germoplasma en Bolivia se la realizó a principios de los años 50s, con fondos donados de la Technical Cooperation Administration y la Fundación Rockefeller, se colectaron 844 accesiones de maíz y se enviaron al Banco de Plasma Germinal de Medellín, Colombia. Un duplicado de esta colección se quedó en la Estación Experimental de La Tamborada perteneciente al entonces Ministerio de Agricultura y posteriormente cedida a la Universidad Mayor de San Simón. Otro duplicado de seguridad se envió al Banco Nacional de germoplasma de los EEUU en Fort Collins. El duplicado que se quedó en Bolivia se mantuvo en pésimas condiciones, pero una gran parte de la colección todavía pudo germinar y fue regenerada a fines de los años 60, pero a principios de los años 70 los responsables perdieron toda la colección boliviana de maíz y las accesiones de esta colecta no han sido repatriadas.

A fines de los años 60s, se realizó una recolección de quinua, financiada por el Proyecto FAO-OXFAN BOLIVIA II. En los años 80s con financiamiento del entonces International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), institución después re-denominada como Internacional Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), se amplió la colección de quinua y se incluyó cañahua, la misma que posteriormente fue ampliada por el ex IBTA e incluyó otros granos alto-andinos; todas las colecciones fueron depositadas en la Estación Experimental de Patacamaya perteneciente al Ministerio de Agricultura, después traspasada a la Prefectura de La Paz; en Patacamaya se perdió la colección, pero un duplicado de todas las especies colectadas conserva la Fundación PROINPA en el Banco de Germoplasma de Granos Altoandinos de Quipa Quipani.

Por su lado la Estación Experimental de San Benito, perteneciente al entonces Ministerio de Economía, financió la recolección de durazneros y otros frutales de valle, esta estación experimental pasó al Ministerio de Agricultura y luego a la Prefectura de Cochabamba, se conoce poco sobre los datos de esta colección, la misma que es conservada *in vivo* en San Benito.

A principios de los años 80s. el entonces IBPGR, conjuntamente a la Fundación Simón I. Patiño, financiaron diversas misiones de recolección de maíz, fríjol, ajíes, cucúrbitas, lupinos y amarantos o millimi; a estas misiones se sumó la contribución de la Fundación Simón I. Patiño para la recolección de trigo, haba y arveja, las cuales se conservan en el Banco de Germoplasma de Pairumani, duplicados de parte de la colección de maíz se tiene en Fort Collins de EEUU y el Centro Internacional de Mejora de Maíz y Trigo (CIMMYT) y de una parte de la colección de fríjol en el Centro internacional de Agricultura Tropical (CIAT), desafortunadamente en los datos de pasaporte del CIAT, no han conservado la numeración de origen del banco de Pairumani, con los estudios de caracterización molecular que se están ejecutando independientemente en el CIAT y en Pairumani, se espera que se pueda establecer las relaciones de las accesiones conservadas por ambos bancos.

Siempre en los años 80s el IBPGR financió la recolección de papa y otros tubérculos y raíces andinos, las colecciones fueron depositadas en la Estación Experimental de Toralapa, actualmente esta colección es mantenida por la Fundación PROINPA y un duplicado de una parte de la colección de papa se ha enviado al centro Internacional de la Papa (CIP), igualmente el CIP no ha mantenido la numeración de ingreso y ahora se trabaja en establecer la relación con la colección mantenida en Bolivia.

Completando el plan del entonces IBPGR, de coleccionar en los centros de origen el germoplasma nacional, se recolectaron cerca de 500 accesiones de maní, las cuales fueron depositadas en el Centro de Agricultura Tropical de Santa Cruz, que se perdió al poco tiempo por las condiciones climáticas de Santa Cruz. Un duplicado de esta colección se envió a la Estación Experimental de Manfredi en Argentina, la misma ha sido recientemente repatriada y se la conserva en Pairumani.

Con el financiamiento del IBPGR y el Centro Internacional de Agricultura Tropical, se realizó una colecta poco numerosa de yuca, la misma se conserva en el CIAT de Colombia.

En los años 80s, el Instituto Interamericano para las Ciencias Agrícolas (IICA) financió la recolección de tarwi o lupino, que fue depositada en la Estación Experimental de Belén, entonces perteneciente al Ministerio de Agricultura, posteriormente transferida a la universidad Mayor de San Andrés, todos los datos de pasaporte se perdieron y aunque las condiciones ambientales del altiplano permiten la conservación a mediano plazo de las semillas, no se sabe si todavía esta colección germina.

En los años 90s el entonces Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), perteneciente al Ministerio de Agricultura, financió algunas misiones de colecta, entre ellas de haba, y fue depositada en la Estación Experimental de San Benito, actualmente dependiente de la Prefectura de Cochabamba, se desconoce el estado de conservación de las muestras y si existen los datos de pasaporte.

También el IBTA, estableció colecciones de: Anacardio, castaña amazónica, achiote, cítricos, gomero, manga y café, en la Estación Experimental de Sapecho, las mismas se conservan en mal estado y sin documentación.

A fines de los años 90s, el IPGRI y Pairumani ampliaron la colección de fríjol nativo y pasifloras comestibles andinas, estas colecciones se conservan en el banco de Germoplasma de Pairumani, un duplicado de la colección de pasifloras se envió al CIAT de Colombia.

Los duplicados de seguridad de maíz, papa, fríjol y pasifloras fueron impuestos por los contratos de colecta firmados entre los financiadores y el entonces Ministerio de Agricultura, antes de la firma de la Decisión 391 de la Comunidad Andina de Naciones, que regula el acceso a los recursos genéticos.

A mediados de los años 2000 con el financiamiento del Sistema Nacional de Recursos Genéticos Agropecuarios (SINARGEAA), perteneciente al Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente y de la Fundación Simón I. Patiño, se recolectaron 420 accesiones de maní cultivado, la colección se conserva en el Banco de Germoplasma de Pairumani.

Con el financiamiento del SINARGEAA y otras fuentes en los últimos cinco años el Banco de Granos Altoandinos de PROINPA recolectó 203 accesiones de quínuva y cañahua cultivadas y el Banco de Tubérculos y Raíces de PROINPA 360 accesiones de papa cultivada, 97 accesiones de chirimoya y 30 de tomate de árbol.

A partir del año 2005 con el financiamiento del SINARGEAA y el SEDAG de Tarija se creó el banco de germoplasma Frutales de Valle y se recolectaron 44 accesiones de durazno y 5 de ciruela.

La estación experimental de Vallecito dependiente de la Universidad Gabriel René Moreno ha colectado pequeñas colecciones de germoplasma nativo de yuca, camote y fríjol las cuales conserva en la Estación Experimental Vallecito.

La facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad técnica de Oruro, ha recolectado un importante número de accesiones de quinua, cañahua y papas, no se tiene duplicados de seguridad de estas colecciones en los bancos de PROINPA, oficialmente reconocidos como responsables de los sub-sistemas para granos altoandinos y tubérculos.

Existen colecciones de trabajo en diferentes instituciones, bajo condiciones mal controladas y con datos de recolección incompletos, se destaca la colección de más de 262 accesiones de quinua que tiene el Centro de Investigación y Producción Comunal Irpani (CIPROCOMI) y 100 accesiones de maní que tiene ANAPO, 105 accesiones de numerosas especies tropicales que tiene el CIAT de Santa Cruz, 752 accesiones de unas 80 especies forrajeras que tiene el Centro de Investigaciones Forrajeras de La Violeta perteneciente a la Universidad Mayor de San Simón de Cochabamba.

En los últimos dos años, con el financiamiento del Proyecto Parientes Silvestres de la UNEP y GEF, los bancos han aprovechado de coleccionar especies silvestres emparentadas con las cultivadas y mantenerlas en los bancos, pese a que el proyecto estaba sólo diseñado para la conservación *in situ*, es difícil prever el futuro de estas colecciones de especies silvestres debido a que algunas de ellas presentan dificultades para la regeneración y la conservación *ex situ*.

Las Universidades del Beni y de San Simón de Cochabamba, han recolectado más de 40 especies de frutales silvestres de la amazonía en un intento de domesticación y evaluación de los mismos. En este

campo, el CIAT de Santa Cruz está realizando una multiplicación comercial de plantines de achachayrú (*Rheedia achachairu*).

La Universidad Tomás frías de Potosí ha creado un centro de conservación de la biodiversidad andina agroforestal, habiendo recolectado algunas muestras de *Prosopis*, especie utilizada para la alimentación de las poblaciones locales.

Desde el año 2004, se da inicio a la colecta de raíces en los departamentos de La Paz, Cochabamba, para formar la colección de raíces, actualmente mediante procesos de enriquecimiento gradual de germoplasma ha alcanzado alrededor de 127 accesiones, de las cuales 38 son de arracacha, 14 de achira, 36 de yacón, 9 de walusa y 30 de ajipa.

### **Conservación en Bancos de Germoplasma**

En el marco del Decreto Supremo 25717, se crea el Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y Alimentación (SINARGEAA) a través de una Resolución Ministerial 032 de 22 de abril de 2003. El Estado boliviano da en calidad de custodia los diferentes bancos a instituciones privadas y universidades. El sistema estaba conformado por los siguientes bancos de germoplasma:

1. Raíces y Tubérculos, custodiados por la Fundación PROINPA.
2. Cereales y leguminosas, custodiados por la Fundación Patiño.
3. Granos Alto Andinos, custodiados por la Fundación PROINPA.
4. Frutales de Valle, custodiados por la Prefectura de Tarija.
5. Camélidos, custodiados por la Universidad Técnica de Oruro.
6. Forestales, custodiados por la Universidad de San Simón (UMSS) de Cochabamba.

De los seis bancos, los cuatro primeros conservan recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación. Entre estos bancos y otras colecciones en Bolivia se conservan 15.620 accesiones de especies agroalimentarias cultivadas y sus parientes silvestres. En el Cuadro 3.1, se presentan las especies y el número de accesiones conservadas por las diferentes entidades involucradas en la actividad.

Actualmente, el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), de acuerdo al Decreto Supremo 29611 de junio de 2008, en su Artículo 5 inciso c), es la entidad responsable de “administrar el sistema nacional de recursos genéticos agrícolas, pecuarios, acuícolas y forestales, Bancos de germoplasma y centros de investigación”. Una de las actividades realizadas por esta institución es la elaboración de un Plan de transición de los bancos de germoplasma al INIAF por un periodo comprendido por dos años.

Fuera de las colecciones citadas en el Cuadro 3.1, se conservan 752 accesiones pertenecientes a 80 especies forrajeras en el centro de investigaciones forrajeras de La Violeta en la UMSS (ver Anexo) y unas 620 accesiones de trabajo conservadas por diferentes centros de investigación y otras instituciones.

El Banco de Germoplasma de Pairumani conserva 4.803 accesiones, el Banco de Tubérculos y Raíces Andinas PROINPA conserva 4.595 el Banco de granos Altoandinos PROINPA conserva 3.344 accesiones, el Banco de germoplasma de Granos Andinos de la Facultad de ciencias Agrícolas y Pecuarias de la UTO conserva 2.597, el Instituto de Investigaciones Agrícolas El Vallecito de la UMGRM conserva 128 y el Banco de Frutales de Valle del SEDAG y CENAVIT de Tarija 154 accesiones.

Todas las especies nativas con importancia económica se mantienen en colecciones importantes, excepto la yuca (*Manihot esculenta*), especie de la cual hay sólo una pequeña colección en la Estación Experimental el Vallecito y una colección de trabajo en el CIAT. La variabilidad genética de la quinua (*Chenopodium quinoa*) es la mejor representada con más de 5.000 accesiones en los Bancos de

PROINPA, la UTO y una entidad denominada CIPROCOMI, aunque es posible que el número sea realmente menor debido a la presencia de una buena cantidad de duplicados.

Algunos cultivares criollos o introducidos hace varios años con importancia económica, no están conservados o las colecciones son muy pequeñas como el arroz, la cebada, el café, el banano, el plátano, los cítricos y la caña de azúcar.

Para algunos cultivos con alta importancia económica como la soya, el arroz, el girasol, el sorgo el té y otros no existe un banco de germoplasma, excepto pequeñas colecciones de trabajo.

**Cuadro 3.1 Número de accesiones conservadas en Bolivia**

Interesado nacional	Origen de las muestras	Nombre de la especie	N° de muestras	Total de muestras
Banco de Granos Altoandinos PROINPA	Cultivar nativo	<i>Chenopodium quinoa</i>	3.121	4.595
		<i>Chenopodium pallidicaule</i>	801	
		<i>Amaranthus caudatus</i>	51	
		<i>Lupinus mutabilis</i>	12	
	Criollo	<i>Vicia faba</i>	220	
	Maleza	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	63	
	Silvestre	<i>Chenopodium</i> spp.	327	
		<i>Chenopidium pallidicaule</i> var. <i>pampalasta</i>	44	
		<i>Atriplex</i> sp.	51	
		<i>Suaeda foliosa</i>	27	
Banco de Tubérculos y Raíces Andinas. PROINPA	Cultivar nativo	<i>Solanum</i> spp. (7 especies)	1.760	3.344
		<i>Oxalis tuberosa</i>	487	
		<i>Ullucus tuberosus</i>	197	
		<i>Tropaeolum tuberosum</i>	79	
		<i>Annona cherimola</i>	29	
		<i>Smallanthus sonchifolius</i>	43	
		<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	41	
		<i>Canna edulis</i>	17	
		<i>Pachyrhizus ahipa</i>	18	
		<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	11	
		<i>Pachyrhizus tuberosus</i>	22	
	Silvestre	<i>Solanum</i> spp. (34 especies)	638	
		<i>Annona</i> spp. (2 especies)	2	
Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani	Cultivar nativo	<i>Zea mays</i>	1.470	4.803
		<i>Phaseolus</i> spp.	326	
		<i>Amaranthus caudatus</i>	134	
		<i>Lupinus mutabilis</i>	105	
		<i>Capsicum</i> spp.	447	
		<i>Cucurbita</i> spp.	450	
		<i>Passiflora</i> spp.	49	
		<i>Arachis hypogaea</i>	1.020	
	Cultivar criollo	<i>Vicia faba</i>	503	
		<i>Pisum sativum</i>	78	
		<i>Triticum</i> spp.	100	
	Silvestre	<i>Phaseolus</i> spp.	19	
		<i>Capsicum</i> spp.	53	
		<i>Passiflora</i> spp.	29	
		<i>Arachis</i> spp.	20	

Interesado nacional	Origen de las muestras	Nombre de la especie	N° de muestras	Total de muestras
Vallecito UGRM	Cultivar nativo	<i>Manihot esculenta</i>	30	128
		<i>Ipomoea batatas</i>	8	
		<i>Phaseolus vulgaris</i>	12	
	Mejorada	<i>Manihot</i> sp.	8	
		<i>Ananas</i> spp.	4	
	Silvestre	<i>Ipomoea</i> spp.	14	
		<i>Manihot</i> spp.	52	
SEDAG-Tarija	Cultivar criollo y variedad mejorada	<i>Prunus persica</i>	72	128
		<i>Pyrus malus</i>	7	
		<i>Juglans</i> sp.	1	
		<i>Pyrus communis</i>	5	
		<i>Olea europaea</i>	13	
		<i>Cydonia oblonga</i>	1	
		<i>Prunus armeniaca</i> var. <i>vulgaris</i>	3	
		<i>Prunus amygdalus</i>	6	
		<i>Prunus avium</i>	2	
		<i>Prunus domestica</i>	18	
CIBREF-FCAP-UTO	Cultivar nativo	<i>Chenopodium quinoa</i>	1.700	2.597
		<i>Chenopodium pallidicaule</i>	448	
		<i>Amaranthus caudatus</i>	19	
		<i>Solanum</i> sp.	350	
	Silvestre	<i>Chenopodium</i> sp.	80	
CENAVIT	Criollo y mejorado	<i>Vitis vinifera</i>	25	25
			<b>TOTAL</b>	<b>15.620</b>

Fuente: FAO, Consultoría realizada por M.L. Ugarte

### Caracterización y evaluación

Las caracterizaciones de las accesiones de las colecciones del banco de germoplasma son actividades cotidianas las mismas que permiten determinar la expresión de los caracteres de muy alta heredabilidad que van desde características morfológicas hasta proteínas de las semillas, incluyendo marcadores moleculares.

Los descriptores utilizados para la caracterización de tubérculos y raíces así como para granos altoandinos son los siguientes: *Solanum tuberosum* sp (Gómez 2006), *Oxalis tuberosa* Mol (IPGRI/CIP, 2001), *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavon (s/a), *Ullucus tuberosus* caldas (IPGRI/CIP, 2003), *Chenopodium quinoa* Willd (PROINPA, 2004), *Chenopodium pallidicaule* Aellen (IPGRI et.al 2005) y *Lupinus mutabilis* Sweet (IBPGR 1981).

Hasta la gestión 2007-2008 se ha logrado caracterizar un 76% de la colección de papa con caracterización morfológica completa. La colección de papa cuenta con datos completos de caracterización de follaje en un 95%, datos de floración un 89%, datos de fruto un 77% y datos de tubérculos un 97%. En todas las especies los bancos de germoplasma realizan la caracterización y evaluación complementaria de la colección de germoplasma de cañahua, quinua y tubérculos y raíces procedentes de diferentes zonas de Perú y Bolivia.

Las raíces andinas constituyen un complejo de seis especies (arracacha, yacón, achira, ajipa) cultivadas y botánicamente diferentes, varias de ellas comparten nichos ecológicos de cultivos, los mismos que son caracterizados morfológicamente y evaluados, se desarrollan mezclas nutritivas usando harina y

almidones de tubérculos y raíces que cumplen requerimientos nutricionales y energéticos de niños en edad escolar, así como la determinación del valor nutritivo de las raíces.

La caracterización morfológica de los granos esta expresado en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3.2. La caracterización morfológica, molecular y nutricional de las colecciones de los Bancos de Germoplasma.**

Especie	Nombre científico	Caracterización %		
		Morfológica	Molecular	Nutricional
Quinua	<i>Chenopodium quinoa</i>	95	86	2.3
Cañahua	<i>Chenopodium pallidicaule</i>	100	10	9
Amaranto	<i>Amaranthus caudatus</i>	100	-	-
Paico	<i>Chenopodium ambrosoides</i>	0	11	-
Atriplex	<i>Atriplex</i> sp.	0	10	-
Cauchi	<i>Suaeda foliosa</i>	0	18	-
Tarwi	<i>Lupinus mutabilis</i>	0	-	-
Haba	<i>Vicia faba</i>	90	-	-

Fuente: INIAF, 2009

La caracterización en los bancos de germoplasma no sólo es morfológica, también se considera la caracterización molecular para evaluar la diversidad genética, el alto nivel de polimorfismo que detecta permite una discriminación precisa entre individuos altamente emparentados. En tubérculos, a la fecha se han caracterizado molecularmente 511 accesiones con 5 microsatélites, lo que representa el 41% de la colección que se utilizó como línea base a inicios del SINARGEAA.

En granos altoandinos (quinua) se tiene evaluada molecularmente 86% del total de accesiones. Los estudios continúan con la determinación de la diversidad genética de la oca y ampliándose su análisis a mas accesiones.

La importancia de conservar los parientes silvestres permite aprovechar atributos como la resistencia a plagas, enfermedades y factores abióticos, que se presentan con frecuencia en las áreas de producción de quinua del país, en ese sentido se han realizado trabajos de identificación taxonómica de poblaciones de quinua silvestre lograndose identificar 32 accesiones de quinua silvestre, las mismas que se encuentran herborizadas y conservadas en el Herbario Nacional de Bolivia (HNB). Taxonómicamente corresponden a *Chenopodium quinoa* Willd. var. *melanospermum* A.T. Hunziker; *Chenopodium hircinum* Schrader ssp. *catamarcense* Aellen y; *Chenopodium hircinum* Schrader ssp. *Hircinum* var. *andinum* Aellen.

### Evaluaciones

Las evaluaciones de las accesiones en los bancos de germoplasma están referidas a determinar sus potencialidades. Se pueden mencionar la precocidad, dormancia en la colección de papa, resistencia a la polilla (*Phthorimaea operculella*) aptitud para puré de papas nativas con colores secundarios en la pulpa, antioxidantes de accesiones de papas con color secundario en la pulpa y los purés elaborados a partir de ellas, harinas de oca seleccionadas por su aptitud de usos agroindustrial, harinas de oca y productos extraídos para alimentación infantil, minerales existentes en papa nativa y ocas frescas

En el Banco de granos altoandinos se han realizado trabajos de investigación para determinar el valor nutritivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) para orientar su industrialización, evaluación de los parámetros de temperatura y humedad para la conservación a largo plazo de quinua, descenso de la germinación de semillas por grupos diferenciados de las colecciones de germoplasma de quinua y cañahua, estudio de la latencia y tipo de dormancia en

poblaciones de quinua silvestre, evaluación de accesiones de cañahua para la producción de forraje, *el estudio Selección de poblaciones de cañahua por tamaño y persistencia del grano en la madurez fisiológica*, Evaluación de la tolerancia a salinidad de accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con aptitud forrajera, evaluación de accesiones forrajeras de cañahua para la producción de leche, estabilidad del rendimiento de accesiones y líneas de cañahua (precocidad y adaptación medio ambiente) sobresalientes. Biología reproductiva en Atriplex (*Atriplex* sp.) y Cauchi (*Suaeda foliosa* Moq.), desarrollo de métodos alternativos de multiplicación masiva de especies de atriplex, cauchi y paico.

### **Regeneración y Multiplicación**

La regeneración y multiplicación de accesiones de las colecciones de germoplasma de tuberculos y raíces son actividades constantes que se realizan cada gestión. En el caso de granos altoandinos la regeneración está en función a la viabilidad de la semilla conservada.

La regeneración y la multiplicación se realiza en campo y la regeneración en invernadero, generalmente se trabaja con aquellas accesiones con niveles críticos de germinación (10 a 50%) tanto de quinua como cañahua.

Multiplicación de semillas de quinua se refiere al incremento de la cantidad de semilla destinada para la conservación en el banco de germoplasma, donde las cantidades óptimas de conservación están por encima de los 300 g.

Para establecer cronogramas de regeneración en las colecciones de germoplasma de quinua y cañahua, se realizan actividades relacionadas a la evaluación sobre el descenso de la viabilidad por grupos diferenciados en las colecciones de germoplasma de quinua y cañahua.

### **Otras colecciones que se manejan en otras instituciones**

Los Bancos de germoplasma de Bolivia coordinan actividades con universidades públicas y privadas, instituciones estatales y privadas así como por organizaciones de productores.

### **Infraestructura, equipos y facilidades para la conservación**

En el Cuadro 3.3, se muestra una relación de la ubicación de las instituciones que tienen centros en los que se conservan y manejan recursos genéticos de tubérculos y raíces, granos altoandinos, cereales y leguminosas y frutales.

En seis departamentos del país, existen instituciones que conservan y manejan recursos genéticos.

La conservación de frutales se hace en campo, en superficies adecuadas para instalar huertos como bancos activos. San Benito (Cochabamba) destaca la colección de durazneros, y otras como manzanos, perales, ciruelos, que constituyen selecciones para fines de cultivo comercial. En el centro Coimata (Tarija) se cuenta con manzano recomendadas para el cultivo comercial además de variedades de damasco, siete de ciruelo y doce de duraznero, introducidas de la Argentina. El Centro Nacional de Viticultura (CENAVIT) posee variedades de vid de tipo comercial, criollas. En las comunidades, recolectan material vegetativo del lugar y organizan bancos vivos, con la participación de los agricultores.

Las condiciones de clima frío y seco durante la mayor parte del año que caracteriza a la zona del altiplano boliviano, hace que en los bancos de granos altoandinos se pueda mantener la semilla por un período de

diez o más años sin necesidad de regeneración, mientras que en las otras zonas del país es indispensable contar con cámaras refrigeradas.

**Cuadro 3.3. Infraestructura, equipamiento**

Centro	Infraestructura	Provincia/localidad	zona
<b>Tubérculos y raíces andinas</b>			
TORALAPA	Almacén, invernaderos, laboratorios para cultivo de tejidos, cámara fría, laboratorio de biología molecular	Tiraque, Cañadas Quillacollo	Altiplano Valle.
EL VALLECITO	Almacén refrigerado, Sala de conservación <i>in vitro</i>	Andrés Ibañes, El Vallecito	Trópico Húmedo
CONDORIRI	Almacén	Cercado Caracollo	Altiplano
<b>Cereales y Leguminosas</b>			
CIFP	Cámara fría. Almacén y biología molecular	Quillacollo, Vinto	Valles
CIF	Almacén	Quillacollo, Tiquipaya,	Valles, Altiplano, Trópico húmedo
SAN BENITO	Cámara fría y almacén	Punata, San Benito	Valles
<b>Granos Altoandinos</b>			
CAQUIAVIRI	Almacén	Pacajes, loc. Callacentro	Altiplano
TIAHUANACU	Almacén	Ingavi, Tiahuanacu,	Altiplano
PROINPA	Cámara fría y almacén	Ingavi, Quipaquipani	Altiplano
IRPANI	Almacén	L. Cabrera, Salinas e garcía mendoza	Altiplano
<b>Banco Frutales de Valle</b>			
SAN BENITO	Entomología, fitopatología, suelos, almacenes y oficinas	Punata, San Benito	Valle
COIMATA	Almacenes y oficinas	Cercado, Coimata	Valle
CENAVIT	Calidad alimentos, almacenes y oficinas	Avilés, Concepción	Valle

Fuente: INIAF, 2009

En los valles templados del país, las instituciones dedicadas a la regeneración cuentan con cámaras de frío a 0 °C destinado al banco activo y cámaras de frío con una temperatura de -18 a -20 °C destinados a la conservación de duplicados en el banco de base.

La semilla es almacenada en los bancos activos en contenedores de plástico de diferente tamaño, de acuerdo a sus dimensiones. En el banco de base de Pairumani, los duplicados son conservados en bolsas de aluminio selladas y con una humedad de la semilla inferior al 7%, secada a baja temperatura.

El mantenimiento de la viabilidad de la semilla ortodoxa depende de la temperatura y humedad de la semilla, a menor humedad es mayor el tiempo de conservación. Para evitar la exposición de la semilla a temperaturas altas bajo sol directo, los bancos cuentan con secadoras a baja temperatura, mediante la circulación de aire secado con silicagel.

La colección de tubérculos y raíces en el banco de Toralapa, se mantienen mediante colecciones *in vivo* en viveros y en colecciones *in vitro* en laboratorio de cultivo de tejidos, complementan las facilidades del banco de raíces y tubérculos un laboratorio de Fitopatología para la limpieza de virus en las plantas de reproducción asexual.

Las pasifloras poseen semillas recalcitrantes, que pierden su germinabilidad en muy poco tiempo, motivo por el que se las conserva en vivero *in vivo* y en magentas en cultivos *in vitro*. Actualmente se están realizando pruebas de crioconservación de estas semillas a una temperatura de -190°C.

El banco de germoplasma de frutales de clima templado del SEDAG y CENAVIT de Tarija y la Estación Experimental de San Benito del SEDAG de Cochabamba, conservan las colecciones *in vivo* en un vivero, en el caso del Banco de frutales de valle de Tarija se conservan en buenas condiciones con el aporte económico hasta el año 2007 del SINARGEAA y a partir del 2008 sólo con aporte de la Prefectura local.

La colección de frutales de la Estación Experimental de San Benito del SEDAG de Cochabamba, no ha tenido un aporte económico sostenible pese a que tiene una interesante colección de durazneros y otros frutales de carozo que requieren de mayor inversión para garantizar su mantenimiento.

El Centro de Investigación de Forrajeras “La violeta”, mantiene sus colecciones de semillas en contenedores de plástico a temperatura ambiental.

El jardín de variedades de la Estación Experimental de Sapecho, donde se tiene colecciones de cítricos, castaña amazónica (*Bertholletia excelsa*), achiote (*Bixa orellana*), mango, cacao y anacardio, se encuentran en mal estado de conservación y con pocos recursos económicos

### **Sistemas de Documentación**

Los sistemas de documentación que se utilizan en los bancos de germoplasma son los sistemas manuales y electrónicos. El sistema de documentación manual comprende los formularios de recolección, libros de datos de pasaporte, libro de datos de caracterización y evaluación, libros de campo, libros de registro de movimiento de semillas, muestras de herbario de germoplasma de quinua silvestre. El Sistema de documentación electrónica comprende el pcGRIN, datos de pasaporte, caracterización y evaluación (Excel), datos de identificación taxonómica (Excel), datos de valor nutritivo (Excel) datos de registros de temperatura y humedad de la sala de almacenamiento (Excel), datos de la cantidad de semilla y porcentajes de germinación de las accesiones. Ambos sistemas contienen información relacionados a actividades de conservación *ex situ* y conservación *in situ*.

En los bancos de germoplasma se realizan la instalación del software SIRGEN en el computador del área de recursos genéticos que almacena las bases de datos electrónicos de los recursos genéticos. Este programa considera los elementos de información espacial, información no espacial, sistema de información geográfica.

En los otros bancos no pertenecientes al sistema nacional la documentación es incompleta.

Se han editado catálogos con los datos de pasaporte y caracterización de maíz y de las colecciones de: amaranto, frijoles nativos, ajíes, cucúrbitas, lupinos, quinua, cañahua, papas nativas, catálogos de raíces andinas con información de las colecciones de arracacha y yacón, y distribuidos a centros de investigación del país, bibliotecas, investigadores, etc.

También se cuenta con catálogos etnobotánico de papas nativas de una región de Potosí, además de un atlas de especies silvestres y cultivadas de papa.

## **Conclusiones**

Se ha observado una cierta dispersión en la actividad de conservación *ex situ*, las instituciones que no pertenecían al sistema nacional no han recibido ningún mandato oficial ni han firmado acuerdo alguno pero conservan germoplasma muchas veces a cargo de técnicos sin la preparación necesaria y con el desconocimiento de que los Recursos Genéticos son de propiedad del Estado boliviano, además que las condiciones precarias en las que son conservadas ponen en riesgo de pérdida las colecciones conservadas, ya que no depositan duplicados de seguridad en los Bancos oficiales del ex-sistema nacional

Existen duplicados parciales de seguridad de las colecciones de papa en el Centro Internacional de la Papa (CIP) en el Perú, de la colección de maíz en el Centro Internacional de Mejora de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México, en Fort Collins de los EEUU y en el Banco de Germoplasma de Colombia, de la colección de fríjol en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia, de las pasifloras comestibles también en el CIAT en Colombia y de Maní en la Estación Experimental de Manfredi en la Argentina.

Asimismo, se ha repatriado la colección de maní de la Argentina y se la mantiene en el Banco de Pairumani.

Existen datos de pasaporte y caracterización en los Bancos del ex-sistema nacional, adecuadamente sistematizados.

Es por este motivo que se crea mediante Decreto Supremo N° 29611 del 25 de junio del 2008, el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) como una institución descentralizada de derecho público con personería jurídica con autonomía de gestión administrativa financiera, bajo la tuición del entonces Ministerio de Desarrollo Rural Agropecuario y Medio Ambiente, que tiene como una de sus misiones el manejo de los bancos de germoplasma en coordinación con el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos, que es la autoridad en el tema de políticas sobre recursos genéticos.

## **CAPÍTULO 4**

### **EL ESTADO DE LA UTILIZACIÓN**

Es innegable que cada día es menor el uso de los bancos de germoplasma en todo el mundo, debido a que para los fitomejoradores es más fácil conseguir resultados seguros y rápidos utilizando variedades mejoradas como progenitoras de nuevas variedades. Esta práctica cada día restringe más la diversidad genética de los cultivos e incrementa el grado de parentesco entre todas las variedades actuales más exitosas. El uso de los bancos se ha restringido a la búsqueda de caracteres especiales, como resistencia a nuevas razas fisiológicas de enfermedades y plagas y a la búsqueda de moléculas químicas con demanda industrial creciente.

Tomando conciencia del escenario descrito los bancos de germoplasma, especialmente pertenecientes a los centros internacionales del CGIAR, desarrollan diversas estrategias para incentivar el uso de los bancos. Uno de los más activos en este campo es el banco de germoplasma de maíz del Centro Internacional de Mejora de Maíz y Trigo (CIMMYT).

## Experiencias de uso directo e indirecto de recursos genéticos

El banco de granos altoandinos, durante cuatro años realizó trabajos de selección positiva para estabilizar semilla de cañahua, la misma que fue obtenida a partir de evaluaciones participativas, tanto en quinua como en cañahua, producto de esto se registra y se libera variedades de cañahua como la Kullaca e Illimani, estas se constituyen en las primeras dos variedades de cañahua en Bolivia, obtenidas a partir del uso directo de recursos genéticos.



En relación al uso indirecto, los datos generados por los bancos de germoplasma, sirven de base para los fitomejoradores, en ese sentido se han establecido programas de premejoramiento y mejoramiento genético en especies como cereales y leguminosas, la papa de la sub-especie *tuberosum* y las especies horto-florofrutícolas, granos altoandinos motivo por el cual el INIAF, está desarrollando estrategias para incentivar el uso de los bancos por los fitomejoradores, se están considerando evaluaciones para caracteres útiles e identificación mediante marcadores moleculares. Se han obtenido mayor número de variedades liberadas en el banco de cereales y leguminosas en relación a los bancos de granos altoandinos y tubérculos y raíces andinas.

**Cuadro 4.1. Variedades obtenidas de quinua para el Altiplano**

Nombre de la Variedad	Altiplano	Rendimiento Comercial (tn /ha)
<i>Horizontes</i>	<i>Sud</i>	950
<i>Aynoqa</i>	<i>Central</i>	1.200
<i>Blanquita</i>	<i>Norte</i>	1.300

Fuente: INIAF, 2009

**Cuadro 4.2. Variedades obtenidas de maíz para el Tropico y el Chaco**

Nombre de la Variedad	Rend. Potencial (Tn /ha)
<i>Tahiguaty (Hibrido)</i>	4,3
<i>Conquistador (Var. Comercial)</i>	6,0
<b>Semilla básica</b>	
<i>Blando Amarillo Avaray</i>	2,3
<i>Variedad nativa</i>	
<i>Perla Criollo Abati</i>	3,1
<i>Variedad nativa</i>	

Fuente: INIAF, 2009

En el caso del maíz el premejoramiento permite la formación de compuestos raciales derivados de la selección participativa. El MDRyT ha priorizado a través de los diferentes programas de mejoramiento la obtención de nuevas variedades de quinua y maíz, además de híbridos de maíz, los resultados se muestran en los siguientes cuadros:

Los bancos de germoplasma vislumbran un uso importante de las accesiones conservadas en los bancos, en zonas del país donde todavía se practica una agricultura familiar en áreas con fuertes restricciones para desarrollar una agricultura comercial, debido a la alta vulnerabilidad a los cambios climáticos, como sequías o inundaciones, donde los pequeños agricultores tienen previsto estas catástrofes, pero al mismo tiempo se puede reintroducir las mismas variedades y ecotipos, situación en la que el papel del banco es estratégico. Asimismo, para las especies donde los programas de fitomejoramiento son muy débiles o inexistentes, todavía podrían existir accesiones en los bancos con mayor potencial productivo que los cultivares o ecotipos que siembran los agricultores.

Se han desarrollado en los últimos 20 años programas de mejoramiento genético para el maíz, lo que ha permitido duplicar la productividad por unidad de superficie como efecto de la introducción y selección en el país de híbridos y variedades mejoradas para el trópico con suelos que permiten una agricultura sostenible y las variedades mejoradas para los valles interandinos con riego. En otras especies aunque con menores incrementos en los rendimientos, se tienen el trigo, frijol, papa spp *tuberosum*, arveja y haba invernal para los valles templados.

Un ejemplo de evaluación sistemática es el desarrollado por el Latin American Maize Project (LAMP) en los años 90s, proyecto que involucró la evaluación de más de 15.000 accesiones de maíz conservadas en 15 países americanos. Dentro este proyecto el Centro de Investigaciones de Pairumani, ha realizado una evaluación de 500 accesiones en 3 zonas, denominadas áreas homólogas (AH), estas fueron: (a) en el trópico bajo, (b) en los valles sub-tropicales y (c) en los valles templados. Durante la primera etapa se han evaluado las características agronómicas y el rendimiento, este mismo trabajo se desarrolló en los otros 14 países en las AH seleccionadas por cada país, donde se seleccionó el 20% superior para cada área y se evaluó el rendimiento del 20% superior en 3 localidades por cada área en cada país, como resultado del ensayo se seleccionaron el 10% superior dentro de cada AH por cada país, las accesiones superiores seleccionadas se han cruzado con probadores para determinar su capacidad combinatoria y se han enviado estas cruza a todos los países que pertenecían a la misma AH. Durante la ejecución del proyecto se podía intercambiar germoplasma debido a que todavía en la Comunidad Andina de Naciones no se había firmado la Decisión 391 que regula el Régimen Común de Acceso a los Recursos Genéticos.

Los cruzamientos hechos en todos los países se probaron en Bolivia. Aquí se puso especial énfasis en los cruzamientos del trópico bajo para conocer el grupo heterótico de las accesiones tropicales superiores. En Bolivia se detectó que 2 accesiones (una mexicana y otra boliviana) tenían muy buena capacidad combinatoria; de ellas se obtuvieron en Pairumani líneas endocriadas de alta capacidad de combinación y con ellas se formó un híbrido de buen nivel productivo para la zona tropical del país.

En el banco de germoplasma de Pairumani se está realizando un trabajo continuo de búsqueda de genes útiles como resistencia a enfermedades especialmente fusariosis de la mazorca, tolerancia a sequía, mejor calidad nutritiva, etc. Toda esta información está disponible para facilitar el trabajo a los fitomejoradores en forma de catálogos publicados por el LAMP, en publicaciones en diferentes revistas especializadas y un libro.

El centro de Investigaciones Tropicales de Santa Cruz, así como las Estaciones Experimentales de Algarrobal e Iboperenda, han liberado variedades de maíz introducidas del CIMMYT, así como variedades formadas con germoplasma nacional cruzadas con variedades introducidas mejoradas.

En el caso del fríjol para consumo seco, en la Estación Experimental del Vallecito en Santa Cruz, ha realizado introducciones de germoplasma mejorado del Centro Internacional de Agricultura Tropical, sin utilizar las existencias del banco de Pairumani, el programa de fitomejoramiento de fríjol de Pairumani, tampoco utilizó germoplasma del banco para los cruzamientos entre variedades mejoradas introducidas tanto para consumo tierno, llamado en Bolivia vainita como para grano seco. En el Laboratorio de Biotecnología de Pairumani se está haciendo una evaluación molecular de la colección boliviana de fríjol, esperando detectar genes útiles para incrementar el contenido de hierro y pueda servir a los programas de mejoramiento genético.

En otras leguminosas, se han seleccionado las variedades más interesantes, luego de probar el germoplasma local como es el caso del maní, en diferentes Proyectos de Innovación Tecnológica Aplicada, situación similar se ha dado para el haba altoandina o altiplánica y de las arvejas con variedades introducidas hace muchos años. La Asociación Nacional de Productores de Oleaginosas tiene un programa de mejoramiento de maní, para ello está utilizando germoplasma local y variedades mejoradas.

Las leguminosas que tienen programas de mejoramiento genético en Pairumani, como el haba de valle templado de cultivo invernal, se han realizado muchos ciclos de selección sobre germoplasma local y se están realizando selecciones a partir de cruzamientos entre variedades localmente mejoradas con variedades introducidas y en el caso de la arveja se han liberado variedades provenientes de cruzamientos entre variedades mejoradas.

El proyecto Semilla de Papa (SEPA) y otras empresas semilleras producen semilla certificada libre de virosis a partir de variedades nativas de papa de la subespecie *andigenum* y semilla de variedades mejoradas introducidas de la subespecie *tuberosum*. En años recientes PROINPA ha liberado nuevas variedades provenientes de cruzamientos entre germoplasma nativo (*andigenum*) por variedades introducidas mejoradas (*tuberosum*).

Para los cultivos extensivos realizados por agricultores empresariales y medianos agricultores como la soya, arroz, caña de azúcar, sorgo, girasol y sésamo, todas las variedades utilizadas son mejoradas e introducidas de centros internacionales del exterior como el INTA, CIMMYT, EMBRAPA y otros.

La Estación Experimental de San Benito ha liberado algunas variedades de durazno y ciruelas seleccionadas de la colección nacional.

Para las hortalizas, en el caso de los ajíes se utilizan variedades nativas purificadas por diferentes oferentes de tecnología como la Fundación Valles.

### **Distribución de semilla**

Una de las demandas priorizadas por los agricultores hacia el banco de germoplasma constituye el aprovisionamiento de semilla con alta calidad sanitaria, ya sea para vigorizar sus sistemas de cultivo o para la reposición de semilla en caso de pérdida por cambio climático. Para eso, los bancos de germoplasma tienen actividades de reposición de semillas que es distribuida a grupos de interés organizados de productores.

### **Conformación de Colecciones Núcleo**

Cuando las colecciones de germoplasma son numerosas, es muy difícil que los fitomejoradores puedan usar este material, por tanto se recomienda conformar colecciones núcleo que representan toda la diversidad genética del total de las accesiones conservadas. Para ello se han realizado análisis estadísticos multivariados para conformar estas colecciones.

Se tienen colecciones núcleo de cañahua (80 accesiones), quinua (282 accesiones), las mismas están siendo caracterizadas a nivel morfológico y molecular.

## **CAPÍTULO 5**

### **MARCO LEGAL, ESTADO DE LOS PROGRAMAS NACIONALES Y CAPACITACIÓN**

#### **Marco legal sobre la propiedad de los Recursos Genéticos**

La nueva Constitución política del Estado, puesta en vigencia en febrero de 2009, en su Artículo 348, engloba a la biodiversidad como recurso natural y en el Art. 349, inciso I, establece que “los recursos naturales son de propiedad y dominio directo, indivisible e imprescriptible del pueblo boliviano y corresponde al Estado su administración en función del interés colectivo”. Asimismo, en el Art. 381 inciso II, establece que “el Estado protegerá todos los recursos genéticos y micro-organismos que se encuentren en los ecosistemas del territorio, así como los conocimientos asociados con su uso y aprovechamiento”.

La Comunidad Andina de Naciones (CAN), conformada por Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y en ese entonces también Venezuela, el 2 de julio de 1996 promulgó la Decisión 391, que en su Artículo 6 establece que “los recursos genéticos de los cuales los países firmantes son originarios, son bienes o patrimonio de la Nación o Estado”.

#### **Marco legal para la conservación**

El Decreto Supremo 29611 de 25 de junio de 2008, creó el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), como una institución descentralizada de derecho público, con personalidad jurídica propia, autonomía de gestión administrativa, financiera, legal y técnica, bajo la tuición del Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente (MDRAyMA) (Art. 2). En el artículo 5 inciso (a) establece que entre sus funciones el INIAF tiene: “Dirigir, realizar y ejecutar procesos de investigación, innovación, asistencia técnica, apoyo a la producción de semilla, recuperación y difusión de conocimientos, saberes, tecnologías y manejo y gestión de recursos genéticos” y en el artículo 9 establece que el INIAF, financiará su funcionamiento y actividades con recursos provenientes del Tesoro General de la Nación, aquellos generados por prestación de servicios, además de donaciones, créditos nacionales o extranjeros y otros. La Disposición Transitoria Cuarta del citado Decreto Supremo, establece que los Bancos de germoplasma cuya administración se encuentra delegada por el Estado, en un plazo máximo de un año a partir de la emisión del Decreto Supremo, pasarán a la administración del INIAF.

En febrero de 2009, se reestructuró el Poder Ejecutivo disolviendo el Ministerio de Desarrollo Rural Agropecuario y Medio Ambiente (MDRAyMA), entidad tutora del INIAF y se creó en su lugar el Ministerio de Desarrollo Rural Agropecuario y Tierras (MDRyT) y el Ministerio Medio Ambiente y Agua. La tuición del INIAF está a cargo del MDRyT, sin embargo el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos, mantiene la oficina para la conservación de los recursos genéticos silvestres y para la aplicación y modificaciones de las normativas del sector.

A partir de este Decreto, el INIAF asume la responsabilidad de conservar los Recursos Genéticos a corto, mediano y largo plazo, sin embargo ha delegado la conservación a los Bancos del Sistema Nacional de Recursos Genéticos bajo el marco del Proyecto de Transición de los Bancos de Germoplasma, para su administración completa por el estado.

En base a la Resolución Ministerial 032 de 22 de abril de 2003, el responsable de la conservación de los recursos genéticos era el Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación (SINARGEAA), en concordancia con el Decreto Supremo N° 24676 de 21 de junio de 1977 que en su Artículo 55 que creó el SINARGEAA, como un instrumento que coadyuve a la conservación, desarrollo y uso sostenible de los recursos genéticos de los cuales Bolivia es país de origen y en el Art. 56 establecía que la Secretaría Nacional de Recursos Naturales y Medio Ambiente es el órgano rector del Sistema Nacional de Recursos Genéticos.

El Sistema Nacional, según la Resolución Ministerial estaba conformado por los siguientes sub-sistemas: 1. Tubérculos y Raíces, 2. Frutales, 3. Cereales y Leguminosas, 4. Granos Alto Andinos, 5. Forestales y 6. Camélidos. Su estrategia de trabajo estaba basada en integrar, coordinar y definir las acciones en los Bancos de germoplasma activos, aprovechando las colecciones, infraestructura, personal técnico especializado.

El Decreto Supremo 24676 sobre acceso a recursos genéticos, es la normativa vigente en el país, y la Autoridad Nacional competente en el tema es el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos.

### Capacitación e Investigación

Los Artículos 8 de la Decisión 391, establece que “los países favorecen el establecimiento de programas de capacitación científica y técnica, así como el desarrollo de proyectos de investigación que fomenten la identificación, registro, caracterización y utilización sostenible de la diversidad biológica y de los productos derivados de recursos genéticos, que contribuyan a satisfacer sus necesidades locales” y el Art. 9 establece que “los países miembros, reconociendo que la tecnología, incluida la biotecnología, y que tanto el acceso como su transferencia son elementos esenciales para el logro de los objetivos de la Decisión (391), asegurarán y facilitarán a través de los contratos correspondientes, el acceso a tecnologías que utilicen recursos genéticos y sus productos derivados, adecuadas para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, que no causen daño al medio ambiente”.

Como se puede deducir del contenido de ambos artículos los países de la CAN tienen la visión clara sobre el hecho de que es indispensable unir a la conservación el uso sostenible de los recursos genéticos, facilitando su acceso mediante contratos a la investigación y al uso sostenible de los mismos.

### Estado del personal en Bancos de Germoplasma

Se tiene los siguientes recursos humanos:

**Cuadro 5.1. Recursos humanos del INIAF y de las prestadoras de servicio**

Recursos Humanos	Número	Institución
Curadora	1	PROINPA-B Tubérculos y raíces
Técnicos de campo para la Conservación in situ	3	PROINPA-B Tubérculos y raíces
Especialista en Biología molecular	1	PROINPA-B Tubérculos y raíces
Especialista en Cultivos de tejidos	1	PROINPA-B Tubérculos y raíces
Especialista en Fitopatología	1	PROINPA-B Tubérculos y raíces
Especialista en agroindustria	1	PROINPA-B Tubérculos y raíces
Socio economistas	varios	PROINPA-B Tubérculos y raíces
Especialista en mejoramiento genético de la papa	1	PROINPA-B Tubérculos y raíces
Especialista en Recursos Fitogenéticos *	1	INIAF
Especialista en Recursos Zoogenéticos*	1	INIAF
Especialista en Recursos Zoogenéticos*	1	INIAF

Especialista en Recursos Fitogenéticos*	1	INIAF
Especialista en Investigación agropecuaria*	1	INIAF
Especialista en Investigación agropecuaria*	1	INIAF
Especialista en Recursos Forestales*	1	INIAF
Especialista en biología	1	INIAF
Ingeniero Agrónomo *	1	INIAF
Curador	1	PROINPA-BG-Granos altoandinos
Responsable especialista Agroindustrial	1	PROINPA-BG-Granos altoandinos
Técnicos	4	PROINPA-BG-Granos altoandinos
Especialista en mejoramiento genético	1	PROINPA-BG-Granos altoandinos
Curadora	1	BG-Pairumani
Profesional en sistemas	1	BG-Pairumani
Especialista en Cultivo de tejidos	1	BG-Pairumani
Especialista en fitopatología	1	BG-Pairumani
Biología	1	BG-Pairumani
Fitomejoradores	1	BG-Pairumani
Curador	1	BG-Frutales de Valle
Personal de campo	-	BG-Frutales de Valle

Fuente: INIAF, 2009

\* Técnicos del INIAF

Cabe señalar al personal que no ha tenido una formación académica pero que por miles de años ha mantenido los recursos genéticos en nuestro país, gracias al conocimiento tradicional adquirido de los antepasados, los pueblos originarios a quienes debemos la existencia de la gran diversidad de recursos genéticos hasta nuestra actualidad, técnica y tecnológicamente debe ser asimilada por la parte científica para la conservación *in situ*.

## CAPÍTULO 6

### EL ESTADO DE LA COLABORACIÓN REGIONAL E INTERNACIONAL

#### **Colaboración regional e internacional para intercambio de germoplasma**

La Decisión 391 prevé un trato de reciprocidad e intercambio de germoplasma entre los países de la región andina, en el Art. 11 establece que “los países (miembros de la Comunidad Andina) se otorgan entre sí trato nacional no discriminatorio en los aspectos referidos al acceso a los recursos genéticos”.

Actualmente el tránsito libre de germoplasma se da solamente con material mejorado proveniente del Centro Internacional de la Papa (CIP) en el Perú y variedades de frijoles mejorados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia. Los bancos de germoplasma nacionales han paralizado todo envío internacional por temor a encontrar problemas con el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, debido a que algunas ONGs que solicitaron autorización para enviar germoplasma a algunos organismos internacionales con los que tenían convenios, les fueron denegadas y hasta fueron acusados de “piratería”.

Es similar lo que acontece con el intercambio con otros países fuera de la región andina, los centros nacionales de investigación evitan trabajos conjuntos para no crearse problemas con las autoridades nacionales, que antes de la Decisión 391 eran muy fluidos, como el caso del Latin American Maize Project descrito en capítulos 4.

### **Colaboración internacional para el financiamiento de actividades de los bancos**

Por medio de un fondo conjunto, los gobiernos de Suiza, Holanda, Dinamarca y Gran Bretaña, han financiado las actividades del SINARGEAA, entidad que firmó contratos de cooperación con los cuatro bancos que custodian germoplasma vegetal para la alimentación estos son: los sub-sistemas de Tubérculos y Raíces, de Cereales y Leguminosas, de Granos Altoandinos y hasta el año 2007 con el de de Frutales de Valle. Las finalidades de cada contrato han sido diferentes, en el caso de los bancos de PROINPA, el SINARGEAA ha financiado principalmente la conservación de los recursos genéticos en sus dos bancos, en el caso del banco de cereales y leguminosas de Pairumani, ha financiado misiones de colecta para el maní y trabajos de valorización de las colecciones de maíz y haba por medio de la búsqueda de fuentes de resistencia a las enfermedades más comunes en el medio y caracterizaciones moleculares.

Para el presente año el Ministerio de Desarrollo Rural ha ampliado los contratos con los dos bancos de la Fundación PROINPA y con el banco de Pairumani, no habiéndolo hecho con el de la Prefectura de Tarija.

Hace algunos años la FAO, mediante un aporte extraordinario del Gobierno de Italia ha cooperado en el equipamiento y capacitación de los dos bancos de PROINPA y el de Pairumani, este aporte fue muy útil para complementar la actividad de los tres bancos.

El Centro Internacional de Mejora de Maíz y Trigo ha colaborado con Pairumani en la regeneración de gran parte de la colección de maíz.

Los Gobiernos de Suiza y de Bélgica han cooperado con la Fundación PROINPA en los programas de la conservación *in situ* de la papa y otros tubérculos andinos.

En años recientes, el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos, con el financiamiento de la UNEP-GEF, y la participación de instituciones nacionales ha desarrollado un proyecto para promover la conservación *in situ* de los parientes silvestres de cultivos.

Existen también las plataformas de innovación tecnológicas a nivel de programas regionales como el PROCISUR, PROCITROPICOS y el PROCIANDINO, que tienen todas ellas el componente de recursos genéticos que trabaja en temas de políticas y normativa de recursos genéticos, investigación, caracterización y premejoramiento.

## **CAPÍTULO 7**

### **ACCESO A LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, DISTRIBUCIÓN DE LOS BENEFICIOS Y DERECHOS DEL AGRICULTOR**

#### **Colaboración regional e internacional**

Históricamente los recursos genéticos fueron libremente intercambiados, bajo el concepto universalmente aceptado de que estos eran producto de la evolución cultural de la humanidad, ya que ningún país es independiente en términos de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y la idea de interdependencia ha cobrado especial relevancia para las especies cultivadas.

Los países denominados "megadiversos", donde se concentra gran parte de la diversidad biológica existente y que en muchos casos son también los centros de origen y diversificación de numerosos

cultivos, están generalmente situados en faja tropical del planeta o a pocos grados de los trópicos, en ellos se ha desarrollado una innegable insatisfacción, inicialmente por haber sido despojados de sus riquezas no renovables por los colonizadores europeos y ahora sienten que la balanza entre el germoplasma que han recibido o reciben de los países denominados desarrollados y el que ceden, los desfavorece, con una inapropiada distribución entre países.

El principio de que los recursos genéticos son "herencia o patrimonio de la humanidad", no ha tenido concordancia con la legislación que los países desarrollados han implementado para la protección intelectual de las variedades nuevas y mutaciones, muchas veces aisladas del germoplasma proveniente de los centros de origen.

En el intento de establecer un balance más ético y más coherente sobre estos aspectos, la FAO ha patrocinado compromisos internacionales, entre cuyos contenidos básicos están que el libre acceso no significa sin costo (Resolución 4/89, Anexo I), los derechos de los agricultores que conservan los recursos genéticos (Resolución 5/89, Anexo II) y el derecho soberano de las naciones sobre sus recursos genéticos (Resolución 3/9 1, Anexo III).

Con estos antecedentes la Comunidad Andina (CAN), en 1996 promulgó la Decisión 391, que reglamenta el régimen común sobre acceso a los recursos genéticos y en Bolivia el 21 de junio de 1997 mediante el Decreto Supremo 24676 se reglamenta la Decisión 391.

Las características de la Decisión 391 son:

- Se aplica a los recursos genéticos originarios de la región
- Se entiende como recursos genéticos a la información de naturaleza biológica contenida en los organismos vivos
- Los recursos genéticos son de propiedad del Estado y separa de los derechos que rigen la propiedad de los recursos biológicos, la propiedad del lugar donde se encuentren y además la propiedad de los conocimientos asociados.
- El recurso genético, no puede pasar a propiedad privada, a menos que, luego de haberse obtenido el permiso de acceso a un recurso genético a partir de este se haya desarrollado un nuevo producto susceptible de protegerse mediante el régimen de propiedad intelectual.
- El ámbito de acción incluye los productos derivados y componentes intangibles, que son los conocimientos asociados a dichos recursos genéticos, por parte de los pueblos originarios.
- Para acceder a los recursos genéticos, es necesario suscribir un Contrato de Acceso aceptado por los actores involucrados (autoridad competente, solicitante del acceso, proveedor del componente intangible, la institución nacional de apoyo, el propietario poseedor del recurso biológico que contenga el recurso genético, el propietario del predio y/o el centro de conservación *ex situ* donde se encuentre el recurso genético
- Para el acceso se requiere: a) un contrato de acceso, suscrito entre el solicitante y la autoridad nacional competente en este caso el VMABCC. b) un formulario suscrito entre el solicitante y las comunidades nativas de donde proviene el recurso genético y c) contratos accesorios suscritos entre el solicitante y la institución nacional de apoyo, además del responsable legal de la institución que tiene el Banco de germoplasma (si proviene de colecciones de Bancos reconocidos por la autoridad competente) y/o el propietario del predio y/o el proveedor del recurso biológico.

La decisión 391 llena un vacío histórico sobre derechos, en algunos casos difusos y ha contribuido al reconocimiento de los derechos intangibles de las comunidades de origen. Sin embargo de estos aspectos positivos, se han presentado algunas dificultades y desventajas, una de ellas es que han disminuido los trabajos de investigación conjuntos entre universidades o centros nacionales y centros internacionales de

excelencia y nadie sabe cuanta cantidad de semillas o tejidos vegetales se ha sacado del país en el periodo en que está vigente, lo que demuestra que es necesario desarrollar una nueva teoría del Estado y del derecho, en lo que respecta a la tutela efectiva de los bienes comunes y los intereses difusos, agravada por la falta de una conciencia de juricidad en la población.

En la mayor parte de los foros donde los expertos en conservación de germoplasma han discutido el problema, estos se han mostrado como muy favorables a la aplicación de los principios generales de la Decisión 391, pero han criticado su débil principio de realidad material, como la disponibilidad de recursos y medios, sobreestimando la capacidad de control del Estado.

### **Distribución de los beneficios a los agricultores**

El Decreto Reglamentario 24676 de la decisión 391, establece en el inciso 2 del Art. 15, “una participación justa y equitativa del Estado Boliviano en cualquier beneficio económico, tecnológico u otro de cualquier naturaleza que depare el acceso a los recursos genéticos. De igual manera, cuando se involucren comunidades campesinas o indígenas, como proveedores del componente intangible asociado al recurso genético al de cualquier acceder, se acordará la participación de estos sectores en los beneficios derivados del acceso al recurso genético a través de las organizaciones sociales mas representativas. Se desprende de este artículo el Decreto Reglamentario, que está acorde a lo establecido por la nueva Constitución Política, que el Estado es propietario de los recursos genéticos y las comunidades originarias del componente intangible asociado al recurso genético. En el Art. 40 del mismo decreto establece que el “Estado participará en forma justa y equitativa de los beneficios de cualquier naturaleza que depare el acceso a los recursos genéticos (de los cuales Bolivia es el país de origen). Dichos beneficios serán destinados a propiciar la conservación, el uso sostenible y desarrollo de los recursos genéticos en el territorio nacional”

Con respecto a los recursos fitogenéticos, es clara la propiedad del Estado Boliviano, sin embargo es muy difícil establecer su componente intangible o “saberes” campesinos sobre su uso en la alimentación, parece mas fácil establecer el saber campesino sobre la flora y fauna silvestre en su uso en medicina, cosmetología, u otros posibles usos industriales.

Con respecto a la distribución de beneficios a los agricultores, conforme al artículo 349 de la C.P.E. párrafo II, el estado reconocerá, respetará y otorgará derecho propietario individual y colectivos sobre la tierra, así como derechos de uso y aprovechamiento sobre otros recursos naturales, asimismo en el artículo 353, se indica que el pueblo boliviano, tendrá acceso equitativo a los beneficios provenientes del aprovechamiento de todos los recursos naturales, además de que se dará prioridad a los territorios donde se encuentren estos recursos y a las naciones pueblos originarios campesinos.

Los centros de investigación y algunas universidades, realizan trabajos de mejoramiento genético cruzando el germoplasma local con variedades mejoradas y seleccionando a partir de estos cruzamientos nuevas variedades, tanto la investigación como la producción de semilla no dan utilidades y los beneficiarios directos son las comunidades rurales de Bolivia.

Los bancos de germoplasma de granos alto andinos y tubérculos y raíces y el Banco de cereales y leguminosas, muchas veces han realizado trabajos de reintroducción de variedades nativas de manera gratuita a las comunidades de origen, cuando estas solicitan por haber perdido alguna variedad, aunque solamente en pequeñas cantidades, debido a que los bancos no producen semilla en cantidades comerciales.

Algunas instituciones conjuntamente a entidades asociadas como la Universidad de Bélgica, y otras entidades, han desarrollado interesantes iniciativas para la promoción y transformación de cultivos

andinos subutilizados, algunas de ellas con impactos claros como la venta de pequeñas papas nativas gourmet, papas fritas de diferentes colores y la organización de pequeños grupos de agricultores.

Los pocos beneficios hasta ahora logrados, no significa que en futuro no se busquen mayores beneficios para las comunidades de origen, cuando se usen las variedades locales y sobre todo cuando se difunda un saber localizado en una comunidad.

### **Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB)**

El CDB es fiel reflejo de las diferencias Norte-Sur acontecidas durante el proceso de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), fue aprobado y abierto a la firma el 5 de junio de 1992 en la CNUMAD en Río de Janeiro. Bolivia ratificó el CDB mediante Ley de la República N° 1580. El CDB define el concepto de recursos genéticos, establece la soberanía de los Estados sobre sus recursos biológicos confirmando la autoridad de los Estados para regular el acceso a los recursos genéticos dentro del ámbito de su jurisdicción, y de los cuales son países de origen. Señala que en ejercicio de la soberanía sobre el acceso a los recursos genéticos, los países deberán facilitar el acceso de estos recursos a otras Partes contratantes del CDB. Dice que el acceso a recursos genéticos debe ser en condiciones mutuamente convenidas y sometido al consentimiento fundamentado previo de la Parte Contratante que proporciona los recursos, a menos que esa Parte decida otra cosa. Incluye la Distribución justa y equitativa de los beneficios y el respeto, preservación y mantenimiento de los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica.

### **Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos de la FAO**

El Tratado de la FAO a la fecha no ha sido ratificado ni firmado por Bolivia, el actual gobierno está realizando una evaluación sobre las ventajas y desventajas para tomar una decisión final al respecto.

### **Solicitudes de Acceso a recursos genéticos**

La Decisión 391 ha sido reglamentada en Bolivia en 1997 a través del Decreto Supremo 24676 para su aplicación a nivel nacional, que establece que para el acceso a recursos genéticos de los cuales Bolivia es país de origen los usuarios deben suscribir un contrato de acceso con la Autoridad Nacional Competente. Durante los años 1996-2004 se evaluó nueve solicitudes de acceso a recursos genéticos y sólo dos culminaron con la suscripción de contratos de acceso a recursos genéticos. Algunas de ellas fueron devueltas para su complementación y no fueron presentadas nuevamente. Otras fueron evaluadas y recomendadas como precedentes para la suscripción de contratos de acceso pero no todos han sido concretados. Las solicitudes presentadas fueron:

1. Solicitud para el acceso a recursos genéticos de especies ornamentales con fines de investigación, desarrollo de potenciales comerciales y desarrollo de una estrategia de mercado (1995-2000).
2. Solicitud para el acceso a recursos genéticos de camélidos para la comercialización y exportación en pie, con el objeto de financiar actividades de mejoramiento, redoblamiento y acopia (1997) – *Con contrato de Acceso firmado.*
3. Solicitud para el acceso a recursos genéticos de maní (1998)
4. Solicitud para el acceso a recursos filogenéticos de especies silvestres amenazadas de maní (2000-2001)
5. Solicitud para el acceso a recursos genéticos de flora y microorganismos en dos áreas protegidas (2000)
6. Solicitud para el acceso a recursos genéticos de plantas aromáticas y medicinales de predios en una comunidad Quechua de Cochabamba (2000).

7. Solicitud para el acceso a recursos genéticos a partir de especies arbóreas (2001)
8. Solicitud para el acceso a recursos genéticos de especies florales para la obtención de esencias y extractos (2001)
9. Solicitud para el acceso a recursos genéticos de 10 vitroplantas de cinco variedades nativas de papa (2003-2004) - Con contrato de Acceso firmado.

Ya durante las gestiones 2008 existieron solicitudes que no tuvieron toda la documentación completa.

## CAPÍTULO 8

### LA CONTRIBUCIÓN DEL MANEJO DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y AL DESARROLLO SOSTENIBLE

#### **Relación entre diversidad y seguridad alimentaría**

Todos los habitantes de las zonas montañosas en el mundo y con mayor razón los de la zona andina boliviana donde se originaron y domesticaron numerosas especies, con un período lluvioso concentrado en cuatro meses del año, con temperaturas muy oscilantes en el mismo día y habitada por la mayor parte de los agricultores del país con propiedades muy pequeñas, saben que para asegurar el alimento para sus familias no se pueden “poner todos los huevos en el mismo cesto”, por tanto es costumbre en ellos sembrar varias especies en sus pequeños terrenos. Esta costumbre es más evidente en los habitantes de las laderas montañosas y en el altiplano, en relación a los que habitan en las pequeñas planicies de los valles de clima templado.

Los habitantes de las laderas de las montañas que utilizan pequeñas parcelas aisladas con fuerte pendiente y en diferentes niveles altitudinales en muy pequeñas distancias cultivan diferentes especies, por ejemplo pueden cultivar quinua (*Chenopodium quinoa*), cañahua (*C. pallidicaule*), lupino o tarwi (*Lupinus mutabilis*), papas de diferentes especies y otros tubérculos como la papalisa (*Ullucus tuberosus*) y la oca (*Oxalis tuberosa*), esta agricultura poli-específica poco ortodoxa para ser una agricultura de tipo comercial, es un “seguro” contra las heladas, sequías y otras adversidades bióticas, por ejemplo los agricultores del altiplano y de las laderas altoandinas siembran papas perteneciente a la especie *Solanum tuberosum* ssp. *adigena* con 48 cromosomas o tetraploides en las mejores parcelas, pero en las parcelas más expuestas a las heladas siembran papas amargas generalmente pertenecientes al grupo Luki de las especies *S. jusepzcukii* con 36 cromosomas o triploides o *S. curtilobum* con 60 cromosomas o pentaploides y *S. stenotomum* con 24 cromosomas o diploides y otras especies de papas para dar seguridad alimentaria a su familia.

En todas estas zonas con fuertes limitaciones para realizar una agricultura comercial, la conservación de la diversidad es una necesidad práctica que muy difícilmente se la podrá obviar, consiguientemente en estas zonas existe una fuerte relación entre la diversidad y la seguridad alimentaria.

#### **Relación entre la estabilidad fenotípica y la seguridad alimentaría**

Se han ideado numerosos diseños para detectar la estabilidad fenotípica del rendimiento, los más usuales son aquellos donde en un sistema cartesiano en el eje de las **Y** se coloca el rendimiento y en el de las **X** el índice ambiental. Cerca del eje de las **Y** o con menor índice ambiental están los ambientes más desfavorecidos y los mejores ambientes están alejados del eje de las **Y**. En los diferentes ensayos

realizados en el país las variedades locales generalmente presentan rendimientos estables o sea tienen un similar comportamiento en el malo como en el buen ambiente, mientras que las variedades mejoradas son más inestables y presentan comportamientos muy diferentes en los ambientes, generalmente en el mal ambiente producen un poco más o son similares a las variedades locales, pero en el buen ambiente producen 3 ó 4 veces más que las locales. Por este motivo en el Centro Semillas Pairumani no se aconseja el uso de variedades mejoradas para las parcelas que no tiene riego.

Una vez más se puede afirmar que el uso de germoplasma local o nativo en los ambientes desfavorables ofrece ventajas económicas por la fácil accesibilidad y el menor costo de la semilla con relación a las variedades mejoradas y algunas veces, aunque no siempre, por la seguridad de la cosecha en las zonas marginales. Tampoco se puede afirmar que en todas las zonas marginales la productividad de las variedades locales o nativas sea similar con relación a las variedades mejoradas ya que en un buen año agrícola los rendimientos de las variedades mejoradas pueden duplicar a los rendimientos de las nativas, pero este es un riesgo que difícilmente podrán asumir los agricultores de las zonas marginales.

Ciertas zonas marginales podrían transformar sus condiciones con inversiones importantes, por ejemplo el riego, las estadísticas del ex Programa Nacional de Riego (PRONAR), muestran que para la zona andina con riego la sustitución de las variedades locales por variedades mejoradas supera el 75% de la superficie, mientras que en las sin riego no llegan ni al 1% de la superficie cultivada.

Se utilizaron variedades obtenidas a partir de cruzamientos con accesiones conservadas en los bancos de germoplasma, que luego fueron multiplicadas en programas de producción de semilla a nivel estatal como privado.

### **Programas de producción de semillas y plantines**

Las instituciones que contemplan programas de producción de semillas y plantines se tienen las siguientes:

- Unidad de Producción de Semilla de papa, SEPA – Cochabamba – financiado por COSUDE cuyas actividades están previstas hasta el 2009.
- Programa de semillas Fundación Pairumani, que trabaja con semilla de maíz y leguminosas, financiado por la Fundación Patiño.
- Programa de producción de semilla de papas nativas, quinua, maíz y trigo. Financiado por COSUDE.
- Programa de producción de semilla prebásica de papa mediante cultivos *in vitro*. Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear.
- Programa de producción de semilla prebásica de papa mediante cultivos *in vitro*. Escuela Militar de Ingeniería.
- Proyectos de producción de semillas en cultivos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Asociación Nacional de Productores Oleaginosas, El Vallecito.
- Programa de Producción de plantines de Vid. Centro Nacional Vitivinícola.
- Programa de Producción de plantines de frutales de Valle (carozo y pepita) Duraznero y Manzano. Fundación para el Desarrollo Frutícola una iniciativa privada.

Además de estas instituciones existen otras a nivel de iniciativas de organizaciones de pequeños productores entre las que se cuentan a:

- Programas de producción de semillas de papa. Asociación de Productores de Semilla de Papa – Villazón.

- Programas de producción de semillas de papa. Asociación de Productores de Semilla de Papa – Ayopaya.
- Programa de producción de semilla de papa y haba. Asociación Murumamani - Achacachi

### Variedades de especies agrícolas registradas

Según el registro nacional de variedades y variedades protegidas se han registrado en las oficinas regionales del país durante las gestiones 2007 y 2008 las siguientes variedades:

Especie	Variedad	Registro /Oficina Regional de Semillas
Amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.)	Oscar Blanco Rosado cristalino	Potosí
Haba ( <i>Vicia faba</i> L. Partim)	Chillcani Gigante de Copacabana Samasa Turiza Usnayo	Potosí La Paz Potosí Potosí La Paz
Maíz ( <i>Zea mays</i> L.)	Culli Hualtaco Patillo Blanco Puka Kellu marlo blanco Tojra Kellu marlo rojo	Potosí Potosí Potosí Potosí Potosí
Maiz ( <i>Zea mays</i> L.) híbrido	P30F32 P30F35 P30F38 P30K73	Santa Cruz Santa Cruz Santa Cruz Santa Cruz
Maní ( <i>Arachis hipogaea</i> L.)	Carcaña Colorado grande Colorado mediano Guano de oveja Larguillo Overo bola Overo Chiquitano Rosado Sara maní	Santa Cruz Santa Cruz Santa Cruz Santa Cruz Chuquisaca Gran Chaco Santa Cruz Cochabamba Cochabamba
Quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> Willd)	Real blanca chojlo Real blanca dedo Real blanca puñete Real pandela Real pisanck'alla Toledo	Potosí Potosí Potosí Potosí Potosí

Fuente: INIAF, 2009

### Programa de alivio a la pobreza

En el marco del Plan Nacional de Desarrollo el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria, establece un programa de estímulo a familias campesinas de regiones deprimidas (Norte de Potosí) para el resguardo de los recursos genéticos *in situ* denominado Fortalecimiento a la seguridad y uso adecuado de los recursos genéticos *in situ*, el cual tiene como componentes el aprovechamiento óptimo de la amplia diversidad de productos, que existen en la región y no permite el desplazamiento de estas variedades y/o ecotipos por otras variedades mejoradas o bien introducidas de otras regiones o países. En uno de sus componentes esta inserto el aspecto de mercado el cual se consolidará en espacios no tradicionales con características de producción ecológicas.

**ANEXO 1: RECURSOS FITOGENETICOS FORRAJEROS**

<b>COLECCIÓN ESPECIES FORRAJERAS CIF</b>			
<b>LEGUMINOSAS</b>			
<b>Origen de las muestras</b>	<b>Nombre de la especie</b>	<b>Nº de muestras</b>	<b>Total de muestras</b>
Mejorado Criollo	<i>Medicago sativa</i>	32 10	42
Nativo	<i>Medicago lupulina</i>	5	5
Nativo	<i>Medicago polymorpha</i>	12	12
Nativo	<i>Melilotus alba</i>	3	3
Nativo	<i>Melilotus officinalis</i>	2	2
Mejorado	<i>Trifolium pratense</i>	6	6
Mejorado	<i>Trifolium repens</i>	10	10
Natvo	<i>Trifolium amabile</i>	12	12
Mejorado	<i>Trifolium resupinatum</i>	2	2
Mejorado	<i>Lotus corniculatus</i>	3	3
Mejorado	<i>Lotus uliginosus</i>	3	3
Mejorado	<i>Lotus sub-biflorus</i>	3	3
Mejorado	<i>Vicia villosa</i>	5	5
Mejorado	<i>Vicia villosa ssp. dasycarpa</i>	2	2
Mejorado	<i>Vicia sativa</i>	16	16
Nativo	<i>Vicia spp.</i>	4	4
Nativo	<i>Lathyrus sativus</i>	19	19
Mejorado	<i>Pisum sativum</i>	9	9
Mejorado	<i>Desmodium heterocarpon</i>	3	3
Mejorado	<i>Neunotonia wightii</i>	4	4
Mejorado	<i>Lablab purpureus</i>	5	5
Mejorado	<i>Calopogonium mucunoides</i>	2	2
Mejorado	<i>Cajanus cajan</i>	6	6
Mejorado	<i>Canavalia ensiformis</i>	3	3
Mejorado	<i>Arachis pintoii</i>	5	5
Mejorado	<i>Pueraria phaseoloides</i>	3	3
Mejorado	<i>Macrotyloma axillare</i>	2	2
Mejorado	<i>Stizolobium niveum</i>	2	2
Mejorado	<i>Stizolobium aterrimum</i>	2	2
Mejorado	<i>Stizolobium deeringianum</i>	2	2
Mejorado	<i>Vigna unguiculata</i>	22	22
Mejorado	<i>Calliandra calothyrsus</i>	4	4
Mejorado	<i>Cliricidia sepium</i>	2	2
Mejorado	<i>Flemingia macrophylla</i>	3	3
Mejorado	<i>Leucaena leucocephala</i>	4	4
Mejorado	<i>Cratylia argentea</i>	3	3
Nativo	<i>Cratylia intermedia</i>	6	6
		<b>Total Leg.</b>	<b>241</b>

GRAMÍNEAS			
Origen de las muestras	Nombre de la especie	Nº de muestras	Total de muestras
Nativo	<i>Bromus unioloides</i>	10	10
Mejorado	<i>Festuca arundinacea</i>	4	4
Nativo	<i>Festuca dolichophylla</i>	10	10
Nativo	<i>Festuca orthophylla</i>	8	8
Mejorado	<i>Dactylis glomerata</i>	2	2
Mejorado	<i>Lolium perenne</i>	3	3
Mejorado	<i>Lolium multiflorum</i>	5	5
Mejorado	<i>Eragrostis curvula</i>	4	4
Nativo	<i>Eragrostis spp.</i>	5	5
Nativo	<i>Hordeum muticum</i>	3	3
Nativo	<i>Calamagrostis vicunarium</i>	3	3
Nativo	<i>Calamagrostis eminens</i>	2	2
Nativo	<i>Calamagrostis ovata</i>	2	2
Nativo	<i>Luzula racemosa</i>	2	2
Nativo	<i>Nasella brachyphylla</i>	2	2
Mejorado	<i>Zea mays</i>	15	15
Mejorado	<i>Brachiaria spp.</i>	6	6
Mejorado	<i>Panicum maximum</i>	4	4
Mejorado	<i>Paspalum spp</i>	4	4
Mejorado	<i>Setaria anceps</i>	2	2
		<b>Total Gram.</b>	<b>96</b>

CEREALES MENORES			
Origen de las muestras	Nombre de la especie	Nº de muestras	Total de muestras
Mejorado	<i>Hordeum vulgare</i>	98	104
Criollo		6	
Mejorado	<i>Avena sativa</i>	64	64
Criollo	<i>Avena fatua</i>	5	5
Mejorado	<i>X. triticosecale</i>	46	46
Mejorado	<i>Triticum aestivum</i>	120	120
Mejorado	<i>Triticum durum</i>	40	40
		<b>Total Cereal</b>	<b>379</b>

OTRAS ESPECIES			
Origen de las muestras	Nombre de la especie	Nº de muestras	Total de muestras
Mejorado	<i>Suaeda foliosa</i>	5	5
Mejorado	<i>Atriplex nummularia</i>	5	5
Criollo	<i>Atriplex semibaccata</i>	3	3
Nativo	<i>Atriplex halimus</i>	3	3
Nativo	<i>Atriplex cordobensis</i>	2	2
Mejorado	<i>Amaranthus paniculatus</i>	10	10
Nativo	<i>Amaranthus caudatus</i>	5	5
Mejorado	<i>Chamaecytisus proliferus ssp. Palmensis</i>	3	3
		<b>Total otros</b>	<b>36</b>
		<b>TOTAL</b>	<b>752</b>

Fuente: Centro de Investigaciones Forrajeras La Violeta