



Agencia de Recursos Verdes del Japón



Prefectura del Departamento de Chuquisaca

**“ESTUDIO DE VALIDACIÓN DEL DESARROLLO RURAL PARTICIPATIVO,  
BASADO EN LA CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS”**

**Proyecto JALDA**

**Sucre - Bolivia**

---

# MANUAL DE TÉCNICAS



---

*Serie "Guías y Manuales"*

**Título:** **MANUAL DE TÉCNICAS**  
**Estrategia de Intervención:**  
**“Desarrollo Rural Sostenible, basado en la conservación de suelos y aguas”**  
**Serie “Guía y Manuales”**

**Elaboración:** **Agencia de Recursos Verdes del Japón (J-Green)**

**Contribuciones:**

**J-Green:**

Mitsuru Marumoto (Director), Yukio Shinomi (Ex-director), Yasusada Oue (Sub director),  
Hideo Ago (Ex-sub director), Koichi Takenaka, Haruyuki Dan, Tomio Hanano, Takao Fujimoto,  
Takao Nakagiri

**Equipo Técnico de Proyecto JALDA (en orden alfabético) :**

Edwin Arteaga, Elizabeth Barroso, Arnulfo Borges, Víctor Durán, Fernando Flores,  
Adriaan Kessler, Hugo Uzeda

**Edición:** **300** ejemplares

Derechos Reservados

**Fecha:** Marzo, 2004, Sucre – Bolivia

---

Para más información:

**Oficina Central de la Agencia de Recursos Verdes del Japón (J-Green)**

Dirección : Muza Kawasaki Central Tower, piso 12

Kawasaki-city, Omiya-cho 1310

Apartado postal No. 212-0014

Kanagawa-Japón

Tel. : (81)-(3) 3433-4244/ Fax: (81)-(3) 3436-1827

E-mail : [overseas-activities@green.go.jp](mailto:overseas-activities@green.go.jp)

Web : <http://www.green.go.jp>

---

**Proyecto JALDA (1999 – 2003)**

**“Estudio de Validación del Desarrollo Rural Participativo, basado en la conservación de suelos y aguas”**

- **Agencia de Recursos Verdes del Japón (J-Green)**
- **Prefectura del Departamento de Chuquisaca (Bolivia)**

---

Toda reproducción de partes del presente volumen se hará citando la fuente y comunicando a los editores.

## **Presentación**

La Agencia de Recursos Verdes del Japón (J-Green), es una institución que depende económicamente de los fondos de la Ayuda Oficial del Gobierno del Japón (Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca), y se dedica a realizar estudios agrícolas, socioeconómicos y de recursos naturales, así como a la recopilación de documentos y sistematización de información relacionada a los mismos, con el fin de contribuir al desarrollo agrícola y rural de países en vías de desarrollo. Dentro de las actividades de la J-Green, tienen mucha importancia aquellas relacionadas con los problemas medio ambientales del planeta.

Latinoamérica es considerada la zona con mayores recursos naturales en el mundo, poseyendo el 14% de las tierras cultivables, el 46% de los bosques tropicales, el 31% del recurso agua y el 50% de la biodiversidad (plantas y animales) (FAO, 1996). Sin embargo, en esta misma zona, se produce una erosión de suelos a gran escala, degradación de suelos debido a la pérdida de fertilidad de los mismos, y muchos efectos negativos como ser la disminución de la biodiversidad. Principalmente en zonas donde se desarrolla una agricultura a secano, los suelos son vulnerables a la erosión y existen problemas que requieren una urgente solución, tales como garantizar una producción agrícola sostenible basada en la conservación de suelos y aguas, así como prevenir la degradación de los suelos.

Para afrontar este problema, la J-Green ejecutó desde el año 1999 y por un periodo de 5 años, el “Estudio de Validación de Desarrollo Rural Sostenible basado en la Conservación de Suelos y Aguas” en la zona de los valles interandinos de Bolivia, país considerado uno de los más atrasados en cuanto a prácticas de conservación dentro de Latinoamérica. Este Estudio de Validación (localmente conocido como “Proyecto JALDA”) tiene por objetivo identificar prácticas de conservación de suelos y aguas que el pequeño productor de la zona pueda implementar en sus terrenos por cuenta propia; desarrollar una metodología de intervención para lograr un desarrollo agrícola rural basado en la conservación de suelos y aguas; y por último, validar de manera participativa la aplicabilidad de estas prácticas y la metodología de intervención.

Todos los resultados obtenidos en el Estudio de Validación han sido plasmados en **la Guía Técnica** que está compuesta por: **1) El Manual Técnico**, que resume la tecnología de prácticas de conservación de suelos, **2) Las Guías Metodológicas**, que resumen la metodología para lograr un desarrollo agrícola y rural sostenible basado en la conservación de suelos y aguas y **3) Las Cartillas de Capacitación**, que son un conjunto de materiales para la capacitación técnica de agricultores campesinos y la difusión.

Sería una gran satisfacción si el conjunto de estos documentos fuese aprovechado eficientemente en diversos países por profesionales que se desempeñan tanto en la parte de planificación como de ejecución de actividades relacionadas con el desarrollo agrícola rural sostenible, y que la misma llegue a contribuir al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y a la conservación del medio ambiente.

Aprovechando la oportunidad deseo hacer llegar los más sinceros agradecimientos a todas las personas que han ayudado y colaborado en la elaboración de la presente Guía Técnica, principalmente al Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca del Japón, la Embajada del Japón en Bolivia, la oficina de la JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón) en Bolivia, el Comité de Apoyo al Estudio en Japón, el Ministerio de Agricultura y Asuntos Campesinos(MACIA) de Bolivia, la Prefectura de Chuquisaca, la Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca y a todas las comunidades de intervención.

**TAKAHITO MISAKI**  
**Presidente Ejecutivo de la J-GREEN**

**Tokio, Japón, Marzo del 2004**

# Mapa de ubicación de la zona de intervención

Fuente: World Atlas.com



# ÍNDICE DEL CONTENIDO

## **Capítulo 1 Erosión de suelos en la zona de los valles interandinos –Introducción–**

- 1.1 Características de la zona de los valles interandinos en Sudamérica
  - 1.1.1 Características naturales
  - 1.1.2 Características sociales
  - 1.1.3 Características de la agricultura actual
- 1.2 Tecnología de conservación en la zona de los valles interandinos en Sudamérica
- 1.3 Mecanismos de la erosión de suelos, condiciones actuales y métodos de estimación de la erosión
  - 1.3.1 Mecanismos de la erosión de suelos
  - 1.3.2 Condiciones actuales de la erosión de suelos en los valles interandinos en Sudamérica
  - 1.3.3 Método de estimación de la cantidad de erosión de suelos

## **Capítulo 2 Medidas técnicas de conservación por obras físicas**

- 2.1 Medidas de conservación por obras físicas
  - 2.1.1 En qué consisten las medidas de conservación por obras físicas
  - 2.1.2 Efectos de las medidas técnicas de conservación por obras físicas
  - 2.1.3 Funciones de las medidas de conservación por obras físicas
  - 2.1.4 Puntos que deben ser tenidos en cuenta para aplicar las medidas de conservación por obras físicas
- 2.2 Medidas para el mejoramiento de tierras agrícolas
  - 2.2.1 Terrazas
  - 2.2.2 Terraza-canal
  - 2.2.3 Terraza de banco
  - 2.2.4 Terraza con plantación
  - 2.2.5 Canales de drenaje
  - 2.2.6 Zanja de infiltración
  - 2.2.7 Obras físicas para control de cárcavas
  - 2.2.8 Muro de piedra
  - 2.2.9 Muro de tierra
- 2.3 Medidas de manejo de agua
  - 2.3.1 Embalse
  - 2.3.2 Pequeño reservorio de agua o cocha
  - 2.3.3 Tanque para almacenar agua
  - 2.3.4 Instalaciones para la captación de agua de lluvia aprovechando el techo

## **Capítulo 3 Prácticas agronómicas de conservación**

- 3.1. Manejo del suelo
  - 3.1.1 Situación actual de la fertilidad de los suelos agrícolas
  - 3.1.2 Mejoramiento del suelo en base a materia orgánica
  - 3.1.3 Mejoramiento del suelo en base a cultivos de abono verde
- 3.2. Manejo de cultivos
  - 3.2.1 Rotación de cultivos
  - 3.2.2 Cultivos intercalados y cultivos mixtos
  - 3.2.3 Cobertura del suelo
  - 3.2.4 Manejo de la fertilidad
  - 3.2.5 Labranza
  - 3.2.6 Métodos de cultivo de especies principales.

## **Capítulo 4 Conservación de bosques y su tecnología**

- 4.1 Adopción de prácticas forestales
- 4.2 Objetivo de las plantaciones útiles dentro del desarrollo rural
  - 4.2.1 Necesidad de asegurar la disponibilidad de leña -Implantación de bosques con fines energéticos-
  - 4.2.2 Medidas para la generación de ingresos -Implantación de bosques de producción maderera-
  - 4.2.3 Efectos conservacionistas -Implantación de bosques de conservación-
  - 4.2.4 Implantación de sistemas agroforestales
- 4.3 Producción de mudas mediante viveros familiares
  - 4.3.1 Concepto de producción local
  - 4.3.2 ¿Qué son los viveros familiares?

- 4.3.3 Antes de instalar los viveros familiares
- 4.3.4 Realización de la capacitación en producción de mudas
- 4.3.5 Implementación de los viveros familiares
- 4.3.6 Comité de productores de mudas (viveristas)
- 4.4 Tencología forestal de regiones semiáridas
  - 4.4.1 Método de plantación del tipo “estrato múltiple”
  - 4.4.2 Uso del mulch y su efecto preventivo de pérdida de la humedad del suelo
  - 4.4.3 Método de plantación directa empleando almácigo
  - 4.4.4 Posibilidades de la fruticultura
- 4.5 Prácticas de protección de las plantaciones
  - 4.5.1 Cercos de protección empleando postes de madera
  - 4.5.2 Aprovechamiento de botellas de plástico desechables
  - 4.5.3 Protección de plantas mediante el uso de plantas espinosas
  - 4.5.4 Aprovechamiento de la lana de oveja (contra hormigas cortadoras de hojas)
- 4.6 Especies forestales útiles
  - 4.6.1 Utilidad de la especie
  - 4.6.2 Efectos en la conservación de suelos
  - 4.6.3 Especies útiles para el desarrollo rural y otros
- 4.7 Manejo de los recursos forestales mediante un reglamento de manejo forestal
  - 4.7.1 Objetivo
  - 4.7.2 Antecedentes del establecimiento del Reglamento de Manejo Forestal
  - 4.7.3 Características del Reglamento
  - 4.7.4 Problemas que aún prevalecen y soluciones
  - 4.7.5 Reglamento de manejo forestal

## **Capítulo 5 Medidas en el área de la ganadería**

- 5.1 Situación actual de la cría de animales domésticos y la erosión del suelo
- 5.2 Sobre las medidas contra en sobrepastoreo
  - 5.2.1 Problemas de sobrepastoreo
  - 5.2.2 Medidas contra el sobrepastoreo
  - 5.2.3 Puntos principales y contenido de las medidas
- 5.3 Adecuación del número de animales para pastoreo
  - 5.3.1 Sobre la reducción del número de animales para pastorear
  - 5.3.2 Medidas para mejorar la capacidad productiva de cada animal
  - 5.3.3 Medidas de mejoramiento del sistema de cría
- 5.4 Medidas de producción y aprovechamiento del forraje
  - 5.4.1 Sobre la producción y el aprovechamiento de forraje
  - 5.4.2 Medidas para forrajes a base de especies herbáceas
  - 5.4.3 Medidas de producción de granos para forraje
- 5.5 Medidas de control social

## **Capítulo 6 Otras medidas técnicas de conservación**

- 6.1.1 Silo metálico familiar
- 6.1.2 Lombricultura

## **ANEXOS**

## I. Estudio de Validación de Desarrollo Rural Participativo basado en la Conservación de Suelos y Aguas (“Proyecto JALDA”)

### 1. Antecedentes del Estudio

En los últimos años, la productividad agrícola ha disminuido, y la agricultura sostenible así como la estabilidad de la vida de los pobladores se ve amenazada debido a la erosión de suelos que avanza a nivel mundial. Adicionalmente, ésta causa efectos negativos en la infraestructura social y la biodiversidad existente en zonas aguas abajo de las cuencas. Dentro de este marco, Latinoamérica es una de las zonas donde la degradación de los recursos naturales está más avanzada a nivel mundial, principalmente por la destrucción de bosques y la erosión de suelos, debido a factores como el aumento demográfico y la expansión inadecuada del horizonte agrícola.

La población de Latinoamérica no supera el 10% del total del mundo, sin embargo es la zona más rica en cuanto a recursos naturales a nivel mundial teniendo el 14% de los suelos cultivables, el 46% de los bosques tropicales, el 31% de los manantiales de agua y el 50% de la flora y fauna (FAO, 1996). La erosión de suelos causada por las precipitaciones pluviales se ha convertido en un serio problema en la zona, provocando la disminución de la fertilidad de la capa superficial, el sedimento arrastrando se deposita en las zonas aguas abajo convirtiéndose en la causante de inundaciones, así mismo la obstrucción de ríos está provocando impactos en la biodiversidad. Dentro de esta situación, en 1992 la Fundación Mundial del Medio Ambiente (GEF) ha incluido el tema de la degradación de suelos al grupo de los temas más importantes dentro de los problemas medio ambientales del mundo y ha pedido cooperación a todos los países para llevar adelante medidas contra este fenómeno.

Con este panorama de fondo, la Agencia de Recursos Verdes del Japón (J-GREEN) ejecutó desde 1995 hasta 1999 (5 años), con fondos de la Ayuda Oficial del Gobierno del Japón (Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca) un *Estudio Básico* en Latinoamérica con el fin de recopilar información básica referente a la situación de la erosión de suelos y las prácticas de conservación de la zona. Como resultado del Estudio, se han identificado las causas de la erosión de suelos, la situación referente a las prácticas de conservación, tecnología efectiva de conservación, ejemplos de proyectos de conservación exitosos y los factores de éxito de los mismos.

Más concretamente, en el Estudio Básico se ha identificado que:

- Adicionalmente a las prácticas físicas de prevención de la erosión de suelos es importante desarrollar prácticas agronómicas sostenibles que los agricultores puedan adoptar,
- Es necesario desarrollar actividades de motivación para que los agricultores adopten prácticas de prevención de la erosión de suelos,
- Es necesario desarrollar actividades de incentivo,
- Es necesario desarrollar un sistema donde todos los agricultores de la zona participen en todo el proceso, desde la planificación hasta la ejecución de estas actividades,
- Muchos proyectos de conservación han tenido problemas referidos a la tecnología y a la metodología, lo cual ha resultado en que estos proyectos no hayan tenido éxito suficiente.

Con los resultados de este Estudio Básico, la J-GREEN, ejecutó desde 1999 hasta el 2003 (5 años), el *Estudio de Validación de Desarrollo Rural Participativo basado en la Conservación de Suelos y Aguas*, con los objetivos de: identificar los problemas de la erosión de suelos; validar y establecer tecnologías de conservación de suelos; validar y establecer metodologías para lograr un desarrollo agrícola rural sostenible basado en la conservación de suelos y aguas que sean adecuadas para la zona, con el fin de lograr que la agricultura de los pequeños productores sea sostenible y así mejorar su nivel de vida.

La zona elegida para realizar el Estudio de Validación fue la de los valles de Bolivia, país que se ubica en el corazón de los valles interandinos y que es uno de los más atrasados en Latinoamérica en cuanto a la adopción de prácticas de conservación de suelos. La zona de los valles de Bolivia se encuentra entre la zona alta de montañas de la Cordillera de Los Andes y la zona baja, ocupa el 40% del territorio nacional y es una zona con problemas de erosión de suelos a gran escala.

### 2. Erosión de suelos y situación agrícola rural actual en la zona de los valles interandinos

La situación agrícola en la zona de los valles interandinos varía según la tenencia de tierra. Los pequeños productores desarrollan actividades agropecuarias en terrenos cuyas condiciones naturales son muy desfavorables, tienen mucha pendiente y son de baja fertilidad; la producción es para el autoconsumo y la productividad es muy baja por lo que hay escasez de alimentos y los productores se encuentran en situación de pobreza. Por otra parte, debido a escasez de terrenos aptos para cultivar, la agricultura que se desarrolla en la zona es extractiva y no considera la recuperación natural, lo cual produce la erosión y degradación de suelos a gran escala, lo cual a su vez empeora la situación agrícola y aumenta la pobreza de los productores.

En contraste a los pequeños productores, los grandes productores son económicamente privilegiados, desarrollan una agricultura mecanizada a gran escala en buenos terrenos, planos y fértiles. Sin embargo, ellos tampoco

tienen mucha conciencia y conocimientos a cerca de la conservación de suelos y no toman medidas efectivas contra la erosión. Esto hace que en estos terrenos también se produzca erosión, la cual es a gran escala y es causada principalmente por el agua.

Tal como lo describe el cuadro inferior, no es una exageración indicar que el mayor problema del desarrollo agrícola y rural en Sudamérica es la degradación de suelos y que su causa principal es la erosión hídrica.

**CUADRO I-1**  
**Tipos de degradación de suelos según país**  
(Unidad: %)

País	Erosión hídrica	Erosión eólica	Degradación química	Degradación física
Argentina	37	47	3	13
Bolivia	59	23	18	<1
Brasil	47	7	46	<1
Chile	66	32	<1	<1
Paraguay	49	0	51	0
PROMEDIO	46	20	31	3

FUENTE : "DEGRADACIÓN DE SUELOS Y PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN ARGENTINA, BOLIVIA, BRASIL, CHILE Y PARAGUAY" ( FAO)

Las principales causas de la degradación de suelos son la tala de bosques, prácticas agrícolas inadecuadas, sobre pastoreo, tala excesiva de bosques energéticos (para extracción de leña y carbón). (Véase cuadro siguiente). Todas estas causas tienen origen principalmente en la actividad humana ya sea actividades de la vida cotidiana o del quehacer agrícola de los pobladores de la zona. Sin embargo, la mayoría de estas causas no pueden solucionarse haciendo que cada individuo tome medidas de conservación, sino que es necesario solucionar el problema a nivel de grupos o de la comunidad en su totalidad. Por ejemplo, una de las mayores causas de la degradación de suelos en Bolivia es el sobre pastoreo (o pastoreo excesivo). Se podría pensar que disminuir el número de animales de cada productor sería la solución al problema. Sin embargo, esta medida afectaría directamente a los ingresos de los productores y llevarlo a la práctica implicaría grandes dificultades. Por otro lado, los daños por ramoneo que causan los animales domésticos a las plantaciones también es un serio problema en la zona. Por esto resulta muy importante definir un manejo forestal en toda la comunidad.

**CUADRO I- 2**  
**Causas de la degradación de suelos según país**  
(Unidad: 1,000,000ha)

País	Tala de bosques		sobre pastoreo		Tala excesiva de bosques energéticos (para extracción de leña y carbón)		Actividades agrícolas	
	Superficie	%	Superficie	%	Superficie	%	Superficie	%
Argentina	9	17	16	30	12	22	16	31
Bolivia	4	35	7	63	<1	1	1	1
Brasil	61	49	24	19	0	0	40	32
Chile	4	55	3	40	<1	<1	<1	5
Paraguay	1	34	<1	2	0	0	2	64
PROMEDIO	79	39	50	25	12	6	60	30

FUENTE : "DEGRADACIÓN DE SUELOS Y PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN ARGENTINA, BOLIVIA, BRASIL, CHILE Y PARAGUAY" ( FAO)



**FOTOGRAFÍA I-1:** Debido al sobre pastoreo, la vegetación natural de la zona se encuentra tan degradada que no puede recuperarse naturalmente.



**FOTOGRAFÍA I-2:** Cuando la vegetación disminuye, la erosión de suelos se acelera.

### **3. Justificación de un desarrollo agrícola rural basado en la conservación de suelos agrícolas**

Los suelos agrícolas son la base de la producción de los agricultores campesinos, por lo tanto la base de su subsistencia. Entonces, la conservación de los suelos agrícolas debería ser realizada por los mismos agricultores campesinos ya sean propietarios o usuarios de estos suelos. Sin embargo, en la práctica, los suelos agrícolas están muy erosionados, debido a la falta de conciencia sobre la necesidad de la conservación. La implementación de prácticas de prevención de la erosión hídrica de los suelos de manera individual (agricultores uno por uno) no es la solución, sino que se requiere implementar estas prácticas a nivel de toda la cuenca.

La J-Green realizó entre 1995 y los posteriores 5 años, un Estudio Básico en Latinoamérica referido a la erosión de suelos. Luego de analizar muchos proyectos, se llegó a comprender que 1) es difícil implementar, de manera

sostenible, prácticas de prevención de la erosión de suelos solamente con tecnología de conservación, o solamente con métodos de implementación; y 2) que las mismas metodologías para el desarrollo existentes en la zona, así como la aplicabilidad de las mismas tenían muchas limitaciones. Es decir, tal como dice la frase “la tecnología no adoptada por los productores, no es tecnología sino ciencia”, hacer hincapié en el establecimiento de tecnologías, la aplicabilidad de estas a los productores y la difusión de las mismas es muy importante, pero igual de importante es desarrollar una *metodología integral* para lograr un desarrollo agrícola rural sostenible en base a estas tecnologías.

Sobre la base de esta experiencia, en el Estudio de Validación que siguió al Estudio Básico, se tomó una estrategia donde se desarrolló y validó integralmente tecnología de conservación por una parte, y por otra una metodología de desarrollo agrícola rural.

Los problemas de los proyectos de conservación tradicionales identificados en el Estudio Básico se pueden resumir en lo siguiente:

- Tenían un enfoque impositivo (“top down”: “de arriba hacia abajo”)
- En la planificación no se tomaban en cuenta las actividades para la subsistencia de los agricultores
- Problemas en el enfoque de la difusión técnica
- Trabajos de conservación muy puntuales y dispersos
- Trabajos de conservación centrados solamente en obras y prácticas físicas

#### **1) Tenían un enfoque impositivo (“top down”: “de arriba hacia abajo”)**

Los trabajos de conservación tradicionales tenían un enfoque impositivo, es decir venían “de arriba hacia abajo”. Las zonas de ejecución eran decididas por el gobierno central, ninguna de las actividades estaba basada en las demandas de los agricultores como tampoco contaban con la participación voluntaria de los mismos. Los agricultores mostraban interés solamente en el financiamiento y los incentivos que acompañaban a estos trabajos, pero no así en los trabajos de conservación en sí. Tenían poca conciencia a cerca de que estos trabajos mejoraban los suelos y que debían ser implementados de manera sostenible (falta de adueñamiento). Resultando así que, los efectos de los trabajos de conservación ejecutados por el gobierno y ONGs no eran sostenibles luego de la finalización de los proyectos.

#### **2) En la planificación no se tomaban en cuenta las actividades para la subsistencia de los agricultores**

En los proyectos de conservación tradicionales se realizaban bastantes estudios de suelos y sobre tecnologías de conservación, pero no así estudios referidos a los agricultores campesinos y sus familias que son los usuarios de la tierra. Una de las razones por la cual los agricultores no implementan prácticas de conservación es simplemente por la falta de conocimientos, sin embargo suele ocurrir también que aún teniendo esos conocimientos, no las implementan. Solamente con estudios referidos al suelo y las prácticas agrícolas es difícil discernir esta situación, es necesario identificar las causas analizando el sistema de subsistencia (más concretamente el sistema de producción agrícola, pecuario y forestal) y el sistema de vida (migración, traslado de agua, etc.) de los agricultores y sus familias. Los proyectos de conservación que no consideraron las actividades de subsistencia de los agricultores, individuos meta de las prácticas de conservación, no lograron efectos sostenibles.

#### **3) Problemas en el enfoque de la difusión técnica**

La tecnología de prácticas de conservación tiene sentido por primera vez cuando los agricultores las emplean. En Latinoamérica existe mucha tecnología de conservación barata y sencilla que los agricultores minifundistas podrían emplear. Sin embargo, el problema es que esta tecnología no está siendo empleada por los agricultores. Se puede decir que las causas fueron los problemas en el enfoque de difusión de tecnología hacia los agricultores. Es decir, con la metodología de difusión vertical donde un técnico extensionista capacita técnicamente a los agricultores, es difícil lograr una difusión a gran escala. Por otra parte, con este método los agricultores adoptan una actitud receptiva y no así de replicar las prácticas prometedoras que otros agricultores de la zona han implementado.

#### **4) Trabajos de conservación puntuales y dispersos**

Los proyectos de conservación tradicionales ejecutaban sus actividades por municipios, que son los gobiernos locales. Dentro de los municipios solamente trabajaban con los agricultores que tenían interés en participar en los trabajos de conservación, y no así a nivel global. Es decir, los trabajos de conservación para la prevención de la erosión de suelos no consideraban el control del agua desde aguas arriba hasta aguas abajo, no existía el concepto de cuenca, y se ejecutaban prácticas de conservación muy dispersas y puntuales. Así, por más que se ejecuten prácticas de conservación aguas abajo de una cuenca, si en la parte alta no se habían ejecutado estas prácticas, el escurrimiento ocurrido arriba llegaba abajo destruyendo las obras de conservación y llevándose consigo todos los efectos.

#### **5) Trabajos de conservación centrados solamente en obras y prácticas físicas**

Los trabajos de conservación tradicionales consistían en prácticas físicas que prevenían el arrastre de las

partículas de tierra. Debido a esto, los agricultores, que eran los supuestos beneficiarios de los trabajos de conservación, consideraban estos como nada atractivos y sin ningún beneficio económico para ellos. Como resultado se han visto muchos casos en que una vez finalizado los proyectos, los agricultores no realizaban el mantenimiento de las obras de conservación por lo que nuevamente se producía la erosión.

Evaluando los trabajos de conservación tradicionales se puede decir que estos eran considerados como trabajos sin ningún beneficio económico para el agricultor, y no eran atractivos como para que ellos participen con entusiasmo en estos trabajos. También hubo problemas en cuanto al enfoque para lograr que los agricultores adopten estas prácticas.

Para lograr que los trabajos de conservación tengan efectos sostenibles y lograr un desarrollo agrícola sostenible, es vital planificar actividades que brinden un beneficio económico al agricultor, que la ejecución de actividades sea participativa, desarrollar un sistema de desarrollo agrícola rural que permita la participación de todos los agricultores y pobladores de la comunidad. Por otra parte, los trabajos de conservación no deben referirse solamente a la implementación de prácticas físicas o agronómicas, sino que es importante crear conciencia de que los recursos naturales son limitados y que deben beneficiar a todos los pobladores; también es importante solucionar las diversas limitaciones existentes y ejecutar prácticas de conservación integrales a nivel de agricultores, de grupos organizados y de la comunidad.

En otras palabras, para lograr la prevención de la erosión de suelos en la zona de Latinoamérica no se requiere solamente de prácticas de conservación, sino que es necesario ejecutar de manera integral actividades de *desarrollo agrícola y rural basado en la conservación de suelos y aguas*.

#### **4. Características del Estudio de Validación**

##### **1) Lineamientos de ejecución del Estudio**

La metodología del Estudio de Validación consistió en instalar parcelas de investigación y una finca demostrativa en 3 comunidades de la cuenca del río Grande del departamento de Chuquisaca en Bolivia y validar en ellas con la participación de los agricultores del lugar, prácticas físicas y agronómicas para la conservación de suelos, así como metodologías para la ejecución de trabajos o proyectos de conservación.

Por otra parte, en base a los resultados descritos en el punto 3, se tomó la siguiente estrategia para que los pequeños agricultores de la zona puedan implementar prácticas sostenibles de conservación de suelos mediante un método aplicable a la zona.

- a) *Estrategia participativa*: Los agricultores participan y tienen sus propias responsabilidades.
- b) *Sistema familiar*: Se valora de manera integral y se proponen alternativas para mejorar las actividades de producción y las actividades de subsistencia de la familia campesina.
- c) *Difusión horizontal*: Capacitación técnica de campesino a campesino.
- d) *Concepto de microcuenca*: La planificación se la realiza por microcuencas.
- e) *Actividades integrales*: Combinan la conservación de suelos con infraestructura rural.

En el transcurso del Estudio de Validación, el *Sistema familiar* del inciso b), ha sido modificado a *Desarrollo de Sistemas Rurales* que es un sistema en el cual se proponen soluciones integrales a los problemas identificados no solamente a nivel familiar, sino también a nivel comunal y hasta municipal.

##### **2) Marco del Estudio**

El Estudio de Validación fue ejecutado dentro del siguiente marco:

###### **a) Estudios en campo (Estudio de Validación sobre los trabajos de conservación de suelos)**

Validación *in situ* de tecnología de prácticas y metodología de intervención mediante la ejecución de actividades de conservación modelo en 3 comunidades (microcuencas) de diferentes condiciones naturales, socioeconómicas y de manejo agrícola.

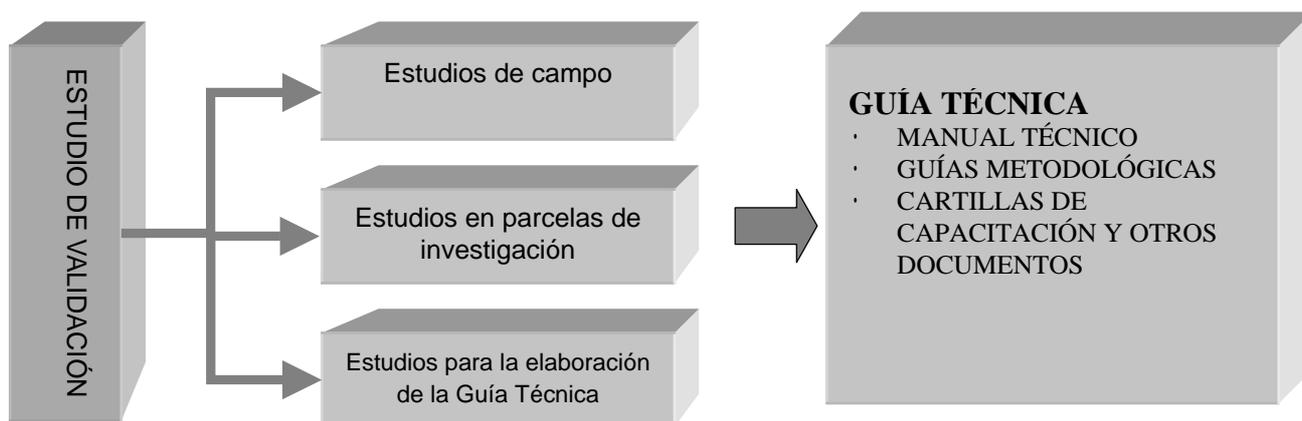
###### **b) Estudios en parcelas de investigación (Investigación y demostración de prácticas de conservación de suelos)**

Se instalaron parcelas de investigación (parcelas de erosión, de mejoramiento de suelos, de investigación forestal) dentro del Centro Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca para la recopilación de datos científicos. Por otro lado, se instaló una finca demostrativa para exhibir prácticas de conservación y también se llevaron a cabo trabajos de Investigación Participativa (IP) en terrenos de los propios agricultores.

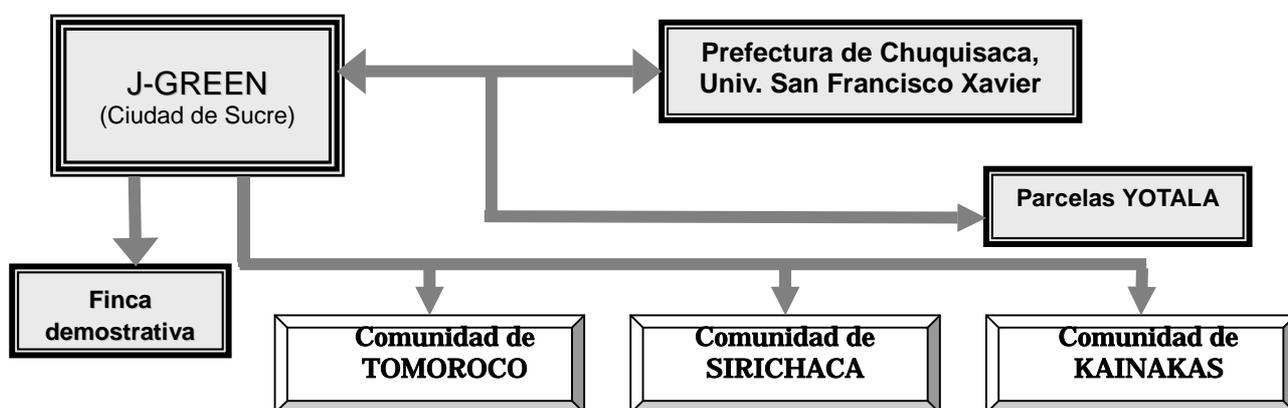
###### **c) Estudios para la elaboración de la Guía Técnica (Recopilación de información)**

Se realizó la recopilación y análisis de información existente a través de ONGs y otras instituciones locales. Por ejemplo, estudios sobre la economía de los agricultores, determinación del Índice de Desarrollo Humano, etc.

**Figura I-3 Contenido del Estudio de Validación**



**Figura I-4 Modalidad de ejecución del Estudio de Validación**



	<b>Comunidad de TOMOROCO</b>	<b>Comunidad de SIRICHACA</b>	<b>Comunidad de KAINAKAS</b>
Topografía	Valle abierto en forma de "U"	Planicie	Valle cerrado en forma de "V"
Superficie Total	4,000ha	1,170ha	3,800ha
Superficie cultivable	400ha	200ha	230ha
Altitud	De 2,600 a 3,000m	3,050m	De 2,500 a 3,100m
Precipitación pluvial	350mm	530mm	750mm
Número de familias	140	60	160
Grupo étnico	Yamparas	Mozos	Jarcas

## II. Sobre la utilización de la Guía Técnica

### 1. Objetivos de la Guía Técnica

La Guía Técnica fue elaborada con el objetivo de contribuir al desarrollo rural sostenible de la zona de los valles interandinos, mediante la dotación de lineamientos técnicos que los técnicos del rubro requieren para la planificación y ejecución de proyectos de conservación y de desarrollo rural en esta zona que enfrenta diversas dificultades como ser la disminución de la productividad agropecuaria, el aumento de la migración campo-ciudad, la insuficiencia de la producción para el autoconsumo, problemas todos debido a la erosión de suelos agrícolas y de los pastizales.

### 2. Usuarios de la Guía Técnica y alcance de aplicación

La Guía Técnica fue elaborada esperando que sea aprovechada por técnicos de las diferentes instituciones del gobierno, instituciones de cooperación extranjera, ONGs y otros que se desempeñan en actividades de desarrollo agrícola y rural basado en la conservación de suelos y aguas.

La Guía Técnica fue elaborada para poder ser aplicada en toda la zona de los valles interandinos (zonas semiáridas, con fuertes pendientes, agricultura a secano, poblaciones de pequeños agricultores). Obviamente que dependiendo de diferencia de condiciones como ser del sistema de apoyo gubernamental, de los antecedentes socioeconómicos de los agricultores que reciben este tipo de apoyo, de las condiciones naturales de la zona, etc., será necesario adaptar el contenido de la Guía y la forma de ejecución de las actividades será diferente. Para poder aprovechar esta Guía Técnica es necesario considerar muy bien este punto. Sin embargo, se puede decir que mucha de la tecnología y metodología registrada en la Guía Técnica puede aplicarse a zonas de diferentes características.

### 3. Estructura y forma de uso de la Guía Técnica

La Guía Técnica elaborada por la J-Green tiene la estructura descrita en el cuadro -1.

**El Manual Técnico** contiene tecnología de conservación que puede aplicarse en la zona de los valles interandinos.

**Las Guías Metodológicas** describen: 1) conceptos referidos a la conservación en la zona de los valles interandinos, 2) la metodología de ejecución participativa necesaria para la implementación de las prácticas de conservación de suelos, y 3) las experiencias obtenidas en el estudio de validación en la zona. Las Cartillas de Capacitación también fueron elaboradas en el Estudio de Validación, y son materiales para la capacitación de los agricultores campesinos. Por otra parte, **el texto de educación ambiental para niños** es un texto que fue elaborado para que los profesores puedan enseñar a los niños de las escuelas la importancia de la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente, esto con el pensamiento de que los niños son la futura generación que deberá conservar los suelos.

**CUADRO -1 Estructura de la Guía Técnica**

<p><b>1. Manual Técnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tecnología de prácticas físicas de conservación</li><li>- Tecnología de prácticas agronómicas de conservación</li><li>- Conservación de bosques y su tecnología</li><li>- Tecnología de prácticas pecuarias</li></ul> <p><b>2. Guías Metodológicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Guía General</li><li>- Metodología para la generación de una actitud conservacionista a nivel municipal</li><li>- Metodología para la preparación y motivación comunal</li><li>- Metodología para la organización y capacitación de líderes conservacionistas</li><li>- Metodología para la formación y organización de grupos de mujeres</li><li>- Metodología para el Análisis y Planificación Estratégica Comunal (APEC)</li><li>- Metodología para la ejecución de concursos de conservación de suelos y aguas</li><li>- Metodología para la elaboración de los Planes Integrales de la Propiedad (PIP)</li><li>- Metodología para la ejecución sostenible de actividades para el desarrollo rural</li><li>- Manual de técnicas participativas</li></ul>	<p><b>3. Cartillas de Capacitación</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Erosión del suelo</li><li>- Construcción y manejo del Nivel "A"</li><li>- Barreras muertas de piedra</li><li>- Barreras muertas de tierra</li><li>- Zanjas de coronación</li><li>- Zanjas de infiltración</li><li>- Control de cárcavas</li><li>- Terrazas de banco</li><li>- Terrazas individuales</li><li>- Producción de compost</li><li>- Abonos verdes</li><li>- Construcción y uso de estercoleros</li></ul> <p><b>4. Otros documentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Textos de educación ambiental</li><li>- Videos para capacitación en conservación</li><li>- Maquetas y simuladores</li></ul>
---	---

En la figura -1 se describe la relación de cada uno de los componentes de la Guía Técnica con el desarrollo rural.

Figura II-1 Relación de los componentes de la Guía Técnica

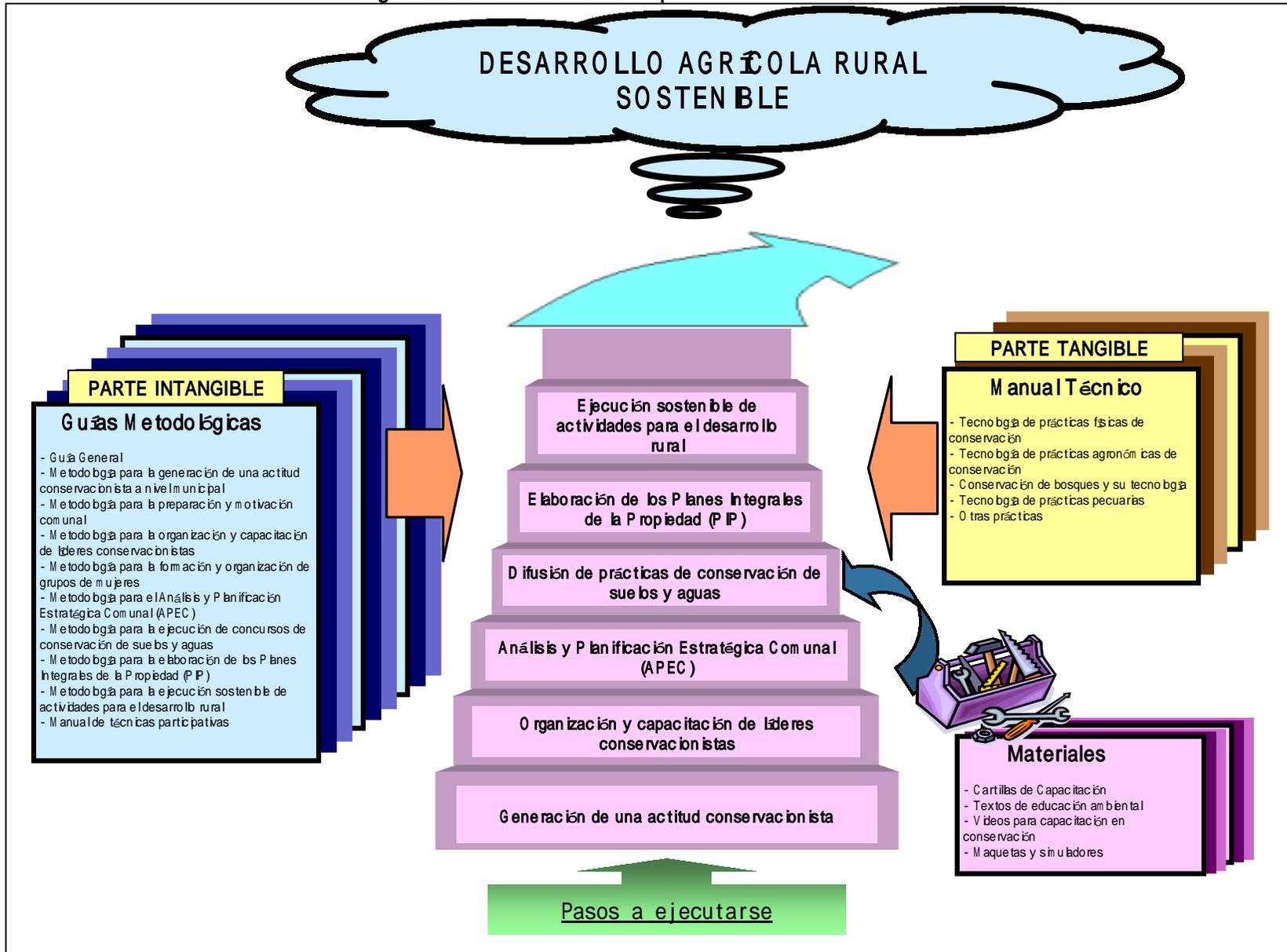
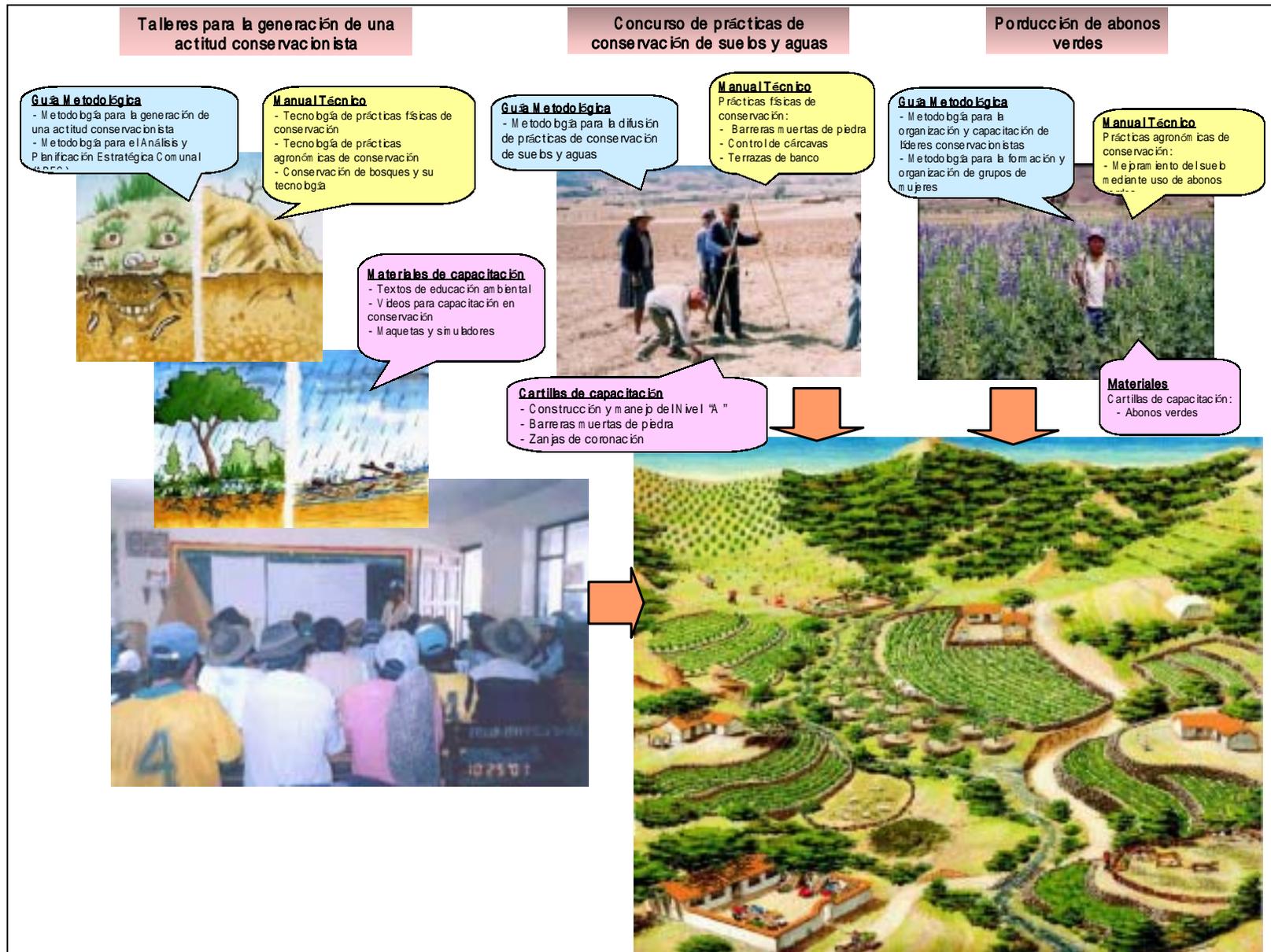


Figura II-2 Ejemplo de la forma de utilización de la Guía Técnica



### **III. Sobre la utilización del presente Manual Técnico**

#### **1. Objetivos del Manual Técnico**

Se puede decir que los proyectos de conservación de suelos ejecutados en el pasado solamente han alcanzado una parte de los resultados esperados. Se piensa que la causa principal fue la ejecución de proyectos impositivos en los cuales no se consideraban las necesidades de los agricultores quienes deberían ser los protagonistas de la implementación de las prácticas de conservación. Por otra parte, en muchos casos, los proyectos se ejecutaban pensando que los agricultores adoptarían inmediatamente la tecnología que el técnico promocionaba. Sin embargo, en la práctica los agricultores no llegaban a adoptar estas prácticas. También se puede decir que el enfoque de la difusión de tecnología tenía algunos problemas.

Estos problemas del pasado hicieron sentir la necesidad, por una parte, de una *Guía Metodológica* que describa el cómo llevar adelante proyectos de conservación de suelos (HOW TO DO?), que tenga un enfoque participativo y también incluya técnicas concretas para que los agricultores reciban los proyectos de buena forma; y por otra parte, un *Manual Técnico* que describa concretamente las prácticas adecuadas (WHAT TO DO?).

El presente Manual Técnico fue elaborado con el objetivo de que la tecnología aquí descrita sea ampliamente aprovechada por técnicos relacionados a trabajos de conservación. Para la elaboración de este Manual, se implementaron en terrenos de los propios agricultores diferentes prácticas locales para validar los efectos poniendo énfasis en que si estas eran o no aplicables a los agricultores. Es en base a los resultados de la validación que se elaboró este Manual de prácticas de conservación de conservación aplicables a la zona de los valles interandinos.

#### **2. Características del Manual Técnico**

Para la difusión de prácticas de conservación, es muy importante considerar los costos que estas implican. Debido a que son los agricultores los propietarios de los suelos y ellos mismos los que deben prevenir la erosión de sus suelos agrícolas, las prácticas de alto costo que impliquen un gran trabajo de maquinaria, o prácticas agronómicas de alto nivel tecnológico que los agricultores no puedan adoptar, no lograrán difundirse o ser sostenibles.

Por esto, en el presente Manual Técnico solamente se presentan prácticas de conservación de suelos que los pequeños agricultores de la zona puedan adoptar. La tecnología presentada aquí no es en nada nueva, es más puede encontrarse muchas de ellas implementadas en algunas zonas. Lo diferente de este Manual es que cada una de las prácticas que presenta ha sido investigada de manera científica en parcelas de investigación y se ha verificado in situ las ventajas, los problemas y la aplicabilidad a los agricultores mediante la participación de los mismos agricultores de la zona. Por lo tanto, puede considerarse este Manual como de alta aplicabilidad a la zona.

#### **3. Estructura y forma de uso del Manual Técnico**

El presente Manual Técnico describe primeramente 1) el mecanismo de la erosión del suelo; y luego describe prácticas de conservación de suelos concretas que son : 2) prácticas físicas, 3) prácticas agronómicas, 4) prácticas forestales, 5) prácticas referentes a la producción pecuaria y 6) otras prácticas.

En las prácticas físicas de conservación de suelos, se describen aquellas prácticas de adecuación de suelos y manejo de agua que consisten en implementar obras físicas ya sea de manera puntual o lineal dentro del terreno de cultivo, así también aquellas obras físicas de infraestructura rural que tienen el fin de contrarrestar los factores que limitan la implementación de prácticas de conservación (Ej. Para contrarrestar la falta de agua que es un factor que limita la implementación de algunas prácticas de conservación se construyen sistemas de agua potable).

En las prácticas agronómicas de conservación de suelos, se describen aquellas prácticas de manejo de suelos y manejo de cultivos que van a cubrir toda la superficie del terreno cultivable.

En las prácticas forestales de conservación se presentan diferentes prácticas forestales. Sin embargo, debido a que los bosques tienen no solamente efectos de prevenir la erosión de los suelos, sino también muchas otras funciones como ser el proveer de leña, de madera, de forraje para el ganado, así como funciones de cortinas rompevientos, este es un capítulo independiente.

Adicionalmente, en las prácticas referentes a la producción pecuaria se presentan técnicas de construcción de diferentes tipos de corrales para los animales domésticos como una práctica para disminuir el número de animales y así disminuir el sobre pastoreo (esto porque el sobre pastoreo es considerado como una de las causas más importantes de la degradación de la vegetación natural así como de la erosión de suelos de la zona).

Para que este Manual Técnico llegue a convertirse en un instrumento útil para el técnico, es muy necesario que este considere muy bien las condiciones naturales de la zona donde desea aplicar el Manual, así como la disponibilidad de materiales locales y el interés de los agricultores hacia cada una de las prácticas.

Por último, se recalca que, es difícil lograr efectos sostenibles y difundir prácticas de conservación de suelos solamente con la tecnología de conservación debido a la falta de motivación e incentivo de los agricultores para que las implementen. Toda la experiencia hasta la fecha nos lo ha enseñado así. Por lo tanto, no se debe planificar ni ejecutar trabajos de conservación basados netamente en las prácticas que se presentan en este Manual Técnico. Es vital que se planifiquen y ejecuten trabajos integrales empleando este Manual siempre en combinación con la Guía Metodológica.

## **CAPÍTULO 1**

# **EROSIÓN DE SUELOS EN LA ZONA DE LOS VALLES INTERANDINOS**

# Capítulo 1

## Erosión de suelos en la zona de los valles interandinos

### 1.1 Características de la zona de los valles interandinos en Sudamérica

En el continente Sudamericano, al Oeste se alza la cordillera de Los Andes en dirección Norte a Sur, con una altitud entre 4,000 a 7,000m y con 150 a 320Km de ancho; al Este se extiende una inmensa llanura. Esta zona es considerada como la más rica a nivel mundial en cuanto a recursos naturales por tener características naturales extremadamente diversificadas, que incluyen una gran riqueza de recursos biológicos, minerales, así como otros recursos naturales como el agua. Toda la zona alta de la sección de la cresta de la cordillera de Los Andes presenta montañas muy accidentadas o altiplanicies de relieve ondulado; desde ahí y descendiendo hasta las extensas llanuras del Este del continente es considerada la zona de las laderas de Los Andes que presenta una topografía muy variada entre valles con relieves severamente erosionados debido principalmente a los glaciares y los ríos. Los “valles interandinos” que aquí se hace mención se refiere a la zona entre los 2,000m de altitud donde se extiende una topografía accidentada como la mencionada anteriormente.

#### 1.1.1 Características naturales

##### 1) Topografía

La zona de los valles interandinos es extensa y abarca desde el Norte del continente Sudamericano, atravesando los países de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina, pero es desde la zona del Sur de Perú hasta el occidente medio de Bolivia, pasando por el Noreste de Argentina que muestra una gran extensión de superficie. Particularmente en Bolivia, la zona de los valles interandinos ocupa aproximadamente el 16% de la superficie total del país (que es de 1,098,581Km<sup>2</sup>). En Bolivia la zona de los valles interandinos es denominada simplemente como “los valles”; al Oeste de los valles se extiende la zona de las crestas montañosas que es denominada “altiplano” y ocupa el 21% de la superficie del país; al Este de los valles se extienden los llanos que ocupan el 63% del territorio del país. Estas 3 regiones son las zonas más representativas del país.

##### 2) Clima

Debido a que los valles interandinos se extienden ampliamente desde el Norte hasta el Sur del continente, las condiciones climáticas no son iguales en toda la región. Sin embargo, se puede decir que tiene un clima de zona templada y semiárida, donde la temperatura anual media está entre 12 a 15 grados centígrados y la precipitación pluvial anual entre 500 a 800mm, diferenciándose claramente una época seca y una de lluvias. Como un dato referencial se menciona que según resultados de las mediciones de la precipitación pluvial realizadas entre los años 2000 y 2001 en la zona de Yotala del departamento de Chuquisaca en Bolivia, las lluvias en esta zona tienen un patrón muy típico, pudiendo observarse que son comunes las lluvias altamente erosivas que caen de manera concentrada en un periodo de tiempo corto. Los valores obtenidos en las mencionadas mediciones indican que los promedios de la cantidad de precipitación por evento es de 14.7mm, del tiempo de duración por evento es de 136 minutos y de la intensidad de lluvia es de 7.8mm/h.

##### 3) Vegetación

Tomando como ejemplo el caso de Bolivia, los bosques cubren el 51.4% del territorio nacional, de los cuales un 81.2% pertenece a la zona de las llanuras, mientras que en la zona de los valles la vegetación en general es muy escasa siendo ésta solamente de 18.3% (Ismael Montes Oca, 1997).

En la zona de los Valles de Bolivia, al margen de que las especies vegetales que pueden desarrollarse en la zona son muy limitadas, debido las condiciones naturales como la sequedad, las escasas lluvias y el clima frío, se dice que en el siglo XVI, en tiempos de la dominación española, se realizó una tala excesiva de las especies forestales de toda la zona, aún en aquellas zonas a cientos de kilómetros de distancia, para luego ser llevadas a las minas de plata y utilizadas como leña en las fundiciones del mineral. Por otra parte, troncos enteros de especies de porte alto como el Cedro y el Nogal fueron extraídos del actual departamento de Chuquisaca para utilizar su madera. Además, la agricultura en aquella época se basaba en el chaqueo o la quema. Como resultado de esto, actualmente la vegetación natural en la mayoría de las montañas de la zona se encuentra en general muy degradada y predomina una vegetación rala conformada por especies arbustivas, árboles espinosos de porte bajo y especies suculentas como los cactus.

A pesar de que en la actualidad ha disminuido la práctica de la quema y la tala masiva con fin industrial, la vegetación no tiene perspectivas de recuperación en forma natural debido a la extracción de leña y el pastoreo de los animales domésticos asociados a la vida cotidiana de los pobladores de la zona. Dentro de esta situación, se teme que la degradación de la vegetación amenace el medio de sustento de la vida cotidiana ya que esta degradación induce y promueve la erosión de suelos, lo cual se convierte en una causa de disminución de la productividad agrícola y origen de desastres.

## 1.1.2 Características sociales

### 1) Población, grupos étnicos

En el cuadro 1.1.1 se describen los países que pertenecen a la zona de los valles interandinos, su capital, fecha de independencia, superficie territorial, población (estimaciones para el 2001 basadas en los censos de cada país realizados entre 1990 y 2001), densidad de población y los principales grupos étnicos. Los países sudamericanos fueron independizándose uno a uno de la dominación española en la primera mitad de los 1800s, por lo que su historia como países independientes es relativamente corto. A pesar de que el continente sudamericano tiene aproximadamente el 13% de la superficie mundial (sin incluir la Antártida), su población no supera el 5.5% de la población mundial y la densidad de población es menor a la mitad del promedio mundial que es de 44hab/Km<sup>2</sup> (1999).

En cuanto a los principales grupos étnicos, en la mayoría de los países donde se extienden los valles interandinos, hay un alto porcentaje de indígenas y mestizos (mezcla entre indígenas y blancos que proceden de Europa), mientras que en la Argentina y el Brasil predominan los descendientes europeos.

**Cuadro 1.1.1**  
**Superficie, población y grupos étnicos en los países andinos y vecinos**

Pais	Capital	Fecha de independencia	Superficie (en miles de Km <sup>2</sup> )	Población (en 10,000 de hab.) (2001)	Densidad de población (hab./Km <sup>2</sup> )	Principales grupos étnicos
Venezuela	Caracas	1811.07.14	912	2,463	27	Mestizos 65%, Descendientes europeos
Colombia	Santa Fé de Bogotá	1810.07.20	1,139	4,280	38	Mestizos 50%, mulatos
Ecuador	Quito	1822.05.24	284	1,288	45	Indígenas 40%
Perú	Lima	1821.07.28	1,285	2,635	21	Indígenas 54%
Bolivia	La Paz	1825.08.06	1,099	827	8	Indígenas 65%
Argentina	Buenos Aires	1816.07.09	2,780	3,749	13	Descendientes europeos 98%
Brasil	Brasilia	1822.09.07	8,512	17,239	20	Descendientes europeos, descendientes africanos
Chile	Santiago	1810.09.10	757	1,540	20	Mestizos 90%, descendientes españoles
Paraguay	Asunción	1811.5.14	407	564	14	Mestizos 90%, descendientes españoles

### 2) Industria y economía

En el cuadro 1.1.2 se describen algunos indicadores básicos referidos a la industria y la economía de los países pertenecientes a los valles interandinos y vecinos, tales como el porcentaje de la población por actividad, el PNB (Producto Nacional Bruto) per cápita y el porcentaje de crecimiento anual, el PIB (producto interno bruto) y el porcentaje de crecimiento anual, coeficiente de GINI.

El porcentaje de la población por actividad, es alto para la actividad terciaria (comercio, transporte, comunicación, servicios) en todos los países a excepción de Paraguay; en el caso de Bolivia el porcentaje de la actividad primaria (agricultura, ganadería, silvicultura, piscicultura) es el más alto. Por otra parte, en los países que tienen extensas planicies bajas, el segundo porcentaje más alto es de la población que se dedica a la industria secundaria (minería, transformación de productos mineros, agrícolas, pecuarios, pesca, forestales, construcción), mientras que países como Ecuador, Bolivia y Perú este porcentaje es bajo.

El porcentaje de crecimiento del PNB y del PIB varían según cada país. Este porcentaje es relativamente más alto en Colombia y Chile, mientras que en Perú y Brasil el crecimiento del PNB muestra valores negativos.

El coeficiente de GINI, es un indicador propuesto en 1936 por el estadístico matemático italiano Gini. El coeficiente de GINI mide el grado de desigualdad en los ingresos de las personas o las unidades familiares de una economía. Varía entre 0 y 1. Muestra mayor desigualdad cuando se aproxima más a 1 y corresponde a 0 en el caso hipotético de una distribución totalmente equitativa. Si se toman como referencias los valores del coeficiente de GINI descritos en el cuadro 1.1.3, se observa que en todos los países del cuadro este valor es mayor al 0.4, lo cual indica que las diferencias en los ingresos son extremadamente grandes. Especialmente en Colombia, Brasil, Chile y Paraguay, este valor está muy por encima del 0.5, lo cual indica "la necesidad de una corrección en las diferencias del valor". El estrato pobre en estos países, está concentrado principalmente en los indígenas que mayormente viven en zonas de baja productividad como ser las zonas montañosas altiplánicas y los valles.

El cuadro 1.1.4 describe la situación de la balanza comercial de los países que pertenecen a los

valles interandinos y de algunos vecinos. Si se observa la balanza comercial se puede notar que solamente Venezuela y Chile tienen superávit y todos los demás tienen déficit. En el año 1980, Chile tenía un vasto déficit; sin embargo, en el año 1995 ha comenzado a tener superávit.

La situación de la industria agrícola, forestal y pesca de cada uno de estos países es como se describe en el cuadro 1.1.5. Dependiendo de las condiciones climáticas y topográficas de cada país, la situación varía mucho. El cuadro muestra las características de cada uno.

**Cuadro 1.1.2**  
**Indicadores básicos de la industria y la economía de los países andinos y vecinos**

País	Porcentaje de la población por actividad			PNB per cápita real		PIB		Coeficiente de GINI
	ind. primaria %	ind. secundaria %	ind. terciaria %	1995 US\$	crecimiento 1985-95 %	1995 en millones de dólares	crecimiento 1985-95 %	
Venezuela	10	24	66	3,020	0.5	75,016	1.8	0.468
Colombia	27	23	50	1,910	2.6	76,112	4.2	0.572
Ecuador	33	19	48	1,390	0.8	17,939	2.7	0.466
Perú	36	18	46	2,310	-1.6	57,424	2.6	0.462
Bolivia	47	18	36	1,099	1.8	6,131	1.9	0.420
Argentina	12	32	55	8,030	1.8	281,060	2.7	---
Brasil	23	23	54	3,640	-0.8	688,085	2.7	0.601
Chile	19	25	56	4,160	6.1	67,297	5.7	0.565
Paraguay	39	22	39	1,690	1.2	7,743	2.8	0.591

(Fuente: "Informe de Desarrollo Mundial" del Banco Mundial, 1997)

**Cuadro 1.1.3 Parámetros del coeficiente de GINI**

menor que 0.1	Altamente equitativa. Las posibilidades de que se haya manipulado la adecuación de la distribución es alta.
de 0.1 a 0.2	Muy equitativo. Sin embargo, se teme que haya un debilitamiento del interés por el aumento económico.
de 0.2 a 0.3	Distribución de los ingresos muy común.
de 0.3 a 0.4	Existe un poco de diferencias en los ingresos.
de 0.4 a 0.5	Existe mucha diferencias en los ingresos.
mayor que 0.5	Básicamente se requiere una corrección.

**Cuadro 1.1.4**  
**Balanza comercial de los países andinos y vecinos**

(Unidades: en millones de dólares)

País	Exportaciones		Importaciones		Tranferencia común neta				Balance de cuentas corrientes		Reserva internacional total	
					Tranferencia común neta por trabajador		Otras transferencias netas					
	1980	1995	1980	1995	1980	1995	1980	1995	1980	1995	1980	1995
Venezuela	22,232	22,406	17,065	20,262	-418	-173	-21	284	4,728	2,255	13,360	10,715
Colombia	5,860	14,794	6,231	19,588	68	172	97	506	-206	-4,116	6,474	8,205
Ecuador	2,975	5,298	3,647	6,351	0	0	30	231	-642	-822	1,257	1,788
Perú	4,832	7,382	5,080	12,097	0	334	147	157	-101	-4,223	2,804	8,653
Bolivia	1,046	1,283	1,112	1,794	0	-1	60	226	-6	-218	553	1,005
Argentina	11,202	28,052	15,999	30,874	0	0	23	432	-4,774	-2,390	9,297	15,979
Brasil	23,275	56,098	36,250	77,855	-80	2,773	224	848	-12,831	-18,136	6,875	51,477
Chile	6,276	20,014	8,360	20,214	0	0	113	357	-1,971	157	4,128	14,860
Paraguay	781	...	1,399	4,173	2	...	-2	42	-618	-1,473	783	1,040

(Fuente: "Informe de Desarrollo Mundial" del Banco Mundial, 1997)

Cuadro 1.1.5

## Características agrícolas, pecuarias y forestales de los países andinos y vecinos

PAÍS	CARACTERÍSTICAS
Venezuela	ACTIVIDAD AGROPECUARIA Debido al desarrollo económico que alcanzó gracias al petróleo, la agricultura se ha debilitado a pesar de estar provista de extensas y fértiles tierras, así como de abundante agua; productos como el trigo y los cultivos principales dependen de las importaciones. Los principales productos agrícolas son arroz, maíz, papa, banana, café, cacao y otros.
	ACTIVIDAD FORESTAL Produce especies de alta calidad como el cedro, la caoba y otros. Las instituciones del rubro como la Corporación Forestal, realizan plantaciones de manera planificada, preparándose para el futuro aumento de la demanda de la industria del papel y la pulpa.
	ACTIVIDAD PISCÍCOLA Se desarrolla principalmente en la costa y en alta mar del Mar Caribe. Las principales especies piscícolas son las sardinias, el atún, los camarones y otros.
Colombia	ACTIVIDAD AGROPECUARIA En la zona de la costa del Pacífico y del Atlántico se produce la banana de freir, la banana de comer, aceite de palmera y frutas tropicales. En la zona del trópico cálido de la cuenca del río Cauca se produce caña de azúcar, sorgo, especies frutales tropicales, mientras que en la zona templada se produce café, yuca, cítricos, maíz, frutas del clima templado; y en la zona frígida se producen hortalizas, plantas ornamentales, papa y se desarrolla ganadería vacuna intensiva para leche. En la zona del trópico cálido de la cuenca del río Magdalena se produce arroz, algodón, soya; mientras que en la zona templada se produce café, cítricos; y en la zona frígida se producen hortalizas, plantas ornamentales, papa y ganadería vacuna intensiva para leche. En la zona de los llanuras occidentales se desarrolla as ganadería vacuna extensiva para carne. La zona de la cuenca del río Orinoco en la Amazonía se caracteriza por la agricultura de los indígenas que se basa en la quema o el chaqueo y que producen estimulantes como la hoja de coca y la amapola.
	ACTIVIDAD FORESTAL Las estimaciones de la cantidad de tala de madera en el año 1995 fueron de 1,970,000m <sup>3</sup> , donde se deduce que el 71.3% corresponde a bosques naturales y el 28.6% a plantaciones artificiales. Según las regiones, este porcentaje corresponde a 10% en la región de la Amazonía, 20% en la región andina, 3% en la región del Orinoco y 63% a la región del Pacífico, siendo esta última región donde se produce la mayor tala.
	ACTIVIDAD PISCÍCOLA La producción pesquera en las costas del Atlántico y del Caribe en 1995 fue de 16,000ton. De 1990 a 1995 hubo un crecimiento abrupto de 189%, de los cuales 62% se deben a la pesca de atún por empresas internacionales que se inició en 1992. La producción pesquera en las costas del Pacífico en 1995 fue de 91,000ton. Entre 1990 a 1995 se produjo un crecimiento de 121% de los cuales el 92% de la cantidad de pesca corresponde al atún (57%) y las anchoas (35%).
Ecuador	ACTIVIDAD AGROPECUARIA Los productos agrícolas tradicionales de la zona tropical son la banana, el cacao, el café y la caña de azúcar. Al margen de estos cultivos principales se producen diferentes productos agrícolas para el consumo local. La banana, el cacao, el café y la caña de azúcar son los principales productos de exportación de Ecuador, contribuyen en gran manera a la obtención de capitales externos, sin embargo el problema de estos productos es que sus precios dependen mucho del mercado internacional lo cual los hace muy inestables.
	ACTIVIDAD FORESTAL El 56% del territorio nacional está cubierto por bosques. El 80% de la zona del oriente está cubierto por bosques densos. Hasta ahora no se ha llevado a cabo un desarrollo con bases en la producción comercial, pero se está produciendo una tala indiscriminada para la obtención de leña. Actualmente se están tomando medidas para restringir la exportación de troncos de madera.
	ACTIVIDAD PISCÍCOLA Las algas marinas comestibles son el tercer producto de exportación del país, antecedido por el petróleo y la banana. Después de China, Indonesia y Tailandia, Ecuador es el cuarto productor de algas marinas más grande del mundo.
Perú	ACTIVIDAD AGROPECUARIA El territorio se clasifica en 3 regiones de climas muy diferentes que son la región de la costa, la sierra y la selva. Los cultivos principales son: en la región de la costa, arroz, caña de azúcar, maíz (amarillo), algodón y se desarrolla la avicultura; en la sierra, trigo, cebada, maíz (blanco), papa; en la selva, yuca, café y cacao.
	ACTIVIDAD FORESTAL El 60% del territorio son bosques naturales, siendo el segundo país con la mayor superficie de bosques en Sudamérica. Los bosques son aprovechados principalmente para la producción maderera.
	ACTIVIDAD PISCÍCOLA El altamar de Perú es una de las mejores zonas pesqueras del mundo debido a que ahí chocan las corrientes frías y las corrientes cálidas. Aproximadamente el 79% del total de la pesca corresponde a las anchoas que son la materia prima de la harina de pescado. La actividad piscícola representa el 17% del total de las exportaciones y es una importante actividad para la obtención de capital externo.

(Fuente: Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca del Japón, Departamento de Políticas Exteriores, 2003)

**Cuadro 1.1.5**  
**Características agrícolas, pecuarias y forestales de los países andinos y vecinos**  
**(Continuación)**

País	Características
Bolivia	Actividad Agropecuaria La Agricultura en este país puede clasificarse en 2: la tradicional practicada principalmente en la zona del altiplano andino y los valles (agricultura minifundista de los aymaras y quechuas) donde se cultivan papa, maíz, trigo y otros; y la agricultura de cultivos comerciales para la exportación de la región oriental (agricultura a gran escala) donde se cultivan algodón, soya, café, caña de azúcar y se produce carne vacuna. La soya y el algodón son los dos cultivos más importantes en cuanto a las exportaciones del país.
	Actividad forestal Se produce principalmente madera (troncos enteros), carbón de madera y leña.
Argentina	Actividad Agropecuaria En la región de la pampa, que ocupa 1/4 del territorio nacional, se cultiva trigo, maíz, soya y otros, y también se dedican a la crianza de ganado vacuno, equino y ovino. Al margen de la región de la pampa, principalmente en la región Noroeste se cultiva tabaco; en la región andina se cultivan frutales como la uva y otros; en la región de la Patagonia se dedican al pastoreo de ovejas.
	Actividad forestal La superficie de bosques del país está estimada en unas 50,000,000ha, pero su valor forestal es bajo; el 60 a 70% de la producción forestal corresponde a bosques implantados. Las principales especies forestales son el pino y el eucalipto, y los principales productos son troncos para la producción de papel, madera para combustible, postes para electrificación, durmientes y otros.
	Actividad Piscícola A 200 millas marinas se extiende la plataforma marina, muy buen lugar para la pesca de especies del fondo del mar como las Merlusas, el Bacalao y los calamares. La cantidad de pesca aumenta año tras año desde la década de los 90, superando en 1996 1,000,000ton, sin embargo se dice que hubo una pesca excesiva de Merlusas.
Brasil	Actividad Agropecuaria Aprovechando extensos terrenos agrícolas se desarrolla una agricultura a gran escala y muy diversa en la que se produce cereales, hortalizas, legumbres, ganado, frutas y también productos industriales como el café, la caña de azúcar y otros.
	Actividad forestal Se produce principalmente madera (troncos enteros), carbón de madera y leña. A comparación de antes, los recursos ofertados están cambiando de procedentes de bosques naturales a procedentes de bosques implantados, sin embargo la dependencia que tiene la región del Norte por la Amazonía ha aumentado mucho más que antes.
	Actividad Piscícola Tiene una extensa línea costera que supera los 7,500km y ríos con más de 44,000km. Por ello se considera que la industria pesquera tiene un alto potencial de desarrollo, sin embargo en la actualidad en su mayoría se encuentra poco desarrollada.
Chile	Actividad Agropecuaria La región del Norte es una zona árida, mientras que la región del Sur es muy frígida y con muchas lluvias por lo que en general no son adecuadas para la actividad agrícola. Es en la región central donde se llevan a cabo las actividades agropecuarias. Aprovechando las condiciones naturales y las diferencias de estación, en los últimos años se ha venido desarrollando la producción de manzanas, uvas y hortalizas que se han convertido en productos de exportación representativos del país, y contribuyen de gran manera en la obtención de recursos externos. La producción de cereales del país no abastece la demanda interna por lo que dependen de las importaciones.
	Actividad forestal La actividad forestal se desarrolla principalmente en la región Sur que es fría y con muchas lluvias. La superficie de los bosques es de 9,030,000ha (1996) representando el 12% del territorio nacional, de los cuales las 3/4 partes son bosques implantados donde el pino radiata ocupa las 3/4 partes, pero en los últimos años ha habido un aumento de las plantaciones de eucalipto. En la zona central, que es semiárida, se produce una degradación de los suelos debido a la erosión, por lo que se están tomando medidas para promover la forestación. Los principales productos forestales son la pulpa y la madera.
	Actividad Piscícola La región Norte de Chile es una zona muy apta para la pesca de especies de aguas no profundas (sardinias, jureles, anchoas), mientras que la región Sur apta para la pesca de especies de aguas profundas (Merlusas y otros). Debido a esto, al Norte de la zona central existen fábricas de harina de pescado, mientras que en el Sur fábricas de transformación de pescado, y ambos productos son muy importantes dentro de las exportaciones del país. En los últimos años, la cría del salmón ha tenido mucho crecimiento y se está exportando principalmente a Japón y los Estados Unidos.
Paraguay	Actividad Agropecuaria Debido a cambios en la demanda mundial y al Plan de Producción Nacional, la producción del algodón, la soya, el trigo y otros han sufrido un aumento desde la década de 1970. Por otra parte, la actividad ganadera está muy desarrollada debido a que más de la mitad del territorio nacional son pastizales.
	Actividad forestal Los abundantes bosques que existían en el pasado fueron devastados por el desarrollo agrícola, la exportación de madera y la obtención de leña para combustible. Estudios indican que si esta situación continúa, luego de 5 años ya no habrán más bosques. Sin embargo hasta ahora no se ha realizado ningún tipo de regulación.

(Fuente: Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca de Japón, Departamento de Políticas Exteriores, 2003)

### 3) Uso de Suelos

El cuadro 1.1.6 describe la situación del uso de suelos en los países que pertenecen a los valles interandinos y vecinos. Los países de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, ubicados en la parte central de la cordillera de Los Andes, se caracterizan porque el porcentaje de la superficie de bosques en relación a la superficie total del país es alto, mientras que el porcentaje de los suelos cultivables es bajo. Por su parte, en Argentina, donde se extiende una inmensa pampa, el porcentaje de la superficie de bosques es muy bajo. El porcentaje de suelo cultivable en relación a la superficie total en estos países, es en general relativamente bajo en comparación al promedio mundial (que es de 10.1%). Por otro lado, el porcentaje de la superficie con riego en relación a la superficie cultivable es relativamente alto en Ecuador, Perú, Chile y Colombia, mientras que en el resto de los países es menor al promedio mundial (que es de 18.3%).

**Cuadro 1.1.6**

**Situación del uso de suelos en los países que pertenecen a los valles interandinos y vecinos**

Países	Sup. total	Sup. de bosques	Sup. Cultivable	Sup. Con riego	Pastizales permanentes	Porcentaje de tala de bosques anual	Porcentaje de reforestación anual	Cantidad de recursos hídricos per cápita reproducibles internamente
	1,000km <sup>2</sup> 1993	(Porcentaje en relación a la sup. total) %	(Porcentaje en relación a la sup. total) %	(Porcentaje en relación a la sup. cultivable) %		1981-90 %	1981-90 %	
Venezuela	912	32.9	3.5	5.9	20	1.2	19	60.3
Colombia	1,139	43.9	3.4	13.5	39	0.6	24	30.5
Ecuador	284	55.0	5.7	34.1	18	1.7	5	27.4
Perú	1,285	66.0	2.6	37.6	21	0.4	9	1.7
Bolivia	1,099	52.8	1.9	8.3	24	1.1	5	40.5
Argentina	2,780	18.4	9.0	6.8	52	0.6	1	28.7
Brasil	8,512	57.3	4.9	6.7	22	0.6	7	43.0
Chile	757	21.8	5.3	31.8	18	0.8	12	32.8
Paraguay	407	31.6	5.4	3.1	55	2.4	35	63.3

Fuente: "Informe de Desarrollo Humano": UNDP-1997, "Informe de Desarrollo Mundial": Banco Mundial-1997

#### 4) Políticas agrícolas

En el cuadro 1.1.7 se detallan las políticas agrícolas de los países que pertenecen a los valles interandinos y vecinos, según información del Departamento de Políticas Exteriores del Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca del Japón (2003).

**Cuadro 1.1.7**

#### **Resumen de las políticas agrícolas de los países que pertenecen a los valles interandinos y vecinos**

Países	Resumen de la política agrícola
Venezuela	<ul style="list-style-type: none"><li>- Hasta 1988 se protegía el rubro agrícola de diferentes formas como ser el control de los precios de compra y venta de los productos agrícolas, establecimiento de barreras arancelarias y otros. Sin embargo, desde 1989 se ha llevado adelante una reforma agrícola (que restringe la intervención del gobierno, elimina los subsidios, y otros) en coordinación con el FMI (Fondo Monetario Internacional).</li><li>- La serie de políticas agrícolas actuales, son llevadas adelante con el objetivo de garantizar la seguridad alimentaria del país y fortalecer la competitividad de los productos agrícolas. Sin embargo, la competitividad de los productos agrícolas en el mercado internacional es aún muy débil, siendo el tema agrícola el más relegado en los escenarios donde se discuten temas de unificación regional y negociaciones sobre el librecomercio.</li></ul>
Colombia	<ul style="list-style-type: none"><li>- Como país miembro del Grupo Cairns en la Rueda de Uruguay reclamó la abolición del proteccionismo de la producción interna y criticó severamente a los Estados Unidos y la Unión Europea por subsidiar las exportaciones.</li><li>- La implementación de políticas agrícolas busca formar conciencia y fortalecer las cooperativas de productores y organizaciones rurales para lograr una disminución de la pobreza y el desarrollo económico autosostenible en la zona rural; también pretende la modernización del rubro agrícola rural y el fortalecimiento de la competitividad a nivel internacional.</li><li>- Concretamente se llevan adelante: la Política de regulación de precios internos y externos de productos agrícolas, el Plan de mejoramiento de suelos, la Reforma agrícola, el Plan de mejoramiento de la zona rural, el Plan de diversificación y comercialización de productos, el Plan de reforestación y otros.</li><li>- Como política ambiental relacionada al rubro agrícola, pecuario, forestal y piscícola, se lleva adelante: el control de uso de agroquímicos, la promoción de la agricultura orgánica, el control de la tala de bosques naturales mediante autorizaciones, el establecimiento de la cantidad total de pesca permitida, el control de la pesca mediante autorizaciones, y otros.</li></ul>
Ecuador	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se busca aumentar la productividad agropecuaria mediante la realización de estudios, transferencia tecnológica y apoyo, con el objetivo de garantizar la oferta de productos agrícolas para el mercado nacional y aumentar las exportaciones agropecuarias. Por otra parte, también se ejecutan actividades de difusión agrícola mediante el Programa de Transferencia Tecnológica de 1990. Concretamente se ejecutan: asistencia técnica para cada uno de los cultivos, mecanización del agro, conservación de suelos, sanidad animal y vegetal, y otros.</li><li>- Con el objetivo de adecuar el medio rural, se está promoviendo la organización de los agricultores. Mediante estas organizaciones se realizan trabajos como el mejoramiento de caminos, construcción de puentes, construcción de viviendas comunes, forestación.</li><li>- Buscando promover la liberalización de la agropecuaria, se están adecuando y revisando las leyes relacionadas con los capitales, la importación de materia prima, los precios de productos agrícolas y los sistemas de comercialización.</li></ul>
Perú	<ul style="list-style-type: none"><li>- La política agrícola sufrió una mitigación de las regulaciones y una reforma estructural luego de que Fujimori asumió la presidencia.</li><li>- Hasta 1990, se llevó a delante una política que congeló los precios de los alimentos más básicos mediante un subsidio. Sin embargo, esta política de intervención del gobierno en la definición de los precios obstaculizaba el desarrollo del sector privado, por lo que fue abolida para promover la participación de ese sector.</li><li>- Mediante la Ley de Promoción de las Inversiones Agrícolas de 1991, se hizo posible que personas particulares, jurídicas y extranjeros puedan comprar, vender y alquilar libremente los terrenos agrícolas.</li></ul>
Bolivia	<ul style="list-style-type: none"><li>- Como política agrícola concreta se tiene la Estrategia Nacional para el Aumento de la Productividad Agrícola que fue presentada en marzo de 1996 en la reunión del Grupo Consultivo en París para conseguir financiamiento externo.</li><li>- La política agrícola forma parte del Plan Nacional de Desarrollo y se la ejecuta poniendo mucho énfasis en aumentar las inversiones para el mejoramiento de la tecnología, la adecuación de la infraestructura rural, el manejo adecuado de los recursos naturales, el desarrollo de sistemas de riego, el desarrollo de caminos y carreteras, para así lograr un desarrollo económico y la disminución de la pobreza.</li></ul>

(Fuente: Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca de Japón, Departamento de Políticas Exteriores, 2003)

### Cuadro1.1.7

#### Resumen de las políticas agrícolas de los países que pertenecen a los valles interandinos y vecinos (Continuación)

ARGENTINA	<ul style="list-style-type: none"><li>• Haciendo reflexión del fracaso del proteccionismo de la industria nacional en el pasado, se limitaron las funciones del gobierno a solamente estabilizar la macroeconomía, y se ha adoptado una posición de abolir en lo posible las políticas para cada uno de los diferentes rubros.</li><li>• La agricultura es muy importante ya que representa el 40% del total de las exportaciones, por lo que el gobierno con su escaso presupuesto lleva adelante programas de sanidad vegetal y animal, de semillas, de incentivo a la exportación de productos no tradicionales, de exportación de carne, igualmente busca incentivar las exportaciones mediante el mejoramiento de la calidad y las condiciones de sanidad de los productos agrícolas, la disminución de costos y el mejoramiento del acceso a los mercados externos.</li></ul>
BRASIL	<ul style="list-style-type: none"><li>• Como país miembro del Grupo Cairns en la Rueda de Uruguay reclamó la abolición del proteccionismo de la producción interna y criticó severamente a los Estados Unidos y la Unión Europea por subsidiar las exportaciones.</li><li>• La política agrícola es llevada adelante con los objetivos de: adecuación de infraestructura económica, introducción del direccionamiento del mercado, privatización y la participación en la economía mundial.</li><li>• En los últimos años se ha realizado una revisión a fondo de las 3 políticas de apoyo agrícola más grandes hasta ahora que son: financiamiento agrícola, sistema de precios de garantías mínimas y el seguro agrícola. La inyección de capital del gobierno para los subsidios ha sido reducida, se ha impuesto a la banca privada asignar un determinado porcentaje de los saldos de los depósitos para financiamiento agrícola, y se busca la introducción de capitales privados.</li><li>• Como política para el fortalecimiento de la competitividad a nivel internacional y el incentivo de las exportaciones, se planea disminuir los costos de transporte mediante el mejoramiento de la infraestructura de transporte fluvial, carretero y ferroviario, así como ampliar el horizonte agrícola .</li></ul>
CHILE	<ul style="list-style-type: none"><li>• Como país miembro del Grupo Cairns en la Rueda de Uruguay reclamó la abolición del proteccionismo de la producción interna y criticó severamente a los Estados Unidos y la Unión Europea por subsidiar las exportaciones.</li><li>• Desde 1984 se ha establecido el sistema de precios del trigo, el aceite comestible y la remolacha azucarera con el fin de evitar una caída descontrolada de los precios internos y garantizar la estabilidad de la producción.</li><li>• Se planea incentivar las exportaciones de hortalizas y frutas principalmente, mediante un sistema de fundación para el incentivo a las exportaciones (iniciado en 1995) para lo cual se lleva adelante una amplia difusión en el exterior.</li></ul>
PARAGUAY	<ul style="list-style-type: none"><li>• Como país miembro del Grupo Cairns en la Rueda de Uruguay reclamó la abolición del proteccionismo de la producción interna y criticó severamente a los Estados Unidos y la Unión Europea por subsidiar las exportaciones.</li><li>• Los lineamientos de la política agropecuaria clasifican a los productores agropecuarios en 3 grupos: agricultores empresariales, pequeños y medianos productores de cultivos comerciales, y pequeños productores minifundarios. Se da mucha importancia especialmente a las políticas de tierras, la organización, políticas financieras, dotación de información, asistencia técnica y otros para los pequeños productores.</li><li>• Las políticas concretas que existen son: 1) garantizar la producción para la demanda interna, 2) diversificar la producción de los productos de exportación, 3) incentivar la agroindustria, 4) investigación y difusión técnica para la sanidad animal.</li></ul>

(Fuente: Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca de Japón, Departamento de Políticas Exteriores, 2003)

### 1.1.3 Características de la agricultura actual

#### 1) Superficie agrícola

El cuadro 1.1.8 muestra la superficie de suelos agrícolas, superficie cultivable y superficie con cultivos perennes de los países que pertenecen a los valles interandinos y vecinos. El cuadro incluye el mismo tipo de datos que el cuadro 1.1.6, pero se hace notar que los valores no son los mismos debido a que son de años diferentes.

En los países como Colombia, Ecuador y Perú el porcentaje de las tierras agrícolas utilizadas es relativamente alto, mientras que en el resto de los países es bajo. Las tierras agrícolas no cultivables son aprovechadas principalmente como praderas o pastizales.

**Cuadro 1.1.8**  
**Superficie de tierras agrícolas en los países que pertenecen a los valles interandinos y vecinos (2002)**  
(Unidades: en 10,000ha)

Países	Territorio nacional	Sup. suelos agrícolas	Sup. suelos cultivables	Sup. suelos con cultivos perennes	Sup. praderas permanente
Venezuela	9,121	2,164	244	96	1,824
		(23.7)	(11.3)	(4.4)	
Colombia	10,387	546	392	154	4,060
		(5.3)	(71.8)	(28.2)	
Ecuador	2,768	304	162	142	509
		(11.0)	(53.3)	(46.7)	
Perú	12,800	414	375	39	2,712
		(3.2)	(90.6)	(9.4)	
Bolivia	10,986	3,604	194	26	3,383
		(32.8)	(5.4)	(0.7)	
Argentina	27,804	16,920	2,720	220	4,200
		(60.9)	(16.1)	(1.3)	
Brasil	85,474	25,020	6,520	1,200	18,500
		(29.3)	(26.1)	(4.8)	
Chile	7,566	1,523	230	32	1,294
		(20.1)	(15.1)	(2.1)	
Paraguay	4,068	2,408	238	9	2,170
		(59.2)	(9.9)	(0.4)	

(Fuente: Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca de Japón, Departamento de Políticas Exteriores, 2003)

Nota:

Los valores dentro de los paréntesis de la columna de "superficie de suelos agrícolas" corresponden al porcentaje en relación al territorio nacional.

Los valores dentro del paréntesis de la columna de "superficie de suelos cultivables" y "superficie de suelos con cultivos perennes" corresponden al porcentaje en relación a la "superficie de suelos agrícolas".

## 2) Población dedicada a la agricultura

En Sudamérica, la mayoría de los que se dedican a la industria primaria corresponden al sector agrícola, por lo que el porcentaje de la población agrícola (es decir de productores agropecuarios) en relación al total de la población en cada país, o el porcentaje de la población que trabaja en la agricultura en relación a la población total que trabaja, es casi similar al porcentaje de la población que se dedica a la industria primaria. El cuadro 1.1.9 muestra la población agrícola y la población dedicada a la agricultura en los países que pertenecen a los valles interandinos y vecinos. Si se concentra solamente en la zona de los valles interandinos, seguramente el porcentaje de los dedicados a la industria primaria será mayor, por lo que el porcentaje de la población dedicada a la agricultura serán también mayores.

**Cuadro 1.1.9**  
**Población agrícola en los países que pertenecen a los valles interandinos y vecinos (2000)**

(Unidades: 10,000 hab.)

Países	Población total	Población campesina (% porcentaje en relación a la población total)	Población total que trabaja	Población que trabaja en (% porcentaje en relación a la población total que trabaja)
Venezuela	2,463	225 (9.1)	1,017	79 (7.8)
Colombia	3,644	857 (23.5)	1,565	368 (23.5)
Ecuador	1,170	330 (28.2)	438	123 (28.1)
Perú	2,394	825 (34.5)	878	285 (32.5)
Bolivia	852	364 (42.7)	349	153 (43.8)
Argentina	3,703	375 (10.1)	1,500	146 (9.7)
Brasil	17,256	2,746 (15.9)	8,030	1,295 (16.1)
Chile	1,540	240 (15.6)	634	98 (15.5)
Paraguay	550	222 (40.4)	208	71 (34.1)

(Fuente: Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca de Japón, Departamento de Políticas Exteriores, 2003)

## 3) Producción agrícola

En los países sudamericanos se producen diversos rubros como se describen en el cuadro 1.1.10 (no se incluyen los datos de Venezuela). La mayoría de estos rubros son producidos en zonas de llanuras, con altitudes relativamente bajas, condiciones climáticas favorables, por grandes productores empresariales que realizan la agricultura mecanizada y una administración moderna. Los valles interandinos tienen altitudes elevadas y muy pocos lugares planos, es en estas condiciones que los pequeños productores se dedican a la agricultura minifundista produciendo papa, quinua, trigo, cebada, tarwi (leguminosa), maíz y alfalfa principalmente para el autoconsumo y muy pocas veces para obtener ingresos económicos. Las zonas que cuentan con riego producen hortalizas como la zanahoria, cebolla, repollo, frutas y otros. Por otro lado, en zonas relativamente templadas dentro de los valles interandinos, puede observarse una abundante producción de maíz, frijol, frutas como el durazno, ciruelo, uvas y otros. Sin embargo, la productividad del suelo en casi toda la zona de los valles interandinos es baja. Por ejemplo, como lo indica el cuadro 1.1.11, la productividad de los suelos en el departamento de Chuquisaca de Bolivia es solamente 1/3 parte del promedio mundial.

En cuanto a la cría de animales en los valles interandinos, se puede observar que en el altiplano, cuya altitud oscila por los 3,000m, se crían animales originarios de Los Andes como las llamas, alpacas, así como las ovejas; en zonas de ladera de los valles, donde la altitud oscila entre los 2,000m, el ganado principal es el caprino; y en zonas más bajas que esta, se cría ganado vacuno y porcino.

**Cuadro 1.1.10**

**Principales cultivos agrícolas de los países que pertenecen a los valles interandinos y vecinos**

(Unidades 10,000ton)

Países	Colombia		Ecuador		Perú		Bolivia	
Año	1998		1998		1998		2002	
	Producto	Producción	Producto	Producción	Producto	Producción	Producto	Producción
P r o d u c t o n s	arroz	185	arroz	107	arroz	155	maíz	68
	maíz	120	maíz	69	maíz	93	soya	117
	caña de azúcar	3,200	caña de azúcar	480	caña de azúcar	710	caña de azúcar	432
	café	73	café	12	café	12	banana	69
	frutas	593	frutas	907	frutas	298	papa	90
	banana	220	banana	749	lima limón	22		
	hortalizas	129	hortalizas	38	hortalizas	158		
Países	Argentina		Brasil		Chile		Paraguay	
Año	2000		2002		2002		2000	
	Producto	Producción	Producto	Producción	Producto	Producción	Producto	Producción
P r o d u c t o n s	maíz	1,682	arroz	1,049	trigo	182	soya	298
	trigo	1,615	maíz	3,548	manzana	110	trigo	23
	sorgo	335	soya	4,190	uva	172	maíz	65
	arroz	90	caña de azúcar	36,056				
	soya	2,021	café	239				
	caña de azúcar	1,600	frutas	3,452				
	frutas	668	naranja	1,869				
	uva	219	banana	637				
	manzana	83	hortalizas	779				
	hortalizas	313	tomate	352				
Países	Mundial							
Año	2000							
	Producto	Producción						
P r o d u c t o n s	maíz	59,300						
	trigo	58,499						
	sorgo	5,797						
	arroz	60,064						
	soya	16,123						
	caña de azúcar	125,853						
	café	758						
	frutas	46,641						
	uva	6,403						
manzana	5,896							
	hortalizas	69,189						
	tomate	9,762						

(Fuente: Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca de Japón, Departamento de Políticas Exteriores, 2003)

**Cuadro 1.1.11**  
**Productividad de los suelos (por cultivos) de los países que pertenecen a los valles interandinos y vecinos**  
(Unidades: kg/ha)

cultivos	promedio mundial	promedio Sudamérica	promedio Bolivia	promedio Chuquisaca
arroz	3,689	3,007	2,623	1,100
Maíz	3,776	2,771	2,027	1,388
cebada	2,058	1,649	739	774
trigo	2,453	1,949	749	780
soya	2,022	2,166	1,870	1,646
papa	15,188	12,736	5,495	5,504

(Fuente: FAO: "Production Year Book" (1995), INE: "Encuesta Nacional Agropecuaria"(1997))

#### 4) Tecnología agrícola

La agricultura en los valles interandinos es básicamente minifundista. En la mayoría de las zonas se realizan las labores culturales empleando tracción animal, implementos agrícolas de estructura sencilla y prácticas agrícolas tradicionales. En el departamento de Chuquisaca (Bolivia), donde se ejecutó el Estudio de Validación de la J-Green, se emplea un método muy sencillo para las labores agrícolas que consiste en labrar la tierra con un implemento de madera llamado "arado de palo", que es jalado por los animales (bueyes) y luego todo el resto de las labores son realizadas manualmente.

La agricultura en la mayoría de las zonas en los valles interandinos depende de las lluvias. Según la zona y el año, la época del inicio de lluvias varía un poco, sin embargo, ésta por lo general ocurre en septiembre. Con las primeras lluvias, el suelo se ablanda un poco; se aprovecha ese momento para realizar la labor de romper las costras superficiales que se han formado en la época seca, utilizando el arado de palo y así facilitar la infiltración al suelo de las lluvias que caerán posteriormente. Luego, en la época adecuada para cada cultivo (maíz: octubre a diciembre; trigo y cebada: noviembre a diciembre; papa: octubre a noviembre) se realiza una segunda labranza con el arado de palo para iniciar la siembra. Posteriormente, en la mayoría de los casos, todas las demás labores como ser la fertilización, deshierbe y cosecha, se realizan manualmente.

En contraste a esto, la producción agrícola de los agricultores empresariales a gran escala se basa en tecnología moderna que emplea maquinaria de gran tamaño.

## 1.2 Condiciones para la selección de tecnología de conservación

### 1.2.1 Evaluación general de la tecnología de conservación en Latinoamérica

El país con la tecnología más alta dentro de Latinoamérica es Brasil, que también tiene los mayores avances en trabajos de conservación. Las zonas más desarrolladas son los estados de Paraná y Santa Catarina, donde se han ejecutado trabajos de conservación en más de 70,000,000ha.

Por otro lado, la mayoría de la tecnología de conservación en Argentina se refiere principalmente a los sistemas de labranza conservacionista debido a que su principal región agrícola es la pampa que tiene una pendiente de unos 2 grados y es muy plana.

En Paraguay es fundamental la tecnología de siembra directa (o labranza cero) de los mediano y grandes agricultores. La superficie total donde se ha difundido la siembra directa en Brasil, Argentina y Paraguay supera las 10,000,000ha, convirtiéndose en la zona más avanzada del mundo en cuanto a esta tecnología. Este avance se debe principalmente a que el cultivo principal de la zona es la soya y el cultivo de rotación es el trigo. La siembra directa fue la solución al problema del sistema tradicional de labranza que no permitía iniciar a tiempo la siembra del cultivo de rotación.

En cuanto a la tecnología en Chile, se puede decir que los trabajos de conservación se encuentran bastante atrasados, siendo unas pocas ONGs las que ejecutan algunas prácticas de conservación. Las ONGs que se hacen mención aquí no son organizaciones de caridad, sino más bien grupos de consultores sin fines de lucro.

Por su parte, Bolivia se divide en dos grandes zonas: una zona plana y otra en pendiente. En la zona plana, la siembra directa está ampliamente difundida debido a su cercanía al Brasil y la difusión de tecnología que realiza la JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón) hacia los inmigrantes japoneses de la zona. Por otro lado, en la zona con pendientes, principalmente las ONGs realizan trabajos de conservación puntuales, pero existen problemas de que la adopción de la tecnología de conservación por parte de los agricultores de la zona es mala, además esta tecnología no es aprovechada de manera sostenible. Por otro lado, en una obra pública para la protección de la ciudad de Cochabamba se ha observado una tecnología que se basa en el aprovechamiento de diversas obras físicas.

A continuación se describen con mayor detalle las características de la tecnología de conservación en cada uno de estos países.

#### 1. Brasil: Estados de Paraná y Santa Catarina

La tecnología característica en esta zona es la ejecución integral de sistemas de labranza conservacionista (por ejemplo la siembra directa), terraza canal, alcantarillas para carretera, manejo de agua para uso agrícola, con alternativas para el aumento de los ingresos de los agricultores.

La labranza conservacionista difiere de la labranza convencional que incorpora al suelo los rastrojos de cultivo, volteando la tierra. La labranza conservacionista no vuelca el suelo sino que se deja más del 30% de los rastrojos del cultivo anterior sobre la superficie del suelo para luego proceder a la siembra directa o labranza mínima.

La siembra directa consiste en que luego de cosechar el cultivo anterior, se eliminan las malezas empleando herbicidas y sobre ello se procede a sembrar sin realizar ningún tipo de labranza o preparación del suelo.

Las terrazas canal consisten en la construcción de un canal siguiendo la curva de nivel y de un terraplén de tierra con la misma tierra excavada para la construcción del canal. Las terrazas canal cumplen funciones de acortar la longitud de la pendiente, aumentar la infiltración vertical, retener el suelo y actúa como canales de desviación.

Las alcantarillas para carretera son un tipo de prácticas de prevención de la erosión de suelos de la superficie de carreteras largas que consiste en construir un canal simple para evitar que el escurrimiento sobre la superficie del camino y de la cuneta lateral corra hacia aguas abajo y más bien desviar e infiltrar ese escurrimiento a los terrenos de cultivos laterales.

El manejo de agua para uso agrícola es una práctica de conservación de la calidad del agua procurando evitar la contaminación del medio ambiente de la zona debido al derrame de los agroquímicos sobrantes de los pulverizadores; consisten en perforar un pozo dentro de la tierra agrícola y colocarle carbón de madera para deponer ahí los sobrantes de agroquímicos.

#### 2) Argentina: Región de la pampa

Por ser esta una planicie, la agricultura que se desarrolla es mecanizada y de gran escala. Buscando la mayor eficiencia de las maquinarias, las parcelas en esta región son muy extensas, en general superan el kilómetro de longitud y las parcelas más grandes llegan a tener 5Km de longitud. La región sufre de problemas de erosión hídrica causada por la disminución de la capacidad de infiltración del suelo debido a la compactación del mismo: también problemas de inundación aguas abajo de los ríos. Por otra parte, también hay incidencia de erosión eólica debido a la pulverización del suelo. La característica en cuanto a las prácticas de conservación en esta zona, es que la agricultura se centra casi en su totalidad en la siembra directa y la labranza mínima; y por otra lado prácticas físicas de conservación aunque su número es reducido.

### **3) Bolivia**

La mayoría de las prácticas de conservación implementadas en un proyecto de conservación ejecutado en el departamento de Tarija, en la zona árida, se refieren a prácticas físicas como ser construcción de reservorios, barreras de piedra, presas de contención, terrazas de banco y otros. En este proyecto las prácticas agronómicas son de pequeña escala como ser las barreras vivas, compost, abonos verdes, reforestación y otros. No se ha observado tecnología de labranza conservacionista que deje los rastros de cultivo sobre la superficie del suelo, práctica muy difundida en otros países.

Por otro lado, debido a que los deslizamientos de tierra de las partes altas dañan las viviendas dentro del área urbana de la ciudad de Cochabamba del departamento del mismo nombre, ahí se ejecuta un proyecto de conservación con obras físicas de gaviones y barreras de gran escala a manera de obras públicas.

Asimismo, en la zona de los valles donde abundan las tierras en pendiente, muchas ONGs ejecutan proyectos de conservación con obras físicas. Sin embargo, estas obras son muy pequeñas por lo que no pasan de ser implementadas de manera puntual. Concretamente, la tecnología que emplean se refiere a barreras de piedra, terraza canal y reforestación. Estos proyectos tienen problemas de mala adopción de la tecnología por parte de los agricultores de la zona, así como de falta de sostenibilidad de los efectos.

### **4) Chile: Octava Región**

Por ser ésta una zona semiárida, se caracteriza por la tecnología de cosecha de agua como ser terraza canal, reservorios del tipo pozo y otros. Sin embargo, estas prácticas son implementadas solamente por ONGs, por lo que los trabajos de conservación que se realizan son pequeños y la difusión de esta tecnología está atrasada. En cuanto a sistemas de labranza para pequeños agricultores se evidencia que existe tecnología de labranza mínima, pero no se observa la siembra directa.

En el Centro Experimental Agrícola de Quilamapu de la Octava Región, se ejecuta desde el año 2000 y con una planificación de 5 años, el Plan de Investigación y Difusión de Prácticas de Conservación, con financiamiento de la JICA.

### **5) Paraguay**

Paraguay se encuentra muy cerca del Estado de Paraná en Brasil, por lo que su clima es muy parecido y por tanto la tecnología es también similar. Dentro de esta tecnología, la siembra directa ha sido introducida desde el Brasil como una práctica para evitar la pérdida de suelo. Posterior a la introducción, se reconocieron las ventajas económicas de esta práctica ya que permite la siembra del trigo después de la soya en época adecuada, razón por la cual la práctica se difundió rápidamente principalmente entre los agricultores japoneses de la zona. Por otro lado, la siembra directa no representa mucha ventaja económica para los pequeños agricultores que se dedican principalmente al cultivo del algodón, por ello la difusión de tecnología de conservación en este caso se encuentra atrasada.

### **6) México**

En Guanajuato, zona semiárida, existe una tecnología muy característica para la obtención de agua, que en la zona es un recurso muy valioso. La labranza mínima para aumentar el nivel de infiltración del agua al suelo, fue desarrollada en el centro experimental de la zona mejorando el arado existente. Esta tecnología local mejorada de "labranza + siembra" se está difundiendo poco a poco entre los agricultores de la zona. Por otro lado, en el mismo centro experimental se ha desarrollado mucha tecnología de conservación tanto física como agronómica, pero que lamentablemente no han tenido buena aceptación por parte de los agricultores.

En la región de Morelia, zona semiárida, existe un centro experimental de agricultura sostenible del gobierno, donde la tecnología que se ha experimentado hasta ahora consiste solamente en sistemas de labranza mejorada, y no se han considerado las prácticas físicas. Los sistemas de labranza mejorada se han difundido solamente a una parte de los grandes productores, mientras que la difusión a los pequeños y medianos productores está atrasada.

### **7) Ecuador**

Ecuador es uno de los países andinos donde la erosión de suelo, al igual que en Bolivia, es un problema mayor. En los alrededores de la ciudad de Cuenca, que tiene una precipitación pluvial anual de unos 1,000mm, se implementan barreras de piedra, barreras vivas y se realizan trabajos de reforestación pero en pequeña proporción. Algo rescatable en esta zona es que la Universidad Cuenca ha desarrollado simuladores para enseñar a los agricultores sobre el proceso de la erosión de suelo y sus efectos.

#### **1.2.2 Tecnología de prácticas de conservación aplicables en la zona**

La tecnología de prácticas de conservación que los agricultores implementan en la zona se clasifican en: prácticas agronómicas (que se implementan en toda la superficie del suelo), y prácticas físicas (que se implementan de manera puntual o linealmente). En el cuadro 1.2.1 se describen las prácticas de conservación más representativas que podrían utilizarse en la zona de Latinoamérica.

**Cuadro 1.2.1 Prácticas de conservación más representativas**

Tecnología utilizada	Objetivos	Contenido	Materiales	Costos	Beneficios	Condiciones, problemas
Métodos de cultivo	Aumentar la cobertura vegetal, mantener la fertilidad del suelo.	Densidad de siembra, rotación de cultivos, cultivos de cobertura, cultivos asociados.			Eliminación de malezas, plagas y enfermedades, distribución adecuada de la mano de obra y la maquinaria.	Capacidad técnica agronómica, combinar adecuadamente los cultivos asociados, época de preparación del suelo, planificación del cultivo.
Sistemas de labranza: Siembra directa, labranza mínima	Aumentar la cobertura, la capacidad de infiltración y la de retención de humedad mediante rastrojos de cultivos. Controlar el escurrimiento de suelo.		Sembradoras directas para tracción mecánica y tracción animal, labranza mínima a tracción animal, arado cincel, arado subsolador.	Sembradora directa a tracción mecánica: \$US 10,000 a 15,000 por equipo; a tracción animal: \$US 1,300 a 1,500 por equipo.	Mejoramiento físico del suelo, disminución del tiempo de trabajo, ahorro de combustible.	Requiere de grandes modificaciones en el método de cultivo, combinar los cultivos con abonos verdes, y uso de herbicidas.
Uso de abonos verdes	Aumentar la cobertura, la capacidad de infiltración y la de retención de humedad mediante rastrojos de cultivos. Aumentar la materia orgánica del suelo.		Especies leguminosas: mucuna (en Brasil y Paraguay), avena (en Bolivia), poroto (en Chile).	\$US 20 a 100/ha (semillas, siembra, manejo de malezas, preparación del suelo).	Ahorro de fertilizantes	Cultivar en época que no hay cultivos (ejemplo época seca). Elegir especies de fácil manejo y fácil obtención de semilla.
Cultivos en curvas de nivel (cultivos en contorno)	Controlar el escurrimiento superficial, controlar el escurrimiento del suelo y los fertilizantes.	Labranza y siembra paralela a la curva de nivel. Cultivo alternado de cultivos comunes y de cultivos de cobertura.			Disminución del tiempo y costo de trabajo (en Chile se logró disminuir 20%).	Terrenos angostos pero largos.
Construcción de barreas de piedra	Aumentar la capacidad de infiltración del suelo, disminuir la cantidad de escurrimiento superficial y su velocidad.	Construir barreras de piedra en curvas de nivel.		\$US 70 a 100/m.	Eliminación de piedras del terreno de cultivo.	Tipo y tamaño de piedras utilizables.
Formación de terrazas (de banco, de canal, anchas, angostas)	Aumentar la capacidad de infiltración del suelo, disminuir la cantidad de escurrimiento superficial y su velocidad.		Tractores, moto niveladoras, mano de obra.	\$US 10 a 280/Km (varía según el suelo, la pendiente, el tipo de terraza).		Se requiere de mucho trabajo de maquinaria y también de mano de obra, nivel técnico relativamente alto, terrenos de un determinado tamaño. Tiene bajo rendimiento de trabajo y aumenta los terrenos no utilizables.
Zanjas de infiltración, zanjales de coronación, canales de desviación, depósitos de decantación	Controlar el escurrimiento superficial, aumentar la infiltración, retener el suelo.		Mano de obra o maquinaria	Zanjales de infiltración: \$US 25/10m, canales de desviación (de 0.6m de ancho y 0.5m de largo): \$US 65/10m.		Requiere de un análisis del escurrimiento en toda la micro cuenca, nivel técnico relativamente alto, mantenimiento. La longitud que pueden tener los canales de desviación es hasta 100m.
Tanques de agua y reservorios	Almacenar el agua de escurrimiento, disminuir el escurrimiento superficial.		Mano de obra o maquinaria	Tanques de almacenamiento (de 6m <sup>3</sup> ): \$US 45, reservorios: dependen del tamaño.	El agua de los tanques se utiliza para el riego en la época seca.	Los tanques de agua requieren de una inclinación (1%) que evite el ingreso de tierra. La evaporación en los reservorios de agua es alta (en zonas semiáridas).
Obras de control de cárcavas (barreas de pasto, barreras de mallas metálicas o gaviones, barreras de piedra)	Controlar las cárcavas		Cercar o rodear la cárcava e introducir vegetación en los taludes y el fondo de la cárcava.	Barrera con malla metálica: \$US 28/m <sup>2</sup> .		Requiere de un nivel técnico e inversión relativamente alta, y es necesario combinarlo con prácticas vegetales.
Conservación de la calidad de agua (prácticas para evitar la contaminación causada por los animales domésticos, por el café, por agroquímicos).	Conservar la calidad del agua, proteger las fuentes de agua, evitar el envenenamiento de las personas fumigadoras, evitar el derrame de agroquímicos sobrantes a los ríos.		Uso agrícola de estiércol y orina de ganado y cáscara de café; instalaciones para abastecer de agua a las pulverizadoras mediante la perforación de pozos y otros.	Construcción de sistemas de agua potable y riego por gravedad: \$US 1,000 a 4,000; de tipo pozo profundo: \$US 12,000 a 15,000.		Se requiere de análisis de calidad de agua; los sistemas de tipo pozo profundo requiere altos costos de mantenimiento; compost con excrementos de animales y rastrojos
Mejoramiento de caminos agrícolas (incluye obras de arte)	No dejar correr el agua de escurrimiento sobre el camino, disminuir los costos de mantenimiento de caminos, aumentar el número de días por año de transitabilidad del camino.		Terraplenado de la plataforma. Construir alcantarillas de camino cada 20 ó 30m para evitar que el agua no corra sobre el camino, y desviar estas aguas a los terrenos de cultivo que existen en los laterales del camino.		Los costos varían según la línea del camino, pero aproximadamente es de \$US 3,750 a 6,500/Km (incluye la grava)	No deja correr el agua de los terrenos agrícolas al camino; es necesario que las personas que tienen terrenos a los lados del camino se cooperen mutuamente.

Nota: En los costos se emplearon parámetros de Paraná, Brasil (1998).

### 1.2.3 Cómo elegir las prácticas de conservación

(1) Condiciones que forzosamente deben considerarse para la introducción de prácticas de conservación

Los trabajos de conservación se ejecutan combinando las prácticas físicas y agronómicas. Las prácticas físicas tienen pocos problemas de adecuación a las condiciones de la zona como ser el clima. Sin embargo, la adecuación de las prácticas agronómicas varía mucho según las condiciones de la agricultura de la zona y aspectos socioeconómicos de los agricultores. Numerosos fracasos de introducción a una zona de prácticas agronómicas que tuvieron éxito en otras zonas, han enseñado que es imprescindible realizar estudios de validación a nivel de agricultores en la zona donde se desean introducir estas prácticas.

Para elegir las prácticas forzosamente se deben considerar las condiciones de por lo menos los siguientes 5 factores: suelo, nivel de tecnología, tamaño de las fincas, disponibilidad de inversión y clima. Las condiciones de cada uno de estos factores se clasifican de la siguiente manera:

#### 1) **Tipo de suelo**

**A:** Suelos degradados o de baja fertilidad. Condición que debe ser considerada para la introducción de determinadas prácticas, pero que puede ser eliminada si se mejoran las condiciones mediante fertilizantes o abonos verdes.

**B:** Suelos con obstáculos para el uso de maquinaria, debido a la pendiente, pedregosidad o suelos malos por mal drenaje.

**C:** Suelos compactados. Suelos que requieren de acondicionamiento previo a la introducción de alguna práctica.

#### 2) **Nivel de tecnología requerida**

**Medio:** Para cuando se requiera aplicar tecnología de nivel medio en la etapa de ejecución. Se necesita de capacitación.

**Alto:** Para cuando se requiera aplicar tecnología de alto nivel en la etapa de ejecución. Se necesita de capacitación intensiva.

#### 3) **Tamaño de la finca**

*(Los tamaños de finca que se hacen mención aquí son aquellos empleados en países como Brasil y Paraguay. Para otros países es necesario una adecuación.)*

**Pequeño:** tierras agrícolas hasta 30ha de superficie, donde principalmente se emplea mano de obra y tracción animal.

**Mediano:** tierras agrícolas de 30 a 100ha de superficie, donde se emplea principalmente maquinaria, pero también tracción animal para algunos trabajos.

**Grande:** tierras agrícolas de más de 100ha de superficie, donde se emplea principalmente maquinaria.

#### 4) **Nivel de inversión**

**Medio:** necesita una inversión mediana cuando se requiere mano de obra de la familia y compra de materiales o uso de maquinaria alquilada.

**Alto:** necesita una inversión grande cuando se requiere gran cantidad de materiales y mucho trabajo de maquinaria.

*Al margen de los dos casos descritos anteriormente, si no se necesita de grandes inversiones se requerirá básicamente de la mano de obra de los agricultores.*

#### 5) **Clima**

**A:** Con limitantes debido a las precipitaciones pluviales o la falta de disponibilidad de agua. Zonas semiáridas o húmedas.

**B:** Intensidad, duración, época de lluvias. Son necesarios para el diseño de las prácticas físicas.

**C:** Temperaturas bajas producidas por las heladas. Principalmente necesario para los métodos de cultivo.

El cuadro 1.2.2 describe las condiciones para cada una de las diferentes prácticas. Los asteriscos en las columnas de "nivel técnico" e "inversión" no indican condiciones forzadas sino son las condiciones correspondientes.

**Cuadro 1.2.2**  
**Condiciones restrictivas para las prácticas de conservación**

Modalidad de conservación	condiciones correspondientes				Condiciones forzadas									
	nivel técnico		inversión		suelo			tamaño de finca			clima			
	medio	alto	media	alta	A	B	C	pequeño	mediano	grande	A	B	C	
<b>Métodos de labranza</b>														
Arado cincel a tracción animal	X		X			X				X	X			
Labranza con arado de rastrillo	X		X	X		X				X	X			
Siembra directa (tractor)	X	X		X	X	X	X	X	X	X				
Siembra directa (tracción animal)	X		X		X	X	X			X	X			
<b>Métodos culturales</b>														
Uso de abonos verdes					X	X	X					X		X
Rotación de cultivos					X	X	X					X		X
Diversificación de la producción	X	X		X	X	X		X				X		X
Asociación de cultivos			X		X	X						X		X
Compost			X							X				
Barreras vivas						X						X		X
<b>Prácticas físicas</b>														
Formación de terrazas	X	X	X	X		X	X						X	
Instalación de barreras de piedra			X			X			X	X		X		
Construcción de zanjas d infiltración	X		X			X				X		X		
Control de cárcavas	X		X	X								X		
Reservorios de agua	X	X	X	X		X						X		
Tanques de agua	X		X			X	X			X		X		

## 1.3 Mecanismos de la erosión de suelos, condiciones actuales y método de estimación de la erosión

### 1.3.1 Mecanismos de la erosión de suelos

#### 1.3.1.1 Formas de erosión de suelos

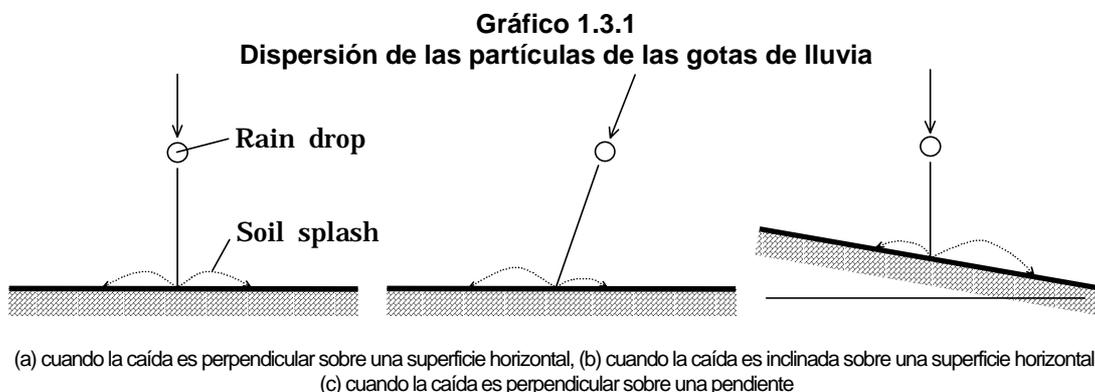
La degradación de suelos en el mundo alcanza unos 2,000,000,000ha, de los cuales un 84% (1,700,000,000ha) se debe a la erosión. La erosión se produce como efecto de la energía del agua o del viento que transportan el suelo superficial. La erosión causada por el agua es denominada "erosión hídrica", mientras que la causada por el viento es denominada "erosión eólica". Cuando se produce la erosión del suelo, la fertilidad del mismo disminuye debido a que junto con el suelo se pierden los nutrientes que están contenidos en él. Además, desde el punto de vista de la dinámica (o mecánica) el suelo se debilita por lo que las obras físicas pierden estabilidad.

A continuación se hará una explicación sobre la erosión hídrica y eólica. Dentro del Estudio de Validación se trató principalmente la erosión hídrica, y no así la erosión eólica. Por lo tanto, en este punto solamente se hará una breve explicación de lo que es la erosión eólica.

#### 1) Erosión hídrica

La erosión hídrica se clasifica en 3 tipos: Erosión ínter surcos, en surcos y en cárcavas.

La *erosión ínter surcos* se refiere a la erosión que se produce sobre la superficie del suelo de manera casi uniforme. En inglés es mayormente denominado "Interrill erosion". La erosión ínter surcos se subdivide en *erosión por gota de lluvia* y *erosión laminar*. La erosión por gota de lluvia se produce cuando las gotas de lluvia caen directamente sobre la superficie del suelo y el impacto de la caída separa bruscamente las partículas de suelo de la superficie haciéndolas saltar. La erosión laminar se produce debido a un flujo laminar que erosiona la superficie del suelo de manera uniforme. En la erosión por gota de lluvia, las partículas de suelo saltan varias veces al aire debido al impacto con las innumerables gotas que caen en cada lluvia, siendo trasladadas de su lugar original y provocando así el debilitamiento de la estructura del suelo. Cuando las gotas de lluvia caen en dirección perpendicular sobre una superficie de suelo plana como se muestra en el inciso (a) del gráfico 1.3.1, no hay inclinación en la dispersión de las partículas de suelo. Sin embargo, cuando la dirección de caída de las gotas de lluvia tiene inclinación como lo muestra el inciso (b), o cuando las gotas de lluvia caen perpendicularmente sobre una pendiente como lo muestra el inciso (c), hay inclinación en la dispersión de las partículas de suelo. Especialmente en las pendientes, la probabilidad de que la dispersión se incline hacia la izquierda es alta, por lo que todas las partículas de suelo de la pendiente serán trasladadas hacia abajo. Por otra lado, se dice que en la erosión laminar muy pocas veces se observa una erosión verdaderamente uniforme en toda la superficie, la mayoría de las veces solamente indica una erosión muy leve que no alcanza a ser *erosión en surcos*, de la cual se tratará más adelante. En algunos casos, se emplea el término de "erosión laminar" para referirse a la erosión ínter surcos que aquí se menciona. En muchos casos se tiende a no dar mucha importancia a la erosión laminar debido a que aparenta ser una erosión relativamente leve. Sin embargo, cuando se produce este tipo de erosión ocurre el fenómeno de disminución de la capacidad de infiltración del agua al suelo (y por ende la formación de costras) debido a que diminutas partículas de suelo obstruyen las porosidades de la capa superficial, esto obstaculiza la eficiente infiltración del agua de lluvias hacia el suelo y existe el riesgo de aumentar la erosión debido a que se facilita el escurrimiento superficial.



La *erosión en surcos*, es un fenómeno donde el suelo es excavado y lavado mediante la fuerza de corte hidráulica de la corriente que se produce sobre la superficie del suelo (principalmente en pendientes). Los canales que se forman debido al excavado y el lavado se denominan "surcos". Cuando existen surcos, el agua que corre sobre la superficie del suelo tiende a concentrarse ahí, resultando que con cada lluvia se

continúa el excavado y lavado del surco y se hace cada vez más grande produciéndose las cárcavas. Este mismo principio se produce en la *erosión en cárcavas*, de la que se tratará más adelante. Los surcos son aquellos que se pueden rehabilitar o reparar con relativa facilidad mediante trabajos de laboreo, lo cual que no puede hacerse con las cárcavas que son mucho más grandes y profundas. Para estimar la cantidad de la erosión en surcos existe la siguiente fórmula (1.3.1). Cuando  $D_r$  tiene valor positivo significa que las partículas de suelo excavadas y lavadas son transportadas hacia afuera, mientras que cuando el valor es negativo significa que se acumulan en el lugar.

$$D_r = K_r (\tau - \tau_c) \left( 1 - \frac{Q_s}{T_c} \right) \quad (1.3.1)$$

Donde,

$D_r$  = cantidad de sedimentos transportado por el surco [ $\text{kg/m}^2\text{s}^{-1}$ ]

$K_r$  = erodabilidad del surco debido a la fuerza de corte [ $\text{s/m}$ ]

$\tau_c$  = fuerza de corte crítico inferior donde no ocurre erosión [ $\text{Pa}$ ]

$Q_s$  = cantidad de flujo de sedimento [ $\text{kg/m}^1\text{s}^{-1}$ ]

$T_c$  = capacidad de transporte de sedimentos del surco [ $\text{kg/m}^1\text{s}^{-1}$ ]

= fuerza de corte hidráulico del agua [ $\text{Pa}$ ] =  $g r s$

y donde:

= densidad del agua [ $\text{kg/m}^3$ ]

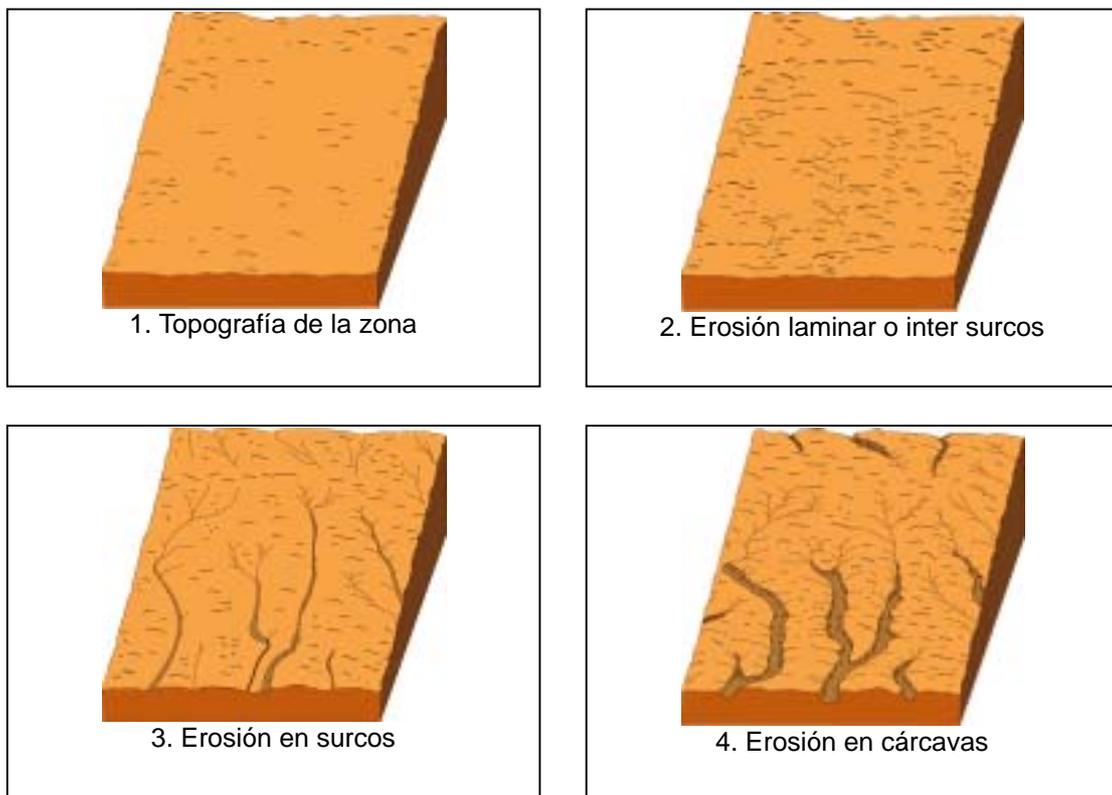
$g$  = aceleración de la gravedad [ $\text{m/s}^2$ ]

$r$  = radio hidráulico del surco [ $\text{m}$ ]

$s$  = gradiente hidráulico de flujo del surco

La *erosión en cárcavas*, tiene el mismo principio que la erosión en surcos, pero difiere en que el lavado y el excavado de los canales de flujo producidos en la superficie avanzan hasta adquirir grandes dimensiones que por lo general no es posible rehabilitarlos o repararlos mediante trabajos de labranza. A estos canales de flujo se denominan "cárcavas". El gráfico 1.3.2 muestra el proceso de avance de la erosión de suelos. La erosión hídrica, en general avanza en el orden de: erosión laminar (o inter surcos) → erosión en surco → erosión en cárcava.

**Figura 1.3.2**  
**Desarrollo de la erosión del suelo**

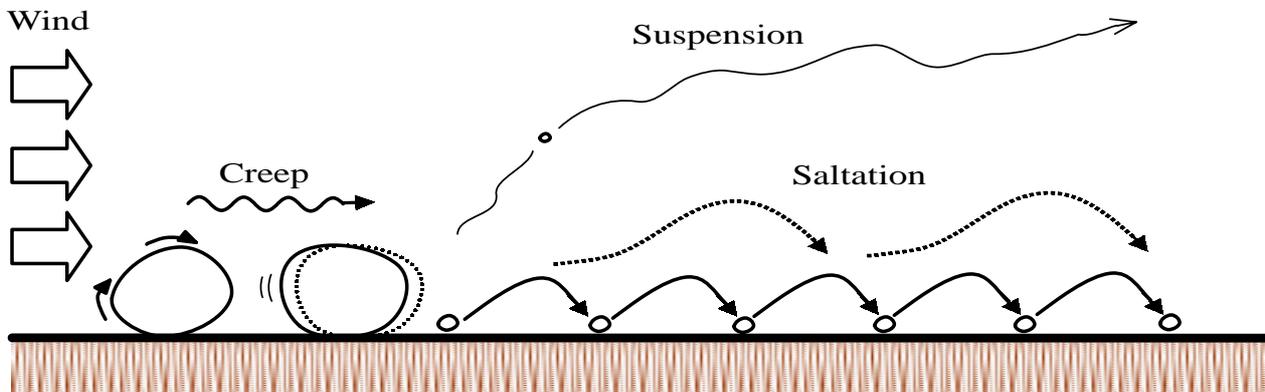


La erosión del suelo se desarrolla en orden 1. →2. →3. →4.

### 3) Erosión eólica

La erosión eólica ocurre en zonas áridas y semiáridas donde las lluvias son escasas y el suelo se encuentra constantemente deshidratado. La erosión eólica no se subdivide en tipo laminar, en surcos y en cárcavas como en la erosión hídrica, sino que se clasifica según la forma de traslado del suelo: saltación, suspensión y arrastre. En el gráfico 1.3.3. se describen las diferentes formas de traslado del suelo.

**Gráfico 1.3.3**  
**Formas de traslado del suelo en la erosión eólica**



La *saltación* es la forma de traslado en la que partículas de arena de unos 0.1 a 0.5mm de diámetro son elevadas desde la superficie del suelo mediante la energía del viento, para luego caer en un instante al suelo debido a la influencia de la resistencia del aire o de la gravedad. El lugar geométrico es relativamente claro. La elevación de las partículas de suelo en la saltación por lo general alcanza unos 30cm desde la superficie.

La *suspensión* es la forma de traslado en la que diminutas partículas de suelo, como arcilla y limo, son elevadas desde la superficie del suelo y trasladadas flotando con el viento por varias horas o varios días llegando a trasladarse a cientos y hasta miles de kilómetros de distancia.

El *arrastre* es la forma de traslado en la que arena gruesa y a veces conglomerados son trasladados por fuertes vientos arrastrándose y casi sin separarse de la superficie del suelo.

Según un estudio realizado, del total de las partículas que son trasladadas por el viento más de la mitad son arrastradas mediante saltación, del 3 a 10% mediante suspensión y del 7 a 25% mediante arrastre.

#### 1.3.1.2 Factores relacionados con la erosividad

##### 1) Agua

Entre los factores que accionan directamente la erosión del suelo, seguramente el agua es el que tiene mayor fuerza de influencia. El agua en sus diversas formas como lluvia y ríos, lava y excava el suelo llevándose las partículas de suelo.

En la zona de los valles interandinos en Sudamérica son pocos los ríos que tienen agua permanentemente. La mayoría de la erosión de suelos que se observa en esta zona se debe a las intensas lluvias y el escurrimiento superficial que se produce debido a estas lluvias. Se piensa que existe una estrecha relación entre la cantidad de la precipitación y la cantidad de erosión. Sin embargo, estadísticamente no puede decirse que existe una alta correlación entre ellas ya que no siempre se produce mayor cantidad de erosión en zonas donde se produce mayor precipitación, y al contrario, con una misma cantidad de precipitación se observan grandes diferencias en la cantidad de erosión dependiendo de la zona. Lo que influye en la erosión del suelo no es solamente la cantidad de la precipitación; la intensidad y la frecuencia de la precipitación son también factores importantes. Aún si la cantidad total de la precipitación en un lapso relativamente largo (como ser 1 año) sea poca, la cantidad de erosión aumentará si se producen lluvias intensas con mucha frecuencia.

##### 2) Viento

En la zona de los valles interandinos en Sudamérica, la erosión eólica ocurre en un área mucho menor que la erosión hídrica, y se concentra en zonas donde la precipitación pluvial es escasa y los vientos son intensos. La relación del viento con la cantidad de erosión puede determinarse por la velocidad del viento cerca de la superficie del suelo. La erosión eólica es más propensa de ocurrir en zonas planas y con superficie desnuda.

### 3) Cambios de temperatura

A pesar de que los cambios en la temperatura no son factores que causan directamente la erosión del suelo como el agua y el viento, también está relacionado con la erosión. Los cambios de temperatura provocan la dilatación o la contracción del material sedimentado, lo que tiene una acción de debilitar la unión entre las partículas de suelo. Por otro lado, cuando el agua que se introduce dentro de los poros del suelo o las grietas de las rocas, repite el proceso de congelarse y derretirse, las partículas de suelo se hacen finas más rápidamente, facilitando así la erosión hídrica y eólica.

### 4) Factores biológicos

Cuando las raíces de plantas o especies de musgos se introducen dentro de los poros del suelo o las grietas de las rocas, y éstas van desarrollando, la degradación del suelo o de las rocas también va avanzando. Pero por otro lado, la vegetación también tiene la función de controlar la erosión del suelo ya que esta cubre la superficie.

#### 1.3.1.3 Factores que influyen en la erodabilidad del suelo

Por más que se produzcan factores externos con el mismo nivel de erosividad, la cantidad de erosión varía dependiendo de la erodabilidad del suelo. Entre los principales factores que determinan la erodabilidad del suelo están las características del suelo (especialmente las características físicas), la topografía y las condiciones en que se encuentra la superficie del suelo.

#### 1) Características del suelo

Resultados de numerosos estudios han demostrado que la fuerza de erodabilidad del suelo se determina por la resistencia al agua de los agregados de suelo, es decir cuán estable es la estructura del suelo contra el agua. Sin embargo, cuantificar la resistencia al agua de los agregados del suelo no es tarea fácil. Resultados de otros estudios más profundos han demostrado que de los numerosos factores que describen las características del suelo, 3 tienen una fuerte relación con la erodabilidad del suelo: la textura, el contenido de materia orgánica, la infiltración y la percolación. El método más difundido para determinar la erodabilidad del suelo es el **factor de erodabilidad**, un indicador (mayormente representado por  $K$ ) que se obtiene convirtiendo los 3 factores a un solo valor mediante proyecciones de cálculo o fórmulas regresivas.

#### 2) Topografía

Cuanto más inclinada sea la pendiente del terreno se producirá mayor erosión que en una superficie plana. Esto se debe a que cuanto mayor es la pendiente, existe la tendencia de que la intensidad de muchos de los factores aumente, por ejemplo la erosividad de los factores externos, la inclinación o desviación de la dispersión de las partículas de tierra, la fuerza de transporte de las mismas.

Por otra parte, teniendo una misma inclinación, la cantidad de erosión que se produzca en la pendiente irá de mayor a menor en el orden de pendiente con convexidades, pendiente con superficie regular, pendiente con concavidades. Esto se debe a que la cantidad y velocidad del escurrimiento superficial que se produce en la pendiente es mayor en la parte baja de la misma, y cuanto mayor sea la inclinación en esa parte la cantidad de erosión será mayor.

Si se compara una pendiente con superficie regular con muy pocas concavidades y convexidades, con otra irregular con muchas concavidades y convexidades, la cantidad de la erosión será mayor en la primera ya que la fuerza de dispersión y absorción de la energía del escurrimiento superficial es pequeña.

#### 3) Condiciones de la superficie del suelo

Aunque se tenga la misma topografía y las mismas condiciones naturales, la cantidad de erosión varía según la forma de manejo del suelo o los tratamientos que en él se apliquen. Por ejemplo, si se compara la diferencia en la cantidad de erosión en un caso de características del suelo y condiciones topográficas similares pero condiciones de la superficie del suelo diferentes, con otro caso de características del suelo y condiciones topográficas diferentes pero condiciones de la superficie del suelo similares, la diferencia del primero será mayor. Es decir que los tratamientos o la forma de manejo de la superficie del suelo es un factor muy determinante sobre la erodabilidad del suelo. Para lograr disminuir la erodabilidad del suelo se debe: 1) implementar cobertura sobre la superficie, 2) disminuir la energía del escurrimiento superficial eliminando los canales de flujo (surcos) o mejorando la capacidad de infiltración del suelo.

#### 1.3.1.4 Relación entre la erosión del suelo y la actividad humana

##### 1) Erosión normal y erosión acelerada

La erosión del suelo es un fenómeno natural que ocurre en todas partes del mundo. Se llama *erosión normal* a aquella erosión que avanza poco a poco guardando proporción con el proceso de desintegración mediante acción natural del viento y la lluvia. La erosión normal también es denominada

erosión natural o erosión geológica.

Por otra parte, la erosión puede avanzar de manera acelerada debido a la acción del hombre hacia la naturaleza como por ejemplo la tala de bosques, el pastoreo de los animales, las actividades agrícolas, la extracción de la vegetación, los incendios forestales, etc. A este tipo de erosión se denomina *erosión acelerada*. La erosión que ocurre en suelos agrícolas es fundamentalmente erosión acelerada.

## 2) Ejemplos de erosión acelerada debido a la actividad humana

La erosión del suelo es uno de los problemas más graves en la zona de los valles interandinos en Sudamérica, siendo el pastoreo de los animales domésticos una de las causas principales. En las parcelas de erosión implementadas en el "*Estudio de Validación de Desarrollo Rural Participativo basado en la Conservación de Suelos y Aguas*" ejecutado en el departamento de Chuquisaca (Bolivia) por la J-Green entre 1999 y 2003, se han obtenido interesantes resultados que indican la influencia del pastoreo sobre la erosión del suelo. A continuación se presentan esos resultados.

Las parcelas de erosión fueron implementadas en un terreno dentro del Centro Experimental (ubicado en Yotala) de la Facultad de Agronomía de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca (Chuquisaca, Bolivia). El terreno tenía una inclinación promedio de 10%, superficie de 0.7ha, y estaba cercado con alambre de púas para evitar el ingreso de los animales de la zona

El objetivo de la investigación en estas parcelas fue validar los efectos de disminución de la pérdida de suelo mediante la introducción del arado cincel como implemento de labranza para suelos agrícolas con pendiente, comparado con los sistemas de labranza tradicional (arado de palo, arado de disco). Resultados de la validación demostraron que el sistema de labranza con arado cincel no tiene muchos efectos cuando se trata de lluvias torrenciales que son acompañadas de fuertes escurrimientos superficiales, pero que sí logra disminuir la pérdida de suelo mucho mejor que los sistemas de labranza tradicional cuando se trata de lluvias menores.

Para la investigación se instalaron 12 parcelas de erosión rectangulares de 22m x 3m, en la misma dirección de la pendiente. En 8 parcelas se realizaron los tratamientos de labranza con arado tradicional y con arado cincel, repitiendo en cada gestión agrícola las labores de labranza y cultivo. En las restantes 4 parcelas, que fueron las parcelas testigo, no se realizaron labores de labranza ni de cultivo en todo el periodo de investigación. La superficie de 2 de ellas (que se las denominará "Parcelas A") se mantuvo totalmente desnuda deshieriéndola todo el año, mientras que las otras 2 (que se las denominará "Parcelas B") se las dejó totalmente abandonadas sin realizar ningún deshierbe (estas parcelas fueron implementadas con un año de retraso, es decir recién en el segundo año).

Al inicio de la investigación, todas las parcelas y también todo el terreno circundante se encontraban casi sin ningún tipo de vegetación como lo muestra la fotografía 1.3.1. Sin embargo, a fines del segundo año de investigación, las parcelas testigo A y B se encontraban con claras diferencias de cobertura superficial tal como lo muestran las fotografías 1.3.2 y 1.3.3. Debido a que la precipitación total anual de los años que se realizó esta investigación varían unos de otros, no es posible comparar directamente los valores del escurrimiento superficial total (agua + suelo) y la pérdida de suelo total con otros años, pero comparando los porcentajes de la parcela testigo A en relación con la B, se tiene el gráfico 1.3.4. Observando el gráfico se puede notar que en el segundo año, cuando la maleza en la parcela testigo B recién comienza a crecer, las diferencias en la cantidad de escurrimiento superficial y la de pérdida de suelo entre la testigo A y B son relativamente pequeñas. Sin embargo, desde el tercer año, la superficie de la testigo B se encuentra totalmente cubierta por la maleza desde el inicio de la estación y muestra una brusca disminución tanto de la cantidad de escurrimiento superficial como la de pérdida de suelo, que no llega a ser ni el 5% de la testigo A. Es decir, estos resultados indican que la cobertura superficial es un factor muy efectivo para la prevención de la erosión del suelo.

La parcela testigo B fue simplemente abandonada y en ella no se realizó ninguna labor. A pesar del resultado anterior, resultados del análisis de suelos realizados como parte de la investigación mostraron que el suelo de esta parcela no tenía ninguna diferencia en cuanto a composición, características físicas, químicas y de nutrientes en comparación al suelo de la zona. Es decir, el suelo de la parcela testigo B es exactamente igual a cualquier suelo de toda esta zona por lo que en toda la zona debería existir una cobertura superficial similar a la de la parcela testigo B. Sin embargo, si se observa la zona, se notará que en época seca no existe tal cobertura y que más bien casi toda la zona se encuentra en una situación muy similar a la parcela testigo A, es decir totalmente desnuda.

En la zona de los valles interandinos en Sudamérica, la crianza de animales está muy difundida. Las cabras, ovejas y vacas que se crían mediante el pastoreo se comen los escasos pastos y los brotes de vegetación que crecen en la zona, y en época seca terminan con todos los rastrojos de cultivo que hayan quedado en los terrenos (véase fotografía 1.3.4). Como resultado de ello, se ha roto el equilibrio entre la velocidad de crecimiento de la vegetación y la velocidad de desaparición, y aumentado el afloramiento de la tierra. No es difícil imaginar que esta situación está afectando a la erosión del suelo de la zona.



Fotografía 1.3.1  
Situación al inicio de la investigación (Noviembre de 1999).  
Fotografiada desde la parte baja de las parcelas. No se observa vegetación en las parcelas y el terreno en general debido a la reciente labor de preparación del suelo.



Fotografía 1.3.2  
Situación de la parcela testigo A que durante la etapa de investigación fue mantenida totalmente desnuda mediante deshierbe manual.  
Fotografiada desde la parte alta de las parcelas. En esta situación hasta una pequeña lluvia de 3mm. produjo escurrimiento.



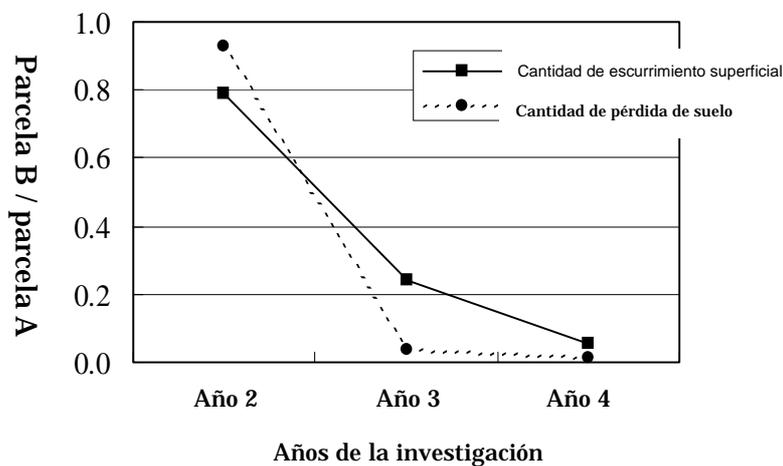
Fotografía 1.3.3  
Situación de la parcela testigo B a fines de la época de lluvias del segundo año de investigación  
Fotografiada desde la parte alta de las parcelas. Dentro de toda la parcela y también en los alrededores crece la maleza. Esta parcela fue mantenida así hasta la finalización de la investigación y se produjo muy poca pérdida de suelo y escurrimiento superficial aún cuando se produjo una lluvia de 10mm.



Fotografía 1.3.4  
Animales que pastorean en terrenos agrícolas en época seca.  
Hasta la siguiente época de lluvias, los rastrojos de cultivos son casi totalmente consumidos por los animales.

**Gráfico 1.3.4**

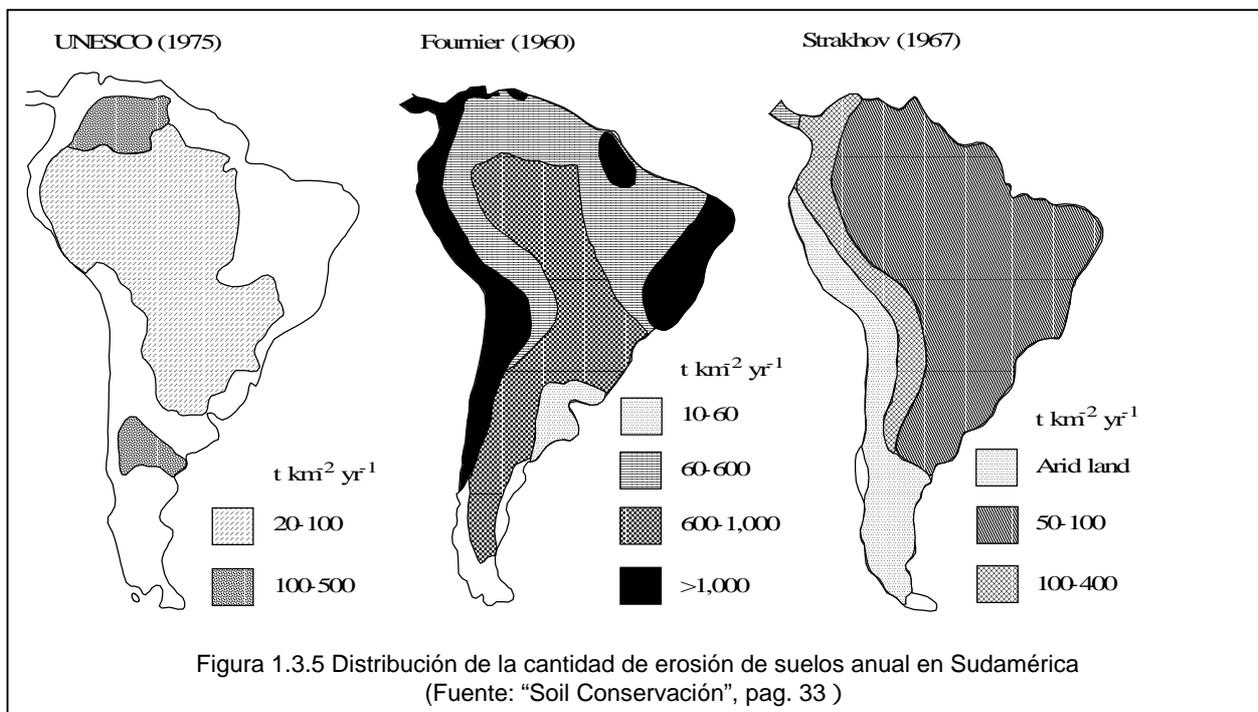
**Comparación de la cantidad de escurrimiento y cantidad de pérdida de suelo entre las parcelas testigo A y B**  
(Debido a que la parcela B fue instalada recién en el segundo año de la investigación, no se tienen datos del primer año).



### 1.3.2 Condiciones actuales de la erosión de suelos en los valles interandinos en Sudamérica

#### 1.3.2.1 Volumen de erosión de suelo estimada en la zona

Hasta la fecha varios proyectos han intentado evaluar las condiciones actuales de uno de los problemas más graves a nivel mundial como lo es la erosión de suelos que se produce en todo el planeta. El gráfico 1.3.5 muestra 3 ejemplos de la distribución de la cantidad anual de erosión del suelo en la zona de Sudamérica. Se puede observar que estas distribuciones de intensidad y cantidad de la erosión varían entre sí, y que en la zona de los valles interandinos existe una gran diferencia siendo esta de 20 a 1,000 t/km<sup>2</sup>/año. Sin embargo, ambos resultados concuerdan en que la zona de los valles interandinos es una zona con severas incidencias de la erosión de suelos dentro de Sudamérica.



#### 1.3.2.2 Ejemplos de estudios sobre la situación de la erosión de suelos en los valles interandinos

##### 1) Situación de la erosión de suelos en Bolivia

Bolivia es un país ubicado casi al centro de la zona de los valles interandinos y aquí se presenta el ejemplo de un estudio sobre las condiciones actuales de la erosión de suelos realizado (por la ex CORDECH) en todo el país incluyendo el departamento de Chuquisaca.

El cuadro 1.3.1 describe el nivel de erosión que ocurre en las zonas áridas, semiáridas y semi húmedas del país que representan un 40% de los aproximadamente 1,100,000Km<sup>2</sup> de territorio nacional total. Según los datos, el 26.2% de la superficie en estudio se clasifica como zona con un nivel de *erosión fuerte* (de 51 a 100 t/ha/año), seguido por un 24.7% con un nivel de *erosión poco fuerte* (de 31 a 50 t/ha/año) y juntos superan la mitad de toda la zona de estudio. En general, para mantener una agricultura sostenible la cantidad de erosión de las tierras agrícolas permitida es de unas 15t/ha/año. Aún con este criterio, la erosión de suelos en este país es muy fuerte. Dicho sea de paso que la cantidad anual de *erosión poco fuerte* y *fuerte* está entre 31 a 100t/ha/año, y si suponemos que la densidad aparente del suelo es de 1.5 g/cm<sup>3</sup> (peso específico aproximadamente de 1.5), esto equivale a que cada año se pierde de 2 a 7mm de la capa de suelo.

### Niveles de la erosión de suelos en Bolivia

Nivel	Grado de erosión	Sup.	Porcentaje	Referencia de la cantidad de erosión
		km <sup>2</sup>	%	t/ha/año
1	Casi sin erosión	43,413	9.6	
2	Erosión ligera	44,497	9.9	Menor a 10
3	Erosión media	65,245	14.5	De 11 a 30
4	Erosión poco fuerte	111,543	24.7	De 31 a 50
5	Erosión fuerte	118,112	26.2	De 51 a 100
6	Erosión muy fuerte	41,870	9.3	De 101 a 200
7	Erosión extremadamente fuerte	4,019	0.9	Mayor a 200
Suelos no aptos para la agricultura como ser lagos, salares, zonas inundadas.		22,243	4.9	
<b>Superficie total estudiada</b>		<b>450,942</b>	<b>100.0</b>	

(Fuente: CORDECH, "Estudio integrado de los recursos naturales del departamento de Chuquisaca -Procesos de erosión-", 1994)

### 2) Situación de la erosión de suelos en Chile

El territorio de Chile desciende desde los 6000m de altitud de la Cordillera de Los Andes hasta las costas del Pacífico en tan solo 180Km., por lo que abundan en extremo las pendientes accidentadas. Por esta razón, todo el territorio tiene una estructura topográfica muy vulnerable a la erosión de suelos. Según un estudio realizado en 1979, 46% del territorio nacional de Chile tiene riesgos de sufrir erosión de suelos (véase cuadro 1.3.2). Por otro lado, la mayoría de los agricultores minifundistas viven principalmente en zonas con condiciones muy desfavorables y de alto riesgo de erosión de suelos, lo cual incide en agravar aún más su situación de pobreza.

**Cuadro 1.3.2**  
**Situación de la erosión de suelos en Chile**  
(Unidades: 1,000ha)

Región	Superficie	Superficie erosionada	grado de erosión			Porcentaje de erosión
			alto	medio	bajo	%
I	5,807	2,538	1,066	1,116	356	44
II	12,531	2,682	1,435	1,120	126	21
III	7,827	2,648	1,209	809	630	34
IV	3,965	3,460	654	1,426	1,380	87
V	1,638	894	283	147	464	55
Capital	1,578	559	483	59	17	35
VI	1,595	973	743	211	20	61
VII	3,052	1,538	815	687	37	50
VIII	3,601	2,362	994	1,168	200	66
IX	3,247	2,475	875	1,533	67	76
X	6,904	4,846	1,023	1,628	2,195	70
XI	10,715	4,625	1,055	2,180	1,390	43
XII	11,231	4,888	900	3,464	524	44
Superficie total del país	75,695	34,487	11,535	15,546	7,406	46

Dentro de la superficie de estudio no están incluidos los terrenos con riego, ni el Polo Sur

(Fuente: Instituto Nacional de Investigación de Recursos Naturales, CORFO, 1979)

### 3) Situación de la erosión de suelos en Argentina

Aunque no contiene datos cuantitativos, según un informe de estudio de la Agencia de Desarrollo de Tierras Agrícolas del Japón (JALDA) (1997), en Argentina la erosión hídrica avanza severamente al Oeste de la zona montañosa del Noreste y el altiplano. En el altiplano donde la cobertura vegetal es escasa, también avanza la desertificación debido al sobre pastoreo. Por otro lado, el informe también indica que en la zona de los valles, donde se desarrolla agricultura a gran escala y mecanizada, la erosión y la degradación del suelo también avanzan severamente.

### **1.3.3 Método de estimación de la cantidad de erosión de suelos**

#### **1.3.3.1 Objetivos y definición del método de estimación**

Hasta la fecha muchos métodos (modelos) de estimación de la cantidad de erosión del suelo han sido propuestos por diversos investigadores. A continuación se presentan estos modelos clasificados en 4 tipos. Dependiendo de los objetivos se deberá determinar cuál de los modelos emplear.

Por ejemplo, si solamente se desea calcular la cantidad de erosión sin importar el proceso de la pérdida de suelo, el modelo empírico USLE, que es ampliamente empleado en todo el mundo, será el modelo adecuado. Por otro lado, si lo que se desea es comprender y simular el proceso de erosión, modelos determinativos basados en métodos físicos como el modelo WEPP serán los adecuados. Los modelos empíricos simplifican el proceso de cálculo como una caja negra, y el manejo es relativamente simple debido a que se construye a base de valores reales medidos en campo. Tiene la ventaja de que puede calcular con buena precisión para zonas que tienen condiciones físicas similares al lugar donde se identificó el modelo, pero su aplicación es imposible para simulaciones en zonas con características físicas diferentes o para calcular los cambios en la cantidad de escurrimiento debido a los cambios de características en la cuenca.

En relación a ello, los modelos que consideran el proceso de erosión de manera física, por lo general, contienen muchas variables y procesos de cálculo, y es muy difícil identificar todos, por esto existe la tendencia de que el margen de error sea mayor en comparación a los modelos empíricos. Sin embargo, los modelos físicos permiten realizar simulaciones modificando las condiciones físicas y también puede aplicarse un poco aún en zonas con condiciones diferentes a las que existían cuando se identificó el modelo. Por otro lado, el modelo WEPP, del cual se tratará más adelante, está atrayendo mucho interés porque puede calcular con la misma o mayor precisión que los modelos empíricos tradicionales.

La erosión de suelos agrícolas es considerada un problema porque provoca la disminución de la productividad. Cuando no es muy importante determinar la cantidad de erosión en sí, sino determinar los efectos de la erosión sobre la productividad, los modelos productivos son muy prácticos. Los modelos productivos básicamente primero calculan la cantidad de erosión y luego en base a ella calculan los efectos de la erosión sobre la productividad. Uno de los modelos productivos más comúnmente empleado es el modelo EPIC y el modelo PI. Ambos modelos requieren de una enorme cantidad de datos por lo que su aplicación en países en vías de desarrollo es complicada ya que en estos países no se pueden conseguir estos datos.

Por otro lado, otro problema de la erosión suele ser que la escorrentía llega a los ríos afectando física y químicamente las zonas aguas abajo. Para estos casos, se requiere de un *modelo de cuenca* que exprese con exactitud considerando las condiciones no solamente del área donde se produce la erosión sino de toda la cuenca y adicionalmente del área de la pérdida de suelos y del área de sedimentación del mismo.

#### **1.3.3.2 Modelos empíricos**

Los modelos empíricos más representativos empleados para estimar la cantidad de erosión son el *modelo USLE* (Universal Soil Loss Equation) y su versión mejorada que es el ***modelo RUSLE*** (Revised Universal Soil Loss Equation) y también el *modelo MUSLE* (Modified Universal Soil Loss Equation).

El modelo USLE se expresa mediante la fórmula 1.3.2 y es un modelo práctico establecido por Wischmeier y otros empleando datos obtenidos en campo y en base a modelos estáticos que fueron desarrollados sucesivamente por diversos investigadores.

$$A = R K L S C P \quad (1.3.2)$$

$A$ = promedio anual de pérdida de suelo	[t/ha/año]
$R$ = factor de erosividad de la lluvia y la escorrentía	[MJ mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> ]
$K$ = factor de erodabilidad del suelo	[t h MJ <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> ]
$L$ = factor de distancia de la pendiente	[sin unidades]
$S$ = factor de inclinación de la pendiente	[sin unidades]
$C$ = factor de manejo de cobertura vegetal (cultivo)	[sin unidades]
$P$ = factor de prácticas de conservación	[sin unidades]

(MJ: mega joules, h: horas)

En algunos casos suele emplearse unidades diferentes para  $R$  y  $K$  dependiendo del método de cálculo.

A continuación se explica brevemente cada uno de los factores. El método de cálculo de cada uno de estos factores se halla descrito en los documentos anexos, también incluye una descripción más detallada de cada uno.

### 1) Factor de erosividad de la lluvia y del escurrimiento superficial ( $R$ )

El factor  $R$  está en función de la energía de la precipitación y del escurrimiento, que son la fuente de energía de la erosión hídrica. Conceptualmente, el factor  $R$  también incluye la energía que tiene el agua de escurrimiento superficial, sin embargo esta puede ser omitida ya que es tan pequeña en comparación a la energía que tienen las gotas de lluvia. En la práctica el factor  $R$  es una función que se centra únicamente en la cantidad y la intensidad de la precipitación.

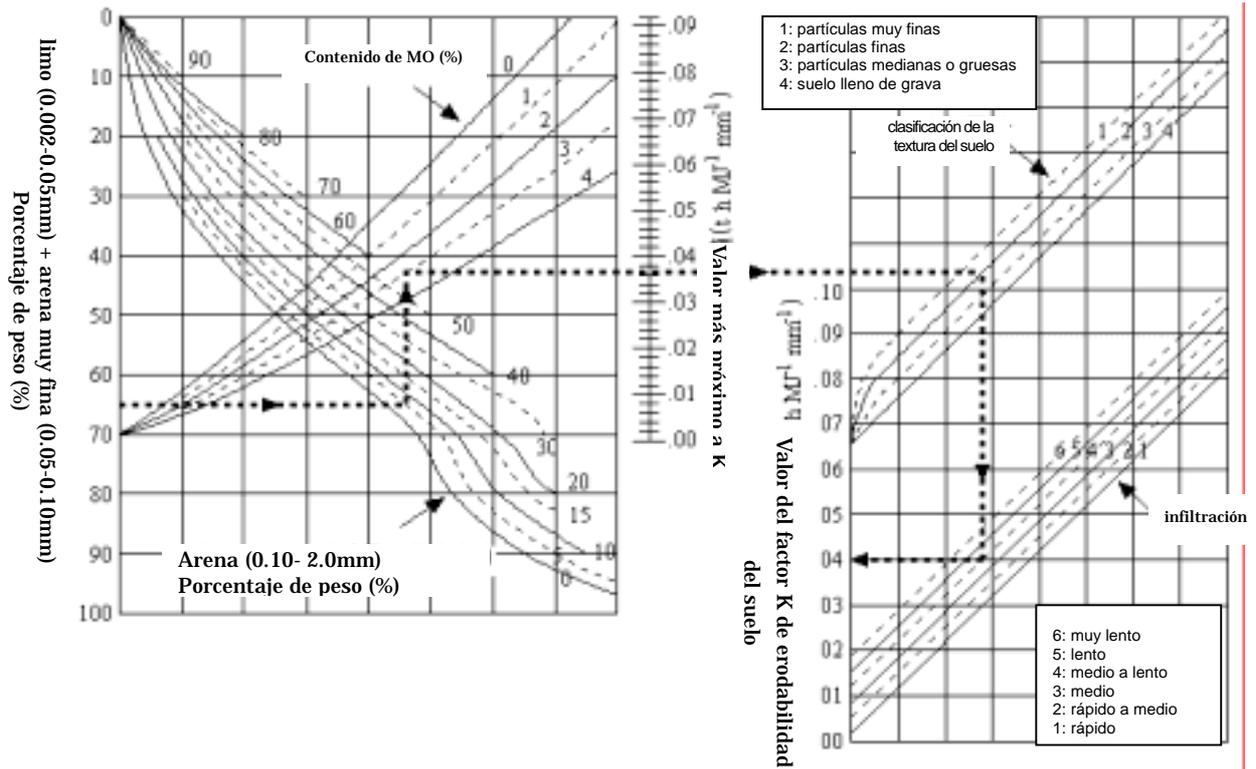
### 2) Factor de erodabilidad del suelo ( $K$ )

El factor  $K$  es un factor o coeficiente que expresa el grado de erosión que puede sufrir el suelo. Básicamente se obtiene de la división de  $A$  entre  $R$ , donde  $A$  es la cantidad anual de pérdida de suelo medida in situ en un terreno sin ninguna práctica de conservación, en pendiente con 9% de inclinación, de 22.1m de longitud, desnudo de vegetación. A manera de referencia se hace mención que el rango de valor de  $K$  en la zona de los valles interandinos del departamento de Chuquisaca en Bolivia, es de 0 a 0.7 (exCORDECH, 1994).

Si se logra obtener datos de la composición, de la capacidad de infiltración y el contenido de materia orgánica del suelo de la zona es posible estimar la cantidad anual de pérdida de suelo aún si no se tienen datos de pérdida de suelo en terrenos en pendiente y desnudos, y es posible determinar el valor de  $K$  empleando proyecciones de cálculo (gráfico 1.3.6) o fórmulas regresivas (1.3.3) que fueron elaboradas en base a resultados de numerosas investigaciones en parcelas realizadas en todo los Estados Unidos. La precisión de estas proyecciones de cálculo y fórmulas regresivas puede ser baja según las condiciones de la zona donde se aplican ya que, no debe olvidarse que, estas fueron elaboradas en base a resultados de investigaciones realizadas en los Estados Unidos.

**Gráfico 1.3.6 Proyecciones de cálculo del factor K (factor de erodabilidad del suelo)**

(Fuente: "Soil and Water Conservation Engineering", página 101)



Las líneas gruesas con flechas dentro del gráfico representan el procedimiento de cálculo de  $K$  cuando "limo + arena muy fina": 65 %, arena: 5 %, contenido de materia orgánica: 2.8 %, clasificación de la textura del suelo: 2, clasificación de la capacidad de infiltración del suelo: 4, y en este caso, el valor de  $K$  es de 0.04.

$$K = 2.8 \times 10^{-7} M^{1.14}(12 - a) + 4.3 \times 10^{-3}(b - 2) + 3.3 \times 10^{-3}(c - 3) \quad (1.3.3)$$

donde:

$M$ : parámetro de tamaño de las partículas de suelo (limo [%] + arena muy fina [%]) x (100 – arcilla [%])

Limo: de 0.002 a 0.05 mm

Arena muy fina : de 0.05 a 0.10 mm

Arcilla: >0.002 mm

$a$  : contenido de materia orgánica [%]

$b$  : código de composición de tamaño de las partículas de suelo

(partículas muy finas: 1, partículas finas: 2, partículas medianas o gruesas: 3, suelo lleno de grava: 4)

$c$  : capacidad de infiltración del perfil

(rápido: 1, rápido a medio: 2, medio: 3, medio a lento: 4, lento: 5, muy lento: 6)

### 3) Factor de longitud de la pendiente ( $L$ )

El factor  $L$  es el factor o coeficiente para realizar la corrección de la longitud de la pendiente. El producto de  $R$  y  $K$  indican la cantidad anual de la pérdida de suelo en una pendiente estándar, es decir en un terreno sin ninguna práctica de conservación, en pendiente con 9% de inclinación, de 22.1m de longitud y desnudo de vegetación. Sin embargo, en el campo obviamente que la longitud de la pendiente podrá ser más larga o más corta que la estándar. Cuando la longitud de la pendiente es más larga que la estándar, la cantidad de la erosión será relativamente mayor, y si es más corta será menor. El método de cálculo que se empleaba hasta ahora para determinar  $L$  consistía en multiplicarlo por el factor  $S$  (que se describirá más adelante) mediante proyecciones de cálculo. Sin embargo, el método más sencillo es el que se obtiene mediante la fórmula 1.3.4 desarrollado por McCool y otros (1989).

$$L = \left( \frac{l}{22.1} \right)^m \quad (1.3.4)$$

donde,

$l$  : longitud de la pendiente [m]

$m$  : indicador sin unidades

#### 4) Factor de inclinación de la pendiente (S)

El factor  $S$  es el coeficiente para realizar la corrección de la inclinación de la pendiente. El método de cálculo que se empleaba hasta ahora para determinar  $S$  consistía en multiplicarlo por el factor  $L$  (anteriormente descrito) mediante proyecciones de cálculo. Sin embargo, en la actualidad el método más empleado es aquel que obtiene  $S$  independientemente mediante la fórmula 1.3.5 desarrollado por McCool y otros (1987).

Cuando la longitud de la pendiente es  $l$  menor o igual a 4m:

$$S = 3.0 (\sin \theta)^{0.8} + 0.56 \quad (1.3.5a)$$

Cuando la longitud de la pendiente es  $l$  mayor a 4m y la inclinación de la pendientes es  $s$  menor a 9%:

$$S = 10.8 \sin \theta + 0.03 \quad (1.3.5b)$$

Cuando la longitud de la pendiente es  $l$  mayor a 4m y la inclinación de la pendientes es  $mayor$  o  $igual$  9%:

$$S = 16.8 \sin \theta - 0.50 \quad (1.3.5c)$$

#### 5) Factor de manejo de cobertura (C)

En el factor  $C$  se incluyen los efectos de la cobertura en sí, el orden del cultivo cuando se cultiva más de dos veces por año el mismo cultivo en un mismo terreno o cuando se cultivan diversos cultivos por año en un mismo terreno, nivel de productividad, duración del tiempo de desarrollo del cultivo, método de labranza, manejo de rastrojos, y también la distribución del tiempo cuando ocurre el fenómeno de la erosión. Estos factores varían mucho según las zonas por lo que establecer un método de determinación de  $C$  que pueda aplicarse a cualquier zona es difícil. Lo mejor es definir el valor de  $C$  en base a resultados de pruebas de campo en la zona aplicando el modelo USLE.

En los Estados Unidos se ha establecido un método para la determinación del factor  $C$  para cada zona del país sintetizando los resultados de numerosas pruebas de campo realizadas a nivel de toda la nación. En las pruebas de campo se ha adecuado el porcentaje (%) de pérdida de suelo de cada etapa del desarrollo de los cultivos para cada método de cultivo (cultivo consecutivo o cultivo en rotación), y el valor del factor  $C$  se obtiene multiplicando este porcentaje por el porcentaje (%) de la cantidad mensual de pérdida de suelo, obtenido de forma separada. Este método puede tomarse como referencia.

A continuación se presenta un cuadro que describe el porcentaje de pérdida de suelo elaborado por Wischmeier y otros, y un gráfico que describe el porcentaje mensual de pérdida de suelo.

**Porcentaje de pérdida de suelo en cada etapa del desarrollo de los cultivo según diferencias en el método de cultivo (y en el manejo cultural)**

Método de siembra (y condiciones de manejo) *1	época de siembra de primavera		porcentaje de pérdida de suelo en cada etapa del desarrollo de los cultivos y debido a las diferencias del porcentaje de cobertura del cultivo *4							
	cantidad de rastrojos <sup>2</sup>	porcentaje de cobertura <sup>3</sup>	etapa de desarrollo del cultivo (porcentaje de cobertura del cultivo) (%)							
			arado primario	almaciguera	abandono de la almaciguera	desarrollo	madurez	madurez	madurez	rastrojos
	(Kg)	(%)	(0 - )	(hasta 10)	(hasta 50)	(hasta 75)	(hasta 80)	(hasta 90)	(hasta 96)	( - )
<b>Cultivo continuo</b>										
Maíz (RdL, ST, MBT)	5,000	-	36	60	52	41	-	24	20	30
cereales menores	5,000	60	-	16	14	12	7	4	2	-
pastos							1			
<b>Cultivo en rotación</b>										
pastos cultivo en franjas			12	27	23	20	-	14	12	21
leguminosa maíz (ST)			47	78	65	51	-	30	25	37
maíz leguminosa (ST, MBT)			39	64	56	41	-	21	18	
<b>cultivos tradicionales</b>										
maíz leguminosa o maíz	5,000	60	-	13	11	10	-	10	8	20
leguminosa maíz		30	-	33	29	25	22	18	14	33
maíz cereales menores	5,000	60	-	16	14	13	7	4	2	

\*1 RdL: Dejar rastrojos de maíz dentro del terreno. ST: labranza de primavera. MBT: labranza con arado de vertedera.

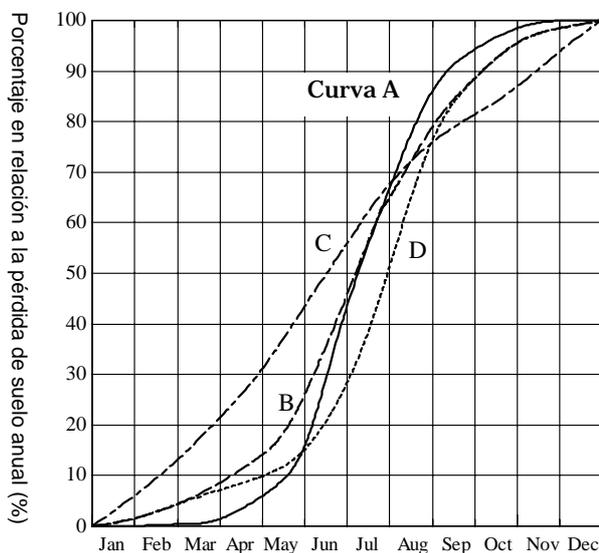
\*2 Peso de materia seca por ha. Situación anterior a la siembra de primavera. Los rastrojos y la cobertura suelen disminuir a comparación de la época post cosecha de la gestión anterior debido al pastoreo en la época cuando no hay cultivos. Se obtiene unos 5,000kg/ha de materia

\*3 Porcentaje de área de la superficie que es cubierta por mulch de rastrojos luego de la siembra del cultivo.

\*4 Porcentaje de pérdida de suelo suponiendo que se mantiene todos los años el orden de cultivo y el método de manejo. Si se realiza un manejo diferente solamente un año, no influye significativamente.

**Gráfico 1.3.7 Porcentaje mensual de erosión de suelos**

(Fuente: "Soil and Water Conservation Engineering", página 103)



- A : Noroeste de Iowa, Norte de Nebraska, Sur de Dakota del Sur
- B : Norte de Missouri, zona central de Illinois, Indiana, Ohio
- C : Louisiana, Mississippi, Oeste de Tennessee, Este de Arkansas
- D : Planicies de la costa del Atlántico en Georgia y Carolina

**6) Factor de prácticas de conservación (P)**

El factor de prácticas de conservación ( $P$ ) es el factor o coeficiente que refleja los efectos de las prácticas de conservación de suelos como por ejemplo terrazas en pendientes. Se define como valor 1.0 cuando no se tiene ninguna práctica, y dependiendo del efecto de la práctica implementada adquirirá valores menores a 1.0. Cuando se tienen varias prácticas, el valor del factor  $P$  será el producto de los coeficientes de cada una de las prácticas. En comparación con otros factores, el factor  $P$  es un factor de poca precisión. Según las características naturales de la zona, una misma práctica puede tener efectos diferentes. Por lo tanto, es necesario realizar pruebas de campo en la zona donde se piensa aplicar el modelo USLE y determinar el valor de  $P$  en base a resultados de las mismas. Wischmeier y otros, describen el siguiente ejemplo concreto del valor de  $P$ .

- Para el caso de siembra en curva de nivel (o en contorno): de 0.5 a 0.9 dependiendo de la inclinación de toda la pendiente (cuanto mayor la inclinación mayor el valor)
- Para el caso de siembra en franjas (o hileras): Si en un ciclo de 4 años, 2 años se siembra cultivos en franja es aprox. 0.75 y si en un ciclo de 4 años, solamente 1 año se siembra cultivos en franja es aprox. de 0.5
- Para el caso de terrazas: de 0.1 a 0.2

### 1.3.3.3 Modelos físicos

El modelo físico para estimar la cantidad de erosión del suelo, más prometedor en la actualidad es seguramente el modelo WEPP (Water Erosion Prediction Project). Este es un modelo dinámico desarrollado por la NSERL (The National Soil Erosion Research Laboratory) –USDA (The United States Department of Agriculture) como sustitución del modelo USLE y puede determinar la erosión del suelo ya sea para un evento de lluvia o para un período largo, adicionalmente puede realizar cálculos según el tipo de erosión (laminar o en surcos) y considerando el material arrastrado y la sedimentación. El software de aplicación del programa de cálculo de este modelo se encuentra disponible en el sitio de Internet URL. Utilizando este programa se puede realizar el cálculo de manera sencilla con solamente tener los diferentes parámetros adecuados a la zona.

La aplicación del modelo WEPP en perfiles de pendientes en colinas, tiene varios puntos similares con la aplicación del modelo USLE. Para el perfil es necesario determinar valores representativos de las diferentes características de la parcela o el área donde quiere aplicarse el modelo como ser pendiente, suelo, manejo de cultivo. Por lo general, para el perfil se selecciona desde la cima de la colina, que es el punto de partida, hasta el extremo del canal de desviación o la parcela donde recibe el escurrimiento de la pendiente, pasando (en dirección hacia abajo) por el área de erosión, que es la que tiene la mayor pendiente, y el área de sedimentación que es continua a la anterior y cuya pendiente es relativamente menor. Difiere del modelo USLE ya que esta solamente toma en cuenta el área de erosión de la pendiente).

se fija como punto de partida la cima de la colina y se avanza en dirección aguas abajo, desde la zona erosionada con mayor inclinación hacia la zona de sedimentación donde se sedimenta la escorrentía que viene de aguas arriba cuya inclinación es relativamente menor

Cuando las condiciones del suelo y de manejo del cultivo son uniformes en una pendiente de colina, se lo maneja como un solo *elemento de escurrimiento superficial* (*OFE=Overland Flow Element*) y se supone que los valores de los parámetros de distribución hídrica, desarrollo de cultivo, nivel de rastrojos, textura de la superficie, capacidad de infiltración, erodabilidad son constantes. Cuando las diferentes características de una pendiente de colina son diferentes, el modelo puede aplicarse definiendo varios elementos de escurrimiento superficial. A continuación, se hará una breve explicación de cada uno de los componentes del modelo para pendiente WEPP que son: generador de clima (principalmente la precipitación), riego, hidrología, balance hídrico, suelo, desarrollo de la vegetación, descomposición y manejo de rastrojos, hidráulica del escurrimiento superficial y erosión del suelo. Los detalles de cada componente se hallan descritos en los documentos anexos.

#### 1) Componente generador de clima

El modelo WEPP es un modelo de simulación continua cuyo cálculo se realiza por etapas de horas de un día. Para representar el proceso del escurrimiento–erosión primeramente se necesita introducir datos climáticos. Si se cuenta con datos de mediciones, estos pueden ser empleados. Sin embargo, también se pueden emplear datos generados artificialmente por el programa generador de clima (CLIGEN: Climate Generator) que fue elaborado para los cálculos del modelo WEPP.

#### 2) Componente de riego

En el modelo WEPP se pueden realizar cálculos considerando los efectos del riego por aspersión fija o por surcos. El riego por aspersión fija, supone que la boquilla del aspersor riega una cantidad uniforme en cada elemento de escurrimiento superficial. Por otro lado, el riego por surcos supone que el agua es abastecido en la parte aguas arriba del surco que se extiende en dirección de la pendiente del elemento de

escurrimiento superficial. En cuanto al cronograma de riego, se pueden establecer 3 métodos: método diario fijo, método de nivel de consumo de agua y el método que combina las dos anteriores. Este último, controla constantemente la cantidad de humedad del suelo y riega cuando la humedad está por debajo del nivel establecido.

### **3) Componente hidrológico**

Los datos de precipitación y escurrimiento resultan ser los más importantes al momento de estimar la cantidad de erosión del suelo. Sin embargo, el modelo WEPP considera la percolación, la cantidad de escurrimiento superficial y cada uno de los procesos del balance hídrico como factores hídricos y emplea 4 parámetros (tiempo de duración de la precipitación, intensidad efectiva de la precipitación, altura de escurrimiento y cantidad pico del escurrimiento) para determinar la cantidad de erosión. Estos 4 parámetros son empleados no solamente para determinar la cantidad de erosión del suelo, sino también para calcular los cambios en la humedad del suelo mediante el cálculo continuo de la cantidad de percolación.

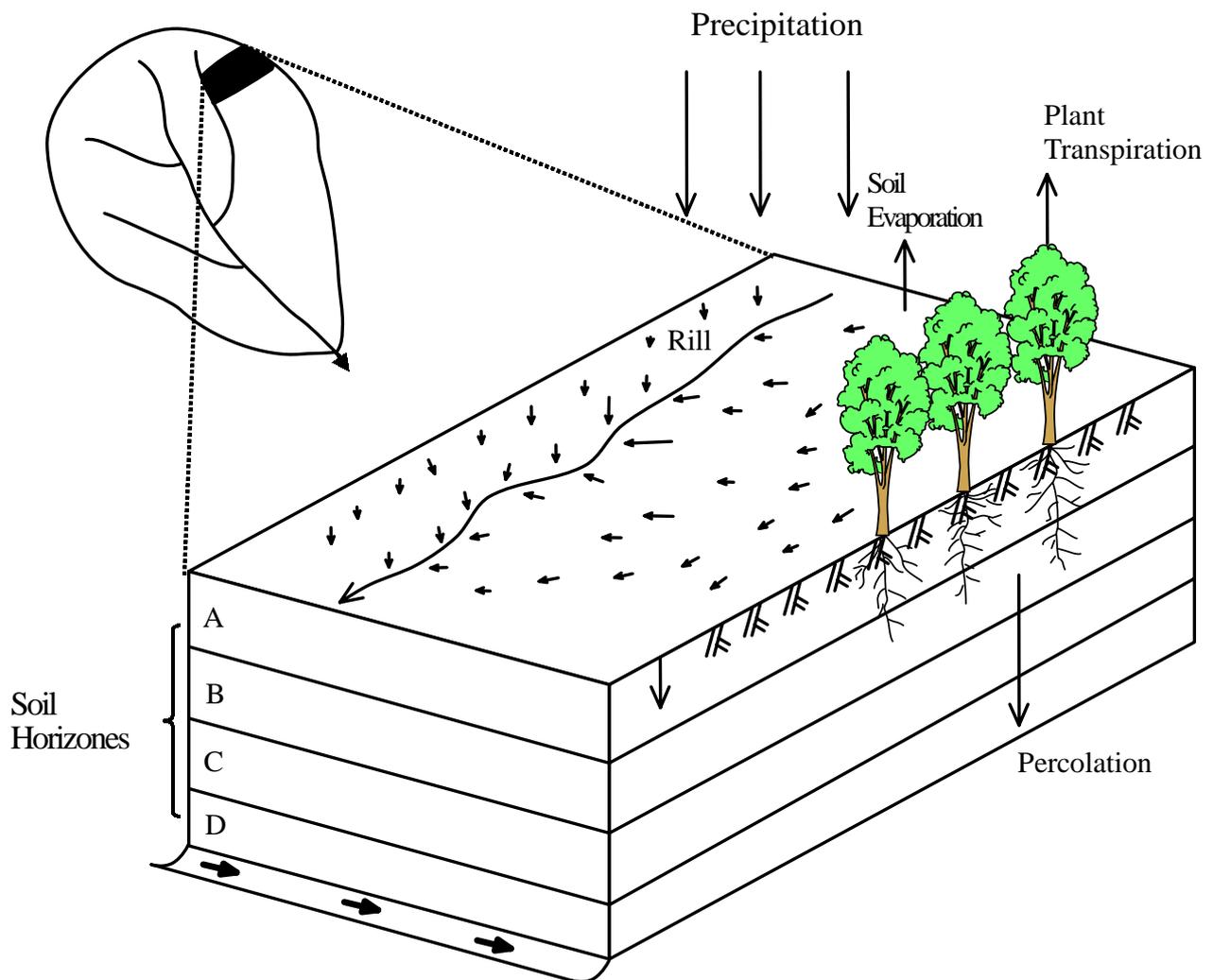
### **4) Componente de balance hídrico**

El componente de balance hídrico del modelo WEPP, es un componente mejorado en base al componente similar del modelo SWRRB (Simulator for Water Resources in Rural Basins) para estimar los parámetros de interceptación de la precipitación, infiltración y evaporación del suelo. El balance hídrico se obtiene mediante la estimación de la profundidad de nieve acumulada por día, cantidad de evaporación sobre la superficie de nieve y cantidad de deshielo, cantidad de evaporación posible, cantidad de evaporación del suelo, cantidad de evaporación de la vegetación, cantidad de humedad en la zona radicular, cantidad de infiltración vertical (hacia abajo) del agua de percolación. El gráfico 1.3.8 muestra el concepto de perfil de pendiente en el modelo WEPP.

En el modelo WEPP, se emplea la fórmula de Penman o la función de Priestly-Taylor para determinar la cantidad de evaporación posible por día del periodo de simulación. Además calcula la cantidad de evaporación del suelo, la cantidad de evaporación de la vegetación y la cantidad de traslado de humedad de cada uno de las capas del suelo en base al clima (temperatura, cantidad de insolación, dirección y velocidad del viento), el desarrollo de la vegetación (indicador del área de la hoja, profundidad de las raíces) y el porcentaje residual de rastrojos.

Este modelo monitorea la humedad del suelo hasta un máximo de 1,800m de profundidad y no considera el traslado de humedad en zonas más profundas que la zona radicular. En cuanto al perfil del suelo, define que las 2 capas más cercanas a la superficie del suelo tienen 100mm, y las capas inferiores a estas 2 tienen 200mm. Cuando la humedad de la capa superior de dos capas continuas supera la capacidad de campo, la humedad se infiltra hacia la capa inferior. La infiltración vertical (hacia abajo) del agua, se limita según la capa inferior esté saturada o no. En el modelo WEPP también se toma en cuenta la corriente lateral de las aguas subterráneas y el escurrimiento hacia los canales de drenaje.

## Concepto de perfil de pendiente del modelo WEPP



### 5) Componente de suelo

El componente suelo del modelo WEPP, cumple la función de estimar los atributos referidos a la línea de base de la percolación del suelo y la erodabilidad. Los parámetros a estimarse son principalmente 4: rugosidad, altura de surco, densidad aparente del suelo y el coeficiente de permeabilidad efectiva. Al margen de estos, este componente incluye 3 parámetros de erosión que son: erodabilidad laminar, erodabilidad en surcos y fuerza de corte hidráulico crítico. Muchos factores influyen en estos parámetros, sin embargo, el factor más importante en el terreno agrícola es el manejo de la labranza.

### 6) Componente de desarrollo de la vegetación

La simulación del desarrollo de la vegetación es imprescindible para modelos de estimación de la erosión del suelo del tipo simulación continua debido a que la generación de biomasa o rastrojos, y la interacción entre los factores de manejo y del medio influyen significativamente en la estimación de la pérdida de suelo. En el modelo WEPP se realiza la simulación del desarrollo de la vegetación mediante métodos de enfoque distintos entre un terreno agrícola y los pastizales.

Para el desarrollo de la vegetación en terrenos agrícolas se emplea el método de enfoque similar al modelo EPIC (Erosion Productivity Index Calculator) que es un modelo productivo del cual se tratará más adelante. En este método, el desarrollo de los cultivos se representa con la función acumulativa de la cantidad de calor por día. El desarrollo potencial de las plantas se determina en base al producto del porcentaje de intercambio de energía de la biomasa del día por la cantidad de radiación fotosintética activa (Photosynthetic active radiation). El área y la altura de la copa de los árboles, y el indicador del área de las hojas son funciones para estimar la cantidad de biomasa vegetal. El potencial de producción de biomasa disminuye cuando existen factores de estrés hídrico o térmico.

Para el caso de los pastizales, se emplea la curva de desarrollo potencial de un pico o de dos, que expresa las características de desarrollo de la comunidad vegetal. Como datos de alimentación se necesitan el potencial máximo de la cantidad de producción de biomasa y la época pico de emergencia. También son necesarios datos sobre el tipo de pastos, sobre los árboles de talle bajo y de talle alto de la zona donde se piensa aplicar el modelo.

### **7) Componente de descomposición y manejo de rastrojos**

Los rastrojos de la vegetación frecuentemente son materiales muy efectivos (en cuanto costos) para alcanzar los objetivos de conservación de suelos. Cuando se realizan simulaciones continuas de la erosión de suelos, es necesario considerar la producción de cultivos, la descomposición de los rastrojos y el aumento o disminución de rastrojos que se produce en las labores de manejo. El modelo brinda una fórmula separada para determinar los cambios en la cantidad de rastrojos diarios ya sea en terrenos agrícolas o pastizales. Además, el manejo de rastrojos recibe un trato muy flexible. En cuanto a las labores de labranza, hay un valor determinado para cada método de labranza.

### **8) Componente de hidráulica del escurrimiento superficial**

En el modelo WEPP, la corriente subterránea es representada de las siguientes 2 formas:

1. El gráfico hidráulico supone que la corriente es un flujo uniforme que se extiende en forma laminar y realiza el cálculo empleando la rugosidad hidráulica (promedio ponderado del área de erosión en surcos y el área de la erosión laminar).
2. Para el cálculo en la erosión laminar, la corriente es dividida dentro del *elemento de escurrimiento superficial* de manera que se logre establecer un flujo uniforme, mientras que para el cálculo en la erosión en surcos se toma la corriente como una sola.

En el modelo se necesita introducir datos de la distancia entre los surcos y el ancho de los mismos. En cuanto a la distancia entre los surcos, los valores promedio que mayormente se asignan son: 1.0m para terrenos agrícolas y de 0.5 a 5.0m para pastizales. El ancho de los surcos puede ser constante o en su caso variable según la precipitación si se emplea fórmulas empíricas.

### **9) Componente de la erosión del suelo**

Dentro de la simulación del perfil de la pendiente en el modelo WEPP, el proceso de la erosión del suelo se divide en 2: la erosión por fuerza de corte de la corriente dentro del surco, y la erosión laminar que se produce mediante el impacto de las gotas de lluvia o la delgada capa del flujo del agua de lluvia.

Para estimar la cantidad de carga del sedimento y la cantidad neta de erosión o del sedimento en un punto río abajo del perfil se emplea la ecuación continua de una situación estable.

#### **1.3.3.4 Modelo productivo**

Una de las principales razones por la cual en el mundo la erosión de suelos es considerada un problema, es la disminución de la productividad que causa la misma. En esto, se han propuesto algunos modelos para estimar no la cantidad de la erosión en sí, sino la cantidad de pérdida de la productividad debido a la erosión. La mayoría de los modelos para estimar la disminución de la productividad, calcula primeramente la cantidad de pérdida del suelo y en base a ella evalúa los efectos en la productividad, es decir, es un cálculo de dos pasos. A este tipo de modelo pertenecen los famosos modelos EPIC y PI. Estos modelos han sido desarrollados en los Estados Unidos y requieren introducir una cantidad enorme de datos, por lo que su aplicación en países en vías de desarrollo es dificultosa ya que en estos países por lo general es difícil conseguir estos datos. A continuación se explicarán los modelos EPIC y PI.

#### **1) Modelo EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator)**

El modelo EPIC es el modelo más común dentro de los modelos productivos. La estructura de este modelo consta de la fusión de una parte que se basa en fórmulas empíricas y otra parte que se basa en fórmulas físicas. Para realizar cálculos con este modelo se requiere de una enorme cantidad de datos. Este modelo es considerado el más efectivo para aplicarlo en áreas pequeñas de aproximadamente 1ha cuya distribución espacial de las diferentes características es homogénea. El perfil del suelo puede calcularse dividiéndolo hasta en 10 capas sin importar que las características de cada capa sean diferentes. La cantidad de escurrimiento superficial puede ser estimada mediante un procedimiento similar al del modelo físico CREAMS; otros factores hidrológicos que se requieren son: cantidad de precipitación, cantidad de infiltración, cantidad de drenaje y cantidad de evaporación. La estimación de la cantidad de pérdida de suelo se la realiza mediante el modelo USLE y considera los nutrientes de nitrógeno y fósforo.

## 2) Modelo PI (Productivity Index model)

El modelo PI fue propuesto para estimar los efectos a largo plazo (por ejemplo para 50 años) de la erosión del suelo. Al igual que el modelo EPIC, este modelo requiere introducir gran cantidad de datos en los que se incluyen las características físico químicas del suelo, rendimiento del cultivo, capacidad de infiltración de cada una de las capas del suelo, área del terreno, uso de suelo, tipo de tenencia de la tierra, situación de la erodabilidad y otros. En el índice de la productividad también se consideran: la exactitud de los atributos que determinan la productividad del suelo en cada una de las capas y la proporción de la zona radicular en cada capa. Dentro de los atributos que determinan la productividad del suelo se incluyen humedad efectiva, porosidad, densidad aparente, pH, conductividad eléctrica. No se incluyen los nutrientes debido a que la variación es grande según la fertilización.

### 1.3.3.5 Modelo cuenca

Cuando se precisa determinar en zonas río abajo los efectos de la contaminación química y física debido a sedimentos erosionados, es necesario estudiar toda la zona en general y no solamente la zona erosionada. En este caso, no se puede aplicar el modelo USLE ya que este modelo solamente evalúa el traslado de material de la zona erosionada. Para solucionar este problema, se han desarrollado modelos que incluyen el porcentaje de transporte de pérdida de suelo en el modelo USLE y modelos que adicionan en los compuestos de la erosión factores para estimar el sedimento. Sin embargo, la mayoría de los modelos de este tipo solo pueden ser aplicados a la erosión de suelos agrícolas y no así a otros como ser erosión en cárcavas, en orillas de ríos, en caminos o ciudades.

En algunos modelos de cuenca se está tratando de solucionar este problema haciendo posible aplicarlo no solo a suelos agrícolas sino también a otro tipo de uso de suelo mediante la división de la cuenca en varias unidades y realizando un análisis por separado de cada unidad. Existe otro modelo de cuenca que adiciona al modelo hídrico un factor que estima la cantidad de sedimentos de arena. Estos modelos suelen ser denominados *modelos origen sin punto* y la mayoría difiere mucho con el modelo USLE en cuanto método de construcción. Por ejemplo, para determinar el efecto de la precipitación no se emplea el factor  $R$  del modelo USLE, sino otros factores que calculan la cantidad de precipitación total y cantidad de precipitación pico.

En el modelo WEPP, descrito anteriormente, se incluye el componente cuenca por lo que puede ser utilizado no solamente para perfil de pendientes sino también como modelo cuenca.

## **CAPÍTULO 2**

### **MEDIDAS TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN POR OBRAS FÍSICAS**

## Capítulo 2

### Medidas técnicas de conservación por obras físicas

#### 2.1 Medidas de conservación por obras físicas

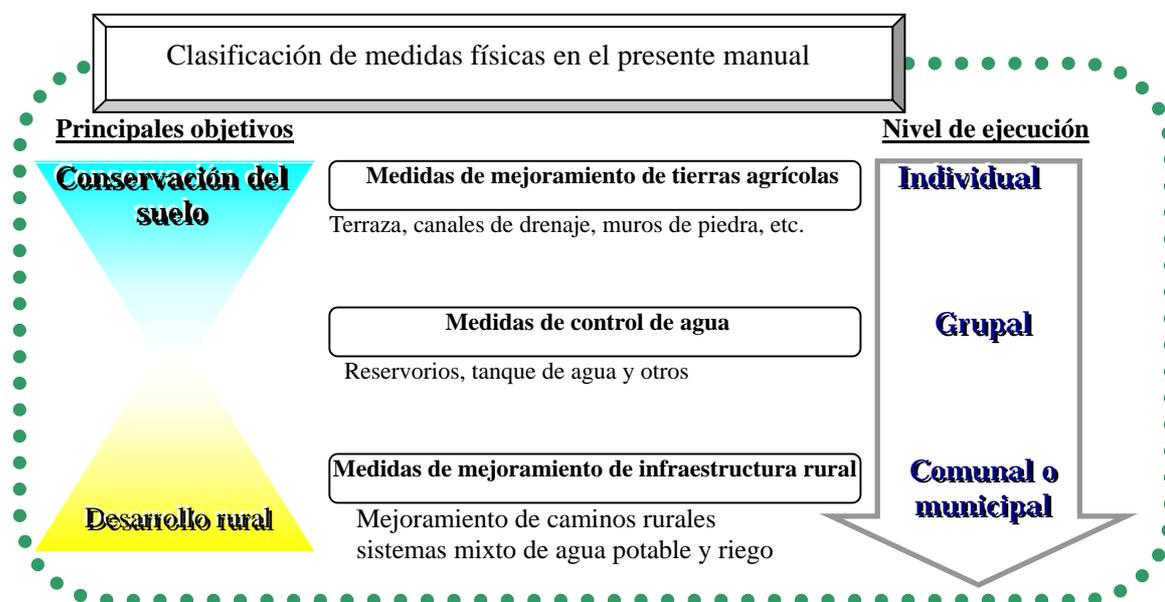
Entre las técnicas de conservación de tierras agrícolas existen las medidas agronómicas y las medidas basadas en obras físicas. En el presente capítulo se describen las medidas de conservación por medio de obras físicas.

##### 2.1.1 En qué consisten las medidas de conservación por obras físicas

Las medidas de conservación por obras físicas consiste en un método basado en la construcción de obras físicas con el propósito de controlar el flujo del agua. Comparando con las medidas agronómicas de conservación que deben ser implementadas en cada ciclo de cultivo, las obras físicas, si bien requieren trabajos de mantenimiento básico, podrían ser consideradas como inversiones fijas, cuyas formas no sufren alteraciones con el tiempo. Atendiendo este aspecto, en el presente manual se define como “medidas técnicas de conservación basadas en obras físicas” a la “tecnología que contribuye a conservar las tierras agrícolas mediante la instalación de estructuras físicas cuyo, objetivo es manejar y controlar la escorrentía y la infiltración”.

En el presente capítulo, las medidas de conservación por obras físicas son clasificadas en “**medidas para el mejoramiento de tierras agrícolas**”, “**medidas para el control de agua**” y “**medidas para el mejoramiento de la infraestructura rural**”

- (1) Entre las “**medidas para el mejoramiento de tierras agrícolas**” se encuentran las que sirven para controlar la escorrentía en las tierras agrícolas, es decir, son medidas técnicas basada en el manejo de la inclinación y la longitud de la pendiente tales como: a) Terrazas, b) Canales de drenaje, c) Muros de piedra y otros.
- (2) Las “**medidas para el control de agua**” consisten en un conjunto de medidas que se basan en la construcción de obras para controlar el escurrimiento de agua y suelo que salen de las tierras agrícolas, almacenar y usar en forma efectiva el agua de lluvias, etc., tales como: a) Reservorios, b) Tanques de agua y otros.
- (3) Las “**medidas de mejoramiento de la infraestructura rural**” consisten principalmente en obras de ingeniería y construcción de estructuras; son medidas con marcadas características de obras públicas atendiendo que cubren grandes superficies y favorecen a numerosos beneficiarios. Comprenden construcción y mantenimiento de infraestructura rural: a) Mejoramiento de caminos rurales, b) Construcción de sistemas mixto de riego y agua potable y otros.



Un aspecto que se debe cuidar en este punto son las diferencias existentes en los efectos y las funciones que cumplen cada una de las medidas, es decir las medidas de mejoramiento de tierras agrícolas, medidas para el control de agua y las medidas de mejoramiento de la infraestructura rural. Las dos primeras deben ser consideradas como “medidas basadas en obras de ingeniería que tienen como objetivo la conservación del suelo”, mientras las últimas son “medidas basadas en obras de ingeniería que tiene como objetivo el desarrollo rural”, debiendo ser ejecutadas determinando claramente los efectos y las funciones de cada una de ellas.

Las “medidas basadas en obras de ingeniería que tienen como objetivo la conservación del suelo” deberán ser ejecutadas en forma integral abarcando amplias áreas; por tanto, es esencial que sean los propios campesinos quienes protagonicen activamente las acciones. Para este efecto, es necesario que los campesinos sientan ser dueños de las obras y a la vez adoptar un nivel tecnológico aceptable fácilmente por ellos y de bajo costo, para que posibilite el mantenimiento por ellos mismos en el futuro.

Por otra parte, las “medidas basadas en obras de ingeniería que tiene como objetivo el desarrollo rural” se implementan teniendo en la mira la generación de un gran avance en la comunidad incorporando nuevas alternativas como medidas de conservación del suelo, mediante la eliminación de factores que están obstaculizando el impulso de las actividades de conservación del suelo. Es decir, son medidas que se aplican para mejorar la infraestructura rural de una zona que tiene un limitado número de medidas aplicables debido a desventajosas condiciones naturales por ejemplo y se encuentran imposibilitados a ejecutar las mismas, aunque estuviesen conscientes de su importancia.

Por las razones mencionadas, es necesario considerar las medidas por obras físicas discriminando en: a) Medidas por obras físicas que aprovecha la tecnología local de conservación del suelo y b) Medidas por obras físicas que tiene como objetivo el desarrollo rural que pretende aumentar el potencial de las medidas de conservación del suelo.

#### 2.1.2 Efectos de las medidas técnicas de conservación por obras físicas

Se consideran efectivas las siguientes acciones para controlar el desprendimiento y el transporte de las partículas del suelo por la acción de la lluvia y la escorrentía que constituyen una etapa de erosión del suelo.

Proteger el suelo de las lluvias (aumento de la cobertura del suelo).

Aumentar la capacidad de infiltración del suelo para reducir el escurrimiento.

Lograr la estabilidad de los agregados del suelo.

Reducir la velocidad de la escorrentía mediante la suavización del gradiente hidráulico.

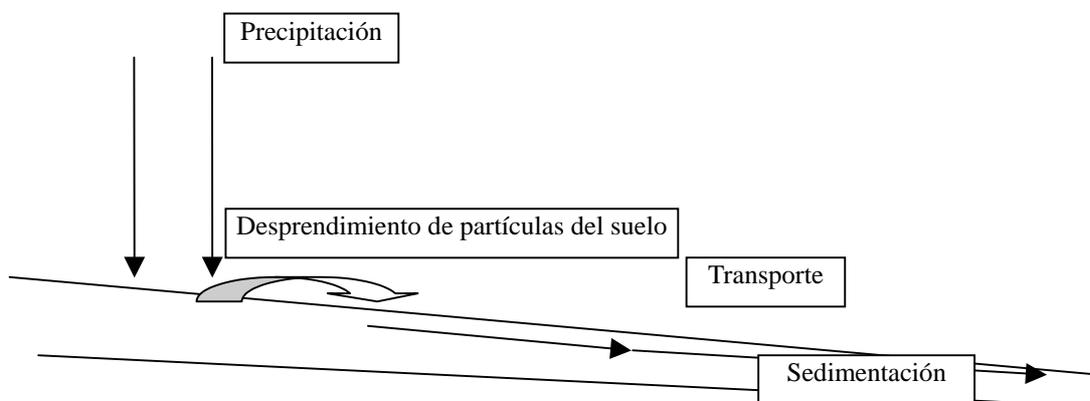


Figura 2.1.1 Proceso de erosión de las partículas del suelo (Figura conceptual)

Entre las acciones mencionadas, las medidas por obras físicas corresponden a los puntos y tienen como objetivo procurar la conservación del suelo controlando en lo posible la pérdida de suelo, agua y nutrientes. Las medidas agronómicas de conservación del suelo son efectivas para evitar tanto el desprendimiento como el transporte de las partículas del suelo; en cambio las medidas por obras físicas son efectivas para detener en nivel mínimo el transporte de las partículas del suelo, pero no tiene casi nada de efecto para disminuir el desprendimiento de las partículas del suelo por las gotas de lluvia. Dicho de otra manera, las medidas por obras físicas son medidas tecnológicas puntuales o lineales para evitar el escurrimiento desde y hacia las tierras agrícolas, mientras las medidas agronómicas son medidas bidimensionales.

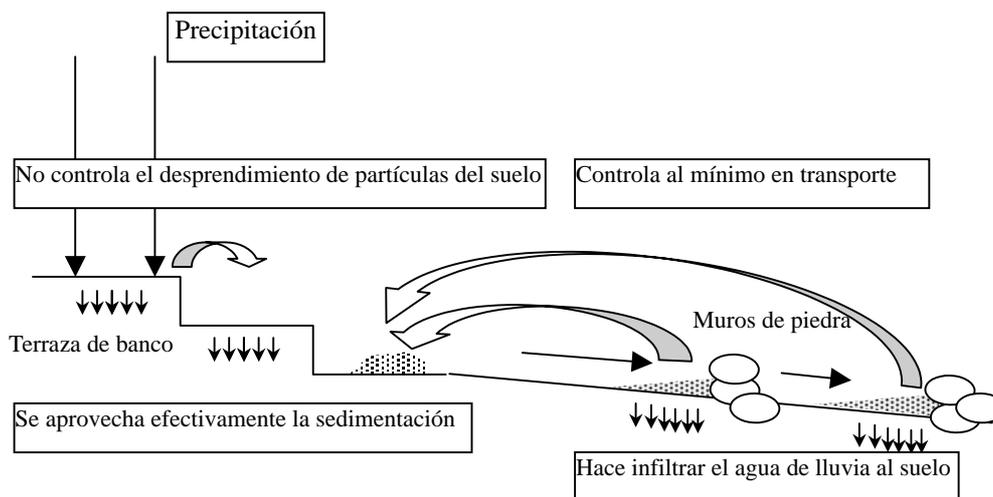


Figura 2.1.2 Efectos de las medidas por obras físicas (Figura conceptual)

Cuadro 2.1.1 Efectos de las medidas tecnológicas por obras físicas más representativas (Morgan 1996)

Tipo de técnica	Factor que se desea controlar					
	Impactos de gotas de lluvia		Escorrentía		Viento	
	Desprendimiento	Transporte	Desprendimiento	Transporte	Desprendimiento	Transporte
Medidas agronómicas (Cobertura del suelo y otros)	*	*	*	*	*	*
Medidas por obras físicas (Canal de drenaje, terrazas y otros)	-	+	+	*	-	-

- : Imposible de controlar + : Controla aceptablemente \* : Posible de controlar

\* Con respecto a las ventajas de las medidas de conservación por obras físicas frente a las medidas agronómicas, ver cuadro 2.1.2.

### 2.1.3 Funciones de las medidas de conservación por obras físicas

En las medidas por obras físicas, se hace necesaria la tecnología de tratamiento en forma puntual o lineal de cómo capturar en las parcelas de cultivo el agua y la tierra que acarrea la escorrentía o cómo conducir de una manera segura el caudal de escorrentía que gradualmente va aumentando. Entre las técnicas para tratar estas situaciones, existen las medidas para prevenir la erosión del suelo tales como la excavación de los canales de drenaje o las desarenadoras para hacer sedimentar la tierra acarreada y las medidas para reparar los efectos de la erosión tales como el control de cárcavas ya formadas y el retorno de las tierras sedimentadas a los surcos formados por la erosión.

De esta manera, la función de las medidas por obras físicas consiste principalmente en controlar el agua superflua; por eso, se logrará un efecto aún mayor, si se aplican en forma combinada con las medidas agronómicas cuya función consiste en evitar el desprendimiento de las partículas del suelo por el impacto de las gotas de lluvia. Es decir, si se está aplicando ya las medidas agronómicas adecuadas a la región por razones sociales o económicas, es deseable implementar las medidas por obras físicas que sirvan para aprovechar mejor las medidas agronómicas.

Por otra parte cuando la tierra es extensa son más ventajosas las medidas agronómicas de conservación por razones económicas o laboral, pero cuando son de pequeñas extensiones y las parcelas están dispersas, suelen ser más importantes las medidas por obras físicas.

### 2.1.4 Puntos que deben ser tenidos en cuenta para aplicar las medidas de conservación por obras físicas.

En el siguiente cuadro se indican los puntos que deben cuidarse para aplicar las medidas por obras físicas, comparando con las medidas agronómicas. Como en este caso, haciendo comparaciones con otras medidas se logrará conocer claramente las características de las medidas por obras físicas y posibilita determinar en forma global los efectos que se esperan de ellas.

Cuadro 2.1.2 Cuadro comparativo de las características que presentan las medidas por obras físicas

Item	Medidas agronómicas	Medidas por obras físicas
1)Tiempo para manifestar los efectos	Retardado	Rápido
2) Epoca de aplicación de la medida	Se limita a época de lluvia	Es posible durante todo el año
3)Persistencia de los efectos	Una campaña	Se extiende a varios años
4) Forma de manifestarse los efectos	Bidimensional	Lineal o puntual
5) Requerimiento de mano de obra	Escaso pero requiere todos los años	Gran requerimiento inicial, después es reducido
6) Recurso económico que demanda	Escaso pero requiere todos los años	Gran requerimiento inicial, después es reducido

Considerando las ventajas indicadas en los puntos 1) al 3), en el Estudio de Validación se han implementado las medidas por obras físicas, que permiten verificar visualmente y a corto tiempo los efectos, al finalizar las etapas de “Sensibilización” y de “Formulación del plan de desarrollo”, es decir cuando los campesinos ya llegaron a comprender la importancia de los recursos nacionales y están con deseos de ejecutar las medidas de conservación. Seguidamente, para cubrir las falencias indicadas en los puntos 4), 5) y 6), se ha adoptado la política de implementar formando grupos para estimular la organización de campesinos. Esta organización no solo será importante para ejecutar las medidas de conservación por obras físicas, sino también será un aspecto sumamente importante para estimular el desarrollo por autogestión.

Tomando en consideración las ventajas y las desventajas mencionadas, en el Estudio de Validación se han ejecutado las “Medidas de conservación por obras físicas” recurriendo a medidas locales de bajo costo y fácilmente aceptables por los campesinos, para lo cual ha englobado a la totalidad de los comunarios aplicando el método de concurso (Ver detalles en la Guía metodológica No.6).

Por otro lado, en el marco de las “Medidas de conservación que tiene como objetivo el desarrollo rural” fueron ejecutados los proyectos sobre temas que en el futuro conducirán a la conservación de suelo y agua, enfocando los factores que están obstaculizando el desarrollo rural, aplicando además el sistema de aportes en efectivo y las actividades condicionadas, a la par de la Capacitación de los beneficiarios en mantenimiento de instalaciones para otorgar una mayor sostenibilidad en el funcionamiento de las mismas (Para mayor detalle, ver la Guía No. 8).

## **2.2 Medidas para el mejoramiento de tierras agrícolas**

Entre las medidas de conservación por obras físicas, el mejoramiento de tierras agrícolas se implementa cubriendo extensas áreas; además, como no requiere tecnología muy elevada, se encuentra ampliamente difundida, ejecutándose en muchos lugares. Pero cuando las mismas se ejecutan sin considerar suficientemente las condiciones para su aplicación; las medidas no surten efectos y los esfuerzos realizados, tanto en trabajo como en costo, resultan vanos. Por eso, es deseable implementar estas medidas luego de estudiar en forma integral las diversas condiciones que inciden.

Aún siendo una misma medida, no existe ninguna norma perfecta aplicable universalmente, debido a que intervienen diversas condiciones que interactúan tales como condiciones topográficas, capacidad técnica, mano de obra y otros. No obstante, a modo de referencia para conocer de un modo general las diversas medidas, se presentan en forma resumida las principales características de cada medida en los puntos 1, 2 y 3 del Capítulo 1.

### **2.2.1 Terrazas**

La terraza es una estructura física que se construye sobre una pendiente con el objetivo de interceptar la escorrentía acortando la pendiente, tratando de esta manera estabilizar la velocidad de flujo hasta un nivel que no provoque la erosión y conducir las aguas hacia la boca de descarga. Para construir una terraza, es necesario considerar diversas condiciones tales como la longitud y el ancho de la misma, ubicación de la boca de descarga, pendiente y ancho de terraza-canal, etc. Las terrazas se clasifican en los siguientes grupos:

**Terraza-canal:** Es una especie de terraza por la cual se hace fluir el agua superficial. Se instala casi horizontalmente para procurar la máxima infiltración posible.

**Terraza para retención de agua de riego:** Es una terraza horizontal que se instala en la pendiente de una colina por ejemplo.

**Terraza de banco:** Es una terraza que se usa para la plantación de especies forestales o cultivos hortícolas comerciales. Se construye en forma escalonada y su talud con fuerte inclinación suele ser protegido con piedra o cobertura vegetal.

En los lugares con pendientes abruptas se suele emplear la terraza de banco con la finalidad de conservar el suelo y mejorar la eficiencia de las labores agrícolas. Por otra parte, en los lugares con pendientes relativamente suaves y las parcelas son grandes, frecuentemente se recurre a la construcción de obras como la terraza-canal.

## 2.2.2 Terraza-canal

### 1) Qué es una terraza-canal ?

La terraza-canal es una especie de terraza que se construye para evitar la erosión del suelo de tierras agrícolas con pendientes. Se instala siguiendo la curva de nivel y tiene por tanto una pendiente muy suave. La terraza-canal permite disminuir en caudal velocidad del agua que descarga la tierra agrícola situada aguas arriba, estimulando la infiltración del agua superficial y la sedimentación de las partículas de suelo arrastrados por la escorrentía, descargando el flujo superficial en forma segura a través de la boca de descarga. Normalmente se suele dar una pendiente del orden de 1/250. En las terrazas cuyo objetivo principal consiste en aumentar la infiltración, se procura la infiltración de las aguas de lluvia hacia el subsuelo y la parte superflua es evacuada por medio de canales.

### 2) Función de la terraza-canal

La terraza-canal cumple la función de evitar la erosión hídrica controlando la escorrentía mediante el fraccionamiento de la superficie con pendiente de una tierra agrícola. Cuanto menor es la separación entre las terrazas, mayor será el efecto de control de la velocidad de flujo de la escorrentía y por ende, de la erosión, pero obstaculiza la realización de las labores agrícolas. Esta terraza cumple además, las siguientes funciones.

Reduce la pérdida de suelo, fertilizantes y semillas.

Aumenta el caudal de infiltración

Reduce el contenido de sedimentos en las aguas evacuadas.

Disminuye la turbidez en los cauces.

Evita la erosión en cárcavas.

Evita la disminución de la productividad, tanto en términos de rendimiento de los cultivos agrícolas como en la fertilidad del suelo.

### 3) Puntos a cuidar en el momento de la construcción

Para elegir el tipo de la terraza-canal a construir, además de considerar la situación actual tales como la ubicación de los caminos agrícolas y de los drenes, estado de utilización de las maquinarias agrícolas y otros, se deberá tener en consideración también las condiciones naturales tales como las características físicas del suelo (textura y estructura del suelo, profundidad de los estratos, permeabilidad, etc.), intensidad de la precipitación y otros, así como los diversos aspectos referentes a la tierra agrícola que incidirán en la ejecución y manejo de las obras tales como las tierras necesarias para la construcción de la obra de canal de descarga, volumen de tierra a mover, costo de construcción, vegetación, etc. La estructura de una terraza-canal tendrá mayor vida útil cuanto más ancha y plana sea. Se deberán tener en cuenta los siguientes puntos para evitar que disminuya la capacidad funcional de la terraza.

Adecuada separación entre las terrazas-canal

Adecuadas estructuras y magnitud de la terraza-canal

Adecuada ubicación del canal de descarga

Adecuado caudal de agua que ingresa en la terraza-canal

Hundimiento del terraplén por paso de maquinarias agrícolas

Cuidados en el manejo del cultivo encima del terraplén

Adecuado manejo y mantenimiento de la terraza-canal construida.

Pendiente trazada considerando la maniobrabilidad de los equipos en las labores agrícolas (menos de 14° para pequeñas maquinarias de labranza, menos de 8° para segadora automática, etc.)

La terraza-canal deberá ser construido luego de realizar comparaciones con otras obras físicas, cuando no se logran suficientes efectos para prevenir la erosión empleando otros métodos más sencillos y de bajo costo.

### 4) Puntos a considerar para difundir esta medida

Durante la época seca, es necesario realizar la limpieza del canal debido a que se reduce la sección de la misma a causa de la sedimentación de tierras que ocurre mientras la escorrentía circula dentro de la terraza canal.

Existe riesgo de deterioro a causa de diversos factores.

En caso de que la terraza cumpla también la función de infiltración de las aguas de lluvia, es necesario contar con un lugar de descarga del agua superflua en la proximidad.

Existe la necesidad de ubicar en forma planificada las instalaciones para captar la tierra que se escurre con la escorrentía.

### 5) Costo de construcción (ejemplo)

Como ejemplo se puede citar el caso de construcción realizada en el Estado de Paraná, Brasil; en este caso ha demandado un costo de aproximadamente US\$20 a 300 por kilómetro. Como se aprecia en este ejemplo, el costo de construcción varía enormemente de acuerdo a las condiciones para la ejecución de la obra, principalmente el costo fluctúa según la pendiente de la tierra, tipos de suelo, de terraza y de material utilizado, así como de la sección de los canales.

Entre los años 1985 y 89 se construyeron terrazas de tipo infiltración de gran magnitud en el Estado de Paraná; pero este emprendimiento ha fracasado debido a que la construcción se realizó sin tomar en consideración los factores como las naturalezas físicas del suelo, condiciones meteorológicas y otros.

#### **Clasificación de terraza-canal**

1. Clasificación según destino del agua de escorrentía que ingresa  
**Terraza de infiltración, Terraza de drenaje y Terraza tipo mixto**
2. Clasificación según la forma de la sección transversal y la topografía  
**Terraza de base angosta, Terraza de base media, Terraza de base ancha, Terraza con parte posterior abrupta, Terraza embutida, Terraza tipo Zinc, Terraza individual**
3. Clasificación según el método de construcción  
Sistema Nichols, Sistema Mangum
4. Clasificación según el contorno  
Terraza paralela, Terraza no paralela



### 2.2.3 Terraza de banco

#### 1) Qué es la terraza de banco?

La terraza de banco es una medida que consiste en acortar la longitud de pendiente de la parcela habilitando en forma escalonada, de manera que los bloques queden en posición casi horizontal. Con esto se pretende aminorar la velocidad y el caudal de la escorrentía y con ello, lograr la conservación de tierras agrícolas. Es una técnica ampliamente aceptada en diversos lugares de todo el mundo para conservar las tierras agrícolas.

#### 2) Funciones de la terraza de banco

Cumple las mismas funciones que la terraza-canal.

#### 3) Puntos que deberán ser cuidados en la construcción

Es difícil construir en tierras agrícolas que tengan pendientes superiores a 35%.

Determinar la sección transversal de modo tal que sea mínimo tanto el volumen como la distancia de movimiento de la tierra para el terraplenado con respecto a la superficie de la parcela a habilitar.

Aumentando la pendiente del talud aumentará la superficie de la parcela, pero no es conveniente una excesiva pendiente considerando la seguridad del talud.

Es necesario adoptar medidas de conservación en el talud de cada terraza como la vegetación de cobertura.



Fotografía 2.2.1 Terrazas de banco

#### 4) Puntos que deberán ser considerados para la difusión

La parte terraplenada es más susceptible a la erosión hídrica, por lo que será necesario estabilizar el talud del terraplén con cobertura vegetal o muro de piedra.

En caso que se instale un canal colector en el borde del talud, será necesario realizar el mantenimiento del mismo para que el suelo arrastrado no se sedimente y obstruya el paso de agua.

Después de habilitada la terraza, es necesario, especialmente en las primeras épocas, cultivar algunas especies apropiadas en la parcela como una medida agronómica de prevención de la erosión del suelo.

#### 5) Costo de construcción (ejemplo)

De acuerdo a la experiencia en el Estudio de Validación, el requerimiento de mano obra en la construcción con trabajo manual es como se indica a continuación.

Cuadro 2.2.1 Requerimiento de mano de obra para la construcción de terraza de banco

Clasificación	Jornales por 100m <sup>2</sup> (hombre/día)	Volumen de trabajo por jornal (m <sup>2</sup> )
Planicie, suelo muy compacto	-	-
Pendiente suave, suelo ligeramente compacto	2.6	38.1
Mucha pendiente, suelo ligeramente compacto	5.3	18.9
Promedio	4.7	21.4

## 2.2.4 Terraza con plantación

### 1) Qué es terraza con plantación

En lugares de pendiente muy pronunciada, con poca profundidad efectiva del suelo, donde no es posible construir la terraza de banco, es efectiva la terraza con vegetación. Esta medida consiste con construir terrazas plana o con contrapendiente y plantar en ella las especies arbóreas. En las terrazas relativamente estrechas, frecuentemente se plantan frutales con doble propósito, es decir para producción y para prevención de siniestro. También existen las terrazas individuales que consisten en rodear de piedras los árboles plantados para mejorar el ambiente para el crecimiento de la planta y con fines de prevención de la erosión del suelo. Esta forma es considerada en el presente manual como un tipo de terraza con plantación.

### 2) Funciones de la terraza con plantación

Las terrazas con plantación no son apropiadas para las tierras agrícolas debido a que fracciona y limita el entorno del árbol; en cambio son frecuentemente empleados para la plantación de frutales aprovechando las tierras sin aptitud para uso agrícola. Las funciones de las terrazas con plantación son como se presentan a continuación.

- Aumenta la infiltración por captación del agua de fluye
- Aprovechamiento de tierras con mucha pendiente.
- Controla la erosión en cárcavas
- Estimula el desarrollo de los árboles plantados.

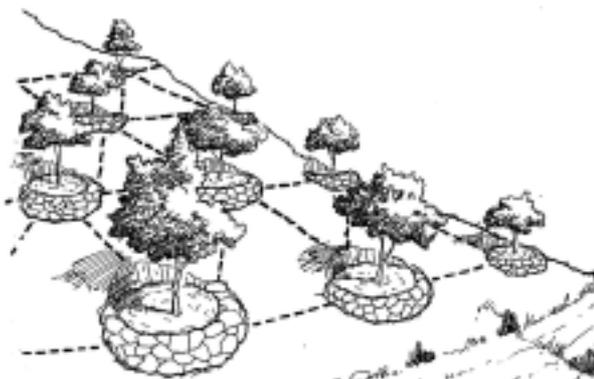


figura 2.2.1  
Disposición de las terrazas individuales

### 3) Puntos que deberán ser cuidados para la construcción

Es posible construir en tierras con pendientes de más de 45°. Sin embargo, para una mayor solidez, es conveniente cubrir con vegetación el espacio que quedan entre las terrazas y procurar que sea una medida de conservación efectiva.

Las terrazas individuales se distribuyen en forma puntual, por lo que es conveniente ubicar las mismas en tresbolillo para que tenga cobertura espacial.

### 4) Puntos que se deberán considerar para la difusión

Igual a la terraza-canal.

### 5) Costo de construcción (ejemplo)

De acuerdo a la experiencia en el Estudio de Validación, el requerimiento de mano obra en la construcción de la terraza individual es como se indica a continuación.

Clasificación	Jornales por 100 unidades (hombre-día)	Volumen de trabajo por jornal (unidades)
Planicie, suelo muy compacto	6.2	16.2
Pendiente suave, suelo ligeramente compacto	-	-
Mucha pendiente, suelo ligeramente compacto	11.9	8.4
Promedio	9.5	10.6

## 2.2.5 Canales de drenaje

### 1) Qué es canal de drenaje?

El canal de drenaje instalado en la tierra agrícola es una obra física que sirve para controlar la escorrentía; hace ingresar el agua de lluvia a la parcela y luego descarga el agua superficial con una velocidad tal que no provoque la erosión del suelo. El canal de drenaje se usa combinando con otras medidas de conservación por obra física como terraza-canal. Su construcción se planifica en base a la separación entre canales, caudal máximo de descarga de la tierra agrícola, longitud máxima del canal, etc. Según su función, los canales de drenaje se clasifican en:

- Canal colector: Conduce el agua descargada a los cauces naturales en la parte baja de la pendiente.
- Canal interceptor: Evita el ingreso de las aguas a las parcelas de cultivo y conduce hasta el canal colector.

Además de estos, se instalan zanjas de desviación o dispersión para hacer desviar la escorrentía.

Estas medidas son ejecutadas tradicionalmente en muchos lugares, pero frecuentemente se observa que abren nuevos canales en forma empírica, llegando a causar nuevos problemas de cárcavas. Para evitar estos inconvenientes, es necesario comprender las funciones que cumplen los canales de drenaje, estudiar con fundamento técnico la ubicación de los mismos y distribuir sistemáticamente los canales colectores e interceptores, a fin de lograr la disipación de la escorrentía.

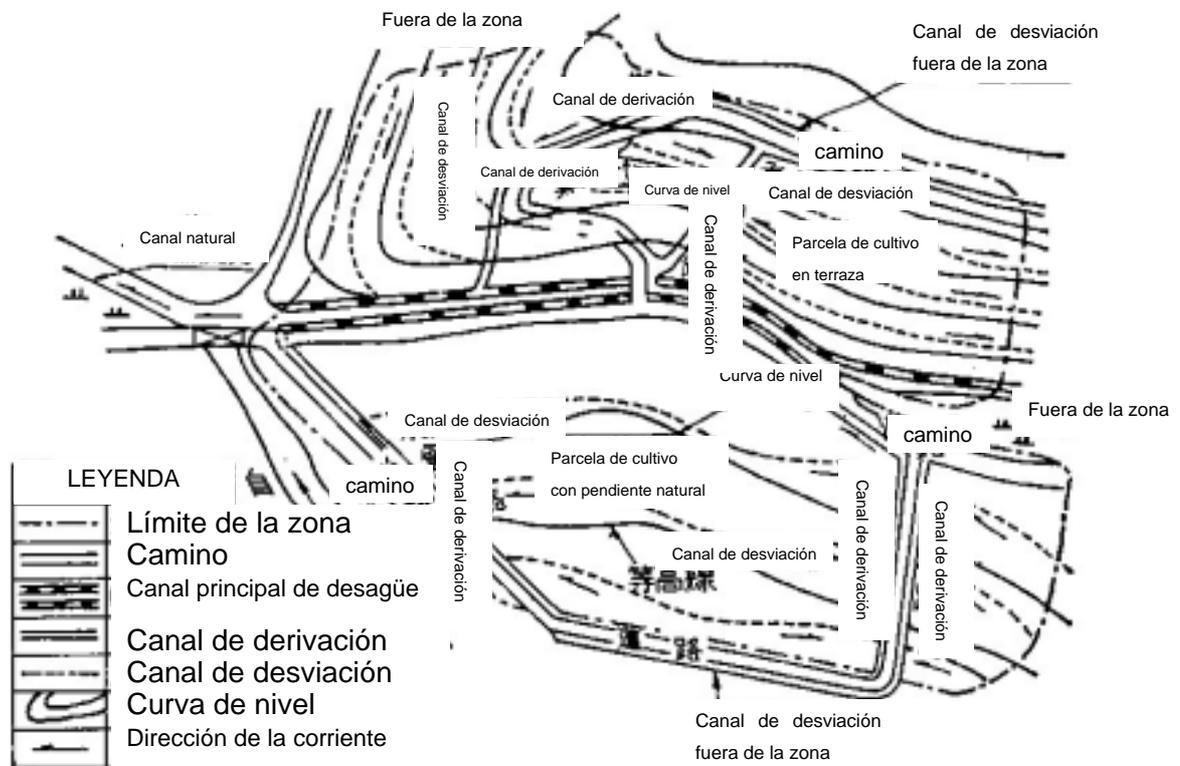


Figura 2.2.2 Ejemplo de disposición del sistema de drenaje

### 2) Funciones de los canales de drenaje

Los canales de drenaje cumplen las siguientes funciones según el lugar donde son instalados:

**Efectos de retención de agua:** Intercepta la escorrentía y almacena el agua momentáneamente. Mejora la retención de humedad del suelo y estimula el crecimiento de las plantas.

**Efecto de infiltración:** Especialmente en los lugares de baja permeabilidad, en el interior de un canal instalado en forma casi horizontal también ocurre la infiltración, haciendo reducir el volumen y la velocidad de flujo de la escorrentía.

**Efecto de drenaje:** Son instalados para interceptar y evacuar el agua superflua. Reduce el efecto erosivo de la escorrentía reduciendo su velocidad y caudal.

### 3) Puntos que deberán ser considerados en la construcción

Los canales con secciones triangulares son apropiados para áreas pequeñas y pendientes suaves. Por su capacidad de evacuar rápidamente el agua superflua, se evita la sedimentación de tierra. Es posible realizar la

excavación usando el arado terracedor y la motoniveladora. En cambio, los canales trapeciales son apropiados para lugares abruptos y pueden ser excavados con la pala mecánica o topadora.

La sección transversal del canal disipador será de una magnitud que no obstaculice el uso de las maquinarias de labranza y a la vez, facilitar la realización del mantenimiento considerando la aceptación por los agricultores. Para permitir el cruce de las maquinarias de labranza, se adoptará la pendiente de 10:1 en las taludes para el caso del canal de sección triangular y 8:1 en el caso del canal de sección trapecial. La magnitud de los canales de drenaje y su ubicación dentro de la finca deben ser cuidadosamente estudiados ya que son aspectos que requieren de suficiente capacidad técnica.

En los canales de drenaje con sección en U que sirven para detener el agua superficial superflua, se colocarán resaltes cada 4m y las taludes serán protegidas cubriendo con vegetación o piedra. Con respecto a la sección del canal de drenaje, desde el punto de vista económico también, es conveniente que tenga una magnitud que permita evacuar el caudal correspondiente a una precipitación de probabilidad cada 10 años. No obstante, en el caso de la excavación manual, frecuentemente la magnitud es determinada basándose en el tamaño de las herramientas como la pala, dando un ancho de 30cm en el fondo del canal, 50cm de profundidad y 60cm de ancho en la parte superior abierta.

4) Puntos que deberán ser considerados en la difusión  
(Ventajas)

Los canales de drenaje podrán ser instalados en cualquier parcela; sin embargo, para realizar un buen diseño es esencial la capacitación técnica de los campesinos.

Los canales de drenaje pueden ser construidos también en forma manual y es relativamente de bajo costo.

Resulta muy efectivo cuando se instala el canal de drenaje en el lugar por donde ingresa la escorrentía a la parcela.

(Puntos que se deberán cuidar)

Requiere constante inspección y mantenimiento; especialmente en época de lluvias se deberá realizar el mantenimiento en forma periódica, eliminando los obstáculos para permitir el normal flujo del agua de descarga.

Es difícil la construcción y funcionamiento del canal de drenaje en lugares con afloramiento de rocas o lugares muy planos.

Para evitar la socavación del fondo y considerando el aspecto económico, por lo general la pendiente del canal deberá ser menor a 2% y la longitud, menor a 100m.

5) Costo de construcción (ejemplo)

El costo de construcción del canal de drenaje varía grandemente según el tamaño del canal y el tipo de material que se usa. A continuación se indica el rendimiento en el trabajo de excavación recurriendo al caso del Estudio de Validación. En el Estudio de Validación se ha construido empleando la sección típica que se indica a continuación, considerando el tamaño de la pala y el rendimiento del trabajo.

Cuadro 2.2.3 Rendimiento del trabajo de instalación del canal de drenaje

Clasificación	Jornales por 100m (hombre/día)	Volumen de trabajo por jornal (m)
Planicie, suelo muy compacto	3.3	30.0
Pendiente suave, suelo ligeramente compacto	2.4	41.0
Mucha pendiente, suelo ligeramente compacto	3.8	26.0
Promedio	3.1	32.2



Fotografía 2.2.2  
Instalación de canal de drenaje

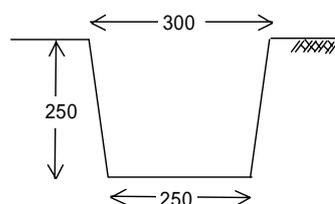


Figura 2.2.3  
Sección típica (unidad en mm)

## 2.2.6 Zanja de infiltración

### 1) Qué es una zanja de infiltración

La zanja de infiltración es un canal de drenaje con tabiques. Se instala principalmente para capturar las partículas de tierras arrastradas por la escorrentía y para hacer infiltrar el agua al suelo. Para recibir en forma efectiva el agua del escurrimiento superficial, se excava siguiendo la curva de nivel y es de tierra sin ningún revestimiento. Capta en su interior el agua de lluvia y alivia el efecto erosivo reduciendo el volumen de suelo arrastrado por la escorrentía; sirve también para retener la humedad del suelo por lo que es una técnica muy efectiva también desde el punto de vista de mejoramiento de la productividad de los cultivos agrícolas

### 2) Funciones de la zanja de infiltración

Un canal de drenaje cumple las funciones de i) retención de humedad, ii) infiltración y iii) drenaje, pero la zanja de infiltración está especializada en las funciones i) y ii), es decir en la función de favorecer la infiltración del agua superflua al suelo.

### 3) Puntos que deberán cuidarse en la construcción

Cuando el interior de la zanja de infiltración se llena de agua, reboza el agua superflua y la vertiente se dirige buscando la pendiente. Como resultado, ocasionalmente se derrumba la pared interna de la zanja y el agua de lluvia almacenada en el interior genera una corriente de agua turbia, originando una nueva cárcava. Para evitar que se vierta el agua, es necesario estudiar la distancia de separación y el volumen de las zanjas más adecuados. Por otra parte, considerando hipotéticamente que el volumen de tierra arrastrada puede llegar a superar la estimación, es deseable prever la boca de descarga.

### 4) Puntos que deberán considerarse para la difusión

(Ventajas)

Mediante la limpieza de sedimentos acumulados en el fondo de la zanja que se realiza todos los años, se van formando gradualmente pequeñas terrazas.

En las regiones semiáridas, las zanjas de infiltración resultan muy efectivas para el desarrollo de los cultivos por el efecto de retención de humedad del suelo que se logra mediante el almacenamiento e infiltración de agua de lluvia.

(Puntos que deben ser cuidados)

A fin de evitar la caída por deslizamiento debido a su propio peso, la tierra sedimentada en la zanja de infiltración deberá ser devuelta a la parte superior de la zanja.

Cubriendo con vegetación el terraplén de del lado superior, se logrará disipar la fuerza de la escorrentía y retiene parte de la tierra arrastrada, con lo que se logra aumentar aún más el efecto de conservación del suelo.

### 5) Costo de construcción (ejemplo)

#### 1. Caso en el Departamento de Chuquisaca, Bolivia

La labor de instalación de las zanjas de infiltración se vio grandemente afectada por las condiciones topográficas. Según las condiciones de los estratos inferiores del suelo, se observaron casos en que las zanjas no han funcionado debido a la acumulación del agua en la zanja sin que ocurre la infiltración, provocando la pudrición del sistema radicular de los cultivos. No obstante, se ha verificado el efecto de retención de los sedimentos arrastrados desde aguas arriba. El requerimiento de mano de obra para la instalación de la zanja de infiltración es como se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.2.4 Rendimiento del trabajo de instalación de la zanja de infiltración

Clasificación	Jornales por 100m (hombre/día)	Volumen de trabajo por jornal (m)
Planicie, suelo muy compacto	-	-
Pendiente suave, suelo ligeramente compacto	4.8	21.0
Mucha pendiente, suelo ligeramente compacto	8.8	11.4
Promedio	6.8	14.7



Fotografía 2.2.3  
Zanja de infiltración

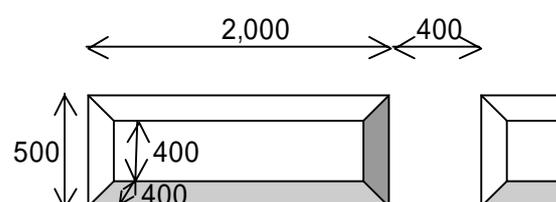


Figura 2.2.4  
Plano típico del ejemplo (unidad en mm)

## 2. Caso en la Octava Región de Chile

La magnitud de la zanja de infiltración es determinada tomando en consideración las naturalezas físicas del suelo, uso de la tierra, precipitación y el estado de vegetación. Si bien la separación entre las zanjas varían en función a la pendiente de la tierra, normalmente es de 15 a 20m debido a que la tierra es usada para explotación agrícola. En caso de personal contratado, el costo aproximado para excavar 10m de zanja es de US\$25 para el personal experimentado y de US\$12 a 17 para el personal no calificado, existiendo grandes brechas en el costo de mano de obra. Esto representa aproximadamente a la mitad del pago de jornal promedio vigente en Chile (En parte se ha recurrido a la estimación en base al PIB de Chile correspondiente a 1995).

## 3. Caso en el Estado de Paraná, Brasil

En el Brasil también se excavan zanjas similares a la zanja de infiltración, pero es de gran magnitud; su tamaño es determinado en base al promedio de las precipitaciones máximas de un determinado lapso de tiempo. En promedio estas zanjas miden unos 2 a 3m de largo, 3m de ancho y 2m de profundidad. Son construidos con tractores a oruga o mala mecánica y la excavación de una zanja grande (12 a 18m<sup>3</sup>) con estas maquinarias demanda un costo de US\$20 a 30.

## 2.2.7 Obras físicas para control de cárcavas

### 1) ¿Qué son las obras físicas para el control de cárcavas?

La erosión en cárcava es un estado avanzado de la erosión laminar (Ver Capítulo1, punto 1.3) y se origina cuando fluye un gran caudal de agua superficial durante un largo período o aumenta su velocidad. La erosión en cárcava se clasifica según su profundidad y la superficie de la cuenca; los que tienen más de 5m de profundidad son consideradas cárcavas profundas, las que miden 1 a 5m son consideradas de mediana profundidad y someras las que miden menos de 1m de profundidad. Las obras físicas para el control de cárcava se clasifican de la siguiente manera:

#### 1. Ataguía sencilla para control de cárcavas

Es un método de control de la erosión en cárcava que consiste en instalar una sencilla estructura de ataguía en el lugar donde se origina la cárcava, para interceptar y hacer sedimentar la tierra erodada. Se realiza la plantación en la tierra acumulada. La ataguía puede ser construida con mallas metálicas, pasto, muro de piedra, tabla, etc.

#### 2. Presa para contención de cárcavas

Es una obra física para controlar la cárcava; existen presas de tierra y de piedra.



Figura 2.2.5  
Control de cárcavas empleando piedras



Figura 2.2.6  
Cerco de contención de cárcavas mediante postes de madera

### 2) Funciones de obras de control de cárcavas

Estas obras se realizan para la estabilización de tierras deprimidas, cuando su recuperación es difícil técnicamente y tampoco se justifica económicamente. Cuando existen ganados, el cerco instalado en el borde de la parte deprimida impide el ingreso de los mismos a la cárcava.

### 3) Puntos que se debe cuidar en la ejecución

Como se indican a continuación, es necesario considerar las ventajas y desventajas que ofrecen cada material, y atendiendo la magnitud de las cárcavas originadas, es preciso adoptar la técnica más adecuada a la situación.

Ataguía de mallas metálicas: Es apropiada para cárcava estrecha.

Ataguía de pasto: Cuando se quiere abaratar el costo de construcción.

Ataguía de piedras: Cuando se requiere durabilidad.

Ataguía de tablas: Cuando la cárcava abarca grandes extensiones, el costo de instalación es bajo.

4) Puntos que se deben cuidar en la difusión

(Ventajas)

Se logra estabilizar la tierra deprimida y afectada por la erosión en cárcava y la tierra con pendiente.

Mediante la protección de la cabecera de la tierra deprimida se posibilitan el desarrollo de las plantas en la tierras con pendiente y la reforestación en sus adyacencias.

(Puntos que se deben cuidar)

Cuando se usan las mallas, solamente serán aplicables en una parte de la depresión o las cabeceras debido al costo que demandan las mismas.

Cuando se rellena la depresión con tierra, primeramente se deberán eliminar todas las plantas que se encuentran en el interior de la depresión a fin de otorgar una mayor estabilidad.

Es necesario estudiar y verificar la zona de donde proviene el agua y estudiar en forma conjunta con entes pertinentes del gobierno las medidas a aplicar.



Fotografía 2.2.4  
Instalación de obras de control de cárcava

5) Costo de construcción (ejemplo)

1. Caso en la Octava Región de Chile

Para la protección de la parte deprimida y de la tierra con pendiente se ha usado las mallas para prevenir la erosión. Estas mallas están hechas de polietileno de alta densidad. Se usaron mallas dobles, cuya vida útil es más de tres años, período durante el cual ya las plantas extenderán sus raíces y se afirmarán en las tierras de pendiente. Las mallas miden 100 x 4m y su costo es de US\$4 por cada metro cuadrado. Una persona bien adiestrada podrá colocar unos 20 metros cuadrados de malla por día.

2. Caso en el Departamento de Chuquisaca, Bolivia

En rendimiento en el trabajo de instalación de la obra de control de cárcava con muros de piedra de 0.5 a 1.5m de ancho, con separación de unos 2m, tal como ilustra la fotografía precedente, es como se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.2.5 Rendimiento del trabajo de instalación de obras de control de cárcava

Clasificación	Jornales por 100m (hombre/día)	Volumen de trabajo por jornal (m)
Planicie, suelo muy compacto	11.5	8.7
Pendiente suave, suelo ligeramente compacto	10.6	9.4
Mucha pendiente, suelo ligeramente compacto	24.7	4.0
Promedio	15.2	6.6

## 2.2.8 Muro de piedra

### 1) ¿Qué es un muro de piedra?

Consiste en juntar las piedras que se encuentran dispersas en las tierras agrícolas en forma manual o usando pala mecánica con hoja dentada e ir amontonando a lo largo de la curva de nivel. Además de ser un trabajo efectivo para eliminar las piedras de la parcela, sirve para acortar la longitud de la pendiente, con lo cual se consigue disipar la velocidad de flujo y la energía de la escorrentía y previene la erosión del suelo.

### 2) Funciones del muro de piedra

Se obtienen los siguientes efectos:

Amortigua la velocidad de flujo de la escorrentía.

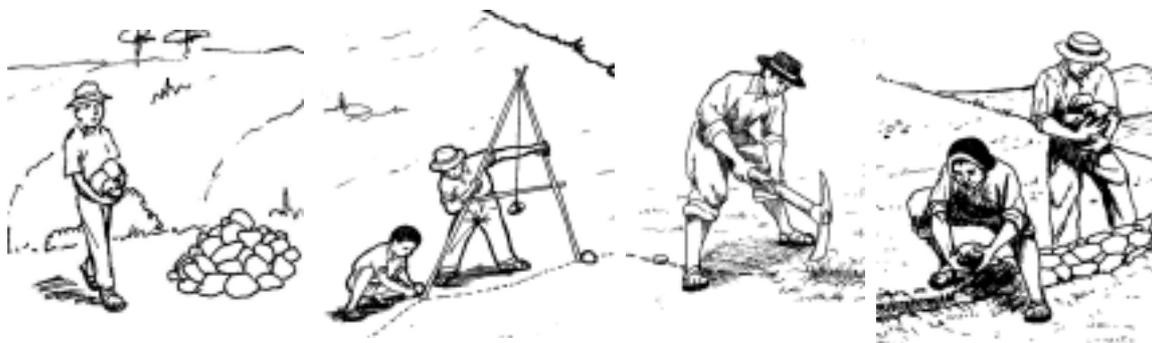
Mediante el control de la erosión, disminuye el volumen de tierra que se pierde al exterior de la parcela.

Aumenta la humedad del suelo estimulando la infiltración del agua de lluvia o de riego.

Según datos de Bolivia, se ha verificado la retención de 6 a 60ton/ha de tierra por año.

### 3) Puntos que se deben cuidar en la construcción

El objetivo del muro de piedra es disminuir la energía del agua y no es represar. Sin embargo, con el fin de lograr la retención y sedimentación de un determinado volumen de tierra y materia orgánica, es necesario cerrar los espacios combinando piedras de distintos tamaños e igualando la cresta del muro.



Juntar las piedras

Trazar la curva de nivel

Excavar la zanja

Colocar las piedras

Figura 2.2.7 Procedimiento para la instalación del muro de piedra

### 4) Puntos que se deben cuidar en la difusión

(Ventajas)

Se forma una terraza aguas arriba del muro y la pendiente de la tierra agrícola se suaviza.

Es una medida que no requiere la mano de obra en demasía ni tecnología elevada, siendo por tanto de buena aceptación por los campesinos.

(Puntos que se deben cuidar)

Demanda un gran volumen de piedras para instalar el muro.

En caso que se requieran maquinarias para el acopio y el traslado de piedras, se encarecerá el costo, pudiendo llegar a constituirse este hecho en un factor limitantes.

5) Costo de construcción (ejemplo)

El requerimiento de mano de obra en la obra de muro de piedra realizado en el Estudio de Validación es como se presenta a continuación.

Cuadro 2.2.6 Requerimiento de mano de para la instalación de muro de piedra

Clasificación	Jornales por 100m (hombre/día)	Volumen de trabajo por jornal (m)
Planicie, suelo muy compacto	3.6	27.7
Pendiente suave, suelo ligeramente compacto	5.0	20.2
Mucha pendiente, suelo ligeramente compacto	6.5	15.4
Promedio	5.4	18.5



Fotografía 2.2.5  
Instalación de muro de piedra (1)  
(Trazado de curva de nivel y colecta de piedras)



Fotografía 2.2.6  
Instalación de muro de piedra (2)  
(Excavación y colocación de piedras)

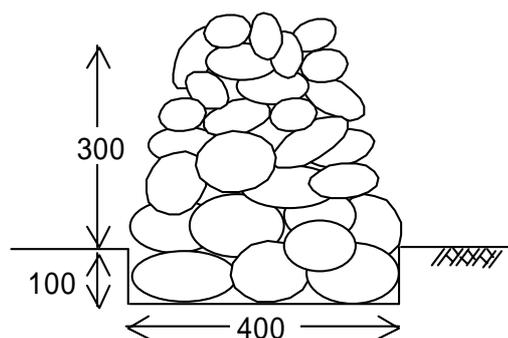


Figura 2.2.8  
Sección típica de la obra del ejemplo  
(unidad en mm)

## 2.2.9 Muro de tierra

### 1) Qué es un muro de tierra?

Consiste en terraplén construido a lo largo de la curva de nivel con el objetivo de reducir la velocidad de flujo de la escorrentía y hacer infiltrar el agua superflua al suelo. Es relativamente sencillo pues basta con levantar el terraplén en el lugar deseado.

### 2) Función del muro de tierra

Igual a muro de piedra.

### 3) Puntos que deben cuidarse en la construcción

Se hacen excavaciones hacia aguas abajo y se terraplena el lado de aguas arriba.

La parte excavada se usa como canal de drenaje.

Se instala a lo largo de la curva de nivel para evitar que la escorrentía se concentre en una parte y destruya el muro de tierra.

En caso de que se vea obligado a construir muro de tierra muy largo, se deberá instalar la boca de vertedero.



Fotografía 2.2.7  
Instalación del muro de tierra + zanja de infiltración

### 4) Puntos que se deben cuidar en la difusión

Tanto los lugares de instalación, estructura y objetivos son similares al muro de piedra, pero existen algunas características diferenciales que se indican a continuación y que son originadas por el tipo de materiales utilizados en ambos, lo cual hace que el muro de piedra deja pasar el agua, mientras el muro de tierra no.

Cuadro 2.2.7 Comparación de muro de piedra con el muro de tierra

Muro de piedra	Muro de tierra
Es utilizaba también con pendiente abrupta	Solamente son pendiente suave
Usa materiales compactos	Usa material frágil
Deja pasar la escorrentía	No deja pasar la escorrentía
Reduce la velocidad de flujo de la escorrentía	Represa la escorrentía
No requiere el vertedero	Es infaltable el vertedero
Existe la posibilidad de ser destruido por los animales	Existe el riesgo de sufrir la erosión a causa de las lluvias
La reparación es fácil	Requiere mucho tiempo y mano de obra para la reparación



### 5) Costo de construcción

El rendimiento de trabajo de construcción del muro de tierra determinado en el Estudio de Validación es como se presenta a continuación.

Cuadro 2.2.8 Rendimiento de trabajo de construcción del muro de tierra

Clasificación	Jornales por 100m (hombre/día)	Volumen de trabajo por jornal (m)
Planicie, suelo muy compacto	3.0	33.7
Pendiente suave, suelo ligeramente compacto	2.5	39.8
Mucha pendiente, suelo ligeramente compacto	4.0	25.3
Promedio	3.0	32.5

## 2.3 Medidas de manejo de agua

Las medidas de manejo de agua son “medidas de conservación de agua” que cumplen funciones de prevenir la erosión del suelo aguas abajo, mediante el control de la escorrentía, pero a la vez cumplen la función de “medidas que tienen como objetivo el desarrollo rural” por abastecer de recurso hídrico en forma estable y así contribuir al desarrollo agrícola y rural.

Según las normas técnicas de riego de los Estados Unidos, el cultivo agrícola es realizable si existe una precipitación anual superior a los 375mm. Sin embargo, en la región de los valles interandinos no se logran rendimientos satisfactorios de los cultivos, pese a que la precipitación anual en ella es superior a los 500mm. Pero por otra parte, a pesar de ser una región semiárida, en el área de estudio se registra la erosión del suelo a causa de las precipitaciones intensas. Esta situación obedece a un régimen de distribución de lluvia muy desequilibrado. La tecnología que se aplica para aminorar este desequilibrio consiste en la “tecnología de cosecha de agua” (en lo sucesivo se denominará Tecnología de Cosecha de Agua, CA).

Entre las técnicas para el aprovechamiento eficiente del agua, son consideradas importantes las medidas tales como la reforestación para fortalecer la capacidad de recarga de las fuentes de agua, la captación de las aguas de lluvia a través de toda la superficie de la parcela para compensar la desequilibrada distribución de lluvias, el cultivo con cobertura muerta o la labranza mínima que mejoran la capacidad de retención de la humedad del suelo. No obstante, en el presente capítulo se mencionan solamente las técnicas de almacenamiento de agua mediante las medidas de conservación por obras físicas como “embalse”, “pequeño reservorio o cocha”, “tanque de agua” y “aljibe”, describiendo el método de encarar los mismos como técnicas de CA y los problemas que acompañan a los mismos en calidad de medidas.

Los aspectos que deben cuidarse y que son comunes a todas las medidas de manejo de agua desde el punto de vista de técnicas de CA son las siguientes:

El agua a coleccionar será principalmente de escurrimiento superficial.

Se buscará principalmente la fuente de agua próximas al área de captación y se coleccionará el agua de escorrentía de las lluvias y de los cauces naturales formados en los cursos de agua originados por la erosión en cárcava.

No se enfocará a las grandes instalaciones de riego, sino que serán instalaciones familiares que para usar en el riego complementario y otras aplicaciones.

Se adoptarán técnicas que puedan ser difundidas también a los pequeños productores, acordes con el nivel económico de los beneficiarios.

Las técnicas a adoptar deberán ser compatibles con las demás medidas de conservación para lograr un sistema integral.

### 2.3.1 Embalse

#### 1) ¿Qué es un embalse?

Se domina embalse, los reservorios que se construyen para almacenar el agua interceptando los cauces naturales y frecuentemente va acompañado de una pequeña represa. El embalse se construye con miras a su utilización en la agricultura, debiendo distinguirse de la represa de contención que tiene como objetivo la sedimentación de la tierra arrastrada por el agua; no siendo por tanto conveniente que el embalse cumpla ambas funciones. Entre los diversos tipos de represas, la más económica es el de tierra.

#### 2) Funciones que cumple el embalse

- Control de la escorrentía y regulación de la inundación
- Elevación del nivel de agua subterránea
- Cría de peces de agua dulce
- Uso como fuente de agua potable y de consumo y para ganados
- Suministro de agua para micro-riego.



#### 3) Puntos a cuidar en el momento de la construcción

La represa para interceptar el cauce deberá ser construido en el lugar donde el éste tiene un ancho mínimo, con la sección de interceptación mínima y donde sea posible obtener en las proximidades materiales de buena calidad para la construcción del cuerpo de la presa.

La construcción del cuerpo de la presa y la compactación se realizará usando la topadora. En la mayoría de los casos, el desmoronamiento de la presa y la filtración es a causa de la deficiente calidad del material usado en el cuerpo de la presa y en la construcción de la parte de unión (tubería de la toma, boca toma, vertedero, base del terraplén de la presa, talud y otros). En dichas partes se requiere el empleo de materiales con alto contenido de arcilla y en lo posible se deberá efectuar una acabada compactación mediante el trabajo manual.

Se deberá instalar el vertedero y la construcción de esta parte y su entorno deberá realizarse minuciosamente debido a que es una sección fácilmente afectada por socavación de fondo.

#### 4) Puntos a considerar para difundir la construcción de embalse

##### (Ventajas)

Los efectos de esta infraestructura son sumamente grandes como la liberación de los trabajos para obtener el agua, posibilidad de aplicar en la realización de los huertos familiares, cría de animales domésticos, fabricación de adobe, cultivo de hortalizas y otros.

##### (Aspectos que se deberán cuidar)

Está muy condicionada por las condiciones geológicas de la base de cimentación.

Cuando es construida en combinación con la represa u otra infraestructura, encarecerá mucho su costo.

Es necesario instalar en forma planificada la infraestructura para prevenir la sedimentación que hará disminuir la función del embalse.

#### 5) Costo de construcción (ejemplos)

La construcción de una presa de tierra con maquinarias resulta sumamente costosa. Para construir un embalse con capacidad para  $800\text{m}^3$ , se requerirá para la excavación del lecho, el uso de la retroexcavadora durante 30 horas aproximadamente (en el supuesto de que sea una tierra con gravas y con aproximadamente  $0.8\text{m}^3$  en cada carga). El costo de alquiler de esta maquinaria es de US\$1,800 en el Departamento de Tarija, Bolivia y US\$ 1,050 en caso del Estado de Paraná, Brasil. Por otro lado, para el acondicionamiento del talud, se requieren aproximadamente US\$70 en materiales.

### 2.3.2 Pequeño reservorio de agua o cocha

#### 1) ¿Qué es un pequeño reservorio o cocha?

Entre las alternativas para almacenar el agua de escorrentía que afluye de las tierras agrícolas de las adyacencias y con ello obtener el recurso hídrico a nivel de la parcela de cultivo se encuentra el reservorio de pequeña magnitud. Un embalse se diferencia del reservorio o cocha por la estructura que tiene y por la finalidad en el uso del agua almacenada; sin embargo, a los efectos del presente manual, se considerará como reservorio o cocha a un pequeño embalse construido en una depresión o en una excavación efectuada en planicie.

#### 2) Funciones del reservorio

Un reservorio cumple las mismas funciones que un embalse.

#### 3) Puntos a cuidar en la construcción

La magnitud del reservorio deberá ser determinada en función al volumen de almacenamiento que se requiere, uso, caudal que se puede coleccionar de las lluvias y de las épocas de éstas.

Con respecto al sitio de construcción, el mismo deberá ser emplazado en un lugar más alto que la parcela o vivienda de los agricultores considerando el sistema de distribución de agua; se deberá construir en un lugar donde es posible la colección y toma de agua en base a la distribución por gravedad.

Cuando el agua subterránea es salobre y tiene nivel freático alto, podrá ocurrir la elevación del nivel freático y la salinización del agua almacenada; por tanto, en este caso será necesario considerar algunas medidas como la colocación de la carpa aisladora y la construcción de drenes.

Previo a la construcción, será necesario realizar el estudio geológico para prevenir la filtración por el lecho.

A fin de evitar el derrumbe del talud externo del reservorio, el mismo deberá ser protegido cubriendo con vegetación o piedras.

Para evitar la disminución de la capacidad de almacenamiento del reservorio a causa del ingreso y sedimentación de tierras, es necesario colocar una obra desarenadora en la boca de afluencia, cubrir con vegetación el área de aportación de agua e instalar los drenes laterales.

Cuando la boca toma es de tubo, se deberá colocar un filtro para prevenir el ingreso de la tierra. Se podrá usar para este efecto una botella de plástico de 2 litros cargados con grava, practicando numerosas perforaciones pequeñas.

La excavación se realizará con topadora, retroexcavadora o en forma manual, según la magnitud del reservorio.



Fotografía 2.3.1 Pequeño reservorio

#### 4) Puntos a considerar para difundir esta medida

(ventajas)

Presenta las mismas ventajas que el embalse

(aspectos que se deberán cuidar)

Para utilizar esta infraestructura, los puntos gravitantes que deberán ser tenidos en cuenta son la finalidad de uso, método de distribución y manejo de agua. Además, para evitar que el beneficio se concentre solo en los usuarios situados aguas arriba, en caso del uso colectivo es deseable en lo posible, que la distribución se realice por canales entubados. Cuando la distribución de agua se realiza por canales abiertos, es necesario adoptar algunas medidas pertinentes como el establecimiento del reglamento de manejo de agua, a fin de evitar que se origine una sensación de desigualdad entre los usuarios.

En esta infraestructura es importante su mantenimiento, por lo que será necesario hacer conocer debidamente este aspecto a los usuarios estableciendo los reglamentos pertinentes; es deseable iniciar la construcción solamente después de lograr un pleno acuerdo de los usuarios respecto al mantenimiento de las instalaciones.

En caso que no se pueda asegurar la equidad en la distribución y uso del agua, se podrá considerar también como alternativa, la construcción de pequeño reservorio para cada agricultor, aunque esto representaría un mayor costo.

#### 5) Costo de construcción (ejemplos)

El costo de construcción de un reservorio varía grandemente según el material usado y la magnitud de la infraestructura. En el Estudio de Validación se construyeron reservorios de diversos tipos, de uso individual, empleando una variada gama de materiales aislantes en la pared. Los resultados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 2.3.1 Costo de construcción de reservorio según el tipo de material usado (unidad:US\$)

Tipo de pared aislante	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Costo de materiales	Mano de obra	Costo por m <sup>3</sup>	Vida útil (años)	Total
Carpa impermeable engomada	13.0	206.8	61.0	20.6	10	267.8
Piedra con mortero	13.0	131.0	100.4	17.8	20	231.5
Hormigón reforzado con malla hexagonal	11.5	164.2	100.2	23.0	20	264.4
Cal + piedra con mortero	14.5	133.4	147.3	19.4	20	280.7
Cal + piedra con arena	30.0	197.5	276.3	15.8	15	473.8
Carpa vinílica	13.0	99.6	73.4	13.3	5	173.0

\*La mano de obra requerida (hombre/día) se podrá obtener dividiendo el costo de mano de obra por US\$2.5 (costo del jornal)



Fotografía 2.3.2 Construcción de pequeño reservorio (tipo carpa impermeable engomado)



Fotografía 2.2.3 Construcción de pequeño reservorio (tipo piedra con mortero)

### 2.3.3 Tanque para almacenar agua

#### 1) ¿Qué es un tanque para almacenar agua ?

El tanque de agua es una instalación que sirve para almacenar el agua excedente de la época lluviosa para su uso posterior durante la época seca. A continuación se indica un ejemplo de tanque de agua que se construye para almacenar el agua en el subsuelo. Se excava un pozo de unos 2.5m de profundidad; en su entorno se coloca una bolsa grande de polietileno de 0.2mm de espesor y se colocan la cobertura de material aislante para evitar la evaporación y la tapa de madera.

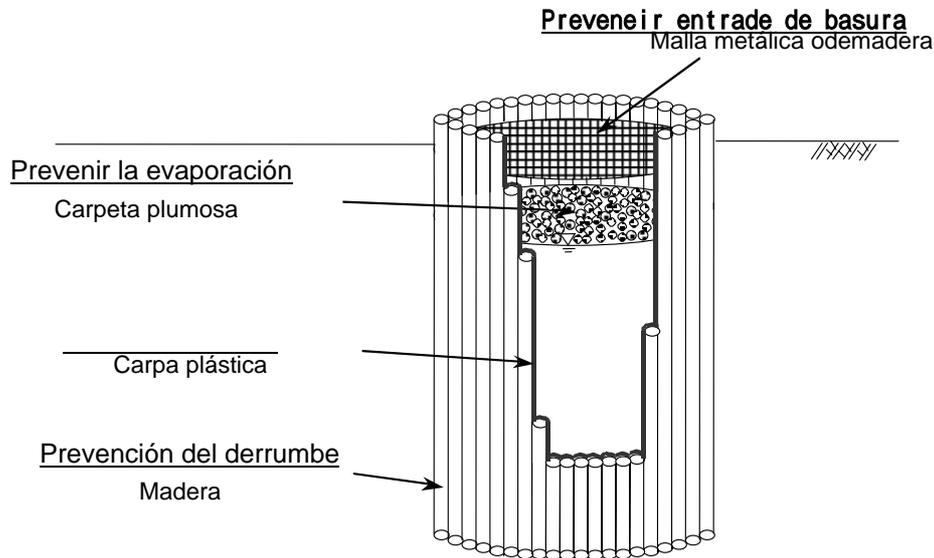


Figura 2.3.1 Ejemplo de tanque de agua

#### 2) Funciones que cumple el tanque de agua

Aún en zonas con escasos recursos hídricos, mediante la construcción de un tanque de agua será posible almacenar el agua durante el período seco, sin que se evapore. Si se instala en un lugar más alto que la parcela, mediante la energía potencial del agua se podrá realizar el riego de aspersión usando aspersores o micro aspersores aunque no se cuente con compresor. Instalando el filtro para eliminar las impurezas contenidas en el agua, será posible usar para consumo en la vida cotidiana.

#### 3) Puntos a cuidar en la construcción

En regiones semiáridas, no se deberá determinar la magnitud del tanque de agua en función al volumen de agua que se requiere, sino se deberá determinar el volumen de agua a usar en función a la capacidad de almacenamiento.

Para evitar que el agua superflua se derrame del tanque y cause la erosión del suelo, es necesario determinar un área de aportación adecuado considerando la magnitud del tanque de agua y se deberá procurar el drenaje del agua superflua en forma segura.

Realizar el mantenimiento para evitar que la sedimentación de arena obstaculice el funcionamiento de la instalación.

Para la instalación del tanque, seleccionar el lugar que posibilite la distribución de agua por gravedad.

#### 4) Puntos a considerar para la difusión

(ventajas)

Posibilita acumular el agua en forma sencilla y práctica; además, tiene efecto para prevenir la erosión del suelo.

Posibilita el uso del agua aún durante la época seca.

Se puede construir en un lugar alejado para no obstaculizar la realización de las labores agrícolas.

Si el agua es almacenada en lugares altos, será posible la aspersión aprovechando la energía potencial del agua.

(Puntos que se deberán cuidar)

Si se almacena el agua por mucho tiempo, existe la posibilidad de alteración de calidad.

Como una medida para controlar la erosión, se deberá limitar la pendiente del canal colector en 1% aproximadamente.

##### 5) Costo de construcción (ejemplos)

En las regiones semiáridas se requiere mucha mano de obra para obtener el agua. En la Octava Región de Chile por ejemplo, es muy difícil obtener el agua, siendo necesario transportar diariamente el agua, desde una vertiente que existe en la proximidad de la parcela. Sin embargo, en esta región existe una precipitación de 800 a 1,000mm durante el período lluvioso que abarca casi medio año; motivo por el cual se ha tratado de coleccionar el agua durante la época de lluvia y almacenar hasta la época seca, evitando la evaporación. La medida que ha consolidado técnicamente esta alternativa ha sido el tanque de agua. En este caso, se excava un pozo somero con el objeto de acumular el agua que afluye desde la tierra con pendiente, se cubre su interior con bolsa grande de material plástico, después de almacenar el agua se coloca la tapa para evitar la evaporación y se usa durante el período seco. Este método de tanque de agua tiene un costo de US\$45 aproximadamente por cada lugar, con una capacidad de 6 m<sup>3</sup>, con lo cual se la logrado asegurar el agua para consumo, para el ganado y para riego, aparte de reducirse grandemente la mano de obra necesaria para la obtención del agua.



Fotografía 2.3.4 Aprovechamiento del agua almacenada

### 2.3.4 Instalaciones para la captación de agua de lluvia aprovechando el techo

#### 1) ¿En qué consiste?

Es una instalación que sirve para almacenar y aprovechar el agua de lluvia usando el techo de la vivienda como área de captación. El agua captada es conducida por canaletas o tubería hasta el aljibe que se encuentra en la parte inferior, donde es almacenada. Si bien el volumen de agua es reducido por depender de la magnitud del techo, debido a que el agua de lluvia es captada y almacenada directamente, es de buena calidad y puede ser usado para consumo humano.

#### 2) Funciones que cumple el aljibe

Cumple idénticas funciones que el tanque de agua.

#### 3) Puntos a cuidar en la construcción

Igual que en el caso del tanque de agua.

#### 4) Puntos a considerar para su difusión (ventajas)

Debido a que es colectada del techo, permite almacenar agua relativamente higiénica, pudiendo ser consumida como agua potable.

Es muy práctico para usar debido a que se almacena cerca de la vivienda

(punto que se debe cuidar)

El costo es bastante elevado en comparación a su capacidad.

#### 5) Costo de construcción (ejemplo)

Considerando el nivel económico de cada beneficiarios, fueron construidos diversos tipos de instalaciones. Teniendo en cuenta que la superficie del techo es aproximadamente  $100\text{m}^2$ , teóricamente el aljibe se llenará con una precipitación de 10mm. Los beneficiarios pudieron usar el agua almacenada en época de lluvia (precipitación de 450mm aproximadamente en dicho lapso) durante unos 2.5 meses, desde el final de dicho período, observándose también casos en los cuales se ha logrado aliviar el trabajo de obtención de agua. El costo que demandó este ejemplo es indicado en el siguiente cuadro.



Fotografía 2.3.5  
El aljibe aprovechando el techo

Cuadro 2.3.2

Costo de construcción de la instalación para almacenar el agua de lluvia (unidad: US\$)

Tipo	Norma (Ancho, largo, profundidad)	Costo
Hormigón	1.0*1.0*1.0	161.6
Ladrillo	1.0*1.0*1.0	128.0
Piedra + mortero con cal hidratada	1.0*1.0*1.0	89.1

## 2.4 Medidas para el mejoramiento de la infraestructura rural

Los lugares donde se originan la erosión del suelo son en su mayor parte zonas difíciles de realizar la agricultura en forma sostenible; en especial, en las regiones semiáridas, debido a la escasos recursos hídricos, son limitadas las alternativas técnicas aplicables aunque se pretenda realizar la conservación del suelo. En términos generales, cuanto más acentuada es la pobreza del campesino, mayor es la prioridad para asegurar los alimentos. Por eso, aunque los campesinos reconozcan la importancia que revisten las medidas de conservación del suelo, se muestran pasivos para implementar dichas medidas debido a que las mismas no conducen en forma directa a mejorar la productividad agrícola.

Por esta razón, para implementar en forma efectiva y sostenible la conservación del suelo, no se deberá tratar de ejecutar solamente dichas medidas en forma aislada, sino es necesario ejecutarlas conjuntamente otras medidas que tienen como objetivo la eliminación de los factores que están limitando la realización de las medidas de conservación, tanto a nivel de cada campesino como a nivel comunal o municipal; de esta forma, los campesinos encararán activamente las medidas de conservación y dar sostenibilidad a las acciones.

Entre esos factores limitantes que obstaculizan dichas acciones se pueden mencionar el mal estado de los "accesos" a las tierras agrícolas y al mercado, deficiente infraestructura comunitaria, falta de lugares de reunión, etc. Las demandas que tienen los campesinos en ese sentido son numerosas y muy variadas, siendo difícil responder a todas ellas debido a limitaciones presupuestarias. Por eso, una vez culminada la Capacitación sobre los recursos naturales y los campesinos han logrado mayor sensibilización al respecto, se deberá realizar los talleres para que ellos, los propios campesinos den prioridad a las acciones relacionadas estrechamente con la conservación del suelo y que deberán ser ejecutadas en la comunidad. En caso que los campesinos deseen implementar dichas acciones, es necesario adoptar las medidas pertinentes para la ejecución tales como la realización de la conservación del suelo en carácter de proyectos condicionados o la cobertura de una parte de los costos por los campesinos, a fin de lograr la sostenibilidad de las acciones, aún después de la implementación (Ver detalles en la Guía Metodológica No.9).

Entre las diversas medidas de mejoramiento rural que existen, este capítulo se presentan los casos de : (1) Mejoramiento de caminos y (2) Construcción de sistema mixto de agua potable y uso agrícola, que serían las acciones con las más altas demandas entre los campesinos de casi todas las regiones semiáridas.

### Proyectos de Infraestructura Rural solicitados en el Estudio de Validación

1. Comunidad de Tomoroco  
Instalación de sistemas de agua potable, Instalación de sistemas de riego, Solución a problemas de agua contaminada, Procesamiento de productos agrícolas, Mejoramiento de Salón comunal,  
Mejoramiento de caminos, Mejoramiento de Alojamiento para escolares, Mejoramiento de Salón multiuso, Mejoramiento de puente peatonal, Mejoramiento de campo deportivo, Reparación de viviendas
2. Comunidad de Sirichaca  
Construcción de Represa de agua, Instalaciones de sistemas de agua potable, Electrificación, Instalación de baños en viviendas, Reparación del techo de escuela, Dotación de muebles para escuela, Mejoramiento del campo de toro, Mejoramiento del cementerio, Instalaciones para capacitación de mujeres, Mejoramiento del molino de harina.
3. Comunidad de Kaynacas  
Mejoramiento del Salón comunal, Ampliación de la escuela, Instalaciones para capacitación de mujeres, Reparación de viviendas, Instalaciones para cosecha de agua, Pequeños reservorios de agua, Mejoramiento del molino de harina, Mejoramiento de caminos, Instalaciones de sistemas de riego, Mejoramiento de campo deportivo, Construcción del puente peatonal, Defensa de las riveras de los ríos empleando gaviones.

## 2.4.1 Mejoramiento de caminos rurales

### 1) Qué es un camino rural

Son principalmente caminos que se usan para fines agrícolas. Entre estos, existen los caminos que actúan como vías troncales y los que se construyen dentro de las fincas. Los primeros enlazan las comunidades o empalman con rutas departamentales o nacionales y son usados para la extracción de los productos agrícolas, constituyéndose en vías principales de áreas rurales. También son usados para la vía de transporte de los pobladores urbanos y rurales. En este capítulo se tratarán principalmente los aspectos técnicos de los caminos rurales de carácter troncal que, por otra parte puede provocar con facilidad la erosión del suelo debido a que posee una superficie grande con pendiente.

### 2) Funciones de los caminos rurales

Frecuentemente se observan casos en los cuales el agua de lluvia caída en las tierras agrícolas y sobre la calzada, fluye sobre el camino deteriorándolo; además en su curso ingresa en las parcelas de cultivo provocando la erosión del suelo. De esta manera, las erosiones del suelo hacen aumentar el costo de mantenimiento de los caminos. Por consiguiente, mantener el camino en buen estado es muy significativo para controlar la erosión del suelo.

### 3) Puntos que deben ser cuidados en el momento de construcción

Especialmente, desde el punto de vista de la conservación del suelo es necesario cuidar los siguientes puntos para el mantenimiento de los caminos.

Cuando el camino tiene una gran superficie en pendiente, es necesario drenar transversalmente el agua que fluye sobre la calzada.

El agua de lluvia que se acumula en la calzada deberá ser evacuada prontamente instalando los drenes.

Con respecto al terraplén del camino, es necesario acortar la pendiente lateral construyendo pequeñas gradas en el talud del terraplén.

### 4) Puntos a considerar para la difusión

#### (Ventajas)

Mediante el mantenimiento del camino se consigue la evacuación del agua superficial en forma segura, evitando que la viabilidad sea afectada aún en época de lluvia.

Integrando el mantenimiento del camino con las labores agrícolas, será posible elaborar un plan de conservación de tierras de altamente eficiente.

#### (Puntos que deben ser cuidados)

Para realizar en forma fluida la reparación de los caminos, es esencial aunar el esfuerzo de todos los beneficiarios de las adyacencias y accionar en forma conjunta. Los caminos sin pavimentos se deterioran mucho, por tanto se deberá realizar el trabajo de reparación en forma periódica durante el período lluvioso.



Fotografía 2.4.1  
Trabajo de reparación del camino rural

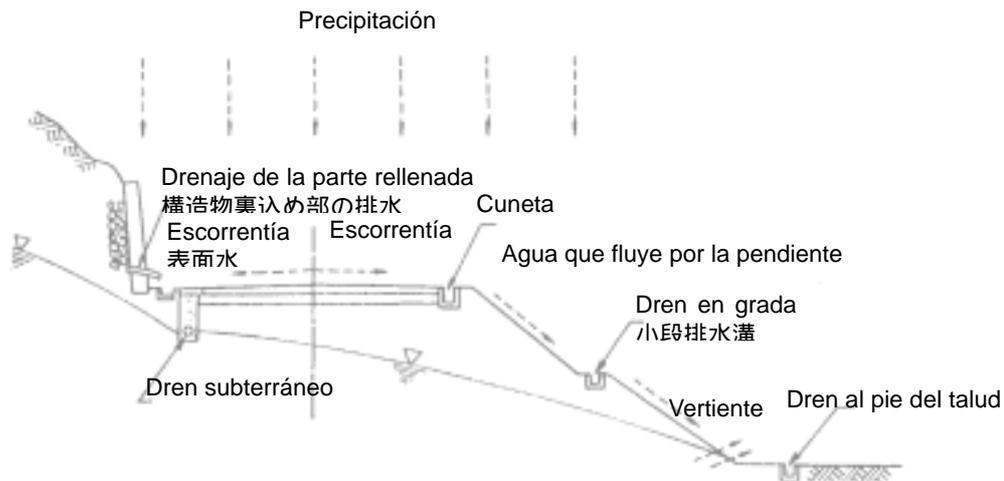


Figura 2.4.1 Drenaje del camino rural

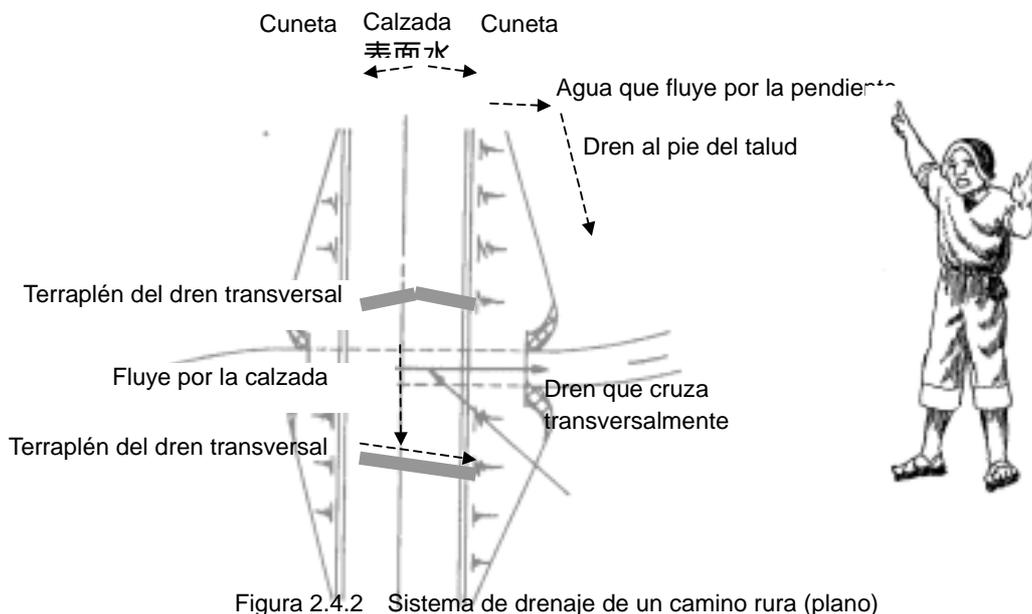


Figura 2.4.2 Sistema de drenaje de un camino rural (plano)

### 5) Costo de construcción

El costo varía grandemente según el requerimiento de maquinarias y las condiciones naturales como la presencia de piedras. Existen varios ejemplos de obras realizadas en Sudamérica, según los cuales el costo varía grandemente. A modo de referencia, se citan dos ejemplos de obras ejecutadas en el marco del Estudio de Validación.

#### Camino de ingreso al campo de pastoreo comunal

Longitud  $l = 4.0\text{km}$ , ancho de calzada:  $w = 3.0\text{m}$ , pendiente máxima:  $i = 15.0\%$ , tipo de calzada: sin pavimento, base original: con afloramiento rocoso en algunos lugares, intensa erosión, forma de construcción: excavación con topadora y manual, costo total: US\$19,978

#### Obra de ampliación y mejoramiento de camino existente

Longitud  $l = 10.0\text{km}$ , ancho de calzada:  $w = 3.0\text{m}$ , pendiente máxima:  $i = 20.0\%$ , tipo de calzada: sin pavimento, base original: con afloramiento rocoso en parte, intensa erosión, forma de construcción: excavación con topadora y manual, costo total: US\$10,501

## 2.4.2 Sistema mixto de agua potable y uso agrícola

### 1) Qué es un sistema mixto de agua potable y uso agrícola

Es una instalación de abastecimiento de agua que se construye en las áreas rurales y se usa por ejemplo para el lavado de pulverizadores de agroquímicos, abastecimiento de agua para las instalaciones terminales, uso doméstico para consumo, baño, lavado de ropa, etc. Según la forma de distribución del agua desde la boca toma, se clasifica en los siguientes tipos..

**Por gravedad:** Se eleva suficientemente el nivel del agua mediante el represado de la fuente de agua y otros medios y se distribuye instalando tuberías.

**Sistema de tanque elevado:** Se bombea el agua hasta un tanque elevado y desde allí se distribuye por gravedad.

**Sistema de pozo profundo:** Se perfora un pozo profundo y se bombea el agua subterránea hasta el tanque de agua; desde allí es distribuida por gravedad. Este sistema tiene mayor costo con respecto a las demás modalidades.

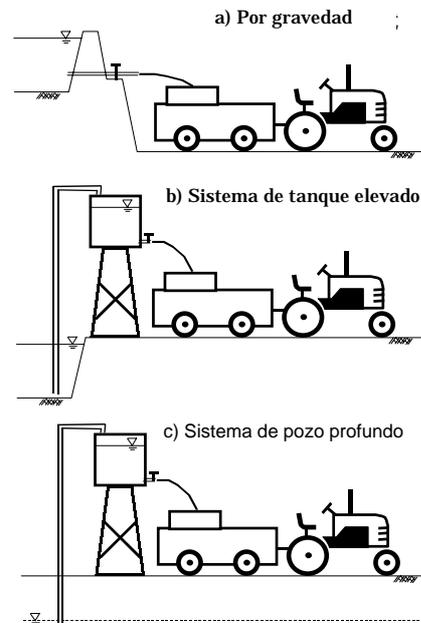


Figura 2.4.3 Clasificación de los sistemas mixtos de agua potable y uso agrícola

### 2) Funciones del sistema mixto de agua potable y uso agrícola

Instalado este sistema, es posible evitar la contaminación de los cauces naturales que provoca el lavado de los equipos de fumigación. Además, se acorta el tiempo necesario para el acarreo de agua de uso agrícola como por ejemplo la carga en los equipos de pulverización.

Además, se ha determinado que la construcción de estas instalaciones tiene una alta incidencia en la promoción de las medidas de conservación del suelo entre los campesinos de estrato pobre que explotan la agricultura en zonas de escasos recursos hídricos como es el área del presente estudio, tal como se indican a continuación.

Se ahorra el tiempo para abastecerse de agua, con lo cual se espera que las mujeres y los niños puedan dedicar más tiempo para el manejo de la tierra que se encuentran en las cercanías de la vivienda.

Será posible fabricar adobe aún en época seca que coincide con la época sin labores agrícolas; esto facilitará la construcción de diversas instalaciones que tienen también relación con la conservación del suelo tales como los establos.

En los huertos familiares se construirán terrazas y otras medidas para uso eficiente del agua, las cuales contribuirán a la conservación del suelo.

Se posibilitará la instalación de vivero forestal en las cercanías de la vivienda, con lo cual se asegurarán las mudas para reforestar aguas arriba de las fuentes de agua para su protección.

Estará disponible permanentemente el agua para los ganados, lo que posibilitará un buen manejo de animales en las cercanías de la vivienda, posibilitando el aprovechamiento del estiércol, lo cual incidirá favorablemente en el mejoramiento de la productividad agrícola.

### 3) Puntos que deben ser cuidados en el momento de la construcción

La construcción del sistema demanda un gran costo, por lo que es necesario estudiar cuidadosamente la conveniencia de la construcción, comparando los aspectos tales como el caudal aprovechable, costo de construcción, beneficios, etc., con el monto de inversión y definir la construcción.

Se deberá estudiar la ubicación de la obra y el sistema de distribución de agua considerando suficientemente la intención de los usuarios, incluyendo la situación de su explotación agrícola. Especialmente para la selección del lugar se deberá considerar los aspectos como: a) Facilidad para el usuario (accesibilidad), b) Concentración de pobladores, c) Seguridad contra riesgo de contaminación del agua, tanto subterránea como superficial, d) Existencia de capa impermeable, e) Existencia de almacenamiento de agroquímicos y otros en las cercanías.

Los aductores deben ser de materiales que no obstaculicen el abastecimiento y el diámetro deberá ser calculado en base al caudal requerido. Se deberá elegir válvulas de cierre de fácil manejo.

#### 4) Puntos a considerar para la difusión

##### (Ventajas)

Si se incluye el sistema comunitario de abastecimiento de agua en el plan de conservación de agua y suelo de una microcuenca, se evitará en forma efectiva la contaminación con los agroquímicos.

Si la calidad del agua es buena, se podrá usar como agua potable.

##### (Puntos que deben ser cuidados)

Cuidar que los agroquímicos no ingresen en la fuente de agua.

Es necesario también la difusión de la tecnología para el control de calidad de agua a los campesinos.

A fin de asegurar la sostenibilidad, se deberá crear una organización para el mantenimiento que se encargue de realizar la limpieza y la reparación del tanque de agua.

#### 5) Costo de instalación (ejemplo)

##### Ejemplos del Estado de Paraná y de la Región Oriental del Paraguay

En las regiones donde existen grandes y medianas explotaciones agrícolas se usa gran cantidad de agroquímicos para controlar las plagas y enfermedades. Debido a que arrojan a los cauces naturales residuos de agroquímicos luego de terminada la aplicación, surgieron los siguientes problemas.

A) Se registran mortandad de peces en gran cantidad, lo cual es motivo de preocupación para la salud de los pobladores aguas abajo.

B) Los grandes pulverizadores usan el agua de los cauces naturales; esto hace que se origine la obturación de los picos de pulverizadores a causa de las impurezas que trae el agua. Para liberar los picos de las impurezas los operarios succionan o soplan dichas piezas, llegando a ser causa del trastornos para la salud de ellos.

Atendiendo estas situaciones y como medidas para preservar la salud de los operarios y la de los habitantes de las cuencas inferiores fueron construídos los sistema mixto de agua potable y uso agrícola, cuyos costos de construcción son como se presentan a continuación.

a. Sistema por gravedad : US\$1,000 - 4,000

b. Sistema de tanque elevado: US\$4,000 - 8,000

c. Sistema de pozo profundo: US\$12,000 - 15,000

##### Ejemplo en el Departamento de Chuquisaca, Bolivia

A través del Estudio de Validación se se ha apoyado la construcción de sistemas mixto de agua para 135 familias con 725 habitantes pertenecientes a 3 comunidades, con un costo total de 136.8 miles de US\$. Existen diversos tipos y tamaños de instalaciones, pero en este capítulo se presentan dos tipos más representativos.

En el costo de las obras que se indican a continuación, no están incluidos los aportes de los beneficiarios consistentes en mano de obra no calificada y materiales abastecidas localmente tales como piedras y otros.

Cuadro 2.4.1

Ejemplos de instalaciones más representativas construidas en el Estudio de Validación

(Unidad : US\$)

Instalación	Beneficiarios (No. Agricultores)	Resumen	Normas	Costo de construcción
Sistema de agua comunal (por gravedad)	115 (27)	Toma 1 unidad	5.2*1.5*0.4	125.0
		Tubo conducción 8,000m	φ50	2,817.8
		Tanque 15.0m <sup>3</sup>	3.5*3.5*1.2	1,060.0
		Tubo distribución 10,000m	φ50	3,522.2
		Boca toma 27 lugares		2,835.0
		TOTAL		10,360.0
Sistema de agua individual (por gravedad)	5 (1)	Toma 1 unidad	1.5*0.8*0.3	26.7
		Tubo conducción 160m	φ25	70.8
		Tanque 2.25m <sup>3</sup>	1.5*1.5*1.0	68.0
		Toma 1 lugar	φ12	17.4
		TOTAL		182.9



Fotografía 2.4.2  
Construcción del sistema de agua notable

Como se nota en este ejemplo, la construcción del sistema de agua demanda un costo muy grande; por tanto, es necesario estudiar cuidadosamente los diversos aspectos tales como efectos positivos sobre la prevención de la erosión del suelo y sobre los proyectos de desarrollo rural, a fin de determinar finalmente la ejecución de la obra. En este capítulo se indican a modo de referencia, los beneficios que obtendría cada familia, que se estimó para la construcción de los sistemas de agua.

Cuadro 2.4.2  
Efectos que tiene el sistema de agua en beneficio de cada Campesino  
(unidad: US\$)

Efecto	Monto estimado
Ahorro de trabajo para acarreo de agua (consumo)	130.3
Ahorro de trabajo para acarreo de agua (lavado de ropas)	16.9
Confección de adobes	51.4
Habilitación de huertos familiares	23.9
Instalación de vivero	70.0
<b>Total</b>	<b>292.5</b>

En base a estos resultados, se ha estimado en US\$292.5 el promedio de los beneficios por cada familia y al estimar la tasa interna de retorno en base al costo total de las obras que asciende a US\$136,800, 135 familias de beneficiarios, US\$13.3 el costo anual de mantenimiento y 10 años de vida útil de las instalaciones, se tiene que la misma asciende a 23.39%. Cabe indicar que esta tasa interna de retorno es sin considerar los diversos beneficios que adicionalmente se consiguen tales como la facilidad en el suministro de agua para los animales domésticos, posibilidad de preparar el compost, etc. Si se considerasen todos estos beneficios, así como los beneficios que se obtendrán indirectamente, es evidente que el proyecto es sumamente efectivo.

En base a estas consideraciones, se puede afirmar que es esencial para ejecutar los proyectos de mejoramiento rural, definir los proyectos prioritarios considerando no solamente desde el lado del desarrollo rural para atender las demandas de los campesinos, sino se deberá estudiar también suficientemente los aspectos tales como: (1) Comparación de los beneficios que se generarán, con el costo del proyecto a fin de determinar la conveniencia de ejecutar el proyecto., (2) La relación con las medidas de conservación del suelo que tienen una larga proyección y que en muchos casos no reflejan las demandas de los campesinos.

Un ejemplo de efectos del sistema mixto de agua potable y uso agrícola

1. **Se ha aliviado el trabajo de acarrear el agua para consumo (agua potable)**  
**Antes, debían caminar una distancia de 800m (40 minutos en ida y vuelta), acarreando 5 litros de agua por vez, 3 a 4 veces por día.**
2. Se ha logrado aliviar en el trabajo para el lavado de ropas  
Antes, debían caminar dos veces por semana una distancia de 1,000 en ida y vuelta (54 minutos) para llegar hasta el lavadero.
3. Se ha facilitado el trabajo para confeccionar el adobe  
Antes, se insumían 4 días para confeccionar 100 adobes entre 2 personas; pero actualmente se confecciona la misma cantidad de adobes en un solo día trabajando entre 2 personas, acortándose en un cuarto el tiempo necesario; además es posible elaborar en cualquier época del año.
4. Es posible cultivar hortalizas también durante la época seca  
Si es en pequeña escala, es posible cultivar las hortalizas también durante la época seca
5. Se ha posibilitado la instalación y manejo del vivero  
**Se ha asegurado el agua para riego, lo cual ha posibilitado producir anualmente unas 3,000 mudas forestales.**

## **CAPÍTULO 3**

### **PRÁCTICAS AGRONÓMICAS DE CONSERVACIÓN**

## Capítulo 3

### Prácticas agronómicas de conservación

Las prácticas agronómicas de conservación buscan prevenir la erosión del suelo mediante modificaciones en el método de cultivo de diversas especies. Para este efecto, se realiza un manejo integral de la fertilidad del suelo y de las labores culturales. Mientras las prácticas físicas de conservación buscan controlar el flujo de agua fuera de las parcelas agrícolas mediante la construcción de obras físicas como zanjas de desviación, barreras de piedra, reservorios y otros, y con esto disminuir la escorrentía en tierras agrícolas, las prácticas agronómicas buscan disminuir la erosión del suelo directa o indirectamente mediante el adecuado manejo de cultivo y así mejorar la productividad del suelo.

Las ramas y hojas sanas, son soportadas por un tallo fuerte. El tallo fuerte se debe a su vez, a raíces sanas extendidas en el subsuelo. Y las raíces sanas son soportadas por el suelo. Es decir, una planta sana se desarrolla en un suelo sano.

#### Condiciones del suelo más adecuadas para el desarrollo de los cultivos

- No hay déficit ni exceso de nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo
- Tiene suficiente humedad y está aireada
- Existe una capa suficientemente profunda para el crecimiento radicular
- Mantiene una temperatura adecuada
- No existen sustancias tóxicas que afecten el desarrollo del cultivo

La erosión del suelo es uno de los principales factores que causa la degradación del suelo y depende de factores naturales como ser el tipo de suelo, la topografía (es decir, la inclinación y la longitud de la pendiente) y de prácticas agronómicas como ser el manejo del suelo y los métodos de cultivo.

En este capítulo se presentan técnicas de manejo del suelo y de cultivos como prácticas agronómicas de conservación del suelo adecuadas para pequeños agricultores de la zona de los valles interandinos.

En el Estudio de Validación de la J-Green se han implementado las parcelas de "Investigación Participativa (IP)" para experimentar los efectos de las diferentes prácticas de conservación del suelo. Las parcelas IP fueron implementadas con el objeto de conservación del suelo y de mejoramiento de la productividad. Las parcelas fueron habilitadas en terrenos de los propios agricultores para experimentar con ellos los efectos de cada una de las diferentes prácticas, para que posteriormente estos agricultores puedan difundir estas prácticas a otros agricultores. En este capítulo también se presentan los resultados obtenidos en la Investigación Participativa.

### 3.1. Manejo del suelo

Se realiza el manejo del suelo para prevenir la erosión y crear un medio adecuado en el suelo para la germinación y el desarrollo de los cultivos. Para prevenir la erosión del suelo, lo más importante desde el punto de vista del manejo del suelo es **promover la formación de agregados en base a materia orgánica y mejorar la capacidad de infiltración, de retención de la humedad, de aireación, la facilidad en el laboreo y la resistencia a la erosión.**

#### 3.1.1. Situación actual de la fertilidad de los suelos agrícolas

En la zona de los valles interandinos, el rendimiento de los cultivos es sumamente bajo. Se estima que la causa principal de este bajo rendimiento es la extremadamente baja fertilidad del suelo.

Los suelos en la zona de estudio del Estudio de Validación ejecutado por la J-Green, provienen principalmente de depósitos marinos de la era paleozoica y son una mezcla compleja de lugares donde la roca madre ha aflorado debido a los efectos de la erosión glacial y fluvial, y lugares cubiertos por sedimentos de ríos, lagos y pantanos. Los depósitos marinos son capas de tierra alternas de limo y arenisca, en forma escamosa y en bloque. Son estratos muy fácilmente desprendibles. Más de la mitad de los suelos agrícolas están ubicados en pendientes. Estos, como resultado de la pérdida del suelo debido a la erosión hídrica, tienen abundantes piedras angulares y redondas, la capa de suelo es delgada y el nivel de su fertilidad es bajo.

Referente a la fertilidad de los suelos agrícolas, en la zona de los valles interandinos, son muy pocos los datos de análisis que existen por lo que existen aún muchos aspectos desconocidos. Casi no existen datos referente a las características físicas del suelo. Para conocer la situación actual del nivel de fertilidad de los suelos agrícolas de la zona, en el último año de Investigación Participativa, luego de finalizar la cosecha de cultivos se realizaron estudios de calicatas en las 32 parcelas de IP y análisis físico-químico de

los suelos de estas parcelas. A continuación se resumen los resultados de estos estudios:

### (1) Características físicas del suelo de la zona

Estudios realizados en la IP

#### ESTRATOS, TEXTURA Y AGREGADOS

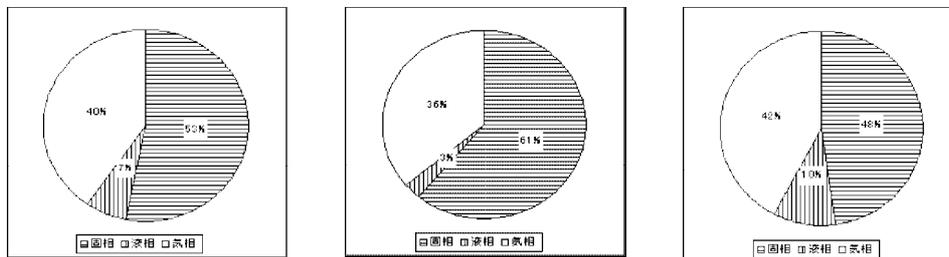
- ✧ **Espesor de la capa arable:** en promedio es de 13.3cm, existe la tendencia de que en parcelas con mucha pendiente la capa arable es delgada
- ✧ **Textura:** mayormente son suelos arenosos, el porcentaje de contenido de arcilla es menor al 15%, la arena representa más de la mitad
- ✧ **Densidad aparente:** En promedio es de  $1.48 \pm 0.09$ , y en todos los suelos mayor al 1.2.
- ✧ **Agregados:** Los agregados resistentes al agua son muy escasos.

#### PROBLEMAS

- ✧ La capa de suelo efectiva es delgada y el crecimiento de las raíces hacia los estratos inferiores está limitado.
- ✧ Suelo muy denso y compacto que al deshidratarse se vuelve muy duro.
- ✧ Es muy importante mejorar las características físicas del suelo mediante la aplicación de materia orgánica.

Estudios realizados en la IP

#### DISTRIBUCIÓN DE LAS TRES FASES, DUREZA Y DENSIDAD APARENTE



Promedio

Máximo

Mínimo

Gráfico 3.1.1 Distribución trifásica

- ✧ **Distribución de las tres fases:** El porcentaje de la fase sólida es alto, y el de fase líquida es baja.
- ✧ **Dureza (nivel de compactación):** 13 en la capa arable, y 27 en la capa inferior (según penetrometro tipo YAMANAKA)

#### PROBLEMAS

- ✧ El suelo es muy compacto.
- ✧ Es imprescindible promover la formación de agregados y disminuir el porcentaje de la fase sólida mediante la aplicación de materia orgánica.

NOTA: La distribución ideal de las tres fases es: fase sólida menor que 50%, fase líquida + fase gaseosa (porosidad): mayor a 50%.

Cuando la dureza del suelo es mayor a 20 se requiere mucha energía para arar el suelo, y cuando es mayor a 25 las raíces tienen dificultad para crecer.

Estudios realizados en la IP

### CONTENIDO DE PIEDRA

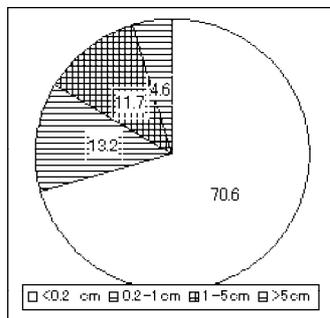


Gráfico 3.1.2 Porcentaje de contenido de piedra según tamaño

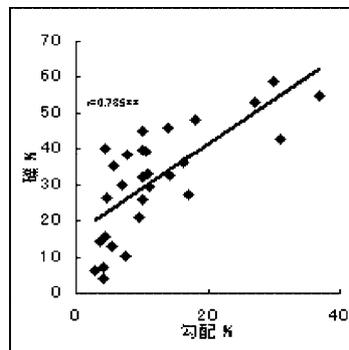


Gráfico 3.1.3 Relación entre la inclinación de la pendiente y el porcentaje de contenido de piedra

- ❖ La piedra es muy abundante debido a la pérdida de suelo de la capa superficial.
- ❖ Existe una correlación positiva entre el porcentaje de piedra de la capa superficial y el valor de la pendiente.



Fotografía 3.1.1 Piedras de la parcela

En todas las parcelas la proporción de piedras en el suelo es alta. De las 32 parcelas estudiadas solamente 4 tenían un porcentaje menor a 10%. Las piedras de mediano tamaño que obstaculizan las labores agrícolas son recogidas de la parcela y apiladas fuera de ella o utilizadas para construir barreas de piedra. El porcentaje de piedras de gran tamaño dentro de la parcela es relativamente menor. Sin embargo, las piedras más pequeñas son tan abundantes que resulta imposible eliminar totalmente de la parcela. Estas piedras abundan tal como se muestra en la fotografía 3.1.1. Estas no solamente obstaculizan las labores agrícolas sino que también desgastan con mayor rapidez los implementos agrícolas.

En terrenos con mucha pendiente, el suelo es arrastrado debido a la erosión, pero no así las piedras, es por eso que la pérdida de suelo trae consigo el aumento en el porcentaje de piedras en el suelo. Se evidencia la existencia de una correlación positiva ( $r=0.735$ ) entre la pendiente y el contenido de piedra. Cuanto mayor es la pendiente mayor es la cantidad de pérdida de suelo debido a la erosión.

## (2) Características químicas del suelo de la zona

En los estudios de calicatas realizados, se tomaron muestras de suelo de la capa arable para posteriormente ser analizadas. Los análisis químicos del suelo fueron solicitados al CIAT (Centro de Investigación Agrícola Tropical, Santa Cruz-Bolivia). En el cuadro 3.1.1 se describen los valores medios de las características químicas del suelo, y en el cuadro 3.1.2 los criterios de diagnóstico de suelos aplicados en Bolivia.

**Cuadro 3.1.1 Características químicas de los suelos muestreados**

pH	Bases intercambiables $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$			Fósforo disponible	Materia orgánica
	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Potasio (K)	mg/kg	%
(1:5)					
6.3±0.7	3.3±3.2	1.8±1.0	0.9±0.5	10.5±9.3	1.7±0.5

**Cuadro 3.1.2 Criterios para el diagnóstico del nivel de fertilidad del suelo aplicados en Bolivia**

Clasificación	pH ( $\text{H}_2\text{O}$ , 1:5)	Bases intercambiables $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$			Fósforo disponible	Materia orgánica
		Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Potasio (K)	mg/kg	%
ALTO	> 7.5	> 2.5	> 1.01	> 0.65	> 15.1	> 4.1
ADECUADO	6.5 - 7.4	1.01-2.49	0.51 - 1.0	0.21 - 0.64	6.1 - 15.0	2.1 - 4.0
BAJO	< 6.4	< 1.0	< 0.5	< 0.20	< 6.0	< 2.0

Estudios realizados en la IP

### CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO

- ✧ **pH:** Muchos de los suelos tienen el pH menor al valor estándar de diagnóstico de suelos.
- ✧ **Bases intercambiables:** Tanto el calcio, magnesio como el potasio cumplen con los criterios de diagnóstico y no tienen problemas en cuanto a cantidades. Se observan algunos suelos cuyo balance entre las bases (Calcio : Magnesio, Magnesio : Potasio) no es del nivel adecuado.
- ✧ **Fósforo disponible:** Muchos de los suelos tienen el valor de fósforo disponible menor al estándar de diagnóstico de suelos.
- ✧ **Contenido de materia orgánica:** Muchísimos suelos tienen el valor de contenido de materia orgánica menor al valor estándar de diagnóstico de suelos.

### PROBLEMAS

- ✧ Muchos suelos tienen déficit de fósforo.
- ✧ La mayoría de los suelos tiene el contenido de materia orgánica extremadamente bajo

### MEDIDAS

- ✧ Es imprescindible la aplicación del compost o abonos verdes.
- ✧ Para cubrir la falta de fósforo es necesario realizar la fertilización química.

En un 70% de los suelos muestreados, el pH es menor al valor estándar, siendo necesario recurrir al encalado.

El valor estándar de diagnóstico de suelo en Bolivia (método Olsen) para el fósforo disponible es menor en comparación a los valores estándares de otros países. Aún así el 44% de los suelos muestreados tiene un valor menor al estándar. Todos los suelos cuyo cantidad de fósforo disponible es relativamente alta, son de parcelas que han tenido una abundante fertilización con estiércol del ganado y han recibido la fertilización química. Aunque es imprescindible la aplicación de fertilizantes fosfatados, en la práctica esto es muy difícil, siendo por tanto necesario aplicar el estiércol de gallina o materia orgánica con alto contenido de

fósforo.

El contenido de materia orgánica en promedio es de  $1.63 \pm 0.57\%$ , aunque el máximo valor fue de 2.9%. En general el contenido es muy bajo. Son muy pocos los suelos que cumplen con los valores estándar y no superan el 19%.

### 3.1.2 Mejoramiento del suelo en base a materia orgánica

La agricultura en la zona de los valles interandinos se desarrolla en suelos cuyo nivel de fertilidad es muy bajo. Como se mencionó anteriormente, muchos son los suelos que sufren déficit de materia orgánica. Los suelos presentan los siguientes problemas en relación a la materia orgánica:

#### PROBLEMAS REFERENTES AL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO

- El contenido de materia orgánica de los suelos es muy bajo.
- Las fuentes de materia orgánica como el compost y los rastrojos de cultivos son muy escasos y casi no existen pastos que puedan ser utilizados.
- No existe la práctica ni la costumbre para elaborar el compost de buena calidad empleando el estiércol o rastrojos de cultivos.
- El principal cultivo al cual aplican la materia orgánica es la papa, y es muy rara la aplicación en otros cultivos.

#### MEDIDAS

- Invertir en materia orgánica
- Introducir cultivos de abono verde
- Difundir la práctica de elaboración del compost de buena calidad

### (1) Efectos de la aplicación de materia orgánica

En la zona de los valles interandinos, los suelos agrícolas tienen muy bajo contenido de materia orgánica, siendo esto una de las principales causas de la disminución de la productividad. La aplicación de la materia orgánica como por ejemplo el compost, es imprescindible para mantener el nivel de fertilidad del suelo.

En esta zona, las fuentes de materia orgánica, como por ejemplo los rastrojos de cultivos o el estiércol son extremadamente escasas. La principal materia orgánica que se aplica a los suelos agrícolas es el estiércol de ganado que es acumulado en los corrales. El estiércol es empleado tal cual lo obtienen de los corrales sin realizar ninguna transformación en compost de buena calidad para que tenga mejores efectos al aplicar. El estiércol que se emplea es principalmente de oveja y de cabra. Muy raras veces se aplica otro tipo de materia orgánica que no sea el estiércol, como por ejemplo el compost o abonos verdes. Los rastrojos de cultivos, tales como hojas y tallos del maíz y el trigo, son una valiosa fuente de forraje para los animales domésticos por lo que no hay mucha disponibilidad para utilizar como material para el compostaje y la práctica de elaboración del compost de buena calidad mezclando el estiércol con la paja, para apilar y dejar que se fermente, no está difundida en la zona. Las malezas que crecen en la zona son muy pobres y no son aprovechadas.

#### EFFECTOS DE LA MATERIA ORGÁNICA

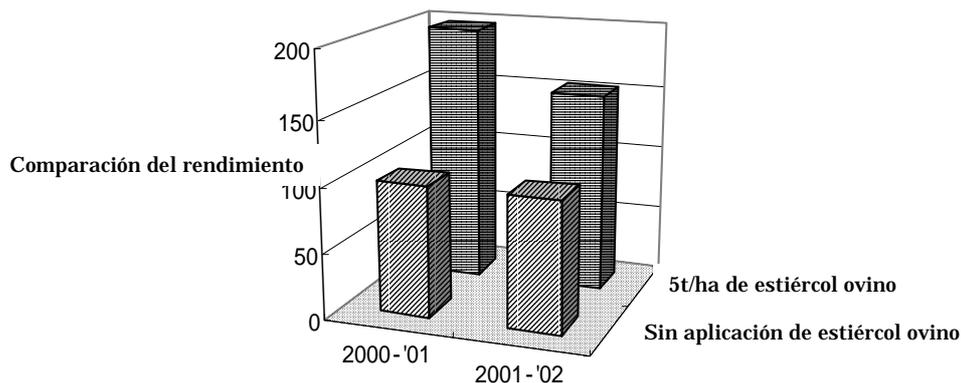
- **Mejoramiento de las características físicas del suelo:** Se mejora la capacidad de aireación, de infiltración y de retención de humedad del suelo mediante la formación de agregados resistentes al agua.
- **Mejoramiento de las características químicas del suelo:** Hay aporte de nutrientes debido a la descomposición de la materia orgánica.
- **Mejoramiento de la flora microbiana:** Disminuye la incidencia de plagas y enfermedades del suelo, se promueve el crecimiento de las raíces.

### 1) Aumento de la productividad de los suelos agrícolas debido a la aplicación de materia orgánica

Si se aplica materia orgánica al suelo que tiene déficit, el desarrollo de los cultivos mejora notablemente. En la zona de los valles interandinos, casi todos los agricultores emplean el estiércol del ganado para fertilizar principalmente la papa.

Estudios realizados en la IP

#### EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL OVINO



**Gráfico 3.1.4 Efectos de la aplicación de estiércol ovino**

(Relaciones de rendimiento tomando como 100 las parcela sin aplicación de estiércol)

En la actualidad casi todos los agricultores emplean el estiércol del ganado como fuente de materia orgánica. La dosis de aplicación es pequeña siendo esta de 3 a 5 ton/ha. Se aplica solamente a la papa, siendo muy pocos los que aplican a otros cultivos como el maíz. En este caso, la dosis de aplicación es menor a 1t/ha, muy poca en comparación a la papa. No suele aplicarse materia orgánica para los demás cultivos.

### 2) Dosis de aplicación del estiércol ovino y rendimiento de los cultivos

Aunque existe cierto límite, en general cuanto mayor es la dosis de aplicación de materia orgánica, mayores son los efectos. En el estudio de validación se realizó la investigación referente a la dosis de aplicación del estiércol ovino. En los primeros 2 años se aplicó el estiércol ovino en una dosis establecida y al tercer año se cultivó sin estiércol para determinar los efectos residuales. La dosis de estiércol fueron 3: 2t/ha, 5ton/ha y 10t/ha.

En la papa, el rendimiento en tubérculos en el primer año, y de los granos de maíz en el segundo año, mostró claramente los efectos del estiércol, demostrando que cuanto mayor es la dosis mayor es el rendimiento del cultivo. El rendimiento de la oca al tercer año que no se aplicó estiércol, mostró efectos residuales del estiércol de los dos años anteriores, demostrando una vez más que los efectos son mayores cuando la dosis es mayor. Debido a esto, se puede decir que, en caso de aplicarse el estiércol ovino durante 2 años consecutivos, al tercer año puede cultivarse sin aplicación ya que quedan los efectos residuales del estiércol aplicados en los dos años anteriores.

Si se comparan los precios del estiércol y de la cosecha de papa del primer año, se evidencian beneficios económicos en el caso de la aplicación del estiércol. Con la aplicación de 10t/ha de estiércol ovino, hubo un incremento de 35% (Bs. 1,500) en los ingresos.

Estudios realizados en la IP

### DOSIS DE APLICACIÓN DE ESTIÉRCOL OVINO Y RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS

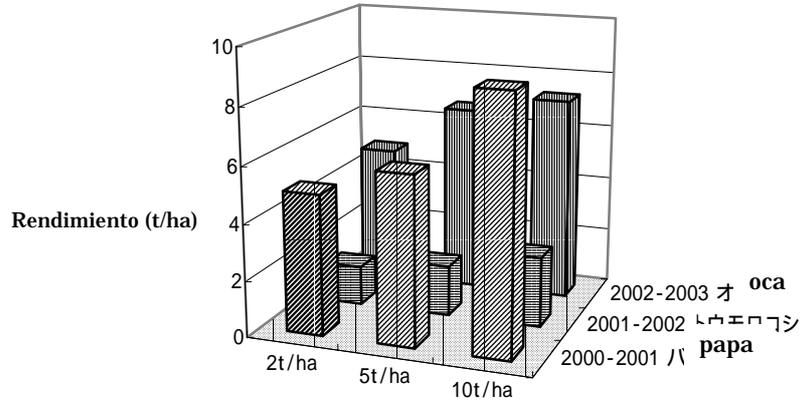


Gráfico 3.1.5 Efectos de aplicación del estiércol ovino

### 3) Ejemplo de mejoramiento de las características físico químicas del suelo en base a la hojarasca.

La materia orgánica del suelo, sin importar del tipo que sea, tiene efectos de mejorar la fertilidad del suelo. A continuación se presenta un ejemplo de un amplio mejoramiento de las características físico químicas del suelo en base a la hojarasca.

Estudios realizados en la IP

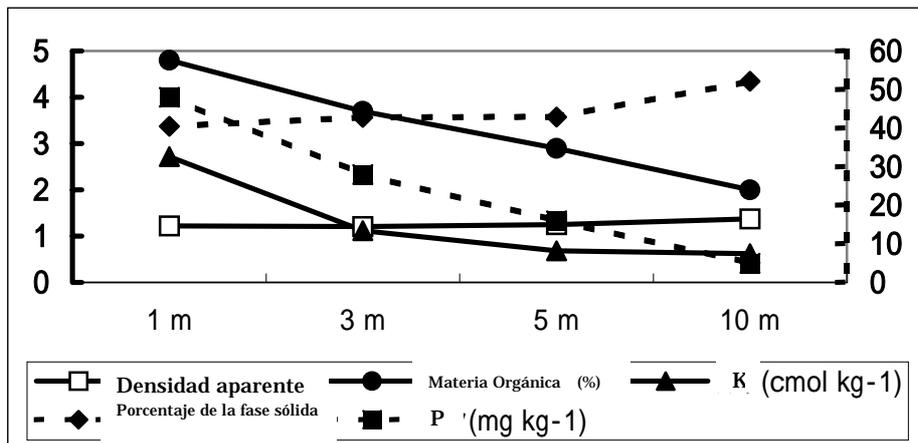


Gráfico 3.1.6  
Distancia desde las raíces del Molle y características físico químicas del suelo (la línea punteada es la referencia derecha del eje Y)

En el terreno de uno de los agricultores existe un gran árbol de Molle cuya copa supera los 10m de diámetro. Se ha supuesto que el suelo debajo de la copa de este árbol habría sufrido un mejoramiento de sus características físico químicas. Para comprobar esta hipótesis, se tomaron muestras de suelo a 1m, 3m y 5m

de distancia desde el pié del árbol para realizar el análisis de características físico químicas.

En el gráfico 3.1.6 se puede observar que cuanto más cerca está del pié del árbol, el mejoramiento de las características físico químicas del suelo debido a la hojarasca es mayor. El suelo cerca de la base del árbol es blando, tiene muchos agregados y la densidad aparente es pequeña.

La fase sólida del suelo aumenta cuanto más se aleja de la base del árbol. También es muy notoria la diferencia en el contenido de materia orgánica, de potasio intercambiable y de fósforo intercambiable en función a la distancia desde la base del árbol.

Esto indica que aunque la fertilidad de un suelo sea extremadamente baja, éste puede convertirse en un suelo ideal mejorando sus características mediante la incorporación permanente de materia orgánica.

#### 4) Tipos de materia orgánica y efectos de su aplicación

Según el tipo de materia orgánica, la dosis de aplicación y los efectos varían, por lo que es esencial realizar la aplicar con suficiente conocimiento de las características del material a emplear.

##### - Aporte de nutrientes con la materia orgánica

La cantidad de nutrientes que contiene la materia orgánica varía mucho según el tipo y la forma de manejo. Determinando el porcentaje de contenido de nutrientes en la materia orgánica, como el estiércol de los animales, se obtuvieron los siguientes resultados:

Estudios realizados en la IP

**Cuadro 3.1.3**  
**Porcentaje de contenido de nutrientes de la materia orgánica**

Tipo de materia orgánica	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)
Estiércol ovino	1.71	0.29	2.18
Estiércol vacuno	1.48	0.34	1.66
Estiércol de gallina	2.26	1.23	1.83
Compost	1.06	0.2	1.32

El contenido de nutrientes en el estiércol de los animales varía según el animal del que proviene, pero se observa que el porcentaje de contenido de nitrógeno y fósforo es mayor en el estiércol de gallina. El contenido de fósforo en el estiércol de gallina es de 1.2%, siendo notablemente mayor en comparación al estiércol vacuno y ovino. A pesar de que el estiércol de gallina es la mejor materia orgánica en cuanto a aporte de nutrientes, en la zona de estudio del Estudio de Validación no es muy utilizado por los agricultores ya que es muy difícil conseguir debido a que la avicultura no es muy explotada.

También se observan diferencias en el contenido de nutrientes en un mismo tipo de estiércol según el país. Por ejemplo, el porcentaje de contenido de materia orgánica del estiércol en Bolivia es menor en comparación al de otros países. Por ejemplo, el contenido de nitrógeno y fósforo en el estiércol de gallina en Japón es casi el doble en comparación al de Bolivia, mientras que el contenido de nitrógeno es 4 veces mayor, siendo esta una diferencia muy amplia. En cuanto al estiércol vacuno, también se observan grandes diferencias según el país. Se presume que esta diferencia se debe principalmente al tipo de alimentación que reciben los animales en los diferentes países. Se debe tomar en cuenta este aspecto al momento de planificar la fertilización en base a datos de otros países.

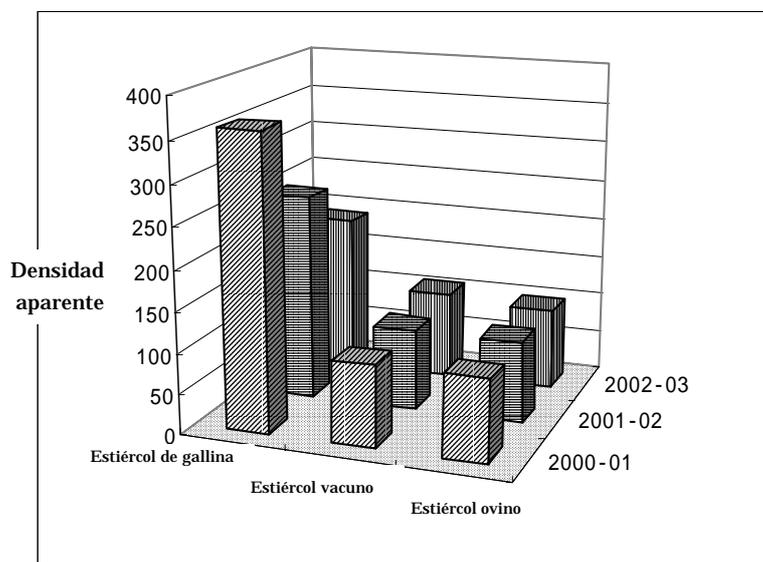
##### - Tipos de estiércol y rendimiento de los cultivos

Existe gran diferencia en el contenido de nutrientes según el tipo de estiércol. En la Finca Demostrativa del Estudio de Validación se investigaron los efectos que tienen cada tipo de estiércol en el rendimiento de los cultivos. Se aplicaron estiércol de gallina, vacuno y ovino en una dosis de 5t/ha cada uno por 2 años seguidos y el tercer año se cultivó sin ninguna aplicación para verificar sus efectos residuales.

El rendimiento del cultivo en la parcela con estiércol de gallina fue mucho mayor que en las parcelas de estiércol vacuno y ovino, tanto en el primer año (papa) como en el segundo (maíz), demostrando así que el estiércol de gallina es el mejor en cuanto a aporte de nutrientes. Por otra parte, el rendimiento del trigo, que fue el cultivo del tercer año sin aplicación de ningún tipo de estiércol, también fue mayor en la parcela de estiércol de gallina, comprobándose de esta manera que cuando se aplica 5t/ha de este estiércol tiene efectos hasta el siguiente cultivo. Resultados del análisis de suelos realizado al final de la investigación

demonstraron que, aunque la cantidad es pequeña, hubo un incremento de fósforo disponible y potasio intercambiable en el suelo donde se aplicó estiércol de gallina.

Estudios realizados en la IP



**Gráfico 3.1.7**

**Tipo de estiércol y rendimiento de los cultivos**

(Relaciones de rendimiento tomando como 100 el rendimiento de la parcela con estiércol ovino)

**(3) Manifestación de los efectos de la materia orgánica**

El nitrógeno y el fósforo contenidos en la materia orgánica se presentan en forma orgánica, mientras que el potasio es en forma inorgánica. El nitrógeno y el fósforo son primeramente descompuestos por los microorganismos del suelo, y recién una vez transformados a forma orgánica, pueden ser asimilados y aprovechados por los cultivos, por lo que sus efectos no son tan rápidos como los fertilizantes químicos. El potasio es asimilado y aprovechado por el cultivo en su forma original.

La cantidad de elementos disponibles que el cultivo puede utilizar en el año que ha sido aplicada la materia orgánica, depende del tipo de material. El porcentaje del nitrógeno aprovechable de 20 a 80%; es bajo en materiales cuyo porcentaje de carbono (relación C/N) es alto, como es el caso del compost, mientras es alto el nitrógeno aprovechable cuando es bajo el valor de la relación C/N, como ocurre en el caso del estiércol de gallina. El porcentaje del fósforo asimilable es de 60 a 90%, y del potasio es mayor a 90%.

**(4) Método de elaboración de compost**

Lo ideal es aplicar la materia orgánica que fue apilada, fermentada, descompuesta y madurada. Se debe tratar de elevar el nivel de fertilidad del suelo aprovechando el estiércol de los animales, rastrojos de cultivos, pastos, basura orgánica de la cocina, hojarasca o cualquier material orgánico como materiales para la elaboración del compost.

El proceso de compostaje se divide en 3 etapas:

- i) Periodo de descomposición de azúcares: etapa inicial del apilado en la que las bacterias y los hongos descomponen la materia orgánica de fácil descomposición como proteínas, aminoácidos y azúcares.
- ii) Periodo de descomposición de celulosa: Proceso en el cual se activan los microorganismos que se encargan de descomponer la celulosa y la temperatura del material apilado asciende entre 60 y 80 grados centígrados. Con el aumento de la temperatura comienza la descomposición de la celulosa.
- iii) Periodo de descomposición de lignina: proceso en el cual baja la temperatura y actúan los basidiomicetos y también se aviva la actividad de las lombrices.

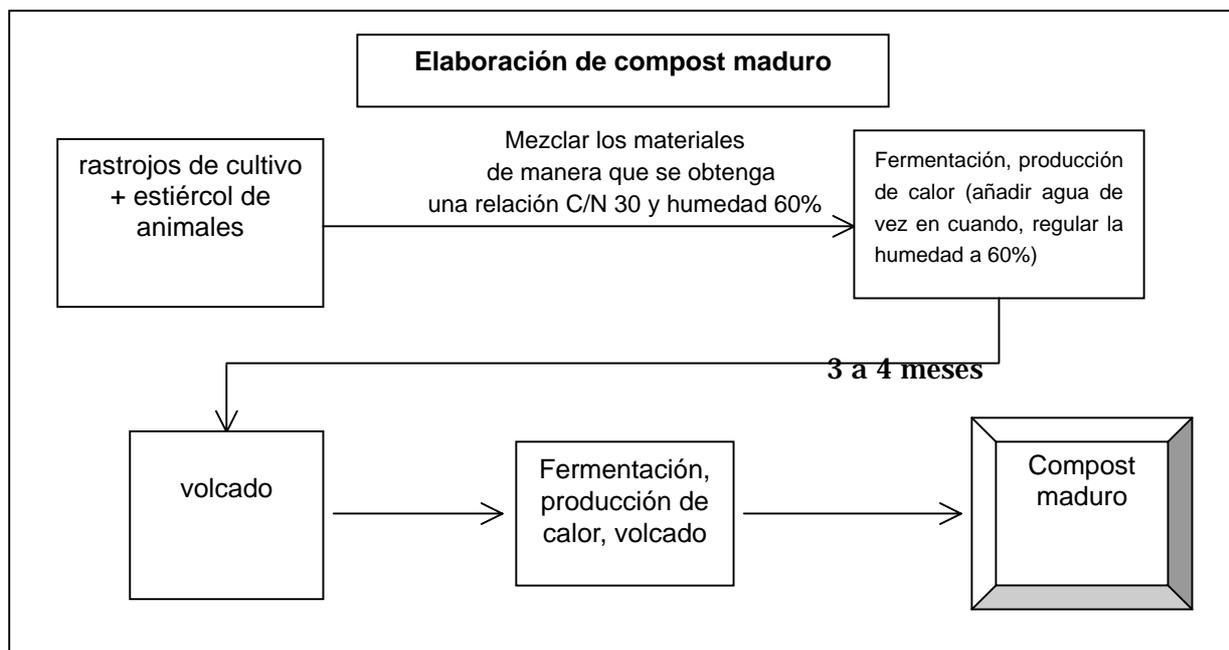
Para que los microorganismos que actúan en el compostaje tengan un buen desarrollo, es esencial elaborar el compost bajo las siguientes condiciones:

## Aspectos importantes en la elaboración de compost

- La relación adecuada de C/N (carbono y nitrógeno) es de más o menos 30. Por lo tanto, para materiales cuya relación C/N es mayor, es necesario agregar el nitrógeno y por el contrario cuando es menor, es necesario agregar el carbono y llevar a una adecuada relación. Se recomienda tomar las siguientes referencias para definir la proporción de combinación de los diferentes tipos de material: estiércol vacuno: de 15 a 20, estiércol de gallina: 10, estiércol ovino: 25 a 30, paja: de 50 a 60, pasto: 30.
- La temperatura adecuada para la actividad de la mayoría de los microorganismos, es la misma que para los organismos mayores, de 20 a 40 grados centígrados. Sin embargo, existen algunos microorganismos que para su actividad prefieren temperaturas mayores o menores a este rango. A los primeros se los denominan microorganismos termófilos y a los segundos, microorganismos psicrófilos. En la elaboración de compost, los microorganismos termófilos cumplen funciones muy importantes por lo que el manejo de la temperatura es esencial.
- Lo ideal es mantener la humedad en torno a 60%. A modo de referencia, la humedad de cada material es: 80 a 90% para el estiércol vacuno natural, 70 a 80% para el estiércol de gallina, 10 a 20% para la paja, 70% para el pasto cortado. Se recomienda añadir agua para obtener una humedad de 60% aproximadamente.

El método de elaboración de compost mediante el apilado es el siguiente. Mezclar muy bien los materiales y apilar en la compostera. El tamaño adecuado de la compostera para una capacidad de 30 ovejas es de 2x2x1m. Los bastidores podrán ser fabricados con madera o adobes. En caso de batidor de madera, será más fácil el manejo si se superponen 2 bastidores de 2x2x0.5m. En el lugar de donde se apilará el material, se debe cavar una zanja de 15 a 20cm de ancho en la parte central y en los alrededores para el drenaje y la aireación. Mezclar los materiales de manera que se logre una relación de C/N de aproximadamente 30. Al poco tiempo de apilar los materiales, interiormente se irá acumulando calor que alcanzará 60 a 80 grados centígrados. En esta etapa la actividad de los microorganismos comunes se debilitará, la mayoría de los colibacilos que no resisten altas temperaturas morirán; los microorganismos termófilos que descomponen la celulosa comenzarán a actuar y se iniciará la descomposición de la fibra. Cuando la descomposición finaliza la temperatura desciende y se debe voltear el material. Los microorganismos que descomponen la celulosa son anaeróbicos por lo que se debe mantener temperaturas altas y sin oxigenación. Volteando el material una vez que la descomposición de fibra haya finalizado, se aporta oxígeno al interior para facilitar la actividad de los microorganismos aeróbicos y así dar paso a la siguiente etapa de descomposición. Realizando estas labores, se puede obtener compost de buena calidad, por lo general en 3 meses.

Una parte de los agricultores de la zona de intervención del Estudio de Validación están elaborando compost para lo cual cavan hoyos de 2m de diámetro y de 1.5 a 2m de profundidad, y luego se colocan paja en su interior y estiércol mezclados. Con este método no se cubre el material. Si llueve mientras ocurre la descomposición por los microorganismos anaeróbicos, el agua penetra y la labor del volteo se hace aún más difícil, por lo que no realizan y esto hace que la calidad del compost baje notablemente. Es necesario realizar el compostaje preparando las composteras que facilitan la labor del volteo.



### (5) ¿Cómo juzgar la calidad del compost?

No siempre se obtendrá una misma calidad de compost ya que depende de la calidad de los materiales empleados, la cantidad y las condiciones del apilado. El compost debe ser aplicado cuando está maduro, si juzgando la calidad del compost, este aún no está maduro, se debe dar más tiempo y continuar el tratamiento. Aunque no existe un método sencillo y preciso para juzgar la calidad del compost, aquí se presenta un ejemplo fácil para ello.

**Cuadro 3.1.4 Criterios para juzgar la calidad del compost (Igarashi, 2002)**

	Compost maduro o de buena calidad	Compost aun un poco inmaduro	Compost inmaduro
Olor	Olor a compost	Olor a amonio y hongos	Olor a estiércol y a podrido
Sensación al tacto	No es espeso. Se solidifica cuando se lo agarra con la mano pero se separa cuando se lo suelta.	No se solidifica al tomarlo en la mano, o se solidifica pero no se separan al soltarlo.	Espeso
Color	Color negro a pardo negruzco	Color pardo negruzco a pardo	Color pardo a amarillo
Tiempo de apilación	Solamente estiércol de animales; más de 2 meses	Solamente estiércol de animales; de 20 días a menos de 2 meses	Solamente estiércol de animales; menos de 20 días
	Mezcla con rastrojos de cultivos; más de 3 meses	Mezcla con rastrojos de cultivos; de 20 días a menos de 3 meses	Mezcla con rastrojos de cultivos; menos de 20 días
	Mezcla con material leñoso; más de 6 meses	Mezcla con material leñoso; de 20 días a menos de 6 meses	Mezcla con material leñoso; menos de 20 días

### (6) Método de aplicación de la materia orgánica

El método de aplicación de estiércol para la papa que se practica en la zona consiste en abrir surcos con el arado de palo, una persona va depositando el estiércol en el fondo del surco y otra persona por detrás va dejando las semillas encima del estiércol.

En cuanto al compost, lo ideal es aplicar antes de la labranza para que con esta operación se mezcle bien con el suelo. Para mantener la fertilidad del suelo es necesario aplicar 5 a 10t/ha de compost cada año. Sin embargo, en la zona de intervención del Estudio de Validación la materia orgánica es muy escasa por lo que solamente se aplica en el cultivo de la papa y por lo general la dosis es menor a 5 t/ha. Por tanto, la aplicación de materia orgánica en esta zona es de 1 sola vez en varios años. De esta forma, si no se complementa con fertilizantes químicos, con toda seguridad que la fertilidad del suelo disminuirá cada año.

### ASPECTOS IMPORTANTES

- El estiércol de animales debe ser apilado, fermentado y descompuesto y aplicado como compost de buena calidad.
- Si el compost es de buena calidad, los efectos aparecerán más pronto y se garantizará el desarrollo inicial de los cultivos.
- Se debe aprovechar al máximo las fuentes del material orgánico disponibles como ser rastrojos de cultivo, pastos, hojarasca, deshechos de la cocina y otros.

### 3.1.3 Mejoramiento del suelo en base a cultivos de abono verde

Los cultivos de abono verdes son empleados desde la antigüedad como un método para mejorar la productividad del suelo, al igual que el compost. En la zona de los valles interandinos, la superficie de terreno agrícola de un agricultor es pequeña, siendo esta de unos 2 a 3 ha. Por la pequeñez de sus terrenos los agricultores no tienen posibilidades de cultivar abonos verdes que no les brinden algún producto para cosechar, lo cual hace que los abonos verdes no se hallan difundidos en la zona. Las fuentes de materia orgánica en esta zona son extremadamente pobres, y como se mencionó anteriormente, una de las pocas fuentes de materia orgánica es el estiércol de ganado. Sin embargo, éste es aplicado solamente para el cultivo de la papa, y casi nunca para el resto de los cultivos. Además la dosis que se aplica es de 2 a 5 t/ha, la cual es sumamente pequeña en comparación a la cantidad de nutrientes que absorbe el cultivo. Es de suma importancia mejorar las características físico químicas del suelo y disminuir la erosión mediante la introducción de abonos verdes a esta zona cuyo contenido de materia orgánica de los suelos es extremadamente bajo, siendo el mismo tan solo de 1 a 2%.

#### (1) Tipos de abono verde

Existen muchos tipos de cultivos para abono verde, sin embargo estos pueden ser agrupados en 2 grandes grupos: las leguminosas y las no leguminosas. Las leguminosas pueden subdividirse a su vez en especies herbáceas y arbustivas, mientras las no leguminosas comprenden las gramíneas y la colza. Los principales abonos verdes que se cultivan en Bolivia son: el Lablab (*Lablab purpureum* L.), la Crotalaria (*Crotalaria spectabilis* Roth, *Crotalaria juncea* L.) y la Vicia (*Vicia villosa* Roth, *Vicia sativa* L.).

#### (2) Efectos de los abonos verdes

### EFFECTOS DE LOS ABONOS VERDES

- Efecto fertilizante
- Mejora las características físico químicas del suelo
- Aminorar el impacto de las gotas de lluvia debido a la cobertura vegetal

Aumenta la materia orgánica del suelo → desarrolla la formación de agregados → disminuye la fase sólida del suelo, aumenta la porosidad, disminuye el peso específico, mejora la capacidad de retención e infiltración de la humedad, mejora la distribución de los poros

## Otros efectos

Al margen de los efectos de aporte de nutrientes al suelo y de mejoramiento del suelo de los abonos verdes, tiene otros efectos como se mencionan a continuación.

La mucuna contiene sustancias alelopáticas y tiene el efecto de limitar el desarrollo de las malezas. Las especies leguminosas contienen ácidos orgánicos que disuelven el hierro, también se sabe que tienen acción para tornar móvil al hierro y hace aumentar la disponibilidad del fósforo que está unido al hierro. Por otra parte, también se sabe que las sustancias segregadas por las raíces y otros órganos de los cultivos de abonos verdes tienen funciones de disminuir la densidad de los nemátodos dañinos. Al margen de estos efectos, también se sabe que influye en la micro fauna del suelo.

Debido a que la relación C/N de los abonos verdes es pequeña, los efectos de aumento de nitrógeno disponible mediante la incorporación al suelo de estos abonos son mayores que los del compost. Los efectos de acumulación de materia orgánica dentro del suelo son pequeños, sin embargo se va acumulando poco a poco mediante la práctica continua.

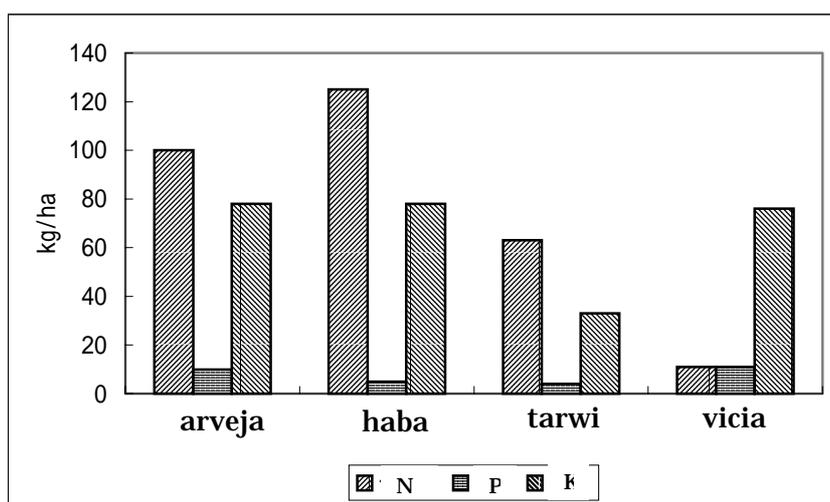
El contenido de los elementos nutrientes en los abonos verdes varía según el tipo y la especie. Los abonos verdes recolectados en la zona de influencia del Estudio de Validación tenían porcentajes de contenido de nutrientes que indican el cuadro 3.1.5, donde el nitrógeno y el potasio tenían cada uno de 2 a 4% y el fósforo de 0.1 a 0.4%. En cantidad de nutrientes esto es más de 100kg/ha de nitrógeno y potasio, y de 5 a 10kg/ha de fósforo para cada 10t de biomasa.

La cantidad de producción de biomasa de los abonos verdes varía según la especie. En la haba es de unas 5t/ha, en la arveja y el tarwi o lupino, unas 10t/h y en la vicia 10 a 15t/ha.

Estudios realizados en la IP

**Cuadro 3.1.5**  
**Porcentaje (%) de contenido de elementos nutrientes de los abonos verdes**

Cultivo	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Haba	2.10	0.14	1.10
Arveja	4.17	0.18	2.59
Tarwi	3.33	0.32	2.60
Vicia	0.35	0.35	2.54



**Gráfico 3.1.8**  
**Cantidad de nutrientes (kg) contenido en 10t de abonos verdes**

### (3) Cultivo de abonos verdes

Es difícil difundir el cultivo de abonos verdes solamente entre los pequeños agricultores de la zona de los valles interandinos. La introducción de abonos verdes a esta zona, no debe ser de monocultivo sino que se recomienda el siguiente método de cultivo de leguminosas o un cultivo mixto con vicia.

#### - Uso de abonos verdes de leguminosas

Este método consiste en cultivar las leguminosas como haba o arveja, cosechar los frutos 2 ó 3 veces, y luego incorporar al suelo como abono verde cuando las hojas y los tallos aún tienen color verde. Este es un método bastante bien aceptado por los agricultores ya que pueden obtener algún ingreso con la cosecha de los frutos.

#### - Asociación de cultivos principales con la vicia

El desarrollo de la vicia en la zona de los valles interandinos es bastante bueno y fácilmente puede asegurarse la producción de más de 10t/ha de biomasa. En la Investigación Participativa, la cantidad máxima de producción de biomasa de vicia fue de 40t/ha. En la IP se pensó que es mucho mejor un cultivo asociado de vicia con cultivos principales que solamente cultivar vicia.

Tal como lo indica el cuadro 3.1.6, en cultivo asociado, el desarrollo de la vicia varía según el tipo de cultivo con el que se lo asocie. La cantidad de producción de biomasa fue mayor en la asociación con maíz. Cuando se asocia con papa, además de la competencia por la luz, las labores culturales de la papa afectan al desarrollo de la vicia. Por otro lado, asociado con trigo surgen algunas desventajas como ser la dificultad labores de cosecha del trigo debido a la vicia.

**Cuadro 3.1.6**  
**Desarrollo de la vicia en cultivo asociado con cultivos principales**

Cultivo asociado	Altura del cultivo (cm)	Cantidad de producción de biomasa (t/ha)
papa	40	6.1
trigo	80	11.7
maíz	150	16.9

En los trabajos de investigación realizados en el Estudio de Validación, el desarrollo de la vicia asociada con el maíz fue muy vigoroso, como se muestra en la fotografía 3.1.2. Cuando se asocia la vicia con el maíz, más que la competencia entre ambos cultivos por la humedad, es mayor el efecto de control de la evaporación que tiene la vicia, ya que ésta se desarrolla de tal manera que cubre toda la superficie del suelo, verificándose así que la vicia contribuye a prevenir la deshidratación de la capa superficial del suelo. Hay muy poca competencia por luz entre el maíz y la vicia, que es un cultivo rastrero. Aún en época de cosecha del maíz, la vicia mantiene su color verde, y 10 meses después de la siembra se forman las vainas. Por ser un cultivo rastrero, la vicia no perjudica las actividades de cosecha del maíz. El desarrollo de la vicia dura más de 10 meses y es posible realizar el corte varias veces al año, se obtiene forraje para los animales aprovechando el primer y segundo corte, y al final es incorporado al suelo como abono verde. La semilla de vicia tiene un alto costo. Su cosecha es un trabajo muy difícil, pero es la forma más económica de garantizar la obtención de semilla. Para ello, no se debe incorporar toda la vicia al suelo, sino dejar una parte para cosechar las semillas.

### (4) Época adecuada para la incorporación al suelo de los abonos verdes

La época más adecuada para la incorporación al suelo de los cultivos de abono verde es cuando la relación C/N en la planta es pequeña y el contenido de humedad es alto, es decir en la etapa de floración. En el caso de la arveja, la época adecuada es después de haber cosechado los frutos 1 ó 2 veces, sin importar en qué época del año sea. Lo ideal es incorporar los abonos verdes en época de lluvias.

### (5) Aspectos importantes en relación a la difusión

#### ASPECTOS IMPORTANTES

- Elegir cultivos que produzcan mucha biomasa.
- Elegir cultivos que se adapten a las condiciones climáticas de la zona.
- Elegir cultivos que tengan un desarrollo vigoroso en la etapa inicial de crecimiento.
- Elegir cultivos que sean palatables al ganado.

En la zona de los valles interandinos los agricultores se resisten a aceptar cultivar solamente abonos verdes para luego incorporar los mismos al suelo. En época seca (invierno), cuando no hay cultivos principales en la parcela, el suelo se encuentra muy seco por lo que es muy difícil cultivar los abonos verdes en esta época. La forma más efectiva y factible para que los agricultores adopten la práctica de los abonos

verdes es cultivar las leguminosas como la arveja y el haba e incorporarlos al suelo luego de cosechar sus frutos y mientras la planta aún mantiene su color verde. Introducir leguminosas en cultivos asociados para luego incorporar al suelo, es otra forma de lograr el mejoramiento del suelo.



**Fotografía 3.1.2** Desarrollo de la vicia asociada con maíz

### 3.2. Manejo de cultivos

Para prevenir y disminuir la erosión de suelos es necesario realizar el manejo de cultivo que incluya las diversas prácticas que se describen a continuación como ser: Sistema de cultivo, labores de preparación antes de la siembra, métodos de siembra, métodos de fertilización, control de plagas y enfermedades, y otras.

#### 3.2.1 Rotación de cultivos

La rotación de cultivos consiste en repetir en un determinado tiempo de algunos años, el cultivo de diferentes especies con el objeto de mantener la fertilidad del suelo y prevenir los daños debido a repetición del monocultivo. El sistema de rotación más representativo de la zona de influencia del Estudio de Validación es el ciclo de papa – maíz – trigo – descanso. El descanso se realiza para que el suelo recupere su fertilidad, y este período puede durar 1 a 2 años. En algunos casos, luego de un descanso más largo, se cultiva nuevamente papa. El ciclo de rotación en los 3 primeros años (papa – maíz – trigo) es común en la mayoría de los casos, pero existen sistemas que al cuarto año se cultiva cebada o alguna leguminosa, y al quinto año recién se deja descansar el suelo.

Los principales sistemas de rotación de cultivos son los siguientes:

- **Rotación de 4 años:** papa – maíz – trigo – descanso  
papa – maíz – trigo – leguminosa  
papa – maíz – trigo – cebada
- **Rotación de 5 años:** papa – maíz – trigo – leguminosa – descanso  
papa – maíz – trigo – cebada – leguminosa  
papa – maíz – trigo – cebada – descanso  
papa – maíz – trigo – trigo – cebada
- **Rotación de 6 años:** papa – maíz – trigo – trigo – cebada – cebada  
papa – maíz – trigo – trigo – cebada – leguminosa

En estos sistemas de rotación, siempre se fertiliza la papa, pero los cultivos desde el segundo año se realizan sin fertilización.

Una vez terminado el ciclo de rotación que dura varios años, se deja descansar el suelo algunos años para luego comenzar nuevamente la rotación. Las tierras en descanso son usadas como para pastoreo. Establecer corrales itinerantes (es decir, móviles) en las tierras en descanso, cambiando secuencialmente de lugar y depositando el estiércol de los animales en estos terrenos, contribuye a la recuperación de la

fertilidad del suelo.

Se puede recuperar la fertilidad del suelo más rápido si en lugar de dejar la tierra desnuda durante el periodo de descanso, se siembra algún cultivo de forraje como las leguminosas. La rotación también tiene efectos en el control de malezas, plagas y enfermedades. Se puede controlar la incidencia excesiva de las malezas y plagas, logrando disminuir la densidad de estas hasta un punto manejable, cortando el ciclo natural mediante la rotación de cultivos.

Cultivar dos cultivos de cobertura al año luego de la papa es otra forma muy efectiva para disminuir la erosión de suelos. La época de cosecha de la papa es mucho antes que otros cultivos y la cosecha se puede realizar antes que termine la época de lluvias. Si se siembran gramíneas o leguminosas casi paralelamente a la cosecha de la papa, es posible lograr dos cultivos por año y aprovechar estos para obtener ya sea alimentos, forraje o material para incorporarlo al suelo y así aumentar la materia orgánica y disminuir la erosión de suelos.

Luego del tiempo de descanso del suelo, se suele realizar el barbecho o labrar 2 a 3 veces utilizando el arado de palo, inmediatamente después de finalizar la estación de lluvias. En caso de volver a cultivar en una parcela que estuvo en descanso, se recomienda realizar una labranza con arado cincel antes de entrar a la época de lluvias y así aumentar la captación de humedad del suelo para la época de siembra.

### 3.2.2 Cultivos intercalados y cultivos mixtos

Los cultivos intercalados y mixtos son métodos de cultivo en los cuales se cultivan otros cultivos en medio de los cultivos principales, es decir se cultivan simultáneamente más de un cultivo en una misma parcela.

#### - Cultivos intercalados

Los cultivos intercalados consisten en métodos en los cuales se cultivan varias especies en franjas alternadas siguiendo la curva de nivel. El ancho de las franjas o hileras se determina considerando el área del terreno, el tipo de cultivo y la facilidad de las labores culturales. Sin embargo, generalmente, el ancho suele ser menor a 5m y las franjas del mismo ancho para cada cultivo, o más ancho para cultivos principales como el maíz y más angosto para cultivos de leguminosas.

#### VENTAJAS DE LOS CULTIVOS INTERCALADOS

- Previene la expansión de plagas y enfermedades, dispersa los daños debido al clima, plagas y enfermedades, dispersa la época de siembra y cosecha de los cultivos.
- Mejoramiento de la dieta alimenticia mediante diversificación de cultivos.
- Posibilita la rotación de cultivos en tierras angostas.

Esta práctica no presenta ningún problema en particular por lo que debería ser ampliamente adoptada considerando las épocas de las actividades agrícolas. Para la selección de los cultivos, se recomienda optar por especies de leguminosas para poder cosechar los frutos en verde y luego incorporarlo al suelo como abono verde y así mejorar la fertilidad del suelo.

Resultados de la investigación en el Estudio de Validación han demostrado que las mejores asociaciones son las siguientes:

Arveja – cebada – haba  
Trigo – tarwi – trigo  
Maíz – tarwi – maíz – arveja  
Cebada – arveja – cebada – tarwi  
Papa – tarwi – papa – arveja



Fotografía 3.2.1 Cultivo intercalado de maíz y tarwi

#### - **Cultivos mixtos**

Los cultivos mixtos consisten en métodos de cultivo en los cuales se cultivan varias especies, tomando como cultivo principal el maíz, la papa u otros y cultivaren medio del mismo otros cultivos ya sea simultáneamente o retrasando la época de siembra. En los cultivos asociados, se utilizan diversas especies entre el cultivo principal, por lo que es posible cosechar todos estos aún en tierras de pequeña extensión.

Los métodos que se practican son: sembrar el cultivo principal en franjas y sembrar al boleto el otro cultivo en medio de estas franjas; o sembrar el cultivo principal en franjas y sembrar otro cultivo en delgadas hileras en medio de estas franjas.

#### **VENTAJAS DE LOS CULTIVOS MIXTOS**

- Aumenta la cobertura de la superficie del suelo protegiendo a este del impacto de las gotas de lluvia.
- Disminuye la velocidad de flujo de la escorrentía contribuyendo a la disminución de la erosión del suelo.
- En cultivos mixtos de maíz con arveja u otros cultivos trepadores, el tallo del maíz cumple la función de tutor.
- A comparación del monocultivo, se pueden producir diversos cultivos al mismo tiempo, contribuyendo al mejoramiento de la dieta y la nutrición de la familia.
- Aunque uno de los cultivos sufra daños debido a fenómenos climáticos anormales, plagas o enfermedades, no todos los cultivos se dañarán y se podrá cosechar el resto.
- Puede controlarse la expansión de plagas, enfermedades y malezas.

En la zona de influencia del Estudio de Validación se practican las siguientes combinaciones de cultivos:

- Papa y amaranto o quinua
- Papa y cucurbitáceas
- Maíz y cucurbitáceas
- Maíz y haba o arveja
- Papa y haba

### 3.2.3 Cobertura del suelo

La cobertura del suelo consiste en cubrir la superficie del suelo, ya sea con cultivos de cobertura, rastrojos de cultivos, pastos o ramas y hojas cortadas, o piedras.

#### **EFFECTOS DE LA COBERTURA VEGETAL**

- Disminuye la erosión eólica e hídrica
- Controla la evaporación de la humedad del suelo
- Controla el aumento de temperatura del suelo

#### **(1) Cultivos de cobertura**

Los cultivos de cobertura se siembran simultáneamente con los cultivos principales o bien después de la cosecha de estos. Sembrando avena o cebada después de la cosecha de la papa o simultáneamente a las labores de cosecha, se logra mantener el suelo cubierto y así disminuir la erosión hídrica o eólica. Además, al cosechar los cultivos de cobertura se puede obtener forraje para el ganado. Por otro lado, los cultivos de cobertura tienen la ventaja de aumentar la materia orgánica del suelo, pero la desventaja de que el ganado puede ingresar a la tierra de cultivo. Si la siembra de estos cultivos se retrasa, puede ocurrir que no se desarrollen debido a la falta de humedad en el suelo.

#### **(2) Mulch**

#### **EFFECTOS DEL MULCH**

- Se protege el suelos del impacto de las gotas de lluvia, y aumenta la infiltración del agua al suelo.
- Disminuye el escurrimiento superficial y disminuye la cantidad de erosión.
- Controla la evaporación de la humedad del suelo y aumenta la capacidad de retención de la misma.
- Mantiene la temperatura del suelo.
- A pesar de que la materia orgánica del mulch tarda bastante tiempo en descomponerse, aumenta el contenido de materia orgánica del suelo.

Consiste en cultivar cultivos cubriendo la superficie del suelo con rastrojos de cultivos o malezas.

Algunos animales domésticos que pastorean, suelen ingresar a las parcelas de cultivo y comen el material de mulch, dañando el terreno. El material de mulch también suele dispersarse por el viento. El mulch tiene la desventaja de que cuando llueve mucho y la humedad es excesiva, puede causar algunos efectos negativos a los cultivos.

En el Estudio de Validación se han realizados investigaciones sobre el mulch por 3 años, empleando como material la paja de trigo y ramas con hojas de los arbustos. Debido al mulch, la humedad del suelo de la capa arable se mantuvo 2% mayor. A pesar de que las diferencias en el rendimiento del cultivo no son muy significativas, se ha observado una ligera tendencia de mejorar el rendimiento en las parcelas con mulch ante la parcela sin mulch, observándose el mayor rendimiento en la parcela de mulch de hojas y ramas, seguida de la parcela de mulch de paja de trigo.



**Fotografía 3.2.1 Cultivo con mulch**

(Derecha: mulch de paja de trigo, izquierda: mulch de hojas y ramas)

### **(3) Mulch de piedra**

En parcelas donde abundan las piedras, estas obstruyen las labores agrícolas. Acomodar estas piedras sobre la superficie del suelo a manera de mulch contribuye a disminuir la erosión del suelo y aumenta la capacidad de retención de la humedad del mismo.

Es bueno aplicar el mulch de paja en los lugares donde se plantan especies forestales o frutales y colocar piedras encima de la paja. También se puede sembrar semillas de pastos en lugar de las especies forestales. Aplicando el mulch de piedra en una parte del terreno, se pueden acomodar y aprovechar las piedras que existen dentro de la parcela, y así aprovechar las tierras degradadas y aumentar la capacidad de retención de la humedad del suelo. Si se cultivan los pastos aplicando el mulch de piedra, los animales no pueden comer las raíces de los mismos, con lo cual contribuye a lograr una recuperación más rápida de la pastura.



**Fotografía 3.2.2 Mulch de piedra**

### **3.2.4 Manejo de la fertilidad**

En Bolivia no se fabrican fertilizantes por lo que todos los fertilizantes químicos que se consumen en el país dependen de la importación o la donación de países extranjeros. El consumo de fertilizantes químicos es muy reducido, siendo la dosis de aplicación por hectárea también muy reducida (3.4kg/ha), lo cual representa de 1.5 a 6% de los países vecinos y el 3% del promedio mundial.

### SITUACIÓN DEL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS

- Sin experiencia de uso de fertilizantes químicos: 41%
- Aplica de vez en cuando: 25%
- Aplica todos los años: 34%
  
- Cultivo al que aplica fertilizantes: papa y muy rara vez maíz
- Tipo de fertilizante: urea (46-0-0)  
fosfato diamónico (DAP, 18-46-0)

Los principales fertilizantes orgánicos que se utilizan son el estiércol ovino, caprino y vacuno. El estiércol de gallina es el que tiene mayor contenido de nutrientes, especialmente de fósforo, sin embargo no es utilizado en la zona debido a que es difícil la obtención.

El compost no está difundido en la zona debido a la dificultad para conseguir el material para su elaboración.

Como se mencionó anteriormente, el estiércol de los animales es utilizado tal como se extrae, ya sea de los corrales itinerantes o de corrales fijos. La aplicación del compost de calidad que se obtiene mediante el apilado y fermentación no está difundido. La dosis de aplicación del estiércol de animales es muy reducida, siendo de 3 a 5t/ha lo cual no alcanza para mantener la fertilidad del suelo.

#### 3.2.5 Labranza

Se ara la tierra para crear un medio adecuado para la germinación de la semilla y garantizar un buen desarrollo en la etapa inicial de crecimiento del cultivo. Mediante la labranza con el arado se rompen las costras y las capas impermeables del suelo dejando más blando temporalmente, mejora la infiltración y la aireación lo cual tiene efectos en la ampliación del área de distribución radicular. A pesar de estos efectos, la arada no tiene la función de formar agregados o de mejorar la estructura del suelo.

Para mezclar muy bien el suelo con el fertilizante aplicado en la superficie del mismo, y convertir el suelo en partículas más pequeñas, se emplea el arado rotativo. Para mezclar el suelo con materia orgánica es necesario voltear el suelo, para lo cual se emplea el arado reversible. Para las labores a tracción animal, se emplea principalmente el arado.

En la zona de influencia del Estudio de Validación, los pequeños productores emplean principalmente el arado de palo a tracción animal para las labores de labranza y preparación del terreno. En terrenos de poca pendiente y no pedregosos se alquilan tractores que realizan la labranza.

Aunque la labranza se realice con tractores, la siembra se la realiza de manera tradicional empleando el arado de palo.

En terrenos recién desmontados o en descanso, se realiza la labranza primaria desde mediados de febrero (cerca del final de la época de lluvias) hasta mayo y la preparación del terreno entre septiembre y noviembre. En terrenos de cultivo, las labores de labranza se realizan entre septiembre y noviembre.

Cuando los suelos son muy compactos y tienen poca humedad, son muy duros y la labranza se dificulta mucho, por eso generalmente, se realiza luego de las primeras lluvias.

A continuación se presentan los métodos de labranza con arado cincel y la siembra directa como métodos para la prevención y disminución de la erosión de suelos.

#### (1) Arado cincel

La labranza con cincel es recomendada para zonas como la zona de influencia del Estudio de Validación, con pocas precipitaciones y suelos muy secos. Por la topografía de la zona, no puede emplearse la tracción mecánica por lo que se sugiere la tracción animal.

La fotografía 3.2.3 muestra el arado cincel a tracción animal desarrollado por la INIFAP (México) en base a resultados de investigación, este arado es tirado por una yunta de bueyes y realiza la labranza vertical. El arado cincel tiene una estructura metálica simple, la hoja metálica del extremo es de metal reforzado que permite romper fácilmente los suelos duros. Para formar surcos profundos, es bueno emplearlo en época de poca humedad del suelo. Antes de entrar a la época de lluvias, cuando la humedad del suelo aún es reducida, se debe tratar de arar siguiendo la curva de nivel con 15cm de profundidad y 30cm de distancia entre surcos. De esta manera, es posible captar y hacer infiltrar al suelo una mayor cantidad de agua de lluvia a inicios de la época lluviosa, lo que contribuye a mantener la humedad del suelo y disminuir la erosión. Las labores agrícolas después de la labranza con cincel como la preparación del suelo y la siembra, se realizan de manera tradicional con el arado de palo. En tierras donde se ha realizado la labranza con el arado cincel, es

posible omitir la labor de preparación del terreno con el arado de palo en la época de siembra.

En la zona de influencia del Estudio de Validación se realizaron trabajos de investigación comparativa de la labranza con arado cincel, la siembra directa y la labranza con arado de palo. Los resultados indican que realizando una labranza con arado cincel a tracción animal antes del inicio de la época de lluvias, la humedad del suelo en la época de siembra es 2% mayor, lo cual mejora la germinación y el desarrollo del cultivo en la etapa inicial de crecimiento. El rendimiento del maíz y del trigo tuvo un incremento de 30 a 40% en comparación a la parcela de preparación del suelo y siembra con arado de palo. Realizando la labranza con el arado cincel se mejoraron las condiciones del suelo para la época de siembra, y en comparación a la parcela del arado de palo el desarrollo del cultivo fue mejor ya que en la etapa inicial el desarrollo fue muy bueno, lo cual contribuyó al aumento del rendimiento. Cabe enfatizar que en la parcela donde se realizó la labranza con el arado cincel, la siembra fue realizada de manera tradicional empleando el arado de palo.

## **(2) Siembra directa**

La siembra directa es un método de cultivo con muchas ventajas para la prevención de la erosión del suelo, siembra en época propicia y economizar energía; por eso está muy difundida en zonas de agricultura extensiva y mecanizada como los Estados Unidos y Brasil. Muchas tierras de cultivos en Brasil tienen pendientes por lo que son vulnerables a la erosión de suelos en época de lluvias; además, después de las lluvias no se pueden realizar trabajos con tractor lo que hace que se pueda sembrar en época propicia. En zonas como esta, es posible sembrar en época adecuada y simultáneamente disminuir hasta en un 10% la erosión que ocurre con el método tradicional de cultivo mediante la introducción de la siembra directa, que emplea sembradoras y fertilizadoras especializadas para ello. En muchos casos el nivel de rendimiento no varía, pero en otros, hay un mayor rendimiento.

La siembra directa es un método de cultivo en el cual, luego de la cosecha de un cultivo, se dejan sus rastrojos en la parcela y se realiza la siguiente siembra sin ninguna labranza. El método de siembra directa que se practica en Brasil, consiste en controlar con herbicidas las malezas que emergieron luego de la cosecha del cultivo anterior, luego cavar surcos de pocos centímetros de profundidad y realizar la fertilización y la siembra de manera simultánea empleando maquinaria especializada. Mayormente el cultivo de verano es la soja o el maíz, y el de invierno, el trigo.

### **VENTAJAS DE LA SIEMBRA DIRECTA**

- Prevención y disminución de la erosión del suelo
- Disminución de los días de trabajo y los costos de producción
- Posibilita realizar la siembra en época propicia
- Mejoramiento de las características físicas del suelo mediante el aumento de la materia orgánica en el suelo
- Mejoramiento de la estructura del suelo mediante el aumento de la microfauna del suelo, como lombrices

### **DESVENTAJAS DE LA SIEMBRA DIRECTA**

- Germinación no uniforme, disminución del número de plantas
- Producción de daños debido al exceso de humedad en la superficie del suelo
- Competencia del cultivo con la maleza
- Endurecimiento de la capa superficial del suelo
- Altos costos directos en agroquímicos

A pesar de que en la siembra directa ocurre una mayor compactación de la capa arable, se forman porosidades grandes a los lados de las grietas que se producen en la superficie, además se promueve el desarrollo vertical (hacia abajo) de las raíces. Hay un aumento de la microfauna (ácaros y lombrices) en la capa superficial, se promueve la formación de agregados y simultáneamente la microflora se transforma. Disminuye la evaporación de la humedad en la capa superficial del suelo, aumenta la humedad que sube desde las capas inferiores por las capilaridades, aumenta la humedad en la capa arable, lo cual influye positivamente en la germinación y desarrollo del cultivo.



**Fotografía 3.2.3 Arado cincel a tracción animal**



**Fotografía 3.2.4 Sembradora directa a tracción animal**



**Fotografía 3.2.5 Arado de palo a tracción animal**



**Fotografía 3.2.6 Matraca**



**Fotografía 3.2.7 Siembra con arado de palo a tracción animal**

En zonas de agricultura en pequeña escala, como la zona de influencia del Estudio de Validación, es posible realizar la siembra directa empleando una sembradora directa a tracción animal como la que se muestra en la fotografía 3.2.4. Esta sembradora directa fue desarrollada conjuntamente con CIFEMA de Cochabamba (Bolivia). En el extremo tiene una hoja metálica para realizar la labranza con cincel, y un disco giratorio con un orificio en la parte inferior del tubo para introducir las semillas. Con las uñas del arado cincel se van abriendo delgados surcos y simultáneamente sembrando. Con esta sembradora es posible sembrar semillas de tamaño uniforme como ser maíz, trigo, arveja, tarwi y otros. Empleando discos con diferentes tamaños de orificio y a diferente distancia, se puede regular el gasto de semillas y la distancia de siembra.

Empleando la fertilizadora y la sembradora manual llamada "matraca" (fotografía 3.2.5), puede realizarse la fertilización y la siembra simultáneamente. La matraca posibilita la fertilización y la siembra en terrenos con pendiente donde no se puede trabajar con animales. Debido a que el trabajo es completamente manual, la distancia y profundidad de siembra pueden regularse.

Los problemas para la introducción de la siembra directa a la zona de los valles interandinos donde las fuentes de materia orgánica son escasas son: En la mayoría de los casos, no se pueden dejar los rastrojos en el terreno de cultivo ya que estos son una importante fuente de alimentación de los animales domésticos, requiere una inversión para la adquisición de la sembradora para siembra directa, se debe resolver el problema de control de malezas. Las dosis de agroquímicos que se emplean en la zona de influencia del Estudio de Validación son muy reducidas, por lo que el uso de herbicidas no es una alternativa viable. Por otro lado, también debe considerarse que tardan varios años hasta que el rendimiento se estabilice en la siembra directa. Lo ideal es realizar una labranza con arado una vez cada algunos años. Teniendo en cuenta que en el sistema de rotación de cultivos se cultiva la papa una vez en varios años, se puede aprovechar tomando como cabecera el cultivo de la papa para labrar el suelo con arado de palo.

### 3.2.6 Métodos de cultivo de especies principales.

Los cultivos principales que se producen en la zona de influencia del Estudio de Validación son el maíz, la papa y el trigo. A continuación se explicarán los métodos de cultivo de estas especies..

#### (1) Método de cultivo de la papa

La papa es el cultivo de mayor importancia para el autoconsumo y también para la comercialización, y es cultivado en el primer año de la rotación. En Bolivia es un cultivo casi 100% para el autoconsumo.

##### 1) Variedades

Los agricultores siembran 2 a 3 variedades diferentes para evitar los daños, ya sea de plagas, enfermedades o climas adversos. Las características de las variedades más importantes son como se describen a continuación.

- **Sani:** Alta resistencia al frío, adecuada para zonas de mucha altitud y latitudes frías. Su ciclo es un poco largo (de 5 a 6 meses). El tallo sobre la superficie es erecto, los tubérculos redondos, de pulpa blanca, la cáscara de color café con machas moradas o púrpuras. Tiene excelentes características culinarias, es feculento, adecuada para sopas. Es de buena calidad y el precio en los mercados es alto.
- **Malcachu:** Variedad de desarrollo tardío, ciclo largo (de 5 a 7 meses) por lo que es necesario sembrarlo temprano. La forma de la planta es del tipo erecto, los tubérculos son como la oca (delgados, alargados y elípticos), la pulpa es de color crema. Durante el periodo de almacenamiento el tubérculo muy difícilmente se pudre por lo que es adecuado para conservarlo durante periodos largos. Tiene excelentes características culinarias, no se deshace al cocer.
- **Wayc'u:** Tubérculos en forma elíptica, su ciclo es un poco largo (de 5 a 6 meses). Bastante resistente a la sequedad y las enfermedades, produce muchos tubérculos por planta pudiendo alcanzar los 40. Tiene excelentes características culinarias, el tiempo de cocción es corto (unos 10 minutos). En el idioma quechua "Wayc'u" significa que se puede cocinar con cáscara.
- **Desiree:** Variedad de desarrollo precoz introducida de Holanda, Ciclo corto (100 días). Tubérculo grande, cáscara de color rojo, pulpa amarilla, no es feculento por lo que es adecuado para papas fritas. Adecuado para terrenos fértiles, responde muy bien a los fertilizantes químicos.

La mayoría de las semillas de papa son de producción propia y la proporción del uso de semillas compradas es menor al 30%. Debido a esto la calidad de muchos se ha degradado debido a plagas y enfermedades, lo cual está influyendo mucho en la productividad. Lo ideal es renovar las semillas por lo menos una vez en varios años comprando semillas saludables.

## 2) Preparación del suelo

Las labores de preparación del suelo consisten en pasar 2 ó 3 veces con el arado de palo. Simultáneamente a la preparación del suelo se realiza el manejo de las malezas. En terrenos en descanso donde la maleza ha proliferado y alcanzado más de 50cm, se pasa con el arado de palo luego de haber eliminado todas las plantas utilizando picotas. Mayormente la papa se cultiva en terrenos en descanso, por lo que es necesario realizar una preparación del suelo más cuidadosa a comparación de otros cultivos.

Cuando se cultiva en terrenos en descanso, se realiza una labranza primaria entre febrero (cerca del final de la época de lluvias) hasta mayo, para que al inicio de la estación de lluvias mayor cantidad de agua se infiltre en el suelo. La preparación del suelo se realiza entre septiembre y noviembre.

La labranza mediante el arado de palo, consiste en realizar una labranza primaria la primera vez, luego realizar 2 a 3 pasadas más, cambiando la dirección de manera que sea diametral a la primera pasada. El ancho y profundidad de la labranza dependen de la textura del suelo, la cantidad de piedras y la humedad. Sin embargo generalmente, la primera pasada es de 30 a 40cm de ancho y menos de 10cm de profundidad; la segunda pasada es de 30cm de ancho y 10 a 15cm de profundidad; la tercera pasada es de 30cm de ancho y más de 15cm de profundidad. Para pasar 3 veces con arado de palo se necesita 12 jornales/ha (6 a 7 horas diarias) ó 3 a 4 horas de trabajo de tractor de 80HPs.

Lo ideal para terrenos recién desmontados es realizar unas 4 pasadas. En este caso el ancho debe ser de 30cm y de 15 a 20cm de profundidad.

## 3) Fertilización

En el cultivo de la papa, la mayoría de los agricultores aplica materia orgánica y fertilizantes químicos. La materia orgánica que se emplea es principalmente estiércol ovino o caprino, y la dosis varía según el número de cabezas que cría el agricultor, pero está entre 2 a 5t/ha. Generalmente, el estiércol es aplicado tal cual lo extraen de los corrales y muy raras veces se lo apila y fermenta para elaborar compost de buena calidad.

Para la fertilización, casi el 30% de los agricultores utiliza solamente estiércol de animales y el restante 70% utiliza ambos, estiércol y fertilizantes químicos. Los fertilizantes químicos son de dos tipos: urea y fosfato diamónico. La dosis que emplean son de 50 a 60Kg/ha y 180 a 230Kg/ha respectivamente. Al margen de estos fertilizantes, muy rara vez se utiliza fertilizante compuesto (15-15-15) que incluye potasio.

Para incorporar el estiércol al suelo en un terreno en descanso donde se piensa sembrar papa, algunos emplean el método denominado "majada". Este método consiste en atar en una estaca dentro del terreno vacas o burros para reunir sus excrementos directamente en el mismo terreno. Los animales se dejan atados por varias semanas en el terreno, tiempo en el cual los animales pisotean el suelo y compactan el mismo. Por otro lado, existe otro método que consiste en construir corrales itinerantes con ramas de especies espinosas, instalarlo en el terreno, por la noche meter ahí los animales que regresan del pastoreo, y reunir así sus excrementos. El corral es trasladado después de algunos días o una semana de manera que se llegue a cubrir toda la superficie del terreno. Con este método hay una gran pérdida de nutrientes ya que el estiércol es dejado por mucho tiempo, pero se considera que tiene buenos efectos en cuanto a aporte de materia orgánica.

Para definir la cantidad de fertilización es necesario realizar un balance de los nutrientes. Para esto puede tomarse como referencia los parámetros del cuadro 3.1.7.

**Cuadro 3.1.7 Nutrientes en el cultivo de la papa**

		Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Cantidad de nutrientes que absorbe el cultivo cuando el rendimiento de tubérculos es de 10t/ha	(Kg/ha)	50	20	70
Cantidad de nutrientes contenido en 5t de estiércol ovino	(Kg)	26	4	33
Porcentaje de uso de nutrientes del estiércol ovino	(%)	20-50	50	90
Porcentaje de uso de elementos del fertilizante químico	(%)	50	20	90

## 4) Plantación

Las labores de plantación consisten en abrir surcos de unos 15cm de profundidad con el arado de palo, sembrar los tubérculos semillas de papa (30 a 40cm de distancia de siembra) sobre el fertilizante (materia orgánica y fertilizante químico) derramado en el surco, cubrir con tierra empleando nuevamente el arado de palo. La distancia de siembra varía según la variedad, sin embargo por lo general, la distancia entre surcos es de 50 a 70cm, la distancia entre plantas es de 35cm y la densidad de siembra es de 40,000 a 50,000 plantas por hectárea. La época de plantación es mayormente entre octubre y noviembre, pero dependerá de las lluvias. En zonas con riego la siembra se realiza en septiembre. La cantidad de semillas que se emplea es de unos 1000Kg/ha. Las labores culturales luego de la siembra consisten en 2 pasadas intermedias con el arado de palo.

## 5) Conservación o almacenamiento

El método de conservación de la papa más difundido, ya sea para semilla o para consumo, consiste en mantenerlo enterrado dentro del suelo. También suele conservarse dentro de un cerco elíptico de 1m de diámetro, construido con cañahuecas y llamado "pirhua". Por otra parte, algunos emplean el método de conservar en bolsas.

Las mayores pérdidas de la papa que se producen en la etapa de conservación se deben a la Polilla (*Phthrimaca operculella*), seguida del Gorgojo (*Rhigopsidius tucumanus*). Los tubérculos que han sido dañados por la polilla no pueden ser utilizados como semilla, y tampoco para consume ya que adquiere un sabor amargo. Las pérdidas en la etapa de conservación alcanzan de 30 a 50%.

Más del 80% de los agricultores, antes de almacenar la papa realizan la selección de los tubérculos dañados luego de la cosecha o de los que hayan sido infectados por plagas o enfermedades.

Dependiendo del tamaño del tubérculo lo clasifican en 3 clases. Los que tiene diámetro mayor a 5cm lo destinan a la venta o el autoconsumo, los de 3 a 5cm de diámetro para semilla, y los de 1 a 3cm para autoconsumo o semilla.

## (2) Método de cultivo del maíz

El maíz, generalmente es cultivado luego de la papa dentro del sistema de rotación. También en muchos casos es cultivado en terrenos circundantes a la vivienda fertilizando con estiércol de gallina. En Bolivia, el maíz es un producto de exportación.

### 1) Variedades

Las características de las variedades más importantes son como se describen a continuación:

- **Maíz criollo amarillo:** Granos de color amarillo, materia prima de la chicha (bebida alcohólica muy gustada por todos los agricultores), también empleado como forraje para los animales, para consumo humano y la elaboración de harina. El periodo de desarrollo es intermedio (de 4 a 5 meses). La altura de la planta es media, el tamaño de la mazorca y los granos es mediano. El precio en los mercados es 30% más barato que la variedad de grano blanco.
- **Maíz criollo blanco:** Variedad de desarrollo tardío en comparación a la variedad de grano amarillo, el periodo de desarrollo es de 6 a 7 meses, la planta es bastante alta y su tallo robusto. Adecuado para el consumo (solamente cocido en agua con sal), y empleado para la preparación de diversas comidas. La 雌穗 es grande, a veces se puede cosechar 2 por planta. Los granos son de color blanco, grandes, excelente para la elaboración de harina. Durante el almacenamiento suele ser atacada por la polilla. Adecuada para suelos fértiles y húmedos.

### 2) Preparación del suelo

En el cultivo del maíz, las labores de labranza antes de la siembra son más simples a comparación de la papa. La preparación del suelo se realiza una semana antes de la siembra. A diferencia de la papa, por lo general, la labranza para el maíz consiste en una sola pasada con el arado de palo. La labranza se la realiza en dirección de la pendiente o diagonal a ella. En la siembra se da una pasada con el arado de palo siguiendo la curva de nivel. El ancho para la labranza es de 25 a 30cm, y la profundidad de unos 15cm. Para la preparación del suelo se necesitan de 4 a 8 jornales/ha, varía según el nivel de humedad del suelo y la cantidad de malezas. Especialmente cuando hay mucha incidencia de malezas de tipo gramíneo, el rendimiento de trabajo se reduce. Muchos agricultores no realizan la preparación del suelo, y simplemente, luego de la cosecha de la papa, abren surcos con el arado de palo y siembran el maíz.

### 3) Fertilización

El maíz, por lo general es cultivado sin fertilización. Es cultivado en cultivos repetidos o continuos, en terrenos circundantes a la vivienda, aplicando estiércol de gallina o realizando la majada. Cuando se cultiva repetidamente el maíz, generalmente se lo asocia con especies leguminosas, como ser el haba, se lo cultiva en franjas y todos los años se va cambiando la ubicación para así evitar los daños debido a la repetición del cultivo. Cuando la época de lluvias se inicia tarde y se retrasan las labores de siembra, algunos agricultores aplican fertilizantes químicos para promover el desarrollo del cultivo en la etapa inicial.

### 4) Siembra

La semilla que emplean es de producción propia. Luego de la cosecha o antes de la siembra, seleccionan las mazorcas con granos grandes, maduros y que no estén infectados por insectos.

La labor de siembra consiste en abrir primeramente los surcos con el arado de palo y luego sembrar las semillas de manera puntual. La profundidad promedio de los surcos es de 13cm, el ancho de los camellones de 50 a 60cm, la distancia entre plantas de 15 a 18cm, y se siembran 1 a 2 semillas por punto.

Luego de haber sembrado las semillas se cubren con tierra utilizando el arado de palo. El espesor de la cubierta de tierra varía según la humedad del suelo, pero por lo general es de 8 a 15cm, en promedio 12 cm, pero la tendencia es de sembrar en profundidad. La cantidad de semilla que se utiliza es de 25 a 45Kg/ha. Los jornales que se necesitan para las labores de siembra son 4 jornales/ha.

### 5) Labores culturales

Para evitar el exceso de humedad en la época de lluvias se realiza la labor de aporque empleando el arado del palo. Al margen del deshierbe, esta labor tiene efectos de fortalecer el crecimiento de las raíces irregulares debido al camellón y prevenir que las plantas se tumben. Debido a que el crecimiento del maíz es rápido, se limita el desarrollo de la maleza.

### (3) Método de cultivo del maíz

El trigo es cultivado mayormente en el tercer año del ciclo de rotación. En Bolivia, la cantidad de importación de trigo es mucho mayor a la cantidad de producción.

#### 1) Variedades

Toda la semilla que se utiliza es producción propia. Al igual que la papa y el maíz, los agricultores suelen cultivar varias especies en distintas épocas.

Las características de las variedades más importantes son como se describen a continuación:

- **Redención:** De granos un poco grandes, un poco opacos, variedad de desarrollo precoz con 4 a 5 meses de periodo de desarrollo, adecuado para climas fríos. La espiga tiene pelos y es una variedad fácil de trillar.
- **Guenda:** A comparación de la variedad Redención es de desarrollo precoz, siendo su periodo de desarrollo de unos 110 días, se adapta a una amplia gama de climas que va desde frígido a templado. Los granos son un poco opacos, y tiene pelos. Es una variedad de alto rendimiento. En suelos fértiles se puede obtener 4t/ha, y en suelos normales 1.5t/ha.
- **Chajilla:** En comparación a la variedad Redención, los granos son más pequeños y el periodo de desarrollo es largo (unos 6 meses). Es una variedad de bajo rendimiento.
- **Charcas:** Variedad desarrolla por el Proyecto PROTRIGO, las características de forma son similares a la variedad Guenda.

#### 2) Preparación del suelo

La mayoría de los agricultores realizan la preparación del suelo antes de la siembra. La época de preparación del suelo es variada y va desde 1 mes antes hasta 1 día antes de la siembra. Para la preparación del suelo, se da solamente una pasada con el arado de palo con 30cm de distancia entre surcos y de 12 a 20cm de profundidad.

#### 3) Siembra

La siembra del trigo es realizada entre mediados de noviembre hasta mediados de diciembre. Cuando el inicio de las lluvias se retrasa, suele realizarse a mediados de enero.

El método de siembra consiste en establecer divisiones bastante anchas llamadas "melgas" abriendo con el arado de palo surcos de 90 a 150cm distancia y bolear la semilla. Luego, se pasa nuevamente con el arado de palo el lugar donde se esparció la semilla para mezclarla y cubrirla con el suelo. El espesor de la capa de tierra es de 8 a 15cm y generalmente se siembra a profundidad. Lo ideal es modificar la profundidad de siembra dependiendo de la humedad del suelo. Si se siembra en época de poca humedad se tendrá mejor germinación y mejor desarrollo en la etapa inicial si se siembra a profundidad. En caso de emplear tractor, el ancho de las melgas debe ser de 100 a 120cm. Los jornales necesarios para la siembra, en caso de siembra con arado de palo a tracción animal son de 8 jornales/ha; para tractor con arado de disco es de 4 horas/ha, y para tractor con grada de dientes es de 3 horas/ha.

La cantidad de semillas que se utiliza en la siembra con tracción animal es de 80 a 90kg/ha, con tractor se siembra 110kg/ha ya que la profundidad de la capa de tierra que cubre la semilla no es uniforme y hace que disminuya la germinación. Cuando se emplea el arado de palo o de disco para cubrir las semillas es difícil lograr que el grosor de la capa sea uniforme, por lo tanto es necesario cubrir manualmente las semillas que aún quedan en la superficie empleando picotas u otras herramientas. El grosor de la capa de tierra es en promedio de 8cm para la tracción animal, y para el caso de emplear tractor es muy variable pudiendo ser de 5 a 20cm, en promedio de 10cm.

## **CAPÍTULO 4**

### **CONSERVACIÓN DE BOSQUES Y SU TECNOLOGÍA**

## Capítulo 4 Conservación de bosques y su tecnología

### 4.1 Adopción de prácticas forestales

Tal como se describe en el capítulo 1 de este Manual, la vegetación en zona de los valles interandinos se encuentra muy degradada debido a diversas causas y esto está provocando efectos directos e indirectos al medio ambiente y a la vida cotidiana de los agricultores de la zona. Al margen de esta situación, las inadecuadas prácticas agrícolas y el pastoreo de los animales domésticos que se llevan a cabo de manera tradicional, aumentan la carga sobre el medio ambiente y se teme que la degradación de suelos avance aún más.

Debido a las actividades cotidianas de los agricultores de la zona, como ser la obtención de leña y la crianza de animales sobre la base del pastoreo, el aprovechamiento de los recursos naturales está en aumento; sin embargo, el problema radica en que los agricultores no realizan nuevas plantaciones o siembran pastos para compensar el consumo.

Si se considera que el consumo de leña a futuro seguirá aumentando en esta zona, resulta urgente conservar los recursos forestales existentes, planificar y ejecutar un plan para aumentar este recurso.

En el presente capítulo se describen las prácticas y los procedimientos necesarios para lograr mejorar a futuro la vegetación de la zona de los valles interandinos. En general, el objetivo principal de la forestación es la obtención de productos como la madera y otros; sin embargo, también cumple funciones medioambientales de alto valor como ser la conservación de agua, prevención de deslizamientos del suelo, amortiguación de los cambios de temperatura del suelo y otros. Especialmente en zonas semiáridas, los árboles no son aprovechados solamente para la obtención de madera, sino que también tienen un alto potencial para la recuperación de los bosques o la agroforestería. Estas prácticas pueden ser fácilmente adoptadas por los agricultores de la zona y se considera que la ejecución sostenible de este tipo de prácticas conjuntamente con las prácticas agronómicas y obras físicas para la conservación de suelos podrían contribuir a mejorar la productividad agrícola mediante la prevención de la erosión y el mejoramiento de la fertilidad del suelo.



## 4.2 Objetivo de las plantaciones útiles dentro del desarrollo rural

El objetivo principal del Estudio de Validación ejecutado por la J-GREEN (conocido como "Proyecto JALDA"), es el establecimiento de una "Metodología de desarrollo agrícola y rural sostenible basado en la conservación de suelos y aguas", y fue ejecutado sobre la base de 2 enfoques principales: 1) Validar y establecer una metodología para lograr la participación activa de los campesinos, y 2) Validar y establecer las prácticas que contribuyan al aumento de la productividad agrícola.

Debido a que dentro del proceso de desarrollo agrícola, las actividades forestales no tienen una relación directa con la producción agrícola y considerando además que los ciclos de producción de ambos son complemente diferentes, las actividades forestales resultaban un poco ajenas dentro del componente agrícola del Proyecto JALDA. Frecuentemente, la única razón que justificaba estas actividades dentro del Proyecto, era la escasez de los recursos arbóreos de la zona. Esto generó la necesidad de establecer un objetivo mucho más claro de las actividades forestales en el contexto del Proyecto.

Todas las prácticas forestales promovidas en el marco del Proyecto JALDA tienen como objetivo validar y establecer las prácticas que contribuyan a la prevención de la erosión de suelos y al desarrollo rural. Considerando la situación del área rural en esta zona, se sugieren las siguientes 4 alternativas forestales para lograr en la zona el objetivo principal planteado.

1) Necesidad de asegurar la disponibilidad de leña -Implantación de bosques con fines energéticos-.

2) Medidas para la generación de ingresos -Implementación de bosques para la producción maderera-.

3) Efectos conservacionistas -Implantación de bosques para la conservación ambiental-

4) Implementación de sistemas agroforestales.

### 4.2.1 Necesidad de asegurar la disponibilidad de leña -Implantación de bosques con fines energéticos-.

#### 1) Situación del combustible leña

En los últimos años, los medios de transporte en áreas rurales, en especial los servicios regulares de ómnibus se han desarrollado bastante. Esto ha posibilitado el traslado (entre muchas otras cosas) del gas licuado. Sin embargo, el uso de esta fuente energética está limitada a familias que cuentan con recursos económicos para su adquisición. Debido a esto, se puede decir que el porcentaje de difusión del gas licuado en áreas rurales es casi nulo. Por tanto, el principal combustible empleado en áreas rurales, aun en esos días, sigue siendo la leña.



Los recursos forestales en la zona rural se encuentran desde ya bastante degradados hasta el punto en que actualmente es muy difícil conseguir en la zona la cantidad suficiente de leña. A parte de que se hace muy frecuente el uso de ramas y raíces de árboles secos, los lugares de recojo de leña se hacen cada vez lejanos, y en las familias de personas que migran a trabajar se hace cada vez más frecuente recurrir a la compra de leña en otras zonas. Si esta situación continúa, existe el riesgo de afectar a la subsistencia de los pobladores de la zona.

Para garantizar la disponibilidad de leña hace falta, por una parte, a) medidas que contribuyan a economizar el uso de leña, y por la otra, b) medidas que conduzcan a producir más leña. A fin de economizar el consumo de la leña se debe: 1) implementar prácticas que reduzcan el consumo de leña sobre la base de la difusión del uso de energía alternativa como ser el gas licuado (también incluye uso de fogones mejorados, energía solar y otros), y 2) limitar el consumo mediante leyes y reglamentos. Para la producción de leña, se deben realizar las plantaciones y así, aumentar la disponibilidad de la leña.



Debido a la degradación de la vegetación, hoy en día, la capacidad de regeneración, es decir, el aumento de la misma de manera natural, está por debajo de la cantidad de consumo. Por esta razón, implementar bosques energéticos mediante la reforestación, contribuye no solamente a garantizar la subsistencia de los pobladores del campo, sino también contribuye de gran manera a la prevención de la erosión de suelos ya que el suelo quedará cubierto de vegetación.

## 2) Consumo de leña en una comunidad

Tomando el ejemplo de una comunidad, tenemos que la cantidad promedio de consumo de leña por semana de una familia (de 5 miembros) es aproximadamente de 106Kg. Sobre la base de este valor, podemos estimar que la cantidad promedio de consumo de leña por año es de aproximadamente 11m<sup>3</sup>. Si una comunidad con una población de aproximadamente 800 familias (unas 4000 personas) consume esta cantidad promedio, se necesitarán 8,800m<sup>3</sup> de leña por año para satisfacer su consumo. Esto equivale a 132, 000 plantas de eucalipto, lo cual significa que cada año se necesitarán 120ha de bosque reforestada (1100 plantas / ha de densidad) para satisfacer el consumo de leña que tiene solamente esta comunidad.

En esta comunidad no solamente se están agotando los árboles de portes alto y medio, sino también los arbustos bajos. Por eso, recurren a extracción de las raíces secas de los árboles y a la compra de leña de otras zonas para satisfacer sus necesidades, lo cual conlleva el riesgo de empeorar aún más la situación. Por otra parte, las plantaciones realizadas por el hombre en esta comunidad se limitan a 80-100ha de eucaliptos que fueron implementados en el pasado por la ex-CORDECH (actual Prefectura), cantidad insuficiente para el requerimiento de la zona, según los cálculos realizados. El crecimiento demográfico en esta comunidad es de 1.2-0.2% anual; a pesar de que esto representa una disminución de la población, si la situación actual continuase, los pobladores seguramente tendrán que trasladarse cada vez más lejos para recolectar leña o deberán comprarla de lugares cada vez más alejados. Debido a esta situación, la implementación de bosques energéticos es una tarea urgente para el área rural. Es necesario reforestar para aumentar la disponibilidad de los recursos vegetales.



*Figura izquierda*  
Las ramas de los pinos implantados son excelentes materiales para combustible que puede ser aprovechado durante el desarrollo de la especie.



*Figura derecha*  
Actualmente, los pobladores de la zona deben caminar 1.5 horas (solo de ida) hasta el fondo de los valles para recoger leña.

### 4.2.2 Medidas para la generación de ingresos - Implantación de bosques de producción maderera-

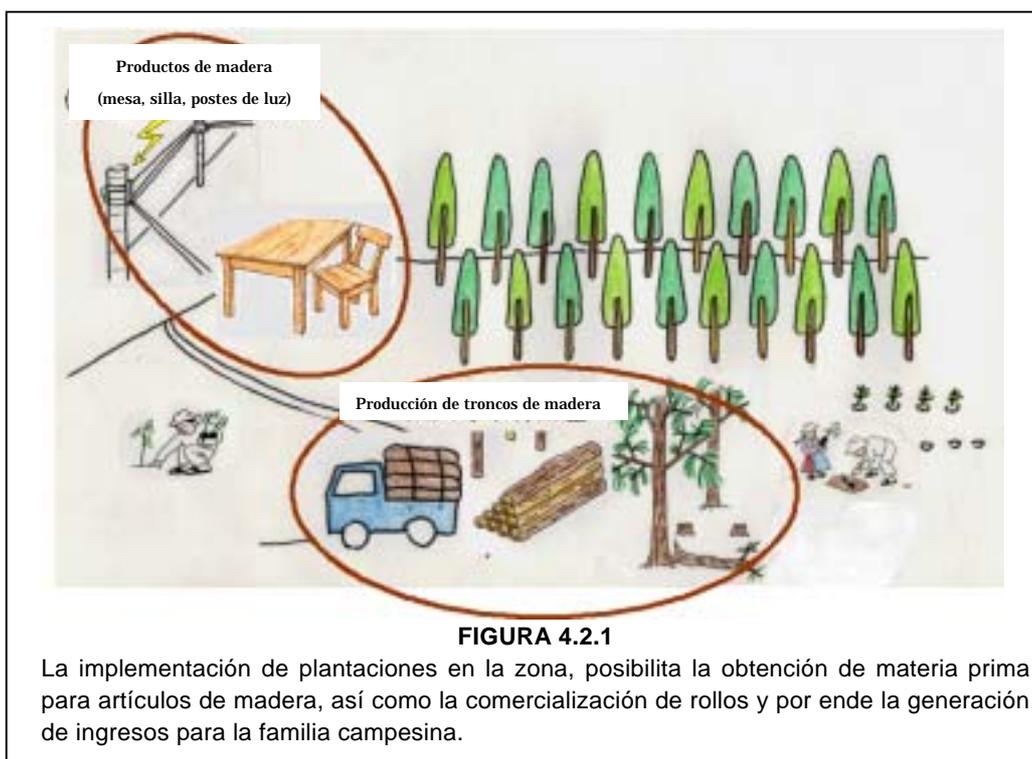
Debido al cambio originado en la vestimenta de los pobladores del campo (por cambios culturales), así como la necesidad de adquirir los artículos que ellos mismos no pueden producir, ha aumentado considerablemente la necesidad de contar con dinero en efectivo dentro de la vida cotidiana en el campo. Por esta razón, en el marco de la planificación de actividades de desarrollo rural, no solamente se deben considerar las actividades que mejoren los componentes agrícola, pecuaria y forestal, sino también se deberá considerar la parte económica, para así poder mejorar la calidad de vida de los pobladores.

Debido a la deforestación que se produjo en el pasado en la zona de los valles interandinos, zona donde se implementa el Proyecto JALDA, se agotaron todos los recursos forestales que se podrían aprovechar para la producción de madera, lo cual obliga actualmente a abastecerse de maderas de otros departamentos. Esto se refiere principalmente a especies nativas de buena calidad maderera; sin embargo, para material de calidad inferior se aprovecha el pino y el eucalipto de las plantaciones realizadas en el pasado en esta zona.

En el área rural de esta zona, al margen de los terrenos para la producción agrícola, hay excedentes de tierras con aptitud forestal que podrían ser aprovechadas para realizar la reforestación. Producir madera en esta zona, posibilitará el suministro de madera a zonas aledañas. Producir madera en áreas rurales resulta mucho más ventajosa que introducir desde departamentos vecinos debido principalmente a las distancias, por lo que se estima que esta actividad crecerá en el futuro.

Existen ejemplos concretos de propietarios de bosque reforestados que han comercializado sus árboles para postes de electrificación rural, postes para cercos de protección y así han logrado obtener ingresos. Otro ejemplo, son las zonas de pequeños productores forestales que existen en las cercanías de la ciudad de Sucre (Bolivia) y comercializan los rollos enteros.

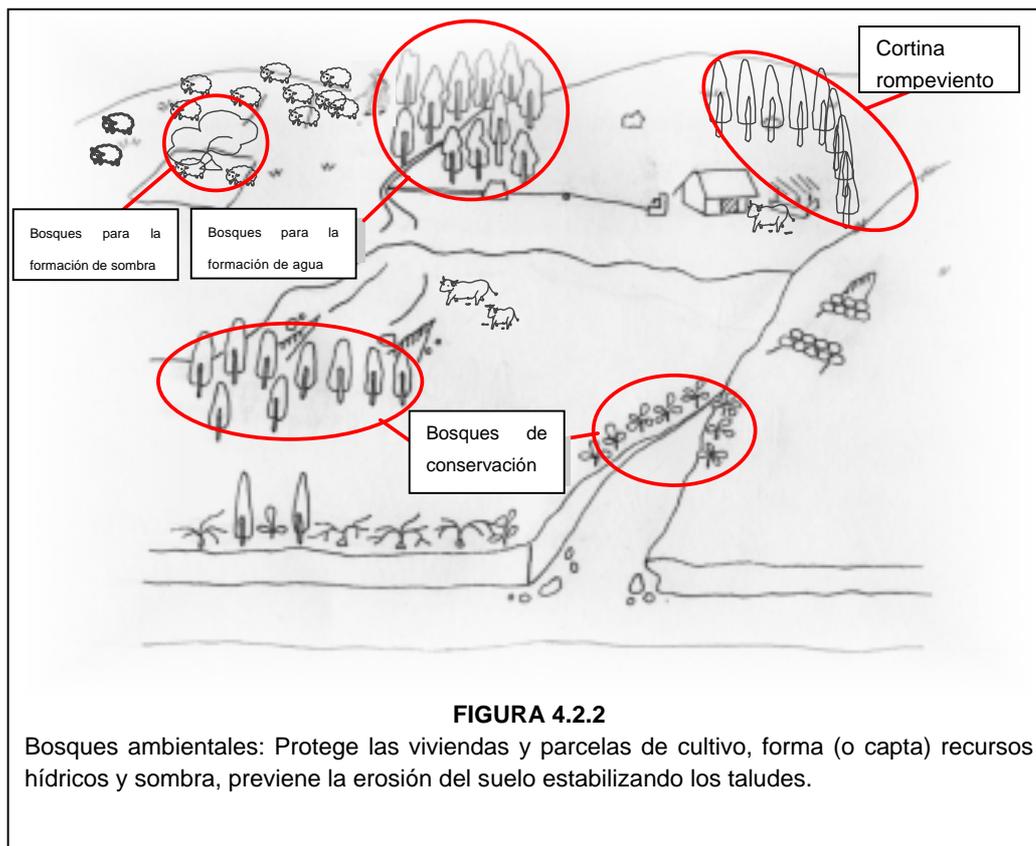
Por lo mencionado anteriormente, la implantación de bosques con fines de producción de madera para suministrar a zonas aledañas, es una excelente alternativa para generar ingresos para los pobladores del campo.



#### 4.2.3 Efectos conservacionistas - Implantación de bosques de conservación-

En tierras donde la vegetación natural se encuentra degradada, como ocurre en esta zona semiárida, se producen algunos efectos negativos debido a la desaparición de la vegetación. La disminución o agotamiento de los recursos hídricos, erosión de suelos, daños a las viviendas y tierras de cultivo debido a la falta de agentes rompevientos, aumento de la temperatura del suelo, cambios en la fisiografía, etc. son algunos de estos efectos negativos. Todos estos efectos son problemas directamente relacionados con el quehacer diario y las actividades productivas de los pobladores del campo.

Ante esta situación es posible tomar algunas medidas mediante la reforestación. Sin embargo, la implementación de bosques para la formación de agua requiere de largos años, además su implementación es imposible si no hay la participación total de la comunidad, y para lograr el mejoramiento del medio ambiente es necesario un trabajo organizado y a largo plazo.



#### 4.2.4 Implantación de sistemas agroforestales

Según Uchimura (2000), "Agroforestería es el sistema en el cual coexisten en un mismo tiempo y espacio plantaciones de especies forestales o especies leñosas (especies frutales, aromáticas, palmeras, etc.) con cultivos agrícolas o con pastoreo de animales. "Es un sistema en el cual se siembran y manejan cultivos de ciclo corto y/o perennes según el desarrollo de las especies forestales como ser los árboles, lográndose así, un uso eficiente del suelo a través de la constante producción y constante conservación de los recursos vegetales." Por otra parte, según el ex Centro Agroforestal (Japón) la definición de "agroforestería" es tan variada como la gente que emplea esta palabra. Evidentemente, la agroforestería es un sistema que no puede ser descrito de una única forma.

En algunos países, son muy representativos los siguientes sistemas agroforestales:

- América tropical : Coco + café (especie forestal leguminosa) + cacao
- África tropical: Especie forestal leguminosa + yam (una especie de tubérculo) + maíz
- Japón : Cedro japonés + arroz bajo riego
- Myanmar (Taungya-system): Teca + leguminosa + maíz

De lo anterior, a pesar de que la combinación de especies forestales con cultivos agrícolas parezca similar, cada sistema es diferente según las características de la zona y el objetivo del mismo. En la agroforestería es muy importante, conocer primero qué es lo que los pobladores quieren.

Veamos el caso en la zona andina:

**Ejemplo:** Asociaciones de especies que se observan en el campo:

Cultivo principal (papa, maíz, trigo)



ALISO (*Alnus acuminata*)  
 LEUCAENA (*Leucaena leucocephala*)  
 FRUTAL (Especialmente Durazno)

En la zona de los valles interandinos no existen productos especiales como el café y el cacao, por lo que necesariamente se debe combinar con cultivos principales de la zona como la papa. Las especies forestales que se podrían considerar más apropiadas para este efecto son: el ALISO (*Alnus acuminata*) y la LEUCAENA (*Leucaena leucocephala*) que tienen capacidad de fijación del nitrógeno del aire y aporte de abundante materia orgánica debido a la caída de sus hojas; la PARKINSONIA y la TIPA que son especies leguminosas de porte bajo, de rápido crecimiento, útiles como forraje para el ganado (sin embargo, estas especies son susceptibles a bajas temperaturas por lo que dependiendo de la zona es reemplazada por otra especie.)

La plantación de especies frutales como durazno, ciruelo, manzana, palta, higo dentro de las parcelas de cultivo es otro ejemplo de agroforestería. Con la obtención de frutas se puede lograr un mejoramiento nutricional de la familia y además, las mismas pueden ser comercializadas.

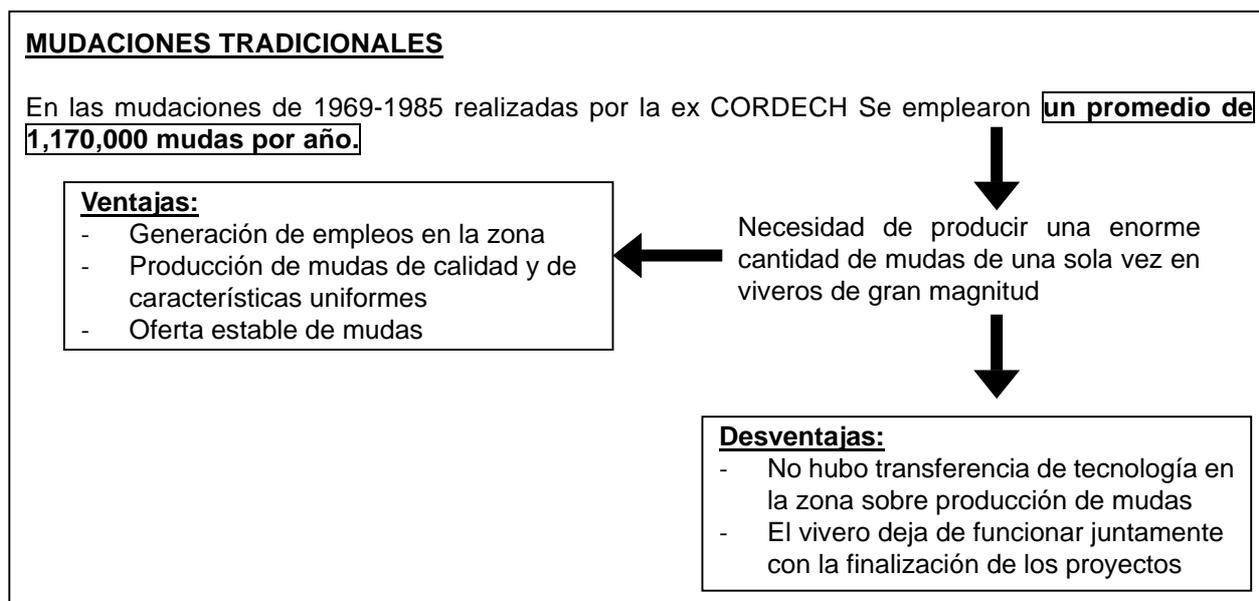
En el Estudio de Validación, estas plantaciones no fueron asociadas o intercaladas con cultivos, sino que fueron plantadas alrededor de la parcela. Sin embargo, debido a la escasa humedad en la zona, no se ha podido observar un buen desarrollo. Si los frutos no llegan a tener muy buen tamaño o darle algún valor agregado, tendrán bajo valor comercial debido a la excesiva oferta de estos productos en los mercados locales. Por esta razón, hasta que los productores puedan manejar adecuadamente un huerto frutal, primeramente se deben desarrollar plantaciones para autoconsumo; es necesario establecer un sistema de cultivo adecuado a las posibilidades de los productores.

### 4.3 Producción de mudas mediante viveros familiares

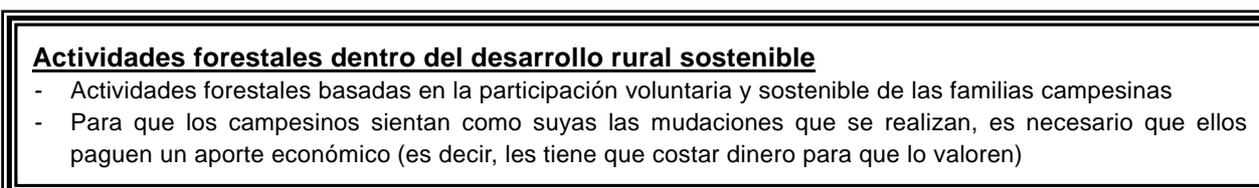
#### 4.3.1 Concepto de producción local

Las mudaciones forestales ejecutadas en el pasado fueron en su mayoría de gran magnitud, lo cual requirió de una enorme cantidad de mudas. Para ello, se instalaron enormes viveros para producir todas las mudas de una sola vez y así realizar el suministro también de una sola vez. En la mayoría de los casos, estas mudas eran distribuidas en forma gratuita.

Tal como se muestra a continuación, los viveros de gran magnitud tienen muchas ventajas en el aspecto de producción, sin embargo, también tiene muchas desventajas en cuanto a su sostenibilidad.



En el marco del desarrollo rural sostenible, las actividades forestales también necesitan ser ejecutadas de manera sostenible mediante la participación de los campesinos. Para ello, son importantes los siguientes dos aspectos:



Para llevar adelante las actividades forestales como las indicadas anteriormente,

**ES NECESARIO QUE LA ZONA PRODUZCA SUS PROPIAS MUDAS... ! (\*)**

(\*) Se requiere no solamente de la dotación de mudas sino también de otros fuertes incentivos para que los agricultores realicen mudaciones forestales en forma sostenible. Los incentivos más efectivos son, en orden de efectividad, ingresos económicos, dotación de sistemas de agua potable o riego, donaciones agrícolas.

Para esto, en lugar de mudaciones forestales que emplean mudas producidas en enormes viveros, es necesario establecer en la comunidad campesina un sistema en el cual cada familia campesina pueda producir sus propias mudas.

### 4.3.2 ¿Qué son los viveros familiares?

Los viveros familiares son una “modalidad de viveros en la cual se busca que las actividades sean sostenibles y consiste en que cada familia campesina de la comunidad establece un vivero propio dentro de su terreno con el fin de producir las mudas forestales para su propio uso”.

Las características de los viveros familiares son como se describen a continuación:

**Cuadro 4.3.1 Características de los viveros familiares**

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
1) Producción para consumo propio, por lo que no hace falta comprar las mudas de otro lado	1) Si una plaga ataca repentinamente causando graves daños, es difícil su control (compra de insecticidas y equipos necesarios, falta de conocimiento, etc.)
2) La comercialización del excedente de la producción es una alternativa para la generación de ingresos.	2) La calidad de las mudas que se producen dentro de la comunidad no es uniforme.
3) Debido a que las mudas son producidas en la misma zona donde serán mudadas, la adaptación a la zona es alta.	3) Resulta difícil regular la demanda y la oferta al momento de la comercialización, en especial cuando hay mayor oferta que la demanda, las pérdidas son grandes.
4) Debido a que toda la familia (padres, hijos, hermanos) participa en el manejo del vivero, existe una alta posibilidad de que se logre la transferencia de tecnología y es una actividad sostenible en el tiempo	
5) Por su pequeño tamaño, los costos de mantenimiento son bajos.	

Las desventajas descritas en el cuadro anterior se manifiestan cuando la producción de las mudas es con fin comercial (se producen sin importar la sobreproducción), sin embargo estas pueden ser superadas mediante la creación de una “cooperativa de viveristas” entre los propios productores. Este tema se tratará en detalle más adelante.

La modalidad de viveros familiares es muy recomendada debido a que posibilita la realización de mudaciones de manera sostenible, lo cual a futuro implica un mejoramiento del medio ambiente, y también un mejoramiento en el aspecto económico.



Fotografía 4.3.1  
Vivero de capacitación



Fotografía 4.3.2  
Durante la capacitación

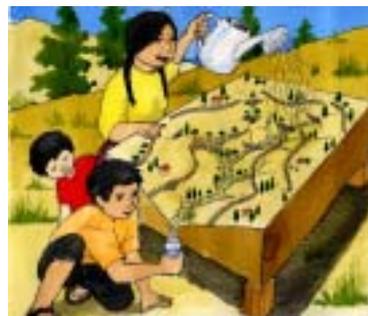


Fotografía 4.3.3  
Transición al vivero familiar  
luego de la capacitación

### 4.3.3 Antes de instalar los viveros familiares

#### 1) Generar interés entre los campesinos

Convertir campesinos que nunca han trabajado en la producción de mudas a productores viveristas requiere de un proceso de capacitación técnica que tomará un determinado tiempo. Según comentarios de los agricultores de las zonas de intervención del Proyecto JALDA, en el pasado la exCORDECH realizó algunos trabajos forestales dentro de la comunidad; sin embargo, nadie se preocupó en capacitar a los campesinos sobre el valor de los recursos naturales, así como la importancia y la forma de mudar los árboles. Por esta razón, los campesinos se quedaron sin siquiera saber cómo obtener una muda. Para establecer la producción de mudas en la comunidad, primeramente se debe consolidar a técnica de producción en cada uno de los agricultores.



En el Proyecto JALDA se han realizado diversas actividades de capacitación sobre los recursos naturales dirigido a agricultores. Mediante las explicaciones teóricas, uso de materiales didácticos y maquetas, en estas capacitaciones se ha logrado la conciencia de los agricultores respecto a la situación de los recursos forestales en la comunidad, sus efectos en la formación de recursos hídricos y la prevención de los deslizamientos de tierra que tienen los árboles y bosques, la directa relación de estos recursos con la vida cotidiana del campesino (especialmente como combustible), el efecto en el mejoramiento del paisaje que tienen estos recursos (especies forestales ornamentales).

#### 2) Convocatoria de los interesados en participar de la Capacitación

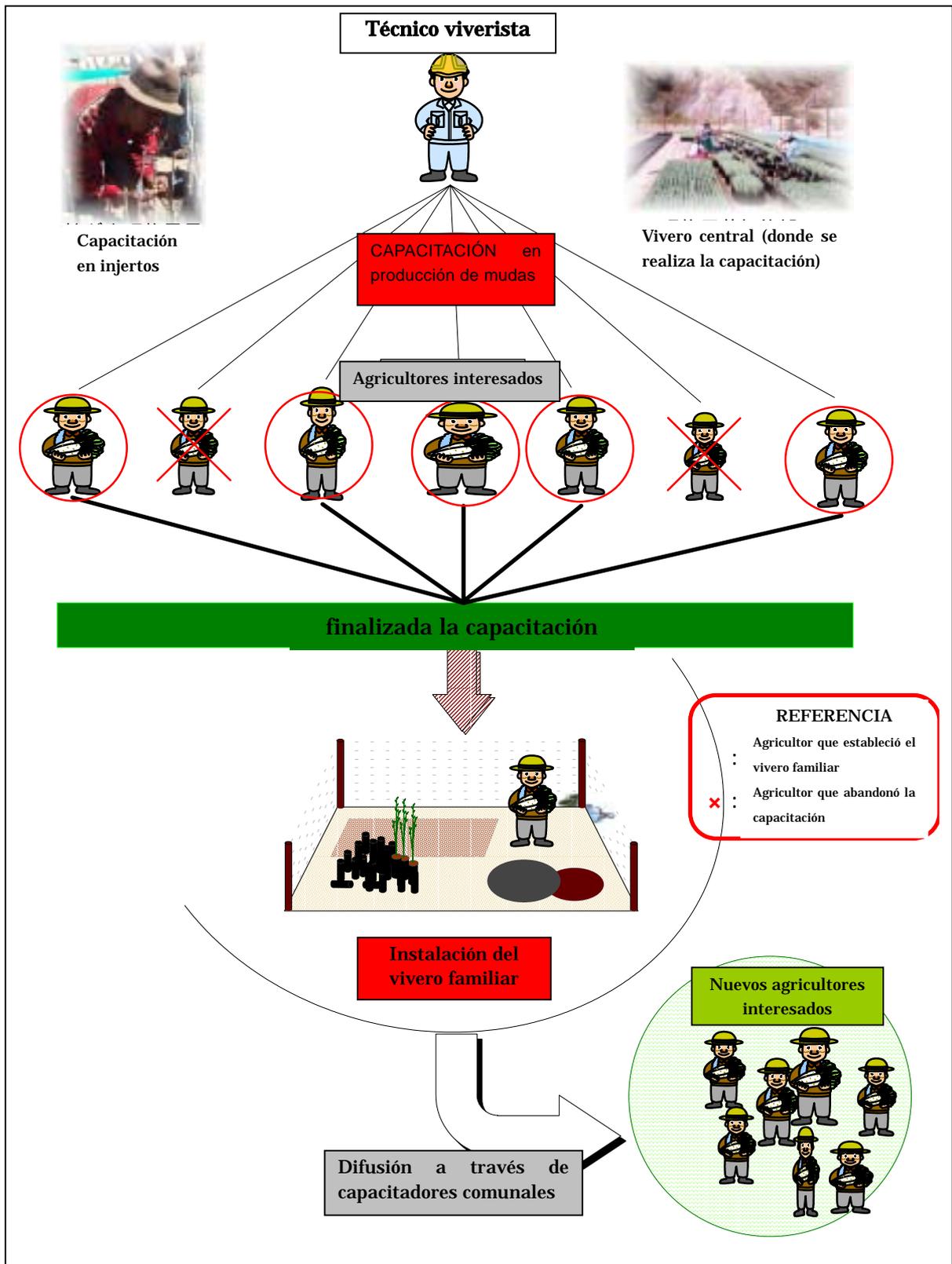
Luego de finalizar las capacitaciones sobre Recursos Naturales, se lanzó una convocatoria para la realización de la capacitación en producción de mudas dirigida a agricultores interesados en el tema y en las mudaciones forestales. "Tener interés" era una condición imprescindible para participar. En esta etapa, no se debe marginar a nadie a participar en la capacitación por más que se tenga conocimiento de que algunos no disponen de agua en sus terrenos o tiene una personalidad que no asegure su continuidad en el trabajo. 50 agricultores respondieron a la convocatoria, de los cuales solo 27 se quedaron hasta el final.

Al igual que en todas las demás actividades del Proyecto, los participantes de este taller pagaron su aporte económico. Para la capacitación, se dividió el 20% del costo total de los materiales (regaderas, material para la construcción del cerco de protección, bolsas, carretillas, palas) entre el número de participantes. Por otra parte, la mano de obra para la instalación de los viveros así como para todos los trabajos dentro de los mismos fueron aportados por los participantes.

### 4.3.4 Realización de la capacitación en producción de mudas

#### 1) Características de la capacitación

Para la capacitación sobre producción de mudas, el Proyecto JALDA contrató y asignó un técnico viverista en cada una de las comunidades de intervención para que éste capacite a todos los agricultores interesados, tanto de forma teórica como práctica sobre la producción de mudas (véase la figura 4.3.1). Los técnicos viveristas contratados fueron personas que se dedicaban a la producción de mudas para las mudaciones realizadas en el pasado por la exCORDECH. Luego de finalizar esta etapa de capacitación, solamente aquellos participantes que han adquirido suficiente nivel de conocimiento técnico y que tengan las condiciones físicas favorables en sus terrenos podrán instalar sus viveros familiares y comenzar la producción de mudas. En esta capacitación, los participantes también deben capacitarse debidamente para convertirse posteriormente en "Capacitadores Comunales" y capacitar a futuro nuevos agricultores interesados. El cuadro 4.3.2 describe el contenido a detalle de la capacitación.



**FIGURA 4.3.1**

Proceso de la capacitación en el vivero central hacia la difusión horizontal (de campesino a campesino)

**CUADRO 4.3.2**

**Contenido de los temas de la capacitación en producción de mudas**

<b>Nº</b>	<b>TEMA</b>	<b>CONTENIDO</b>
1	Instalación del vivero	Estructura del vivero, infraestructura (almácigo), vivero, sistema de agua) y materiales necesarios, dimensiones, cantidad, forma de uso, etc.
2	Especies a producir	Definir las especies a producir sobre criterios de adaptabilidad a la zona, las utilidades y el valor económico
3	Calendario de producción de mudas	Se capacita sobre todo el proceso para la producción y las épocas de cada actividad
3	Obtención de semillas	Para especies cuyas semillas son posibles de conseguir en la zona, se capacita sobre la técnica para identificar un buen árbol semillero, época adecuada de cosecha, etc. Para especies introducidas de otras zonas, se capacita sobre los lugares de comercialización en general, los precios, etc.
4	Tratamiento de pregerminación de las semillas	Algunas semillas tienen una estructura que restringe la germinación. Aquí se capacita sobre cuáles son las especies que pueden germinar sin ningún tratamiento de pregerminación, especies que requieren tratamientos, métodos para mejorar el poder germinativo de estas especies, etc.
5	Siembra	Se capacita sobre la cantidad de semilla sembrar, sobre la base de la cantidad de mudas que se quiere producir y el tamaño del almácigo; en caso de emplear macetas para mudas: número de semillas a sembrar considerando el poder germinativo de la especie.
6	Riego	El riego es una actividad que debe realizarse permanentemente desde que la siembra hasta la entrega de las mudas. Aquí se capacita sobre cuándo y cuánto se debe regar las mudas.
7	Preparación del sustrato	El sustrato con el que se llenan las macetas, por lo general se lo obtiene mediante la combinación de tierra negra, arena y materia orgánica. Aquí se capacita sobre la proporción de estos materiales, la desinfección del suelo, forma de cargar el sustrato en la maceta.
8	Transplante (o repique)	Luego de la germinación en almácigo, en una época adecuada se realiza el transplante a las macetas. Es en ésta etapa que se producen las mayores pérdidas debido a que las plántulas se dañan muy fácilmente. Aquí se capacita sobre la forma adecuada de extraer las plántulas, métodos para prevenir la deshidratación durante el proceso y el método más seguro para el trasplante.
9	Control de la insolación (o manejo de sombra)	La excesiva insolación, lluvia, granizo y los cambios drásticos de temperatura durante la etapa de crecimiento de las mudas ocasionan daños en las mismas. Aquí se capacita sobre la forma de uso de las cubiertas de plástico, la malla semisombra y otros para el control de los efectos del clima.
10	Fertilización y control fitosanitario	Se capacita sobre la variación en el crecimiento de las mudas, métodos de fertilización para impulsar el crecimiento, prevención y tratamiento de enfermedades comunes causadas por microorganismos del suelo.

## 2) Instalación del vivero central (vivero de capacitación)

Para la realización de la capacitación es necesario instalar un vivero central en cada una de las comunidades. En el vivero central se realiza la capacitación teórica paralelamente a la práctica, donde juntos, el capacitador y los participantes, producen las mudas. Todos los trabajos para el cuidado de las mudas (riego, poda de raíz, selección, etc.) dentro del vivero central fueron realizados en turno por los participantes. El tamaño del vivero central fue el mínimo necesario. Debido a que el objetivo principal del vivero central era la capacitación técnica sobre producción de mudas y no la producción masiva, se ha determinado producir aproximadamente 20,000 mudas de 10 especies sobre la base de un técnico viverista y 20 participantes.

A continuación se detallan los gastos de instalación (cuadro 4.3.3) más un croquis (Figura 4.3.2) del vivero central instalado por el Proyecto JALDA en la comunidad de Sirichaca (Municipio de Yamparaez).

**CUADRO 4.3.3**  
**Ejemplo de los gastos de instalación del vivero central**

(1\$US: Bs.7.5)

	MATERIAL	CANTIDAD	COSTO (\$US)	NOTA	
I N F R A E S T R U C T U R A	terreno	1,708 m <sup>2</sup>	0.00	terreno prestado por la comunidad	
	ladrillo	300 unidades	16.00		
	alambre de puas	3 rollos	54.00	rollos de 500m	
	malla metalica (0.6m de ancho, rollos de 55m)	2 rollos	21.33	para la parte inferior del cerco de proteccion	
	clavos	5 Kg	5.33		
	postes de madera (de 2 m de largo)	90 unidades	60.00	postes de eucalipto	
	puerta de madera	1 unidad	80.00		
	materiales para el sistema de riego	1 juego	111.60	tuberia y otros	
	arcos metalicos	30 unidades	12.00	arcos para sostener la cubierta de plastico	
H E R R A M I E N T A S	carretillas	2 unidades	58.67		
	palas	2 unidades	6.67		
	picos	4 unidades	24.00		
	barretas	2 unidades	10.67	para excavar	
	rastrillos	2 unidades	6.67		
	azadones	2 unidades	6.67		
	martillo	1 unidades	4.67		
	llaves de tuercas	2 unidades	6.67		
	tijera de podar	1 unidades	8.00		
	destornilladores	1 unidades	2.67		
	regadera	2 unidades	6.67		
	manguera	50	14.67	para riego	
	mochilas pulverizadoras	1 unidades	37.33	para fumigar y desinfectar	
	tamices	4 unidades	24.00	para seleccion del material del sustrato	
	cubiertas de plastico (4m de ancho )	50 m	300.00	para proteger de las heladas	
O B R A P O S T E R I O S	turrones (de 100L)	1 unidades	5.33	medios turrones	
	balanza (de 125g)	1 unidades	5.33		
	balanza (de 20Kg)	1 unidades	8.00		
	cinta metrica (de 50m)	1 unidades	9.33		
	candado y cadena	1 juego	10.67		
	M A T E R I A L E S	albanil para construccion de tanque de agua	1 albanil	133.33	
		peones para otros trabajos	136 jornales	362.67	jornal por persona Bs.20 (US\$3)
	P R O D U C T I V O S	sustrato (tierra negra)	10 m <sup>3</sup>	153.33	costo del traslado del material
		sustrato (arena)	16 m <sup>3</sup>	173.33	costo del traslado del material
		sustrato (materia organica)	3 m <sup>3</sup>	21.33	costo del traslado del material
semillas (de 13 especies)		14 Kg	226.67		
bolsas (de 9x18cm)		64 Kg	238.93		
bolsas (de 14x23cm)		55 Kg	205.33		
		TOTAL	2,431.87		

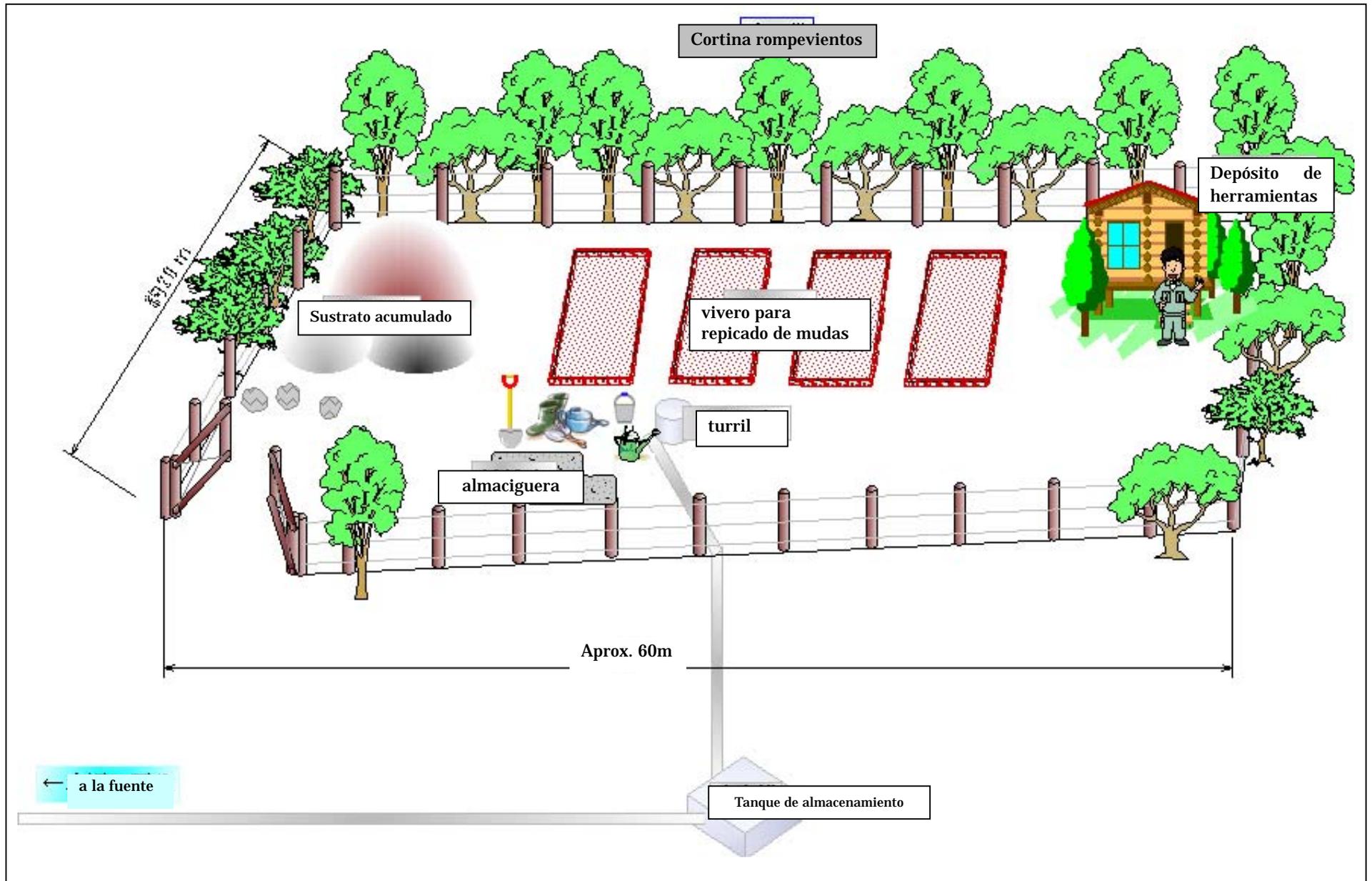


FIGURA 4.3.2 EJEMPLO DEL DISEÑO DE UN VIVERO DE CAPACITACIÓN

### 4.3.5 Implementación de los viveros familiares

#### 1) Transición hacia los viveros familiares

Luego de todo un año de capacitación en el vivero central, los participantes logran adquirir suficiente conocimiento sobre la producción de mudas. Sin embargo, técnicamente la calidad se logra con la experiencia de largos años, y por lo general en esta etapa los participantes llegan a profundizar su entendimiento pero no alcanzan el nivel necesario para enseñar a otras personas. Por otra parte, suele ocurrir que no saben cómo tratar las plagas y enfermedades que no han tenido la oportunidad de experimentar dentro de la capacitación.

La mayoría de las capacitaciones sobre producción de mudas que realizan las demás instituciones suelen tener un contenido muy amplio para un lapso de tiempo muy corto. Sin embargo, La producción de mudas es una actividad que requiere de 6 a 12 meses (dependiendo de la especie que se produce) por lo que resulta muy importante realizar una capacitación técnica por etapas y muy detallada, adecuando al nivel de aprendizaje de los agricultores.

**CUADRO 4.3.4**

#### Transición desde el vivero de capacitación hacia los viveros familiares

	Año 1	Año 2	Año 3	...
Periodo de Capacitación	●————●			
Periodo de prueba y de confirmación		●————●		
Transición hacia los viveros familiares			●————→	→

#### 2) Costo de instalación de viveros familiares

Para la instalación de viveros familiares, la obtención y elección del terreno, así como la implementación de obras del sistema de agua para riego, y todo lo demás componentes son de responsabilidad de cada uno de los viveristas familiares. Por otra parte, la mano de obra necesaria para la instalación del vivero familiar debe ser puesta por el mismo viverista y su familia, o en su caso tendrá que contratar jornaleros por su cuenta. Igualmente todos los gastos económicos también corren por cuenta del viverista.

A continuación se describen las condiciones requeridas para la instalación de viveros familiares en el marco del Estudio de Validación. El cuadro 4.3.5 describe los gastos efectuados para la instalación, y en el cuadro 4.3.6 se indican las herramientas y los materiales fungibles mínimamente necesarios para la producción de mudas. La figura 4.3.3 describe el modelo de un vivero familiar.

##### a) Características de la instalación

- **Lugar** : Los viveros se instalaron en terrenos de los propios agricultores.
- **Ubicación** : Tierra con pendientes ligeras, en promedio 7grados.
- **Suministro de agua** : Suministro desde una quebrada a 500m de distancia en línea recta, y distribución mediante un sistema sencillo de tubería.
- **Distancia** : A 500m de distancia en línea recta hasta el camino peatonal más cercano.
- **Superficie** : 10m x 10m = 100m<sup>2</sup>

b) Costo de instalación de un vivero familiar

**CUADRO 4.3.5  
COSTO DE INSTALACIÓN DE UN VIVERO FAMILIAR**

(Unidad: \$US Cambio 1\$US=Bs7.5)

	<b>Cantidad de trabajo</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Total requerimiento</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>	<b>NOTA</b>
<b>TERRENO</b>					0	
Compra o alquiler	100m <sup>2</sup>	-	-	-	0	Por ser terreno propio el costo es nulo
<b>MANO DE OBRA</b>					12.0	
Preparación del terreno, desmalezado, etc.	40m	75m	0.5 personas	2.7	1.3	1m de ancho de la línea del cerco perimetral
Ampliación del cerco de protección	40m	-	-	-	-	
Excavación para postes	16 hoyos	25 hoyos	0.6 personas	2.7	1.6	2.5m de distancia entre postes
Colocación de postes	16 postes	40 postes	0.4 personas	2.7	1.1	0.6m de profundidad
Tendido de alambre de púas	400m	200m	2.0 personas	2.7	5.3	Se colocaron 10 líneas de alambre de púas
Construcción de almácigos	1 alm.	1 alm.	1.0 personas	2.7	2.7	
<b>MATERIALES</b>					37.5	
Postes	40m	a 2.5m de distancia	16 postes	0.7	10.7	Diámetro superior 10 cm, más de 2.1m de long.
Alambre de púas	440m	500m/rollo	1 rollo	16.00	16.0	10% más de extensión total
Clavos	190	-	0.1Kg	1.1	0.1	12 clavos para cada poste
Malla metálica	44m	50m/rollo	1 rollo	10.7	10.7	10% más de extensión total
<b>TOTAL</b>					<b>49.5</b>	

Nota: La mano de obra se calculó en base al equivalente en dólares americanos de Bs.20 que es el costo del jornal en la zona de los valles de Bolivia.

### c) Herramientas y materiales fungibles

Las herramientas que se utilizan en viveros pequeños se limitan a herramientas simples; sin embargo, debido a que estas también son utilizadas para las labores agrícolas, su desgaste y pérdida es rápida. Especialmente las carretillas (ruedas y demás partes), las palas y los picos (los mangos) son herramientas que se dañan o se desgastan muy rápidamente. Previo al inicio de la instalación de viveros, es necesario realizar la reparación de estas herramientas o comprar nuevas herramientas.

Los fertilizantes, plaguicidas, productos desinfectantes y bolsas de polietileno necesariamente se deberán comprar. Se recomienda comprar todos estos materiales en conjunto para el grupo.

A continuación se muestra el detalle de las herramientas que minimamente deben ser dotadas.

**CUADRO 4.3.6.**  
**HERRAMIENTAS NECESARIAS EN EL VIVERO FAMILIAR**

(Unidad: \$US)

HERRAMIENTA	Precio unitario	Cantidad	Costo	Nota
Carretilla	24.67	1	24.7	60x70x15cm
Pala	4.00	1	4.0	
Pico	4.00	1	4.0	
Tijera de podar	1.33	1	1.3	
Juego de herramientas menores (alicate, martillo)	4.67	1	4.7	
Regadera	4.00	1	4.0	
Mochila pulverizadora	26.67	1	26.7	Puede ser 1 para varias personas
Tamices	3.33	1	3.3	
Malla semi sombra (contra el frío)	4.67	2m	9.3	
Cubierta de plástico (contra lluvia y granizo)	4.67	2m	9.3	
Manguera	9.33	10m	93.3	

Nota: Al margen de estos materiales puede requerirse semillas (que según la época y la especie, el precio varían mucho), fertilizantes, fungicidas, insecticidas, y otros.

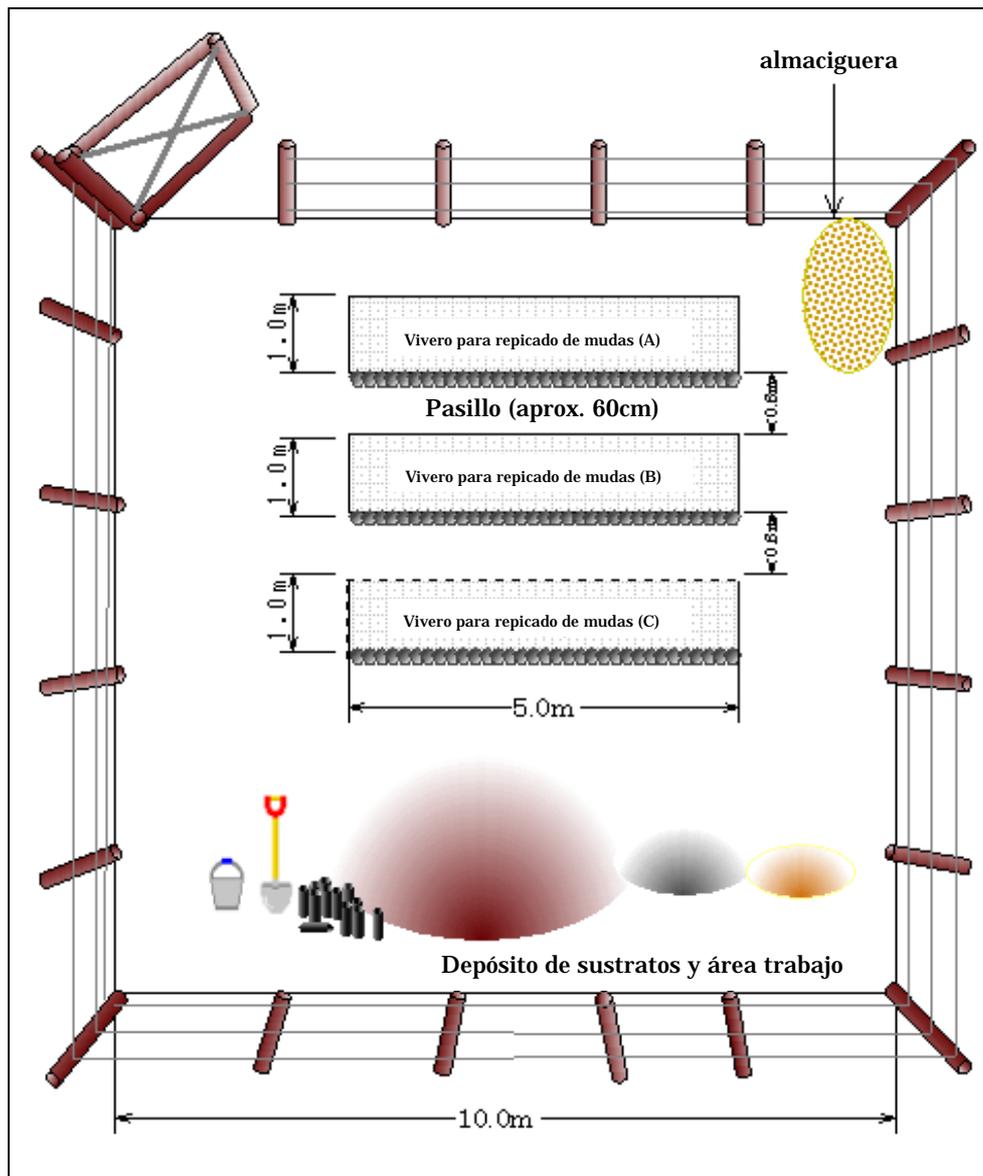
Nota: Los materiales anteriormente descritos son para la producción de 3,000 mudas.



Niños que aprenden del técnico viverista cómo llenar las bolsas con el sustrato

**FIGURA 4.3.3**

## MODELO DE DISEÑO DE UN VIVERO FAMILIAR



### Referencias del diseño:

- Para la producción de aproximadamente 3000 mudas (3,375 como máximo) empleando bolsas de 10x18cm
- Considerando que la zona tiene bastante pendiente, el almacigo se confecciona en terraza y se emplean muros de piedra
- El vivero para repicado de las mudas es un espacio fijo de 1mx5m con cabida para 1,125 mudas
- El sistema de riego es diferente según cada agricultor por lo que no figura en este diseño

#### 4.3.6 Comité de productores de mudas (viveristas)

##### 1) Necesidad de crear un Comité de viveristas

La producción de mudas mediante la modalidad de viveros familiares, está orientada para que los propios productores de las mudas usen su producción o la donación de mudas a otras personas, solamente cuando hay excedentes en la producción. Sin embargo, también debe considerarse el caso en que, como resultado de la capacitación técnica, esta actividad se convierta en una muy buena alternativa para mejorar sus ingresos y la producción de mudas tenga finalidad comercial.

En caso que se produzcan mudas bajo la modalidad de viveros familiares con fin comercial, surgirán los siguientes problemas:

- Dificultad en el control de plagas y enfermedades
- Mudas de calidad no uniforme
- Dificultad para regular la cantidad de oferta y demanda de las mudas

Estos problemas surgen cuando los viveristas producen mudas independientemente unos de otros. Para que los viveristas puedan manejar de manera sostenible los viveros familiares, es necesario crear en la comunidad una cooperativa de productores de mudas entre los viveristas capacitados y administrar la producción de mudas de manera organizada.

##### 2) Medidas de control de plagas y enfermedades

En la producción de mudas por lo general se originan algunas plagas o enfermedades. Un problema muy frecuente es la aparición del "Dumping off" (marchitamiento de plántulas debido a microorganismos del suelo) que se presentan al poco tiempo de germinación en el almácigo.

Los viveristas aprendieron en la capacitación sobre todos los procesos de producción de mudas, incluyendo el control de plagas y enfermedades. Sin embargo, debido a la escasez de recursos económicos de los agricultores estos no pueden comprar los productos para el tratamiento del suelo y las mudas, tampoco los fertilizantes necesarios para producir mudas sanas, por lo que el brote de una plaga o enfermedad en sus viveros es una cuestión meramente fortuita. Por otra parte, es evidente que el hecho de tener que enfrentar solo, una plaga o enfermedad desconocida les produce mucha incertidumbre.

Si los viveristas se unen pueden enfrentar estas plagas y enfermedades de manera conjunta y así garantizar la continuidad de la producción de mudas sin mucha inseguridad. Para ello, el Comité podría realizar lo siguiente:

1. Comprar en conjunto materiales, plaguicidas, fertilizantes y otros
2. Trabajos en conjunto para controlar las plagas y enfermedades que se originan en las mudas

##### 3) Establecimiento de normas para las mudas

Si las mudas producidas por los viveristas fueran solamente para consumo propio, no habría ningún problema en cuanto a normar la calidad de mudas. Sin embargo, si se pretende comercializar las mudas dentro y fuera de la comunidad, pueden surgir problemas referentes a la calidad de las mudas. Cuando cada familia por separado produce mudas, algunos se atrasan en la siembra, algunos utilizan fertilizantes y otros no, por lo que las características de desarrollo de las mudas de cada familia varían, aún tratándose de la misma comunidad. Sin embargo, la época de trasplante es igual para todos, y sin importar que las mudas hayan o no alcanzado el nivel adecuado de crecimiento, los viveristas deben despacharlas para el trasplante.

Situación como esta surgió al primer año de haberse iniciado la producción de mudas dentro del Proyecto JALDA, en la cual se evidenció la entrega de mudas de una especie de acacia de solamente 5cm de altura. Ante esta situación, desde el segundo año se impuso como norma que las mudas a ser despachadas debían tener una altura entre 20 y 25 cm.

A futuro, cuando los viveristas tengan un excedente en la producción, estos podrán comercializar las mudas y para ese entonces esta norma será muy importante. Todo comprador desea adquirir cosas a bajo precio pero también de buena calidad. Ocurre exactamente lo mismo con las mudas, por lo tanto, dentro de la producción de mudas, un aspecto de fundamental importancia es **establecer una norma de calidad de mudas y mejorar la calidad de las mudas que se producen en la comunidad...!**

##### 4) Regular la cantidad de siembra

Si la producción de mudas tuviese el objetivo de ser el mismo productor plante las mudas, el productor podría producir bajo su propia responsabilidad la cantidad de mudas que desee. Sin embargo, cuando la producción tiene objetivos de comercialización, en muchos casos suele ocurrir que la cantidad que se produce por determinación independiente de los productores no es acorde a la cantidad de demanda. Para ello se pueden considerar los siguientes dos casos:

###### 1. Producción excesiva o insuficiente debido a la dificultad de determinar la cantidad de demanda.

El cuadro inferior describe la relación entre la época de siembra y de despacho de las mudas. Según el

cuadro, en el caso del pino, se debe comenzar la siembra del segundo año antes de haber despachado la producción del primer año (por lo general la producción del pino requiere de 13 meses, mientras que el eucalipto y las especies nativas requieren de 5 a 6 meses). En esta etapa se debe definir la cantidad de siembra del segundo año calculando la cantidad excedente del primer año y la cantidad de demanda del segundo. Sin embargo este cálculo no es sencillo, por lo que definir la cantidad de siembra del segundo año tampoco resulta nada sencillo. Como resultado, el agricultor producirá una cantidad más o menos similar o mayor a la del primer año. En este caso puede ocurrir una producción excesiva o por el contrario insuficiente, lo que influirá en la ganancia.

**CUADRO 4.3.7**  
**Relación de la época de producción**

	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
Producción del año anterior	.....		● Des pacho	Época de plantación														
PINO	● siembra																	
EUCALIPTO									● siembra									
ESPECIES NATIVAS									● siembra									

En el caso del eucalipto y las especies nativas no ocurre este problema ya que es posible determinar con mayor exactitud la demanda del segundo año debido a que la época de producción es bastante cercana a la época de transplante, además porque puede determinarse la cantidad de mudas excedentes del primer año antes de comenzar la siembra del segundo.

**2. Sobreproducción debido al interés personal de los productores**

Estudios realizados en el pasado han demostrado que los ingresos económicos debido a la venta de mudas produce suficientes beneficios económicos si se supera una determinada cantidad de mudas vendidas aunque se trate de pequeños viveros como son los viveros familiares. Por esta razón surgirán agricultores que producirán cada año un gran cantidad de mudas pretendiendo obtener mayores ganancias, lo cual ocasionará una oferta excesiva en la zona. La producción de mudas desconociendo la demanda general de la zona inevitablemente afectará en forma negativa a la actividad de los otros productores.

Por lo mencionado anteriormente, la producción de mudas de manera individual tiene el riesgo de afectar no solamente al propio individuo sino a todos los productores de la zona en general; por tanto, se hace necesario establecer una organización en la que participen todos los productores y administrar la producción de una manera organizada.

**5) Cálculo de costo y definición del precio de las mudas**

Para lograr que los viveros corran sobre rieles lo antes posible, en un principio el Proyecto JALDA subsidió el 80% del total de los costos y aseguró la comercialización de las mudas producidas. Debido a esto, los viveristas no tenían conciencia sobre los costos que se requirieron para establecer los viveros. Si los viveristas solo piensan en que si sus mudas se venderán o no, sin tener conciencia de los costos como ser de todos los materiales necesarios para la producción y además de su mano de obra, los viveros nunca llegarán a ser una alternativa rentable para los agricultores.

Si el cálculo de costos y definición del precio de las mudas se realizan de manera separada por cada viverista, será complicado. El cálculo del costo aproximado debe ser realizado entre todos los miembros del grupo de viveristas, es decir como organización, y definir el precio adecuado para las mudas producidas. Este aspecto es también de fundamental importancia para garantizar la sostenibilidad. (véase cuadro 4.3.8)

**CUADRO 4.3.8**  
**COSTOS DE PRODUCCIÓN DE MUDAS**

(Ejemplo de la producción de 1,000 pinos en la comunidad de Kainakas)

**Condiciones:** Cálculo para la producción de 1,000 pinos en un vivero de pequeña escala de 100m<sup>2</sup>.

(Unidad: Bs.)

Cambio 1\$US = Bs7.5 (2003)

Clasificación mayor	Clasificación intermedia	Clasificación menor	requerimiento total	Jornal establecido (Bs/ jornal(hombre/dia))		
				0.00	20.00	25.00
<b>A) Costo de produccion de plantas</b>						
Mano de obra	-	-	31.8	0.00	636.00	795.00
Materiales	-	-	-	428.50	428.50	428.50
<b>TOTAL (A)</b>		-	-	<b>428.50</b>	<b>1064.50</b>	<b>1223.50</b>
<b>B) Costo de infraestructura del vivero (considerando 5 años de vida útil)</b>						
Costos ano inicial	Costo de instalacion del vivero	Costo del terreno	-	0.00	0.00	0.00
		Mano de obra	4.5	0.00	90.00	112.50
		Infraestructura y materiales	-	280.80	280.80	280.80
		<b>TOTAL</b>	-	<b>280.80</b>	<b>370.80</b>	<b>393.30</b>
	Herramientas	-	-	307.50	307.50	307.50
	<b>Subtotal</b>	-	-	<b>588.30</b>	<b>678.30</b>	<b>700.80</b>
Costos anos siguientes	Costo de instalacion del vivero	Costo del terreno	-	0.00	0.00	0.00
		Mano de obra	1.8	0.00	36.00	45.00
		Infraestructura y materiales	-	112.30	112.30	112.30
		<b>TOTAL</b>	-	<b>112.30</b>	<b>148.30</b>	<b>157.30</b>
	Herramientas	-	-	42.50	42.50	42.50
	<b>Subtotal</b>	-	-	<b>154.80</b>	<b>190.80</b>	<b>199.80</b>
<b>TOTAL (B)</b>		-	-	<b>743.10</b>	<b>869.10</b>	<b>900.60</b>
B) correspondiente a 1 ano = (TOTAL (B)/5)			-	148.62	173.82	180.12
<b>TOTAL (A+ B/5)</b>			-	<b>577.12</b>	<b>1238.32</b>	<b>1403.62</b>
<b>Costo por cada planta producida (Bs/planta)</b>			÷1000	<b>0.58</b>	<b>1.24</b>	<b>1.40</b>

## 4.4 Tecnología forestal de regiones semiáridas

Para realizar las plantaciones forestales en regiones áridas y semiáridas se suelen utilizar las macetas. Debido a las características de la zona, las raíces desnudas de las plantas no podrían resistir la sequedad, y debido a que el suelo en estas zonas está bastante degradado, se requiere de un sustrato que contenga nutrientes para poder proteger la planta por un determinado tiempo. En zonas donde casi no se puede contar con precipitaciones, se podría emplear métodos de riego como ser el riego por goteo; sin embargo, el método más comúnmente empleado para las plantaciones forestales es el uso de macetas.

En el Proyecto JALDA ejecutado por la J-GREEN, también se emplearon las macetas. Este método, básicamente es el más simple y el más fácil de difundir, sin embargo a continuación se presentan algunas mejoras que se podrían introducir al método de plantación.

### 4.4.1 Método de plantación del tipo “estrato múltiple”

#### 1) Problemas de los métodos de plantación tradicional

La mayoría de las plantaciones tradicionales, consistían en bosques de estrato simple que empleaban eucaliptos o pinos. Se han introducido especies exóticas en zonas semiáridas debido a la necesidad de establecer bosques en corto tiempo. Sin embargo, debido a que la vegetación natural está degradada, por más que se realice la forestación, los suelos continúan degradados.

Por otra parte, las plantaciones tradicionales eran realizadas sin un fin determinado por lo que no se tomaba muy en cuenta la densidad de plantación. De igual manera, no se realizó un adecuado manejo del bosque después de la plantación, lo cual provocó la formación de rodales densos con árboles atrofiados en general. Se puede decir que esto se debió a problemas en el sistema de trabajo.

En los bosques naturales coexiste vegetación de diversas especies y variedades, las cuales se desarrollan ocupando un determinado estrato; esta vegetación forma y mantiene un suelo fértil. Sin embargo, una vez que el suelo comienza a degradarse, la implantación de bosques mediante plantaciones no tiene muchos efectos de prevención de la erosión de suelos debido a que no puede recuperarse la vegetación que de manera natural cubre la superficie del suelo.

Si lo que se busca es implantar bosques con el fin de prevenir la erosión de suelos, no se puede esperar ningún efecto si se realizan plantaciones como las anteriormente mencionadas. Esto se debe a que en plantaciones de este tipo, tarde o temprano, la vegetación que cubre el estrato inferior desaparece. Los bosques naturales están formados por una combinación de diversas especies vegetales, lo cual hace posible la formación de un suelo fértil.

En este punto se proponen las plantaciones de tipo “**estrato múltiple**” para la implementación de bosques con fines de prevención de la erosión de suelos, como solución a los problemas de los bosques implantados, en especial de las plantaciones de estrato simple.

#### 2) ¿Qué es el método de plantación de estrato múltiple?

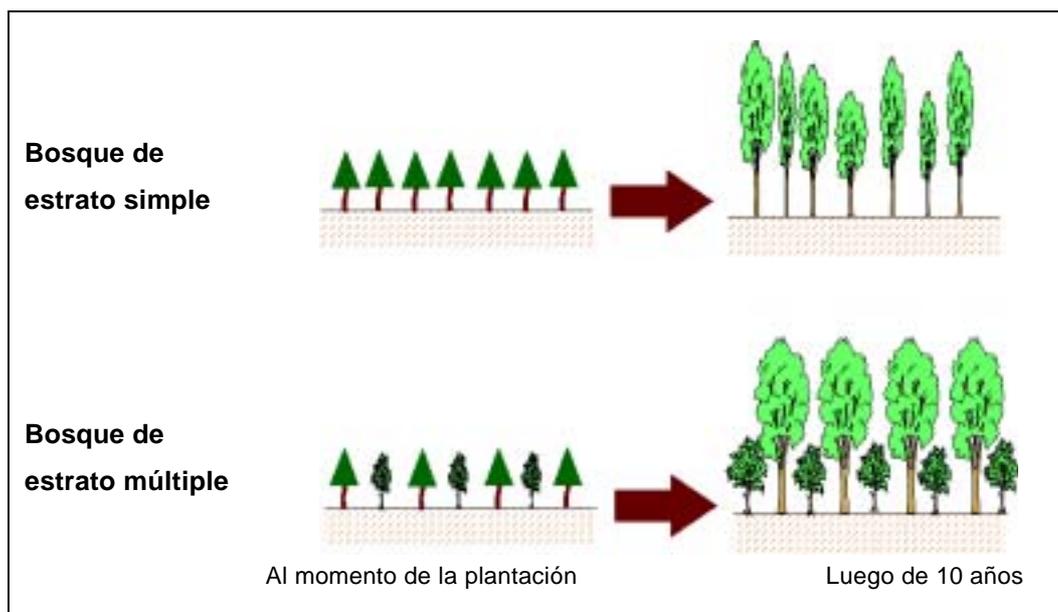
En el método de plantación del tipo estrato múltiple se aprovecha las características de diferentes especies forestales para conformar una asociación vegetal que tenga múltiples estratos en el ámbito vertical. Puede emplearse una sola especie e ir retrasando el momento de la plantación o emplear distintas especies de diferentes características de crecimiento.

Tal como se describe en la figura 4.4.1, lo que se pretende con este método es establecer un bosque aprovechando las características de crecimiento de diferentes especies de tal manera que en un plazo de 10 años se tenga un bosque con un estrato superior y otro inferior, los mismos que juntamente con la vegetación se espera crecerán posteriormente, se logre cubrir el suelo en su totalidad.

La figura indica que cuando los árboles de un bosque de estrato simple van desarrollando, la densidad de ocupación de la corona se va haciendo angosta, lo cual provoca irregularidades en el desarrollo de los árboles. Si se establece una adecuada cantidad de plantas al momento de la plantación (alrededor de 1000 plantas/ha) no ocurriría tal problema. Sin embargo, según estudios realizados en algunas plantaciones de la zona, se ha observado que los rodales donde árboles tienen mal desarrollo actualmente tienen más de 2000 plantas/ha. La razón que se puede atribuir a esta situación es que el número de plantas haya sido demasiado al momento de la plantación (lo cual se da en el caso de pinos y eucaliptos), o que no se haya realizado un manejo de las germinaciones en la etapa de crecimiento (lo cual se da solamente en el caso del eucalipto).

Para solucionar este problema, se probó plantar especies para el estrato superior (de rápido crecimiento) y especies para el estrato inferior (de lento crecimiento) con la misma densidad de una plantación de un solo estrato. El resultado fue un aumento el porcentaje de ocupación de la corona del estrato superior, lo cual no afecta al crecimiento, y los árboles del estrato inferior cumplen la función de cobertura lo cual evita comparativamente el escurrimiento en la superficie del suelo. Es decir que se puede esperar efectos de prevenir la erosión de suelos.

**FIGURA 4.4.1**  
**Diferencias entre un bosque de estrato simple y un bosque de estrato múltiple**



### 3) Costos y mano de obra

Al margen de la diferencia en el método, no existe ninguna otra diferencia más con el método tradicional. La mano de obra necesaria para realizar los hoyos de plantación y para la plantación en sí, es como se muestra a continuación:

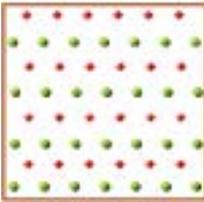
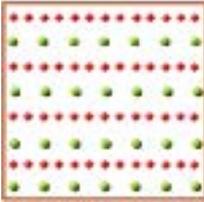
**CUADRO 4.4.1**  
**Mano de obra para la plantación**

Clasificación	Rendimiento	Nota
Excavación de los hoyos de plantación	Entre 30-50 hoyos/ hombre día	30: época seca 50: época húmeda
Plantación	Entre 200-300 plantas/ hombre día	

## Ejemplo de implementación del método de plantación estrato múltiple

A continuación se escribe un ejemplo de la implementación de esta metodología de plantación.

**CUADRO 4.4.2**  
Ejemplo de la implementación de una plantación del tipo estrato múltiple

Clasificación	Especies para el estrato superior	Especies para el estrato inferior
<b>Especies</b>	Eucalyptus globulus Pinus patula Pinus pseudostrobus Pinus montezumae	Spartium junceum Dodonaea viscosa Baccharis sp. Alnus acuminata
<b>Distancia de siembra / tipo de trazado</b>	Cada 3 m / triangular (o trazado lineal de 3 m de distancia)	Cada 3 m / triangular (o trazado lineal de 1.5 m de distancia)
<b>Densidad de plantación</b>	500 plantas/ha	500 plantas/ha Nota: en caso de trazado lineal 1000 a 3000 plantas/ha
<b>Ejemplo de trazado de la plantación</b>	<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <p><b>Trazado en tres bolillo</b> Los árboles tanto del estrato superior como los del inferior se plantan a distancias uniformes, distribuidas en un triángulo equilátero. La densidad de siembra general debe ser de <math>N=10,000/(d^2 \times 0.866)</math>, donde d es la longitud (m) de los lados del triángulo equilátero.</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <p><b>Trazado lineal:</b> Los árboles tanto del estrato superior como los del inferior se plantan en forma lineal. Los árboles del estrato bajo se plantan de manera densa a una distancia de 0.5 a 1.5m y la densidad de siembra debe ser de <math>N=(3.0/d \times 500)</math>, donde d es la distancia de siembra entre los árboles del estrato inferior.</p> </div> </div>	

\*\* los signos de color verde representan la distribución de los árboles del estrato superior y los rojos los del estrato inferior.

#### 4.4.2 Uso del mulch y su efecto preventivo de pérdida de la humedad del suelo

##### 1) Objetivos

Para frenar al máximo la evaporación de la humedad del suelo, lograr que la planta se establezca lo más antes posible en el terreno, y para ayudar el crecimiento de las plantas después de la plantación, un método muy efectivo es el uso de mulch de piedra en la base de la planta.

##### 2) Características

- Ventajas:

- 1) Debido a que se emplea material local, es de fácil acceso y no tiene costo alguno
- 2) La implementación es sencilla y no requiere de conocimientos especializados
- 3) Se logra estabilizar el suelo alrededor de la plantación

- Aspectos a cuidar:

- 1) No es factible para zonas donde es difícil conseguir las piedras.
- 2) No es muy aceptado por los campesinos debido a que aumenta el trabajo debido al aumento del número de plantas

##### 3) Época de implementación

Inmediatamente después de finalizada la plantación. Debe acostumbrarse a realizar la plantación (plantación definitiva, relleno, compactación) y la implementación del mulch en conjunto.

##### 4) Costos y mano de obra

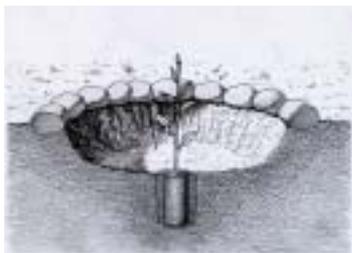
- 1) Tipo de trabajo: proceso manual
- 2) Rendimiento: como se indica a continuación

**CUADRO 4.3**

**Mano de obra necesaria para la implementación de mulch de piedra**

Clasificación	Rendimiento	Nota
Instalación	50 / hombre día (En zonas donde el acceso a piedra es difícil)	Distribución circular de aprox. 40cm de diámetro, incluye traslado de piedra
	100/ hombre día (En zonas donde el acceso a piedra es fácil)	Cantidad de material: 10 a 15 piedras (de 10 a 20cm de tamaño)

##### 6) Diseño de implementación



NOTA: Se rellena, con piedras de 10 a 20cm de tamaño, el hoyo (derecha) que queda luego de la forma de plantación normal (izquierda).

#### 4.4.3 Método de plantación directa empleando almácigo

##### 1) Objetivos

Técnicamente es más sencillo y también más económico en comparación al método mediante bolsas, y puede ser empleado para difundir plantaciones de especies forrajeras, de barreras vivas, y de bosques de conservación en cualquier lugar, tanto dentro como fuera de los terrenos de cultivo.

Este método es adecuado para zonas semiáridas ya que empleando zanjas de infiltración como almácigo puede aprovecharse la escasa agua de lluvia para el desarrollo de las plantas

##### 2) Características

- Ventajas:

- 1) No es necesario producir plantas (es decir el costo de producción es nulo).
- 2) El trabajo es sencillo por lo que cualquier persona podría implementar.
- 3) Si fracasa, es posible volver a intentar dentro de la misma época.

- Aspectos a cuidar:

- 1) Si las lluvias se prolongan después de la siembra, no tendrá éxito.
- 2) No es recomendado para plantaciones de gran escala (hay limitación de especies y objetivos)
- 3) Se debe tener cuidado con los daños que producen hormigas, liebres y otros después de la germinación

##### 3) Época de implementación

Se tendrá mayor porcentaje de éxito si se realiza la siembra a mediados de la época de lluvias cuando se producen precipitaciones seguidas.

Por lo tanto:

- a principios de la época de lluvias se deben construir zanjas de infiltración, y
- a mediados de la época de lluvias se deben realizar los trabajos de siembra

##### 4) Costos y mano de obra

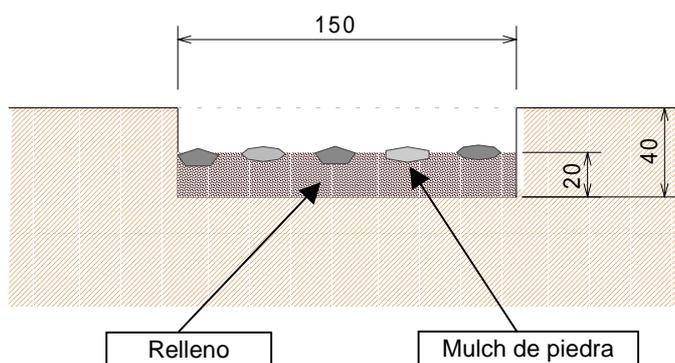
- 1) Tipo de trabajo: proceso manual
- 2) Rendimiento: como se indica a continuación

**CUADRO 4.4.4**  
**Costos y mano de obra necesaria para la implementación de plantaciones con método de siembra directa**

Clasificación	Rendimiento	Nota
Construcción de zanjas de infiltración	- 6 zanjas/ hombre día (en zonas de poca pendiente) - 12 zanjas/ hombre día (en zonas de mucha pendiente)	30cm de ancho x 150cm de largo x 40cm de profundidad, 20 cm de relleno, cubrir el 50% de la superficie de la zanja con el mulch de piedra
Siembra	-	La plantación de cada planta requiere aproximadamente 30 segundos, por lo que el tiempo puede considerarse nulo.
Resiembra	-	IDEM
Costo de adquisición de semillas	Entre 20-25 \$US	Para el caso de la Acacia visco (10,000 semillas/Kg)

##### 5) Diseño de implementación

**Preparación de la zanja de infiltración para la siembra directa** (Unidad: cm)



#### 6) Otros aspectos a cuidar en la implementación

- 1) Considerando que se producirá un periodo de sequía después de la plantación, este tratamiento se realiza al momento de plantar y no antes
- 2) Para facilitar el crecimiento radicular después de la germinación, se recomienda eliminar las piedras de la tierra excavada y rellenar con la misma la zanja hasta que esta tenga aprox. 20cm de profundidad (se debe formar una capa de tierra suave)
- 3) Se coloca el mulch de piedra en aprox. 50% de la superficie de la zanja
- 4) Luego de sembrar las semillas, cubrir con una capa de 5mm de tierra, y por último eliminar la tierra y la semilla que queden sobre el mulch de piedra

#### 7) Especies adecuadas para la siembra directa

- 1) Especies de germinación rápida
- 2) Especies con alto poder germinativo
- 3) Especies que no requieren tratamiento de pregerminación

#### CUADRO 4.4.5

#### Especies forestales adecuadas para la siembra directa y cantidad de siembra estándar

Clasificación	Especies
La más adecuada	Jarca( <i>Acacia visco</i> ):60 semillas
Las que tienen posibilidades	Leucaena ( <i>Leucaena leucocephala</i> ), Cina-cina ( <i>Parkinsonia aculeata</i> ), Retama ( <i>Spartium junceum</i> ):120 semillas de cada especie

#### 4.4.4 Posibilidades de la fruticultura

##### 1) Objetivo

La fruticultura puede ser desarrollada con objetivos de mejoramiento nutricional de los pobladores de la comunidad, así como diversificación de la dieta, comercialización y otros. A pesar de que la región de los valles subandinos es principalmente semiárida, existen valles con altitudes inferiores a los 2000m, donde no se producen muchas heladas, con clima relativamente templado y abundante lluvia, adecuadas para la fruticultura. También se pueden observar algunos ejemplos de cultivo de especies tropicales en zonas semiáridas.

##### 2) Características

##### 2) Características

- Ventajas:

- 1) Mejoramiento nutricional debido a las vitaminas y demás nutrientes que proporcionan las frutas.
- 2) Obtención de ingresos económicos mediante la comercialización de las frutas.

- Aspectos a cuidar:

- 1) Introducir variedades de buena calidad.
- 2) Es necesario realizar capacitación técnica sobre producción (reproducción por gajos o esquejes, injertos) y manejo de plagas y enfermedades.

##### 3) Ejemplo de frutales que pueden introducirse en la zona

En el cuadro siguiente se describen los frutales que pueden introducirse en la zona.

**Cuadro 4.4.6**  
**Lista de especies frutales que pueden introducirse en la zona**

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma de aprovechamiento
higo	<i>Ficus carica</i>	MORACEAE	consumo en fresco, fruta deshidratada, alimento procesado
palta	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE	consumo en fresco
nuez	<i>Juglans sp.</i>	JUGLANDACEAE	fruta deshidratada
níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>	ROSACEAE	consumo en fresco
manzana	<i>Malus pumila</i>	ROSACEAE	consumo en fresco
durazno	<i>Prunus persica</i>	ROSACEAE	consumo en fresco
limón	<i>Citrus limon</i>	RUTACEAE	jugo, comidas
uva	<i>Vitis sp.</i>	VITACEAE	consumo en fresco, bebidas, materia prima para la elaboración de vino
papaya	<i>Papaya carica</i>	CARICACEAE	consumo en fresco
chirimoya	<i>Annona cherimolia</i>	ANNONACEAE	consumo en fresco
mango	<i>Mangifera indica</i>	ANACARDIACEAE	consumo en fresco
guaba	<i>Psidium guajava</i>	MYRTACEAE	consumo en fresco
olivo	<i>Olea europaea</i>	OLEACEAE	alimento procesado, obtención de aceite
tuna	<i>Opuntia sp.</i>	CACTACEAE	consumo en fresco

## 4.5 Prácticas de protección de las plantaciones

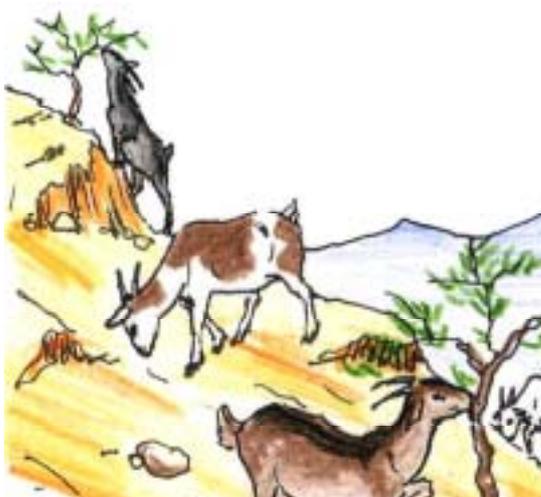
Dentro de la implementación de plantaciones forestales, una actividad muy necesaria es la protección de las plantas recién transplantadas, hasta que alcancen un determinado crecimiento. Una de las razones principales del fracaso de las plantaciones es el daño que causan los animales y otros, a las plantas. Por ejemplo en la zona andina, el ganado tiene una función y por tanto un valor muy importante dentro de la vida del campesino y por lo general se practica el libre pastoreo para su alimentación. La existencia de estos animales es un gran obstáculo para las actividades forestales.

Al margen del daño que causa el ganado, es común observar daños producidos por animales silvestres (como ser liebres) y otros como las hormigas cortadoras que dañan las hojas para la construcción de sus hormigueros. También se producen otros daños adicionales causados por los propios pobladores que maltratan las plantas.

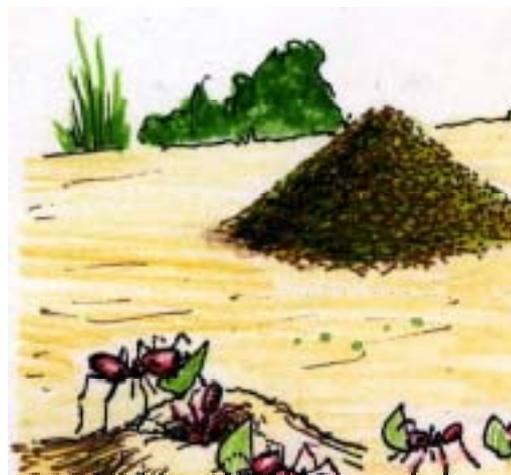
Por lo mencionado, si no se logra eliminar estos problemas, las plantaciones no tendrán éxito. En este capítulo se presentan prácticas efectivas que podrían servir como medidas para tal fin.

**CUADRO 4.5**  
**Prácticas incluidas en este capítulo**

Práctica	Contra	Nivel de efectividad	Aspecto económico	Grado de dificultad de implementación
Cercos de protección empleando postes de madera	Contra animales como cabras y ovejas, y contra el hombre	Alto	Caro	Difícil
Aprovechamiento de botellas de plástico desechables	Contra animales como cabras y ovejas	Alto	Barato	Relativamente fácil
Uso de plantas espinosas	Contra animales como cabras y ovejas	Medio	Barato	Relativamente fácil
Aprovechamiento de la lana de oveja	Contra hormigas cortadoras de hojas	Medio	Barato	Regular



**Fotografía:** Las prácticas de prevención de daños de animales son la clave del éxito de las plantaciones.



**Fotografía:** A veces las hormigas pueden dejar las plantas totalmente desnudas.

#### 4.5.1 Cercos de protección empleando postes de madera

##### 1) Objetivos

Evitar el ingreso de personas y animales mediante el cierre de un área empleando postes de madera, alambre de púas y clavos. Es uno de los métodos más común. No es una práctica nueva, sin embargo es una importante alternativa para la protección de las plantaciones.

##### 2) Características

- Ventajas

1. Detiene el ingreso de animales mayores como ser el ganado.

2. Puede ser empleado por periodos relativamente largos hasta que la planta alcance un determinado nivel de desarrollo.

3. Paralelamente sirve para marcar los límites del terreno y evitar así el ingreso de persona extraña a la propiedad.

- Aspectos a cuidar

1. Los costos de instalación son elevados y todos los años requiere de mantenimiento.

2. No puede evitar el ingreso de animales menores (animales silvestres y ganado joven).

##### 3) Época de implementación

Se debe finalizar la implementación del cerco hasta antes de finalizar la plantación (en lo posible construir el cerco antes de iniciar la plantación). Puede sonar obvio, sin embargo en la mayoría de los casos, la construcción del cerco suele dejarse para el último.

La instalación de los postes de madera es el trabajo que requiere mayor esfuerzo, y no es fácil realizar en época seca debido a que en esta época el suelo es muy duro. Por lo tanto, la instalación del cerco de protección de la plantación para un determinado año, debe planificarse para la época húmeda del año anterior.

##### 4) Costos y mano de obra (Ejemplo)

1. Tipo de trabajo: Proceso manual

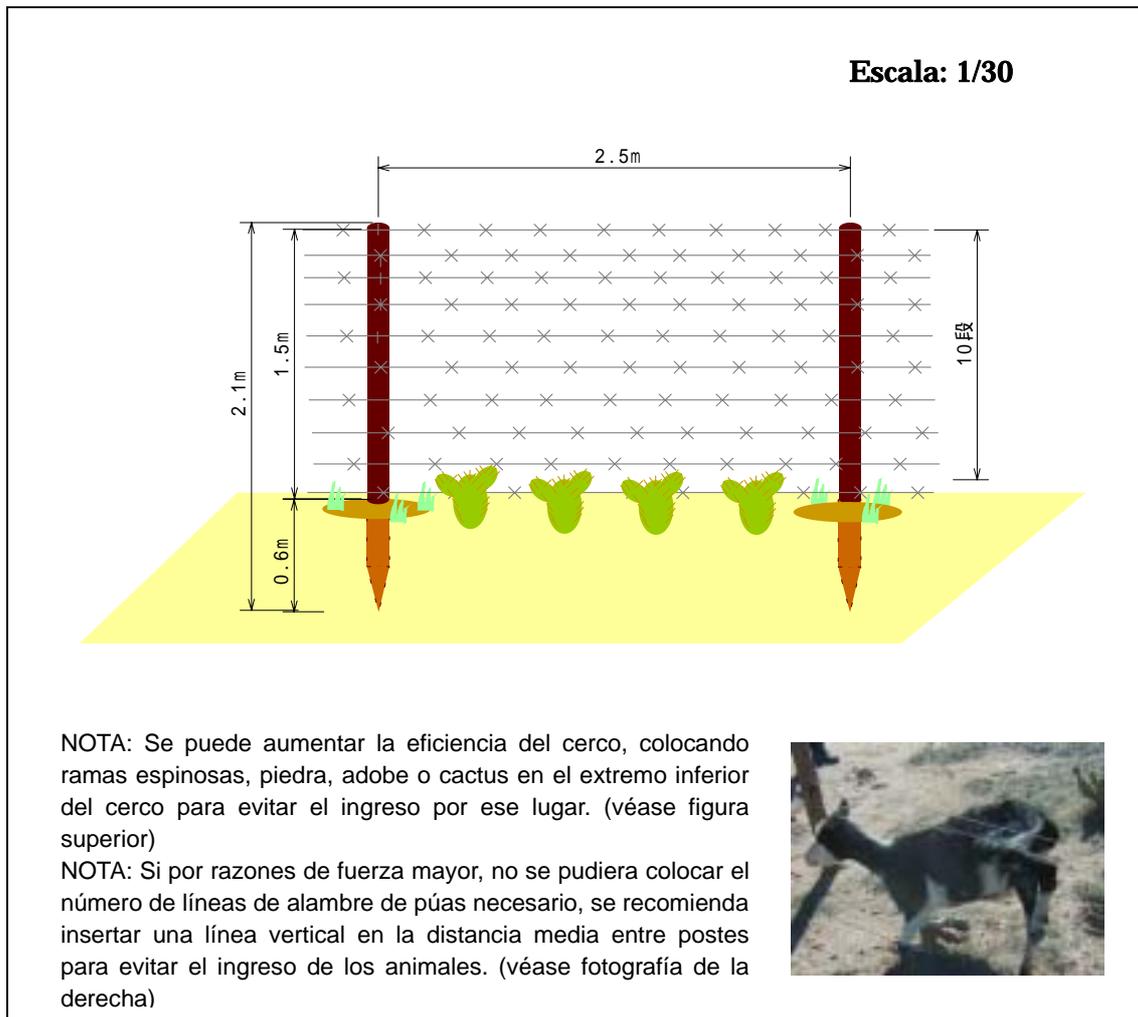
2. Costos y mano de obra para cada 1,000m de cerco

**Cuadro 4.5.1**  
**Costos y mano de obra para los cercos de protección empleando postes de madera**  
(Unidad monetaria: Bs.)

Clasific.	Detalle	Cant.	Unidad	Precio Unitario	Costo	Características
M	Postes de madera	400	unidades	5.00	2,000	Distancia entre postes 2.5m, 1 poste=2.1m 10 líneas, 1rollo=500m 1 rollo=5 1 kg=Aprox. 2,500 clavos Vida útil: 3 años
A						
T	Alambre de púas	22	Rollos	120.00	2,640	
E	Malla metálica	22	Rollos	80.00	1,760	
R	Clavos	2	Kg	8.00	16	
I	Herramientas	1	Juego	280.00	280	
A	Martillo	1	unidad	15.00	-	
L	Alicate	1	unidad	20.00	-	
E	Pala	1	unidad	30.00	-	
S	Pico	1	unidad	30.00	-	
(A)	Carretilla	1	unidad	185.00	-	
<b>Subtotal</b>					<b>Bs.6,696</b>	<b>=US\$893</b>

MANO DE OBRA (B)	Preparación del terreno y poda de limpieza	1,000	m	13.3	266	75m/hombre día, ancho de trabajo 1m
	Excavación de hoyos	400	hoyos	16.0	320	25 hoyos/ hombre día
	Colocado de postes	400	postes	10.0	200	40 postes/ hombre día
	Colocado del alambre de púas	10,000	m	50.0	1,000	200m/ hombre día
<b>Subtotal</b>					<b>Bs.1,786</b>	
<b>TOTAL ( A+B )</b>					<b>Bs.8,482</b>	

**FIGURA 4.5.1**  
**Diseño de instalación de un cerco de protección empleando postes de madera**



## 4.5.2 Aprovechamiento de botellas de plástico desechables

### 1) Objetivos

Pequeños animales silvestres (especialmente liebres) que traspasan los cercos de protección producen grandes daños a las plantas en la época seca. Para esto, es muy efectivo tomar medidas específicas para cada tipo de animal.

En Bolivia, es difícil conseguir materiales forestales de alto precio. Sin embargo, aprovechando las botellas de plástico desechables para bebidas gaseosas que son fáciles de conseguir en la zona, se pueden lograr, de manera económica y garantizada, los mismos efectos que se logran con los materiales forestales especializados.

### 2) Características

#### - Ventajas

1. Es un método barato y es posible reciclar el material desechado
2. Al acostumbrarse, es posible adecuar las botellas e instalar sin necesidad de ninguna técnica especial
3. Puede aumentar el material necesario si se adiciona una estaca de soporte según la planta vaya creciendo

#### - Aspectos a cuidar

1. Con este método se limita el crecimiento lateral de la planta porque se limita el desarrollo de las ramas, lo cual hace necesario aumentar el material cuando se considere que los riesgos de sufrir daños de los animales sean bajos (hasta que alcance una altura mayor a la de los animales dañinos)
2. Requiere estacas de soporte ya que es fácilmente derribado por el viento
3. Existe una fuerte pero equivocada idea de que este método "quema" la planta debido a los rayos solares, por lo que se requiere una adecuada promoción y capacitación para su difusión
4. Unir las botellas de marcas de bebidas diferentes produce desfases de tamaño (en caso de ir conectando varias botellas)

### 3) Época de implementación

Se implementa inmediatamente después de plantar las nuevas plantas. En zonas donde el daño debido a liebres es sumamente alto, junto con esta medida también es necesario considerar una disminución del número de plantas.

Se recomienda colocar las estacas de soporte concentradamente en la época de lluvias que es cuando el suelo está blando, y esperar a la siguiente época de lluvias para colocar las que se requieran adicionar posteriormente.

### 4) Costos y mano de obra (Ejemplo)

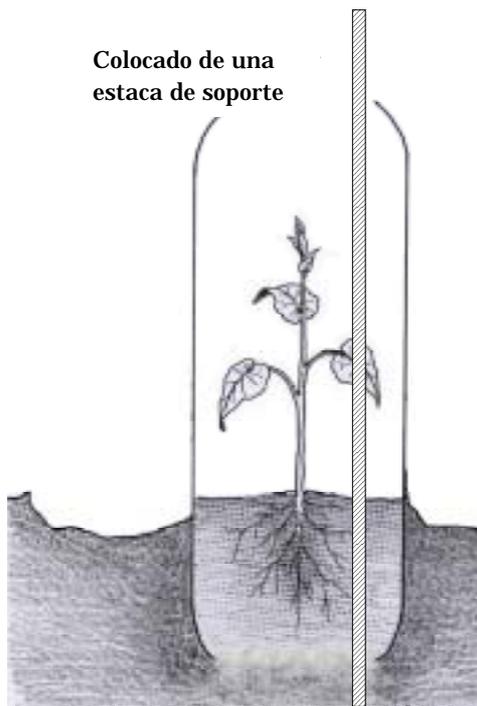
- Tipo de trabajo: proceso totalmente manual

Cuadro 4.5.2

#### Costos y mano de obra para la protección de plantas empleando botellas de plástico desechables

Clasificación	Detalle
Materiales	Debido a que se emplea material desechado el costo es nulo. Sin embargo, si se desea reunir gran cantidad de este material y en corto tiempo, puede recurrirse a poner avisos en el periódico y comprar las botellas a aprox. Bs.10. Para una plantación de 1,000 plantas/ha el costo alcanza los Bs.100
Mano de obra	Trabajo de adecuación de las botellas: 15 botellas/ hora Trabajo de conexión de las botellas: 150 botellas/ hombre día Trabajo de colocado de estacas de soporte: 150 estacas/ hombre día

**Figura 4.5.2**  
**Protección de plantas empleando botellas de plástico desechables**



1. Ajuste de la botella: Realizar un corte transversal en la parte superior y otro en la parte inferior de la botella.
2. Precauciones al momento de cortar la botella: Se debe tener cuidado de dejar la parte curva de la parte superior de la botella.
3. Estacas de soporte: En la parte inferior de la botella, colocar estacas o caña huecas delgadas de 1m de largo. Si no se consiguen las estacas, fijar la botella enterrando en el suelo como se indica la figura de la izquierda.
4. Adición de botellas: Hacer pasar por la estaca de soporte otra botella que haya sido cortada de la misma forma que la primera y colocarla a continuación de la primera botella. No es necesario reforzar la zona de conexión (véase fotografía inferior)



### 4.5.3 Protección de plantas mediante el uso de plantas espinosas

#### 1) Objetivos

Esta práctica consiste en evitar los daños de animales que comen las plantas bordeando la plantación con ramas espinosas. Esta práctica es muy recomendada ya que es muy barata porque emplea especies espinosas que crecen naturalmente en la zona (Prosopis sp., Acacia sp. y otros) y porque se logra proteger las plantas de manera sencilla.

#### 2) Características

-Ventajas

1. El material se consigue en la zona
2. No intercepta la luz solar, por lo que no perjudica el desarrollo de las plantas
3. Los costos son nulos

- Aspectos a cuidar

1. Es fácil de ser movido por el viento (por lo que requiere ser fijado)
2. Depende de las especies y cantidad existente en la zona
3. Si no existe suficiente cantidad de material para bordear la planta, los animales pueden ingresar por algún espacio abierto

#### 3) Época de implementación

Debe implementarse inmediatamente después de plantar las plantas. No un día después sino el mismo día y a todas las plantas ya que si se deja aunque sea un solo día es posible que en ese tiempo los animales se coman las plantas.

**Fotografía 4.5.3**  
**Protección de plantas mediante el uso de plantas espinosas**



#### 4.5.4 Aprovechamiento de la lana de oveja (contra hormigas cortadoras de hojas)

##### 1) Objetivos

Entre los animales que dañan las plantas, están también las hormigas cuyo ingreso no puede ser frenado por cercos de protección o protección individual de las plantas. Entre estas, especialmente la hormiga cortadora de hojas produce daños terribles ya que cortan todas las hojas de la planta en corto tiempo.

Es muy difícil poder predecir el daño que ocasionan las hormigas. No se sabe cuándo atacarán las hormigas ya que su ataque se concentra en la planta que encuentran en su camino. El daño de las hormigas se puede evitar envolviendo el tallo de la planta con lana de oveja. Este método es muy sencillo de implementar y el material es muy fácil de conseguir.

##### 2) Características

###### - Ventajas

1. Se puede evitar el paso de las hormigas
2. A comparación del uso de plaguicidas es mucho más barato y los materiales son fáciles de conseguir
3. Requiere un poco de tiempo ya que se debe implementar la práctica planta por planta, pero no se requiere de ningún conocimiento o técnica especializada
4. No requiere trabajos de mantenimiento

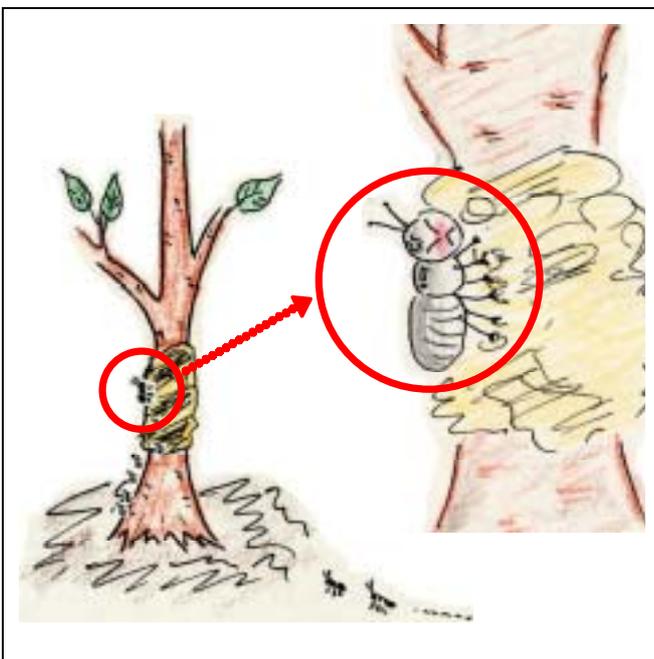
###### - Aspectos a cuidar

1. No es muy efectivo cuando se trata de gran cantidad de hormigas
2. Es más efectivo si se lo remoja en aceite comestible

##### 3) Época de implementación

En lo posible, inmediatamente después de realizar la plantación

**FIGURA 4.5.4**  
Aprovechamiento de la lana de oveja



Fotografía 4.5.4  
Forma de envolver la lana de oveja

## 4.6 Especies forestales útiles

En este capítulo, se presenta una lista e información individual de las especies forestales útiles seleccionadas sobre la base de utilidades que tienen en la zona, demanda por parte de los campesinos, los resultados sobre la resistencia a la sequedad y el comportamiento en la etapa inicial de crecimiento obtenida en plantaciones experimentales.

Para la selección de estas especies se ha tomado en cuenta lo siguiente:

### 4.6.1 Utilidad de la especie

Para plantaciones, donde el campesino es el protagonista, se debe emplear las especies que los campesinos puedan aprovechar. Para ello, primeramente se debe averiguar sobre la utilidad que tiene cada especie. En la zona de intervención del Proyecto JALDA, existe el Schinus Molle que una especie nativa que se observa en muchas partes, la misma que en algunas zonas es muy apreciada mientras que en otras es despreciada alegando que es un árbol que trae mala suerte. También se puede observar que existe mucha diferencia en la forma de aprovechamiento de la especie según las zonas. Así, existiendo diferencias en la utilidad y forma de aprovechamiento de una misma especie, diferirá también la demanda de esta especie por parte de los campesinos, por lo que es importante averiguar previamente sobre el tema.

Los principales destinos de uso de las especies útiles de la zona rural son como se describen a continuación:

#### Utilidades de las especies forestales de la zona rural

- |   |  |
|---|--|
| - Material de construcción (postes, vigas)                          | - Alimentación (frutos)  |
| - Material para trabajos de madera                                  | - Forraje para el ganado                                       |
| - Material para la fabricación de muebles                           | - Ornamentación  |
| - Material para fabricación de herramientas e implementos agrícolas | - Obtención de colorantes naturales                            |
| - Material para fabricación de instrumentos musicales               | - Recurso melífero, usos medicinales                           |
| - Material para fabricación de durmientes                           | - Formación de sombra, linderos                                |
| - Material para obtención de leña y carbón                          | - Cortinas rompevientos, prevención de deslizamientos de suelo |
|   | - Formación de recursos hídricos                               |

### 4.6.2 Efectos en la conservación de suelos

Debido a las diversas y variadas características de las especies forestales, es necesario definir las especies adecuadas para la conservación de suelos. Las condiciones que deben considerarse para ello son las siguientes:

#### Características y condiciones que deben cumplir las especies para la conservación de suelos

1. Que sus raíces sean profundas
2. Que su copa (o corona) sea amplia
3. Que tenga buena capacidad de rebrote
4. Que las ramas y hojas que caen sean abundantes

### 4.6.3 Especies útiles para el desarrollo rural y otros

Dentro de las actividades de desarrollo rural basado en la conservación de suelos, se deben seleccionar las especies considerando las diversas utilidades o razones descritas anteriormente. En caso de que una especie tenga una sola utilidad, plantar combinando otra especie puede tener mayores efectos,

Considerando lo anterior, el cuadro 4.6.1 muestra una lista de especies consideradas útiles. Las características de cada una de estas especies están detalladas en el anexo.

Al margen de las especies descritas en el cuadro, existen muchas otras especies cercanas que podrían adaptarse al medio de la zona por lo que es necesario verificar mediante pruebas de adaptabilidad si estas otras especies se adaptan o no.

Cuadro 4.6.1

## 4.7 Manejo de los recursos forestales mediante un reglamento de manejo forestal

### 4.7.1 Objetivo

El Reglamento de Manejo Forestal regula la conservación de todas las plantas naturales e implantadas que son necesarias para mantener y fomentar todo tipo de plantaciones y actividades forestales que se realizan con el objetivo de conservar y aumentar los recursos naturales de las comunidades de intervención.

Con el establecimiento de este Reglamento, la comunidad manejará adecuadamente los recursos por propia iniciativa y de manera sostenible, con el fin de que estos recursos puedan ser aprovechados sosteniblemente en el futuro de manera eficiente.

### 4.7.2 Antecedentes del establecimiento del Reglamento de Manejo Forestal

Los agricultores que viven en la zona de los valles interandinos, viven dentro de un medio muy riguroso, aprovechan al máximo los escasos recursos existentes. Estas personas, que casi no tienen ingresos económicos, consideran que la leña para su cotidiano vivir es algo que se debe recolectar en la zona y no comprarla. Por otro lado, consideran a los animales domésticos como su forma de ahorro, por lo que aprovechan los escasos pastos para su crianza.

La vegetación natural de la zona de los valles interandinos se encuentra degradada y con tendencias a agotarse, tanto así que la cantidad de los recursos vegetales no llega a abastecer de manera suficiente la demanda para las actividades cotidianas de los pobladores. Sin embargo, la prioridad de los agricultores es la subsistencia, lo que los lleva a entrar a terrenos ajenos o a trasladarse a lugares cada vez más lejanos para obtener estos recursos.

Entre los pobladores de la zona andina existe la costumbre de permitir el librepastoreo de los animales domésticos luego de la época seca (desde finales del mes de junio). A pesar de que según esta costumbre está permitido que los animales entren a terrenos ajenos, lo cierto es que a los agricultores no les agrada que personas ajenas entren a sus terrenos.

Las principales razones de la degradación de los recursos naturales en esta zona son la inadecuada tala para la obtención de leña y el inadecuado manejo de los animales. Para que los agricultores puedan seguir aprovechando a futuro los recursos vegetales de la zona para conseguir leña y para el pastoreo de los animales, es necesario implantar un sistema de manejo de suelos donde intervengan todos los pobladores de la zona y la sociedad en su conjunto. Para ello, en este capítulo se propone un Reglamento de Manejo Forestal, el mismo que debe ser adoptado por los agricultores por iniciativa propia y no por imposición de terceros.

### 4.7.3 Características del Reglamento

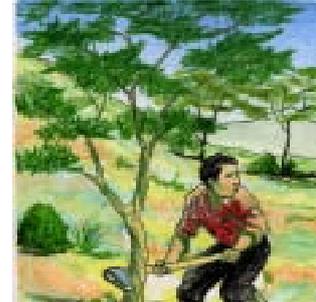
Las características principales de este Reglamento son como se muestra a continuación:

**Cuadro 4.7.2 CARACTERÍSTICAS DEL REGLAMENTO**

	CONTENIDO
1. ¿A qué se aplica el Reglamento?	El reglamento se aplica a todas las plantaciones naturales e implantadas en los terrenos de la comunidad.
2. ¿A quiénes se aplica el Reglamento?	El reglamento se aplica a todos los comunarios.
3. Normas principales	No dañar intencionalmente la propiedad privada y plantaciones de otras personas. Cuidar que el ganado no cause los mismos daños.
4. En caso de incumplimiento	En caso de incumplimiento, se aplicarán las sanciones correspondientes.
5. ¿A quiénes se aplican las sanciones?	Las sanciones se aplican a todas las personas y dueños de animales que causen daños a la propiedad privada y las plantaciones ajenas.
6. Tipos de sanciones	Multas económicas o reposición mediante una nueva plantación (Ejemplo: En caso de que el ganado haya dañado una planta implantada que tenía 1 año, el dueño del animal deberá reponer plantando dos nuevas plantas en el mismo lugar)
7. Responsables de hacer cumplir el Reglamento	El Secretario General de la comunidad (o dirigente comunal), el Secretario de Recursos Naturales y el Secretario de Conflictos y Justicia son los encargados de hacer cumplir el Reglamento, realizar las inspecciones y/o tasaciones de los daños y dar soluciones a los conflictos.



(←Dibujo de la izquierda)  
 El manejo del ganado, que por lo general pastorea libremente, influye significativamente en el éxito de las plantaciones.



(Dibujo de la derecha→)  
 La tala inadecuada también es uno de los problemas más graves.

#### 4.7.4 Problemas que aún prevalecen y soluciones

##### 1) Involucramiento de toda la zona (control de la gente, control de la zona)

El Secretario General de la comunidad (o dirigente comunal), el Secretario de Recursos Naturales y el Secretario de Conflictos y Justicia son las 3 personas encargadas de hacer cumplir el Reglamento. Sin embargo, debido a la amplia extensión de la comunidad es imposible que el control de estas 3 personas llegue a toda la zona. Por otra parte, debido a que en la comunidad todos se conocen, y aún más, existen muchas relaciones familiares, es difícil que entre familiares se acusen por algún caso. Por lo tanto, es necesario fortalecer el control social en la comunidad.



En las zonas de intervención del Estudio de Validación (Proyecto JALDA), luego del establecimiento del Reglamento, se denunciaron más de 10 casos de daños en los que se desconocía el infractor. Cuando los responsables de hacer cumplir el Reglamento denunciaron este hecho en la asamblea comunal, la gente poco a poco comenzó a hablar. Al final, se esclareció quiénes fueron los infractores. En la oportunidad, uno de los infractores decía "Nunca pensé que la aplicación del Reglamento fuese en serio". Estas palabras hacían sentir la necesidad de establecer el reglamento en toda la zona. Es importante hacerles saber que la gente, la zona, y hasta Dios (la religión de la zona es la católica) siempre están observando lo que sucede.

##### 2) Involucramiento de las autoridades locales

Para elevar aún más el nivel del Reglamento Forestal, es necesario que la Superintendencia Forestal apruebe el mismo. En Bolivia, Reglamentos forestales de diferentes comunidades ya han sido publicados mediante la Gaceta Oficial. De esta manera se puede hacer sentir la autoridad de la Superintendencia Forestal. En Bolivia, no se pueden talar árboles si no se cuenta con una autorización. En otros países, los bosques están regulados por Leyes Forestales, por lo que se debe hacer conocer a los agricultores campesinos sobre su existencia.

##### 3) Zona de aplicación del Reglamento

El Reglamento Forestal se aplica a todos los terrenos, plantaciones de la comunidad, así como a todos los pobladores de la misma. Esto significa que también se aplica a comunidades vecinas en caso de que pobladores de la comunidad lleven sus animales a pastorear a estas comunidades vecinas o viceversa, es decir cuando pobladores de comunidades vecinas traen sus animales a pastorear en terrenos de la comunidad. Para que no ocurra



Afiche utilizado en la comunidad para la difusión del Reglamento Forestal

este tipo de conflictos, es necesario realizar una adecuada coordinación con las comunidades vecinas y establecer convenios intercomunales para no causar daños recíprocamente.

#### **4) Visita a otras zonas**

Un método muy efectivo para lograr un cambio de actitud en los pobladores de la comunidad sobre el Reglamento Forestal y así poder ejecutar este adecuadamente, es realizar una visita a otras zonas donde ya se tiene establecido un reglamento similar.

Las zonas donde podrían realizarse tales visitas pueden ser comunidades donde ya se maneja un Reglamento Forestal, comunidades donde existe la tradición de restringir la tala, zonas donde la producción de madera está avanzada o donde existe un fuerte sentido del manejo forestal.

## **4.7.5 Reglamento de manejo forestal**

Y por último, a continuación se presenta el Reglamento de Manejo Forestal empleado en el Estudio de Validación de la J-Green, esperando que la misma sirva como una referencia para la definición del reglamento en las diferentes comunidades.

### **REGLAMENTO DE MANEJO DE FORESTAL**

(Reglamento elaborado por la J-Green en Marzo del 2002)

#### **ARTÍCULO PRIMERO: OBJETIVOS**

El presente Reglamento tiene como objetivo normar todos los aspectos referidos a la conservación de todas las plantas naturales e implantadas de la comunidad de intervención para que de esta manera se pueda mantener y fomentar todo tipo de plantaciones y actividades forestales que se realizan dentro de la misma con fines de conservación y aumento de los recursos naturales.

#### **ARTÍCULO SEGUNDO: APLICACIÓN DEL REGLAMENTO (ZONA)**

El presente Reglamento se aplica a todos los terrenos, todas las plantaciones naturales e implantadas, así como todos los pastizales naturales existentes dentro de la comunidad de ..... del Municipio de ..... del departamento de Chuquisaca, Bolivia.

#### **ARTÍCULO TERCERO: APLICACIÓN DEL REGLAMENTO (INDIVIDUOS)**

Una vez que el presente Reglamento haya sido aprobado en una asamblea comunal y por el Comité Forestal de la zona, todos los pobladores de la comunidad darán cumplimiento al mismo.

#### **ARTÍCULO CUATRO: APLICACIÓN DEL REGLAMENTO (OTROS INDIVIDUOS)**

Mediante conversaciones entre la organización de la comunidad y las organizaciones de las comunidades vecinas se deberá establecer que los pobladores que pastorean sus animales en la comunidad también deben acatar el presente Reglamento.

#### **ARTÍCULO QUINTO: RESPONSABLES DE HACER CUMPLIR EL REGLAMENTO**

Tres representantes de la comunidad (Secretario General, Secretario de Recursos Naturales, Secretario de Conflictos y Justicia) son los responsables de hacer cumplir el presente Reglamento. Los responsables deberán cumplir sus funciones con convicción y verdad.

#### **ARTÍCULO SEXTO: DERECHOS DE LOS MIEMBROS DE LA COMUNIDAD**

1. Todos los miembros de la comunidad tienen derecho a ser informado oportunamente sobre cualquier actividad que afecte las plantaciones propias o la propiedad privada.
2. Cuando un miembro de la comunidad supiere de alguien que haya incumplido las normas del Reglamento dañado sus plantaciones o las de terceras personas, este deberá informar a los responsables de hacer cumplir el Reglamento y podrá exigir el cumplimiento de sanciones a los infractores.
3. Todos los miembros de la comunidad tienen derecho a plantar en su propiedad privada las especies que deseen y en la cantidad que deseen sin importar si estas son palatables o no al ganado.

#### **ARTÍCULO SÉPTIMO: OBLIGACIONES DE LOS MIEMBROS DE LA COMUNIDAD Y COMUNIDADES VECINAS**

1. Todos los miembros de la comunidad y las comunidades vecinas tienen la obligación de pedir permiso a los dueños previamente a cualquier actividad que afecte las plantaciones o la propiedad privada ajena.
2. Todos los miembros de la comunidad y las comunidades vecinas tienen la obligación de tomar medidas para no dañar las plantaciones o la propiedad privada ajena.
3. Cuando algún miembro de la comunidad o las comunidades vecinas hubiere causado algún daño a las plantaciones o la propiedad privada ajena tiene la obligación de cumplir las sanciones descritas en el artículo décimo de este Reglamento.
4. Cuando menores de edad de la comunidad o las comunidades vecinas hayan infringido el Reglamento, los padres de familia serán los responsables de resarcir los daños causados por este.

#### **ARTÍCULO OCTAVO: ATRIBUCIONES DE LOS RESPONSABLES**

1. El Secretario General, en coordinación con el Secretario de Recursos Naturales y el Secretario de Conflictos y Justicia, hará cumplir a los infractores del Reglamento las sanciones correspondientes.

2. El Secretario General puede instruir a algún otro miembro de la comunidad la realización de inspecciones y tasaciones referente al desarrollo de las plantaciones, los daños sufridos y otros.
3. Sobre la base de los resultados del punto anterior, según la necesidad, el Secretario General en persona podrá realizar las inspecciones y tasaciones acompañado del Secretario de Recursos Naturales.
4. El Secretario de Recursos Naturales debe difundir e informar al resto de la comunidad sobre las actividades que se realizan a favor de las plantaciones, bosques naturales y otros.
5. El Secretario de Conflictos y Justicia puede gestionar soluciones ante la Superintendencia Forestal, a los conflictos relacionado a los daños ocasionados a las plantaciones que no puedan resolverse a nivel comunal.

#### **ARTÍCULO NOVENO: DURACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESPONSABLES**

Los responsables asumirán estas obligaciones durante la gestión sindical que les toca desempeñar, es decir, por un año. Sin embargo, si se presentasen motivos de fuerza mayor que impidan el cumplimiento de la gestión, la duración de la misma podrá ser modificada mediante la decisión en una asamblea ordinaria.

#### **ARTÍCULO DÉCIMO: SANCIONES**

Las sanciones serán determinadas en base al grado, el tipo de daño, edad de las plantas y dependerán de los causantes.

1. **Daños causados por animales domésticos:** Los daños causados por animales domésticos serán resarcidos por el dueño de los mismos según la siguiente norma.

<b>Grado de daño</b>	<b>Tipificación del daño</b>	<b>Sanción a aplicarse</b>
Total	1. A plantas forestales nativas o exóticas implantadas de <i>1 año de edad</i>	Por cada planta dañada, se deberá reponer (en su sitio) 2 plantas. En caso de reincidencia se sancionará con el costo de una planta grande (planta comercial).
	2. A plantas forestales nativas o exóticas implantadas de <i>2 ó más años de edad</i>	Por cada planta dañada, se deberá reponer en efectivo el costo de una planta en uso, es decir, como si fuese una planta grande (planta comercial).
Parcial	3. A plantas forestales nativas o exóticas implantadas de <i>1 ó más años de edad</i>	Por cada planta dañada, se deberá pagar Bs.1 (un Boliviano) en efectivo.
Total o parcial	4. Cuando se haya hecho uso sin autorización de pastizales naturales (en terrenos de pastoreo)	La infracción será de Bs.50 (cincuenta Bolivianos) en efectivo.

*Daño total:* cuando la planta ha sido dañada completamente sin posibilidades de poder rebrotar, es decir está muerta.

*Daño parcial:* cuando el daño sea solamente algunas partes de la planta, la misma se sancionará solamente por el perjuicio en el desarrollo normal de la planta.

2. **Daños causados por personas (adultos o menores de edad) de la comunidad**

<b>Grado de daño</b>	<b>Tipificación del daño</b>	<b>Sanción a aplicarse</b>
Total	A plantas forestales nativas o exóticas implantados, de <i>1 año de edad</i>	Por cada planta dañada, se deberá reponer (en su sitio) 4 plantas. En caso de reincidencia se sancionará con el costo de una planta grande.
	A plantas forestales nativas o exóticas implantados, de <i>2 ó más años de edad</i>	Por cada planta dañada, se deberá reponer en efectivo el costo de una planta en uso, es decir, como si fuese una planta grande.
Parcial	A plantaciones forestales (nativas y exóticas) de <i>1 ó más años de edad</i>	Por cada planta dañada, se deberá pagar Bs.2 (dos Bolivianos) en efectivo.
Total o parcial	A Plantas nativas naturales en pleno uso de propiedades privadas	La infracción será de Bs.50 (cincuenta Bolivianos) en efectivo.
Total o parcial	Daño por fuego a plantaciones y/o pastizales	El sindicato definirá la sanción, según el tipo de daño. En caso de que no pueda ser solucionado, el caso pasará a instancias mayores (Ley forestal).

3. **Daños causados por animales y personas de comunidades vecinas:** Obedeciendo al artículo cuarto del presente Reglamento, cuando se produzcan daños causados por los pobladores o animales domésticos de comunidades vecinas se aplicarán las mismas sanciones definidas en los 2 cuadros anteriores.

**ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO: DESTINO DE LAS RECAUDACIONES POR LAS SANCIONES**

Las recaudaciones ya sean de plantas o de dinero en efectivo tendrá el siguiente destino

1. Las plantas recaudadas por el cumplimiento de las sanciones pasarán a pertenecer directamente a la familia damnificada.
2. El dinero en efectivo recaudado por el cumplimiento de las sanciones, pasará a pertenecer una cuarta parte (1/4) del monto a la organización comunal (Sindicato), y las tres cuartas (3/4) partes a la familia damnificada.

**ARTÍCULO DÉCIMO SEGUNDO: APROBACIÓN Y PUESTA EN VIGENCIA**

Habiéndose aprobado el presente Reglamento en fecha ..... en asamblea ordinaria de la comunidad de ..... del Municipio de ..... del departamento de Chuquisaca, Bolivia, el mismo se pone en vigencia desde la misma fecha. Se deja aclarado que el presente Reglamento Forestal es un instrumento público aprobado en fecha ..... por la Superintendencia Forestal de Bolivia.

Día / Mes / Año

Firmas: del Secretario General, del Secretario de Recursos Naturales, del Secretario de Conflictos y Justicia  
Vistos Buenos: de todas las máximas autoridades locales (Ej. Subcentrales) y autoridades municipales.

## **CAPÍTULO 5**

### **MEDIDAS EN EL ÁREA DE LA GANADERÍA**

## **Capítulo 5**

### **Medidas en el área de la ganadería**

Con respecto a la erosión del suelo en los valles interandinos, se suele mencionar que, además del deterioro de las condiciones naturales, la erosión está relacionada con la acción voluntaria del hombre como por ejemplo la inapropiada forma de realización de la explotación agrícola. En especial, el sobrepastoreo que se practica en forma casi permanente, está provocando el avance progresivo de la erosión del suelo. Si bien en el presente manual se centra la mira en las diversas medidas de prevención de la erosión del suelo en tierras agrícolas, es de reconocer que la erosión causada por el pastoreo que se practica en extensas praderas de zonas montañosas también está incidiendo indirectamente sobre las tierras agrícolas, lo cual hace que las medidas en el área ganadera también sean relevantes. En el presente capítulo se describen las diversas medidas que se establecen para prevenir dichas situaciones acorde con la metodología de implementación del presente Estudio de Validación.

#### **5.1 Situación actual de la cría de animales domésticos y la erosión del suelo**

La forma de criar los animales domésticos que se practica en Sudamérica difiere un tanto según el país, conforme a su topografía, clima y otros factores que presenta cada uno de ellos. Existen las más variadas formas de crianza, desde la cría de bovinos de carne en gran escala que se practica en las planicies, que cuentan con abundantes recursos forrajeros, hasta la forma de cría extensiva de bovinos, caprinos, ovinos y camélidos que se practican en las regiones montañosas y de valles que tienen escasos recursos forrajeros, constituidos de pobres vegetaciones herbáceas y arbustivas.

En las regiones montañosas y de valles, como es el caso del área en estudio, la cría de animales domésticos se practica principalmente para usar en la labranza, como fuente de estiércol y en la vida cotidiana, como fuente de proteína y de suministro de la lana. De esta manera, la cría de animales domésticos está ocupando una posición sumamente importante dentro del sistema productivo de los campesinos, siendo prácticamente imposible la vida de estos sin la presencia de los animales.

Sin embargo, en la situación actual, el número de animales criados no concuerda con la disponibilidad de pastos naturales, arbustos, etc., que constituyen la principal fuente de forraje. Esta situación obedece a que, atendiendo los fines de la crianza descrita precedentemente, los agricultores no están considerando la disponibilidad forrajera y en todo momento está primando el deseo de contar siempre con el mayor número de cabezas de animales. Los campesinos están usando sus propias tierras o el campo comunal para el pastoreo de sus animales; sin embargo, existen también numerosos campesinos que no poseen tierra, razón por la cual el recurso forrajero se encuentra permanentemente en déficit ante la demanda.

Como consecuencia de esta situación, está ocurriendo permanentemente el sobrepastoreo, lo cual acelera el proceso erosivo del suelo, haciendo que se agrave aún más la disminución de los recursos forrajeros.

Ante esta situación, en el presente Estudio de Validación se ha tratado de concienciar a nivel comunal sobre la importancia del manejo adecuado de los recursos naturales, tendiente a conducir a la prevención de la erosión del suelo, eliminando el problema de sobrepastoreo y validar con ello la necesidad de una explotación ganadera sostenible y por ende, un desarrollo rural sostenible.

## 5.2 Sobre las medidas contra en sobrepastoreo

### 5.2.1 Problemas de sobrepastoreo

Las especies criadas en la región del valle interandino son principalmente el bovino y el asno para la tracción y el caprino, ovino y camélidos como fuente de ingreso y de proteína. No son muy numerosos los bovinos y los asnos criados por cada campesino, salvo algunas excepciones. Sin embargo, es bastante grande el número de cabras y ovejas criadas en cada familia, llegando a constituirse en la principal causa del sobrepastoreo.

El sobrepastoreo hace que se pierda el equilibrio entre el número de animales criados y la disponibilidad de la fuente forrajera, lo cual ocasiona el excesivo consumo de la biomasa por los ganados, que sumado a la falta de un manejo adecuado del suelo, causa la degradación del suelo que lo deja sin cobertura, haciendo que los demás factores como la lluvia y el viento provoquen finalmente la erosión del suelo.

Especialmente las cabras y las ovejas comen las hierbas hasta el nivel del suelo, obstaculizando gradualmente la regeneración de los recursos productores de la biomasa. Además, la forma de cría que se practica en muchas regiones semiáridas como el área de estudio, obliga a seguir con el pastoreo aún durante la época seca, período en que escasea el forraje, pudiendo decirse que es una forma de explotación que no tiene en consideración la preservación y la regeneración de los recursos naturales.

### 5.2.2 Medidas contra el sobrepastoreo

La forma de cría como la mencionada, que no considera la preservación ni la regeneración de los recursos naturales, es un fiel reflejo de la situación actual de las bases económicas y técnicas de los campesinos. En consecuencia, una medida que pretenda cambiar drásticamente los sistemas productivos vigentes, no solamente es difícil de ser aceptada, sino es prácticamente imposible aplicar a corto plazo. Esto, porque no estarían dadas las condiciones, tanto en la capacidad técnica, financiera y laboral del propio campesino, como en el sistema de apoyo de las instituciones del gobierno y otros organismos, para apoyar plenamente la gestión de tales acciones.

En consecuencia, las medidas a aplicar no deben estar basadas en tecnología de punta ni deben ser multidisciplinarias como las medidas de mejoramiento intensivo que se implementan en las zonas ganaderas de avanzada, sino deben ser medidas que el propio campesino pueda implementar y a bajo costo, o ir incorporando gradualmente las más apropiadas para la zona, entre las diversas opciones que se encuentran en los proyectos de apoyo que está ejecutando los organismos gubernamentales en la región.

Tomando en consideración los aspectos mencionados, y con respecto a las medidas contra el sobrepastoreo aplicables a nivel del campesino, es necesario identificar primeramente toda la problemática que existe en la zona y en base a ello, seleccionar cuidadosamente las alternativas a aplicar.

### 5.2.3 Puntos principales y contenido de las medidas

Como medidas de orden técnico a aplicar contra el sobrepastoreo, pueden citarse la adecuación del número de cabezas de ganado para pastoreo (reducción) mediante el mejoramiento de la productividad del ganado y la medida que estimule la producción de los recursos forrajeros y con ello, disminuir la presión que ejerce el pastoreo sobre el recurso suelo. Además de estas medidas pueden citarse la adecuada realización del control social mediante la vigilancia del pastoreo, utilización de recursos forrajeros como la pastura natural, arbustos y otros, así como la medida física consistente en un estricto control y manejo de los recursos productores de la biomasa mediante la instalación de cercos perimetrales.

Con respecto a la reducción de número de animales para pastorear, si la misma consiste en una simple disminución de número de cabezas, será difícil que los campesinos lo acepten, por lo que es necesario reducir el número de cabezas tratando de mantener el valor económico de la explotación. Igualmente, con respecto a la medida para asegurar el forraje, la misma no deberá considerar un amplio y degradado campo de pastoreo, sino debe ser una medida aplicable a nivel de campesino tales como las acciones tendientes a disminuir la pérdida de los rastrojos de cultivos o la producción de forraje en una reducida superficie.

Por otra parte, con respecto a la vigilancia para controlar socialmente el pastoreo, en la situación actual se realiza preferentemente para evitar daños a los cultivos agrícolas y plantaciones forestales, antes que vigilar los recursos forrajeros. El pastoreo en las tierras comunales se realiza libremente en base al principio de la propiedad comunal, pero no se realiza debidamente la vigilancia, por lo que es necesario procurar el fortalecimiento del sistema de vigilancia y promover la concienciación de los campesinos respecto a los recursos naturales.

Con relación a la instalación de cercos perimetrales, se considera difícil cubrir grandes extensiones por razones del costo que implica esta medida.

### **Medidas ganaderas aplicables por el campesino en forma sostenible**

- 1 . Medidas para adecuar la cantidad de animales criados aplicando la tecnología ganadera
  - **Medidas para reducir la cantidad de animales en pastoreo**  
Reducir el número de cabezas sin afectar el valor económico de la explotación.
  - **Medidas de producción y aprovechamiento de forraje**  
Producción de forraje en pequeña escala y disminución de pérdidas
- 2 . Medidas en base al control social
  - **Fortalecimiento de la vigilancia basada en la concienciación sobre los recursos naturales**

## **5.3 Adecuación del número de animales para pastoreo**

### 5.3.1 Sobre la reducción del número de animales para pastorear

Para reducir el número de cabezas de animales para pastoreo, es necesario tener en cuenta que una simple reducción en el número de animales criados no será viable, debido a que afecta a la economía de la finca. En consecuencia, es preciso considerar las medidas para compensar la disminución en el número de animales y en tal sentido, pueden mencionarse el mejoramiento en la productividad de cada individuo o la sustitución por otras especies de animales domésticos. Sin embargo, para que estas medidas sean sostenibles, es necesario mejorar las condiciones de cría en forma integral, acorde al aumento de la productividad individual.

#### (1) Problemas que se presentan actualmente

En la situación actual, el problema de la productividad individual no solamente está afectando a ganados adaptados al pastoreo como caprinos y ovinos; también en los porcinos y aves que son criados sin confinamiento, se observa una marcada disminución en la capacidad de conversión en carne o huevo, debido al alto grado de consanguinidad que existe en los ejemplares.

Los puntos problemáticos y ventajosos de la situación actual en relación a la productividad son:

#### < Problemas >

- Prácticamente son nulas las medidas contra las enfermedades de los ganados y por tanto, es alta la tasa de mortandad.
- Los recursos forrajeros están constituidos principalmente por pastura natural, arbustos y rastrojos de cultivos agrícolas, siendo casi nula la presencia de cultivos forrajeros.
- Están siendo criados un gran número de animales domésticos de bajo rendimiento económico que superan la disponibilidad de los recursos forrajeros.
- No están dotadas de condiciones adecuadas para el suministro de agua y forraje, lo cual exige grandes esfuerzos a los ganados para trasladarse hasta los sitios de suministro.

Pero por otro lado, los animales reúnen las siguientes cualidades para poder soportar las condiciones adversas reinantes.

#### < Ventajas >

- Tienen adaptabilidad a las condiciones adversas como ser forraje de baja calidad nutricional.
- Presentan buena adaptación a las condiciones de la zona tales como la resistencia a enfermedades y otros.

Para mejorar la situación actual que están afectando a la productividad de los animales domésticos de la región, debe intervenir una variada gama de tecnología en las áreas de genética, sanidad, forraje, manejo de la cría, etc., siendo necesario además, que las mismas interactúen en forma orgánica. En consecuencia, si se implementase una medida para atender solamente un tema en forma aislada, sus efectos serán muy limitados. Pero, la implementación de las acciones en forma integrada implica la necesidad de contar con un monto grande de recursos económicos y un mejoramiento sustancial en la capacidad tecnológica de los campesinos. Por tanto, la implementación de las medidas se deberá realizar teniendo en consideración los

aspectos como el sistema de apoyo de las instituciones gubernamentales, capacidad técnica y económica de los campesinos, etc.

(2) Método para adecuar la cantidad de animales

Para lograr un número adecuado de cabezas de ganados, pueden ser considerados: 1) Medidas basadas en el mejoramiento de la capacidad productiva de cada individuo y 2) Medidas para mejorar el sistema de cría. Es decir, el criterio es procurar reducir el número de ganados criados, tratando de mantener el valor económico del patrimonio que tiene el campesino, teniendo en cuenta que ellos no aceptarán una simple disminución en el número de cabezas que significa la disminución del valor de su patrimonio. También es necesario considerar que este tipo de acciones surtirán efectos sostenibles solamente cuando participa la mayoría de los campesinos que están usando el campo de pastoreo comunal.

Medidas para reducir el número de animales en pastoreo

Reducción del número de cabezas mejorando la capacidad productiva de cada animal

Medida de mejoramiento del ganado

Medida de sanidad animal

Reducir el número de cabezas mejorando el sistema de cría

Reducir la intensidad de pastoreo mediante la introducción de la cría estabulada

Procurar el cambio, de animales adaptados al pastoreo a animales adaptados al sistema de cría estabulado.

5.3.2 Medidas para mejorar la capacidad productiva de cada animal

(1) Medidas de mejoramiento de animales domésticos

1) Situación actual del mejoramiento ganadero

Para encarar el mejoramiento cualitativo de cada individuo es necesario practicar el mejoramiento genético del ganado. Sin embargo, en el área de estudio prácticamente están ausentes estas acciones y la consanguinidad está provocando una marcada disminución cualitativa en los ganados. El motivo principal de esta situación es la falta de recursos económicos, a la par de la no realización de mejoramiento tanto en la tecnología como en las condiciones de cría de ganados. Además, la tendencia actual que se observa en todo el país respecto al mejoramiento genético es que el mismo está enfocado principalmente a la ganadería intensiva y no se realiza ningún mejoramiento genético en la ganadería que se practica en regiones que cuentan con condiciones sumamente adversas como el área de intervención del presente proyecto.

2) Política de las medidas

Por lo general, para encarar el mejoramiento genético del ganado es necesario determinar previamente la meta que se pretende alcanzar con el mejoramiento, de acuerdo a las condiciones de cría, pero la meta en el mejoramiento genético presenta una gran amplitud. Cuando es escasa la posibilidad de un cambio radical en las condiciones de cría como es el caso de la zona objeto del estudio, se considera una medida realista, superar por lo menos el problema de consanguinidad.

Es decir, cuando se pretende mejorar el aspecto económico, es necesario también mejorar las condiciones ambientales de cría en forma integral; de lo contrario no se manifestará la capacidad productiva del ganado que fue objeto de mejoramiento. Sin embargo, en la situación actual es difícil difundir rápidamente el mejoramiento del ambiente de cría, adecuado al ganado que fue objeto del mejoramiento. En consecuencia, es preciso comenzar con las medidas que si bien no conduciría a un acelerado mejoramiento de la productividad, por lo menos sirvan para evitar la disminución de la productividad e ir adoptando gradualmente las acciones que se adecuen a la situación del entorno.

3) Métodos concretos para la implementación de las medidas

El fundamento del mejoramiento genético del ganado consiste en cruzar macho y hembra con excelentes caracteres; así solamente se manifestarán los efectos de mejoramiento. Si el cruzamiento se verifica entre progenitores con caracteres deficientes, no es posible esperar el mejoramiento en los caracteres de los descendientes. Sin embargo, en la situación actual resulta difícil pretender el

mejoramiento introduciendo ejemplares de razas seleccionadas; por tanto, evitar la consanguinidad es por de pronto una medida que puede ser adoptada a nivel del campesino.

En este caso, una acción concreta sería la introducción de reproductores de zonas aledañas que presentan condiciones ambientales semejantes. Si bien dichos reproductores son también individuos de baja capacidad productiva, es posible prevenir una disminución mayor de calidad, conservando los actuales caracteres de adaptabilidad a las condiciones ambientales que tienen. Para la introducción de reproductores, es conveniente recurrir a la modalidad de intercambio con las localidades aledañas a fin de abaratar el costo y reducir el riesgo de pérdida en el transporte.

## (2) Medidas de sanidad animal

### 1) Situación actual de las medidas sanitarias

Para el manejo del hato es imprescindible la prevención y el tratamiento de las enfermedades. Reducir la mortandad de ganado por enfermedad es una medida muy efectiva teniendo en cuenta que está directamente ligado a la productividad. Sin embargo, hay que considerar que entre las enfermedades que afectan a los animales domésticos se encuentran, desde las que ocasionan daños muy severos como las enfermedades infectocontagiosas, hasta aquellas que si bien afectan a la productividad del animal, no incide mayormente en su supervivencia, como son por ejemplo la parasitosis. En cuanto a la forma de adoptar las medidas sanitarias, también existen casos en que se requieren acciones en forma organizada, incorporando también a los entes gubernamentales y, otras que pueden ser atendidas a nivel de cada campesino.

No obstante, en muchos países aún no se cuentan con un sistema orgánico para adoptar las medidas y en una región como ésta, que presenta serios problemas financieros, casi no se aplica medida alguna y tampoco se avizora un mejoramiento de esta situación a corto plazo.

### 2) Medidas concretas

Teniendo en consideración los aspectos mencionados, es necesario adoptar las medidas en forma prioritaria para las enfermedades que afectan directamente a los pobladores tales como las enfermedades transmisibles al humano, aquellas que significan un grave daño económico al campesino, o que puedan ser objetos de suspensión de la comercialización o traslado de ganados, que no solo será un problema de orden local sino constituirse en problema a nivel nacional.

Con respecto ciertas acciones como la campaña contra la parasitosis por ejemplo, pueden ser atendidas a nivel de cada campesino, demandan poco monto y es posible esperar un determinado nivel de efectos, por lo que deberán ser impulsadas activamente.

Entre las enfermedades, las que se constituyen en problemas especialmente para la comercialización del bovino son la brucelosis, rabia bovina, tripanosomiasis y otras; la que incide en mayor grado y se constituye en la mayor barrera en el comercio internacional es la fiebre aftosa. Esta enfermedad no solamente afecta a una determinada área, sino afecta a la ganadería de todo el país, por lo que se deben tomar las medidas pertinentes. En consecuencia, es esencial el apoyo del gobierno para estas acciones. Para implementar las acciones a nivel del campo, es efectivo tomar como unidad una determinada área, por ejemplo una comunidad (microcuenca) en zonas montañosas y de valles. Cuando se ejecutan estas acciones en una zona donde la ganadería está desarrollada, es posible dar una fuerte motivación a las mismas; sin embargo, en zonas donde la actividad está atrasada, es necesario comenzar con la concienciación de los comunarios respecto a las enfermedades y a través de la capacitación en técnicas de aplicación de vacuna y otros, tratar de abaratar el costo, a la par de fomentar una mayor conciencia en relación a la prevención de las enfermedades.



Fotografía 5.3.1

Captura del bovino y práctica de aplicación de la vacuna con participación activa de toda la comunidad

### 5.3.3 Medidas de mejoramiento del sistema de cría

Como una alternativa para disminuir el número de cabezas de ganado en pastoreo enfocando el punto de vista de manejo del hato, se puede considerar el cambio hacia la cría estabulada.

En este caso, como posibilidad está el cambio del sistema de cría de algunos ganados como caprino y ovino que están adaptados al pastoreo, al sistema de confinamiento en establo; sin embargo, el efecto de disminución en la intensidad de pastoreo será aún mayor si se cambian los ganados mencionados a otras especies como el porcino y las aves. Pero cabe indicar que todas estas medidas surtirán efectos solamente cuando se encararan a nivel de toda la comunidad, ya que no es nada efectivo si las acciones se limitan a un determinado grupo de campesinos.

#### (1) Cría estabulado de cabras y ovejas (Cría en el corral en caso de la región interandina de Bolivia)

##### 1) Método de ejecución

Para disminuir la intensidad de pastoreo de las cabras y ovejas que en la actualidad está provocando el sobrepastoreo, existe el método de confinar a las mismas en establo por un determinado lapso de tiempo. Con respecto a la cría estabulada, tradicionalmente se adopta la forma de criar a los animales domésticos en la cercanía de la vivienda durante las horas nocturnas a los efectos de proteger a los ganados del ataque de animales silvestres y obtener el estiércol (ver el capítulo correspondiente a medidas agronómicas de conservación). En este caso, se usa el corral construido con adobe o ramas de arbustos).

El éxito para difundir ampliamente las medidas que se ejecutan con miras a disminuir la presión de pastoreo dependerá que las mismas sean ventajosas para el campesino.

No obstante, en el caso de las medidas en las cuales es difícil hacerles notar con claridad tales ventajas, es necesario concienciar acabadamente a los campesinos de que esas medidas van en beneficio de una explotación ganadera sostenible mediante el manejo adecuado de los recursos naturales. Para eso, es necesario considerar suficientemente la situación actual del área para determinar la viabilidad de las medidas.



Fotografía 5.3.2

Corral en la proximidad de la vivienda: Izquierda (móvil, hecho de arbusto), derecha (corral de adobe)

## 2) Medidas

Para confinar a los ganados se puede usar sin problema los corrales tradicionales, pero en este caso se hace necesario asegurar la provisión de forraje y agua. La obtención del agua está considerada en el presente Estudio de Validación, en el marco de las medidas físicas de conservación. Entre los objetivos de la instalación de agua, se menciona la reducción de pastoreo mediante la cría estabulada, considerándose que la misma es una acción que concuerda con las medidas de prevención de la erosión del suelo. Con respecto a las medidas para asegurar la provisión de forraje, las mismas están indicadas en el punto 5.4.1.

### (2) Cambio de la cría de caprino y ovino a porcino, aves y otros

#### 1) Método de ejecución

Como una alternativa para aliviar la presión del pastoreo sobre los recursos naturales sin afectar la rentabilidad, se puede considerar el cambio hacia animales domésticos que se adecuan al sistema de cría estabulada. En este caso las especies a considerar serían el cerdo y las aves. Estas especies, aunque en la actualidad no están confinadas, son criadas por muchos campesinos, por lo que será fácil considerar la introducción de las mismas. Pero en este caso, lo que se propone no es una continuación de la forma tradicional de cría libre sin confinamiento, sino se deberá apuntar hacia un sistema de cría que permita asegurar un determinado nivel de productividad. No obstante, teniendo en cuenta que existen numerosos problemas que deberán ser resueltos para salir de la situación de tener que destinar la producción al consumo familiar o a lo sumo a las localidades próximas, como premisa se considerará una magnitud de explotación que permita abastecerse con el forraje de propia producción.

#### 2) Puntos que deben ser considerados para la ejecución

##### (a) Selección de las especies animales a criar

La selección de especie depende de las circunstancias a que está expuesta cada campesino; no obstante la avicultura es considerada como una alternativa viable teniendo en cuenta que ofrece la posibilidad de regular la cantidad de aves según la posibilidad de abastecimiento de forraje y es fácil de encarar la explotación teniendo en cuenta que consume poco forraje si la cantidad a criar es reducida. Además, es posible esperar los efectos sobre la demanda de forraje en relación a la tasa de conversión cárnica, rápido cambio de generaciones, posibilidad de obtener ingreso en efectivo y el mejoramiento nutricional de la familia del campesino como consecuencia de un aumento en la oferta de alimentos.

##### (b) Sobre las razas a introducir

Las razas consideradas de alta productividad demuestran tales características solamente cuando son objetos de un buen manejo y suficiente suministro de alimento. En consecuencia, bajo deficientes condiciones naturales y de cría, contrariamente a su propósito, la productividad resultará baja.

Por esta razón, se deberán introducir, no las razas seleccionadas que se usan en zonas desarrolladas en materia ganadera, sino las que siendo mejoradas, dejan las características favorables de razas locales. Aún cuando no existan en la zona razas de estas características, se deberá introducir razas que puedan ser criadas sin confinamiento, excepto cuando se suministran los granos.

Por ejemplo en el caso de las gallinas, frecuentemente es introducida para el cruzamiento la raza de doble propósito de carne y huevo Rhode Island red que es una raza vigorosa y soporta bien la alimentación con forraje simple. Con respecto al cerdo, las razas de cuerpo grande de triple cruce que tienen una alta demanda forrajera, no son las apropiadas ya que las mismas constituyen una carga grande para los campesinos desde el punto de vista de abastecimiento de alimentos. En especial, teniendo en cuenta que en la zona es poco el resto de comida del humano y es muy limitada la fuente forrajera, es deseable una raza que pueda aprovechar la papa, principal cultivo de la zona.

##### (c) Aseguramiento de la sostenibilidad

La forma de cría que aquí se menciona tampoco sería sostenible si es practicado solamente por un sector de campesinos. En especial, en el caso de del porcino, para realizar la cría en forma sostenida es necesario contar con el reproductor macho, pero si no existe una determinada cantidad de hembras, la presencia de éste hace que disminuya considerablemente la eficiencia de la explotación. Además, se deberá considerar si esta explotación podrá ser realizada por muchos campesinos atendiendo que existen problemas tales como el rechazo de orden fisiológico a la cría de cerdos, problemas de orden tecnológico y problema en aseguramiento del forraje. Teniendo en cuenta la existencia de estos factores limitantes, para encarar la ejecución de esta actividad es preciso confirmar previamente la intención de los campesinos y realizar estudios sobre la posibilidad de asegurar el forraje.

De lo contrario, no será posible fomentar la actividad a toda la comunidad y en consecuencia, no sólo no se lograrán las metas establecidas inicialmente, sino que se tornarán inútiles las inversiones iniciales realizadas.

### (3) Establo para la cría en confinamiento

Para cambiar del sistema de cría con pastoreo al sistema estabulado, será necesario construir los establos. Para los animales herbívoros como las cabras y las ovejas, no habrán mayormente problema con el sistema de cría confinado ya descrito.

Con respecto al cerdo y las aves, en el sistema de cría tradicional también eran suficientes con instalaciones para protegerse del ataque de animales salvajes en horas nocturnas. Sin embargo, aunque no sean razas muy seleccionadas de productividad, en casos de razas mejoradas, su rendimiento aumentará considerablemente si se cría en establo.

Especialmente, tanto en el cerdo como en las aves, la presencia de la porqueriza y el gallinero, afecta favorablemente a la tasa de reproducción, ganancia de peso y cuidado de las crías durante el período invernal. Principalmente la mortandad de las crías durante el período de crecimiento afecta directamente a la productividad y por esta razón es esencial la adopción de medidas contra el frío y el viento. Contrariamente, en caso de animales adultos, como sus cuerpos son pobres en capacidad de disipación del calor, será necesario adoptar las medidas contra el calor.

La forma de construcción de la porqueriza o el gallinero varía según se enfoque desde el lado del animal o desde el lado del criador. Por lo general, se consideran los puntos que se mencionan a continuación y que se refieren a los aspectos de facilidad para trabajo, confortabilidad, seguridad, economía, sociabilidad etc. Sin embargo, en el caso de una cría en pequeña escala como la practicada en el área de estudio, se deberá construir dando preferencia a las condiciones básicas enfocando desde el lado del animal y para el efecto, se deberán prestar atención a los siguientes aspectos:

- La temperatura incide grandemente en el desarrollo de los animales domésticos; por esta razón, es necesario tomar las medidas contra el frío en el caso de las crías y, contra el calor, en el caso de los animales adultos.
- La exposición a la luz solar y el movimiento de los animales son condiciones esenciales; por eso, es infaltable contar con un espacio al aire libre para el movimiento de los animales.
- Los bebederos deben tener agua en forma permanente.
- En el caso de la porqueriza, es muy efectivo el uso del cerco separador de lechones para evitar que estos sean aplastados por la cerda madre cuando ésta se acuesta.

Cuadro 5.3.1 Temperaturas óptimas para el cerdo y la gallina

Especie		Edad y peso	Temperatura óptima (centígrados)
Cerdo	Lechón	1 - 3 días de nacimiento	25 - 32
		4 - 7 días	28 - 30
		8 - 45 días	20 - 25
	En engorde	15 - 50kg	20 - 25
		50 - 90kg	18 - 20
Gallina	Pollito	1 - 4 semanas	31 - 33
	Polluelo	4 - 6 semanas	20 - 24
		Más de 6 semanas	13 - 28

Condiciones esenciales para la porqueriza y gallinero

**Facilidad para trabajo:** Considerar el espacio y la línea de movimiento del operario para facilitar su trabajo

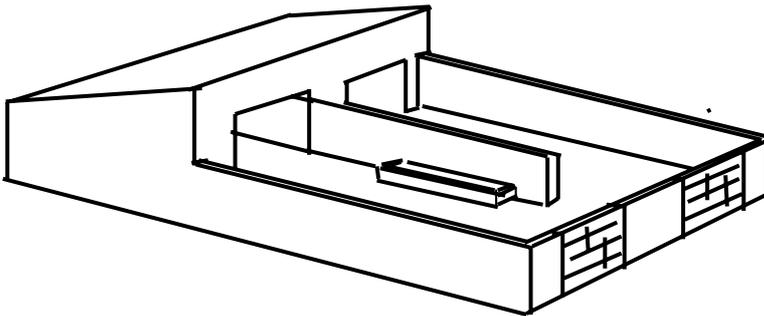
**Confortabilidad:** Deberá ser considerada para que el animal pueda desarrollar plenamente su potencial productivo.

- ✧ Protección contra condiciones ambientales adversas
- ✧ Para mejorar el ambiente interno del establo que se contamina

**Seguridad:** Considerar para que no represente ningún peligro tanto para el humano como para el animal.

**Sociabilidad:** Si bien en el área en estudio, no sería un problema, se deberá considerar el aspecto del medio ambiente tales como la emanación de agua sucia y otros.

**Economía:** Se relaciona con las diversas condiciones arriba descritas y consiste en la consideración del costo de instalación.



Especificaciones de la porqueriza (para 2 reproductores hembras)

Norma: Largo 5m x ancho 4m (20 m<sup>2</sup>) aproximadamente

Forma: De un compartimento con techo

Pared: De adobe, con reboque

Techo: Calamina o con paja

Bebedero: De mortero con mampostería

Piso: De hormigón (en caso de sistema con confinamiento, dejar un a parte con piso de tierra)

## 5.4 Medidas de producción y aprovechamiento del forraje

### 5.4.1 Sobre la producción y el aprovechamiento de forraje

Otra alternativa que se puede considerar contra el sobrepastoreo consiste en la producción de cultivos forrajeros. Sin embargo, muchos campesinos están practicando el pastoreo tradicional y no tienen experiencias en cultivo de especies forrajeras. Por tanto, para poner en práctica este tipo de medida, además de atender los problemas de orden técnico y económico, se deberá comenzar con las acciones que motiven la realización del cultivo. Además, se sobreponen otras condiciones desventajosas para el cultivo de las especies forrajeras tales como las condiciones climáticas adversas y el avance de la degradación del suelo.

#### (1) Problemas existentes actualmente

La insuficiencia de forraje es un problema que se manifiesta permanentemente en las regiones semiáridas, siendo difícil dar soluciones radicales a esta situación. Esto se debe a que, aparte del problema del recurso financiero que se requiere invertir, existen también numerosos problemas en la selección de especies forrajeras adecuadas a las condiciones edáficas y meteorológicas y en la tecnología de cultivo. Especialmente es muy difícil introducir y manejar la pastura para pastoreo en las extensas regiones de valles donde se evidencia una intensa degradación del suelo, no siendo por tanto una medida realista.

#### (2) Medidas

Como medidas de producción y de aprovechamiento de forraje a nivel de finca, es posible considerar efectivo el mejoramiento de la tasa de aprovechamiento de excedentes de la producción agrícola y de los rastrojos de cultivos, así como el aprovechamiento del cultivo para abono verde o la realización del cultivo de especies forrajeras en tierras en desuso. Entre estas medidas existen algunas que desde antaño se practican tradicionalmente, pero se considera necesario introducir alguna mejora en ellas para que se realice en forma más eficiente o, producir forraje en forma efectiva dentro del sistema productivo de la finca. Las medidas para producir forraje se divide en, por un lado la obtención de pastos para los animales domésticos herbívoros como la oveja y la cabra y la obtención de forraje en forma de granos para aves y cerdo.

- 1) Medidas para asegurar el forraje a base de hierbas
  - Aprovechamiento efectivo de rastrojos de cultivos
  - Aprovechamiento del cultivo de abono verde como forraje
  - Cultivo de pastura para corte como forraje complementario
- 2) Con respecto al uso de granos para forraje, existen las siguientes medidas.
  - Utilizar el excedente del consumo familiar
  - Cultivo de especies forrajeras como segundo cultivo en el año

## 5.4.2 Medidas para forrajes a base de especies herbáceas

### (1) Aprovechamiento efectivo de los rastrojos de cultivos

#### 1) Situación actual

Los rastrojos de cultivos agrícolas como el maíz y el trigo son utilizados en su mayor parte como forraje de ganado durante la época seca. Pero en la actualidad se origina una considerable pérdida a causa de la deficiente forma de almacenamiento. Por tanto, el mejoramiento de esta situación, conducirá a evitar la pérdida y consiguientemente, al efectivo aprovechamiento de estos valiosos recursos.

En el área de estudio, los rastrojos de maíz son almacenados en las ramas de los árboles para evitar ser consumidos por el ganado, mientras los de trigo son en su mayoría amontonados en el campo.

#### 2) Medidas

Los rastrojos prácticamente no contienen elementos nutritivos importantes y solamente mantienen las fibras (materia seca); sin embargo, para los animales herbívoros constituyen importantes fuentes forrajeras, siendo por tanto una medida necesaria la reducción de las pérdidas durante el almacenamiento.

Entre las medidas aplicables por el campesino está la prevención de las pérdidas debidas a la dispersión de los rastrojos por viento mediante el enfardado y el almacenamiento en depósito para evitar el deterioro de la fibra por la acción de la luz solar. El enfardado es posible realizar con sencilla enfardadora de madera y el depósito se puede construir con adobe.



Fotografía 5.4.1 Almacenamiento de rastrojos de maíz  
Almacenamiento sobre árbol (izquierda) y enfardados (derecha)

### (2) Aprovechamiento de cultivos para abono verde

#### 1) Situación actual

La introducción de cultivos para abono verde permite obtener un efecto seguro en el mejoramiento del suelo, haciendo que aumente el rendimiento de los cultivos, por lo que se constituye en una medida efectiva para conformar un sistema de rotación de cultivos o cultivar en una tierra no aprovechada. En este párrafo se referirán a las medidas para usar el abono verde como forraje.

Tal como se indica en el capítulo de medidas agronómicas, actualmente el cultivo de abono verde casi no se realiza debido a la escasa superficie de tierras agrícolas que disponen los campesinos. Además, la realización de un cultivo exclusivamente como abono verde es muy difícil que sea aceptado por los campesinos; ellos desean contar con un cultivo multipropósito que les permita cosechar las vainas y a la vez, poder incorporar al suelo como abono verde. En este caso, se cosechan algunas vainas y luego el cultivo es incorporado al suelo, por lo cual no es posible su utilización como forraje; sin embargo, en caso de especies para abono verde que permita realizar algunos cortes, podrán ser utilizados también con fin forrajero antes de ser incorporados al suelo.

#### 2) Medidas

Al igual que los demás cultivos en general, para el cultivo de las especies de abono verde es necesario contar con adecuadas condiciones ambientales. Especialmente, en el caso de las regiones semiáridas, la precipitación se constituye en un factor limitante de mayor gravitación. De acuerdo a los datos obtenidos en el área de estudio, en las comunidades que tienen una precipitación del orden de los 800mm,

es posible realizar de 3 a 4 cortes en el caso de Vicia, con un rendimiento de 10 a 40t/ha; además el ciclo de crecimiento del cultivo se extiende hasta 10 meses, siendo posible el corte aún después de entrada en el período seco, por lo que es una especie apropiada para usar como forraje. Por supuesto, al final será incorporado al suelo como abono verde.

Será suministrado a los animales como forraje de corte. No obstante, como es un cultivo perteneciente a la familia de las leguminosas, es muy nutritiva y de mucho valor durante e período seco, por lo que no será suministrado en forma de forraje simple, sino se procurará un uso más efectivo combinando con otros tipos de forraje. Con respecto al método de cultivo de esta especie, refiérase el capítulo de medidas agronómicas de conservación.

Estimación de número de cabezas de ovino que podrán ser criados mediante la producción de la Vicia

Volumen de producción de Vicia: (5-15kg), se determina en 15 t/ha anual.

Requerimiento forrajero por cabeza por año: 910kg (materia fresca)

Número de corte de la Vicia: 4 veces

- (de los cuales, 3 cortes son para forraje: 12t)

Superficie necesaria para satisfacer la demanda de una cabeza: 760m<sup>2</sup>

- Siendo 30% la proporción de que ocupa la vicia: aprox. 230 m<sup>2</sup>

### (3) Cultivo de pastos para practicar la cría estabulada

#### 1) Situación actual

Como se ha descrito precedentemente, cultivar las especies forrajeras en las extensas área de pastoreo ubicadas en zonas montañosas, resultará en una acción muy difícil de encarar, tanto financiero como técnicamente. Las especies que se adecuan para estas tierras de pastoreo son por lo general gramíneas perennes, pero seleccionar la especie adecuada en zonas con condiciones muy severas y lograr su establecimiento es sumamente difícil, más aún si se trata de zonas donde no se podrá realizar un adecuado manejo cultural. Es posible considerar también la selección de pastos apropiados entre las especies nativas que existen en la zona, pero las especies herbáceas que proliferan en las zonas de condiciones naturales adversas son por lo general de baja palatabilidad.

#### 2) Medidas

De esta manera, convertir en praderas las extensas tierras comunales situadas en las zonas montañosas es una tarea muy difícil. Por de pronto, realizar el cultivo de especies forrajeras de corte en las pequeñas extensiones de tierras incultas, se considera una medida viable a nivel de campesinos. Si bien el cultivo de especies forrajeras es una medida difícil de ser aceptada por el campesino al igual que el abono verde, teniendo en cuenta que no genera ingresos ni sirve para el consumo en forma directa, el hecho de producir las especies forrajeras leguminosas en tierras incultas, aparte de servir para asegurar los recursos forrajeros, contribuirá a mejorar el suelo y en el futuro dichas tierras podrán ser convertidas en tierras laborables.

#### 3) Puntos que deben ser considerados

La selección de especies forrajeras apropiadas, adecuadas épocas de siembra, métodos de siembra, manejo cultural, corte, etc., son factores que inciden en la productividad de las especies a cultivar.

- Selección de especies forrajeras apropiadas

Es conveniente usar las especies y variedades recomendadas por las instituciones de investigación, pero en muchos casos son escasas tales especies o variedades; además normalmente no se realizan estudios detallados hasta la adaptabilidad al área. En consecuencia, es necesario seleccionar las especies apropiadas tomando como referencias las experiencias de otras zonas obtenidas en giras de intercambio. Bajo las condiciones como las reinantes en el área de estudio, es difícil encontrar una especie perenne apropiada; además, debido a que normalmente no se realizará ningún manejo, se deberán elegir las especies anuales, preferentemente leguminosas.

- Determinación de la época de siembra

La época de siembra es un factor importante para el cultivo de especies forrajeras. En caso de que se tengan épocas seca y de lluvia en forma marcada, la época de siembra propicia será al inicio del período de lluvias. Sin embargo, el patrón de lluvia suele sufrir grandes variaciones y muchas veces se fracasa cuando se siembra anticipando a una eventual lluvia; por tanto, habrá menos posibilidad de fracaso si se siembra esperando las primeras lluvias.

- **Método de siembra**  
Se deberá sembrar seleccionando los lugares con pendientes suaves para evitar el arrastre de las semillas por la lluvia; una vez sembrada, se deberá proceder indefectiblemente a la cobertura y la compactación.
- **Recolección de semillas**  
Teniendo en cuenta que se usarán especies forrajeras anuales, para evitar la compra de las semillas, es necesario procurar en lo posible el autoabastecimiento y con ello lograr la sostenibilidad de las acciones. Por tanto, es necesario conservar una fracción de la parcela cultivada para la cosecha de semillas.

#### 5.4.3 Medidas de producción de granos para forraje

##### (1) Producción en doble ciclo de cultivo

###### 1) Situación actual

Para la alimentación de cerdo y gallina, será necesario asegurar los granos para forraje. Pero actualmente no se realiza la producción de granos para destinar a la alimentación de dichos animales. Las razones son, la escasa superficie cultivable y los campesinos producen en forma preferencial los cultivos para su propio consumo, además de la escasa comercialización de los granos forrajeros que se observa en la zona. Apenas se usa para fin forrajero un pequeño volumen de excedentes de maíz y trigo, siendo casi nulo el suministro de granos forrajeros comprados. En consecuencia, para criar cerdos y aves, es necesario abastecerse de los granos forrajeros a través de algunas medidas pertinentes.

###### 2) Medidas

Como métodos para cultivar las especies forrajeras en una limitada extensión de tierras agrícolas están, la repetición de dos ciclos de un mismo cultivo o cultivar dos especies en sucesión en una misma parcela. Por supuesto, es necesario contar con condiciones adecuadas, pero en algunas comunidades situadas en el área del Estudio de Validación, donde existe una precipitación del orden de los 800mm, fue posible cultivar avena o centeno en sucesión al cultivo de la papa y también, dos ciclos de papa contando con pequeñas instalaciones de riego. Si bien la papa es destinada al consumo familiar o a la venta, lo señalado está indicando también la posibilidad de su uso para la alimentación del cerdo. Los cereales pueden ser usados para alimentar a las gallinas o cerdos, mientras la paja servirá para forraje de los animales herbívoros. Entre los granos, el maíz es uno de los más apropiados como fuente de nutrientes para los animales. Por otro lado, suministrando solamente el trigo habrá desequilibrio nutricional, pero su suministro servirá para ahorrar el consumo de maíz.

No obstante, esta forma de uso intensivo de la tierra implica por supuesto la necesidad de considerar la reposición de los nutrientes del suelo. Por tanto, es necesario realizar en el marco de un sistema de rotación de cultivos planificado que considere también la incorporación de abono verde.

### 5.5 Medidas de control social

Con respecto a la forma de uso de la tierra en el área del Estudio de Validación, a excepción de las propiedades privadas, la mayor parte de las tierras restantes son usadas como praderas comunales para pastoreo. Sin embargo, se practica tradicionalmente el pastoreo libre, sin restricciones establecidas a nivel de la comunidad y como se ha descrito anteriormente, el control social se realiza a penas para proteger las plantaciones forestales y la prevención del ingreso de animales a tierras cultivadas.

##### (1) Método de ejecución

En una zona donde los recursos forrajeros son extremadamente escasos, resulta sumamente difícil ejercer el control social sobre pastoreo, teniendo en cuenta que para el campesino esto es una cuestión vital. Es muy difícil implementar esta medida en forma aislada; no será viable a menos que se implemente como parte de un conjunto de medidas que englobe las actividades de concienciación respecto a los recursos naturales, formación y capacitación de líderes, etc. destinadas a toda la comunidad, tal como se propone en la estrategia de intervención del Estudio de Validación.

Para este efecto, será necesario considerar las medidas de reducción de cabezas de animales para pastoreo, así como la producción y uso de forraje que se ha descrito anteriormente.

##### (2) Método de pastoreo

Con respecto a la modalidad de pastoreo, existe el sistema de liberar los ganados para dejarlos pastorear libremente por los montes y praderas naturales y, el sistema de destinar una determinada fracción

de tierra y realizar en ella el pastoreo rotativo en forma intensiva. Ambos son métodos de pastoreo practicados desde tiempo atrás. En la actualidad, se denomina comúnmente pastoreo rotativo a la combinación del cultivo intensivo de especies forrajeras y el pastoreo que se realiza en forma rotativa sobre el mismo. Con respecto al pastoreo intensivo, éste es un método que se practica cuando existe un determinado volumen de recursos forrajeros y si el mismo no es bien controlado, podrá llegar provocar el sobrepastoreo.

Aún en zonas donde se realiza la explotación ganadera extensiva, como es el caso del área en estudio, siempre que el pastoreo se efectúe en forma controlada, es posible esperar un determinado grado de efecto desde el punto de vista de prevención de la erosión del suelo y la realización de la explotación ganadera en forma sostenible.

En el Cuadro 5.5.1 se presenta el volumen de producción de la pradera natural estimado en base a la unidad ganadera determinada por la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Bolivia (Cuadro 5.5.2) y la superficie que requiere cada unidad ganadera (Cuadro 5.5.3).

**Cuadro 5.5.1**  
**Estimación del volumen de producción de pradera natural en región semiárida (III)**

	Peso (kg)	Unidad GanaderaUG	Consumo (Materia seca) kg/día	Consumo pasto fresco kg/día	Volumen de Pasto fresco/año	Sup. Tierra necesaria/ cabeza (ha)	Vol. anual Producción P. fresco/ha
Toro	600	1.50	15.0	37.5	13,688	19.5	Aprox. 700Kg
Vaca	400	1.00	10.0	25.0	9,125	13.0	
Ternero	300	0.75	7.5	18.8	6,844	9.8	
Ternero	200	0.50	5.0	12.5	4,563	6.5	
Cabra	45	0.11	1.1	2.8	1,004	1.4	
Oveja	40	0.10	1.0	2.5	913	1.3	

- Volumen de consumo de pasto fresco y volumen de producción de pradera natural estimados en base al material indicado al final del capítulo
- Conversión de pasto fresco en materia seca: Se ha considerado en un 60% el contenido de humedad
- U.G.: Se considera 1 U.G. un animal de 400kg de peso y su consumo en materia seca se ha estimado en 10kg/día

Datos de referencia: Forma de calcular el número de cabezas de animales para pastoreo que se utiliza en Bolivia

El número de cabezas de animales que pueden ser destinados al pastoreo podrá ser estimado en base al volumen de producción de biomasa de los recursos forrajeros y el consumo de los animales. Para este propósito, en muchos países existe la unidad ganadera que constituye una unidad basada en el peso de los animales y se le asigna un determinado volumen de consumo a cada unidad. En Bolivia también se tiene establecida la unidad ganadera (U.G.) y por otra parte está estandarizado el volumen de producción de la biomasa por región con diferentes regímenes de precipitación. En los cuadros 5.5.2 y 5.5.3 se presentan la unidad ganadera establecida por la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Bolivia y la superficie de pradera que se requiere para 1 U.G. Sin embargo, estas unidades no son aplicables en su totalidad para el área de estudio, debiendo realizar los necesarios ajustes considerando suficientemente las condiciones de cada zona. En especial, es necesario verificar previamente si en el volumen de consumo está considerada la energía que consume el animal para el traslado y si la existencia forrajera considerada está de acuerdo a la realidad de la zona.

Cuadro 5.5.2 Unidad ganadera aplicada en Bolivia

Tipo de ganado	Unidad ganadera ( U.G. )
Toro 600kg	1.50
Vaca 400kg(en lactancia) : 350kg+50kg	1.00
Ternero 300kg	0.75
Ternero(1año) 200kg	0.50
Cabra 45kg	0.11
Oveja 40kg	0.10
Equino 380kg	0.95
Camélidos 120kg	0.30

\* Unidad Ganadera (U.G) : Se considera 1 U.G. un peso vivo de 400kg.

\* El consumo de 1U.G. es estimado en 10kg por día.

El consumo de 10kg por día de materia seca se considera un nivel bastante elevado para 1 U.G. En sitios como el área de estudio, es sumamente pobre la producción de la biomasa, especialmente durante la época seca. Por otra parte, 10kg de materia seca convertido en pasto fresco, representa unos 25kg de éste (juzgado en base a la analogía con la pastura del Japón).

Referencias: Tabla de composición normal de forrajes en el Japón  
 Contenido de humedad de la pastura nativa (en base a pastura fresca)  
 Campo: 59.1%, zonas montañosas: 64.1%

Cuadro 5.5.3 Superficie necesaria para 1 U.G.

Región		Precipitación anual	Superficie necesaria para 1 U.G. (ha)	
I	Región húmeda	Más de 1500mm	4 ( 5 )	Beni A Santa Cruz A
II	Región semihúmeda	900 ~ 1500mm	6 ( 8 )	Santa Cruz A Pando B Beni A La Paz A Co0chabamba A
III	Región semiárida	500 ~ 900mm	11 ( 14 )	La Paz A Cochabamba A Oruro A Potosí A Tarija A Chuquisaca A Santa Cruz A
IV	Región árida	Menos de 500mm	15 ( 19 )	Sur de Chaco Altiplano

\*A: Indica parte del departamento

\*B: Indica todo el departamento

\* ( ) Indica un adicional de 30% considerando las condiciones climáticas.

## **CAPÍTULO 6**

### **OTRAS MEDIDAS TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN**

## Capítulo 6

### Otras medidas técnicas de conservación

#### 6.1 Silo metálico familiar

##### (1) Qué es un silo metálico familiar ?

La merma o pérdida después de la cosecha constituye un problema sumamente serio para los pequeños productores. Se suele decir que en los granos se presentan una pérdida de unos 25% <sup>1</sup> en la post cosecha debido al inadecuado manejo, incidencia de plagas y otros factores. Lograr un incremento de 25% en el rendimiento de los cultivos, es una tarea sumamente difícil, pero disminuir la pérdida en la post cosecha, no es muy difícil en el caso de los granos. Las principales causas de la merma en la post cosecha son la germinación y pudrición debido a la humedad, así como los daños causados por plagas, animales menores y aves. Como medidas para contrarrestar estos daños, es efectivo el uso de pequeños silos metálicos de uso familiar.

Su construcción es relativamente fácil y podrá ser construido por el propio agricultor con alguna capacitación.

##### (2) Funciones del silo

Protege a los granos de la variación de la temperatura del aire y de la humedad, mantiene la calidad y permite el almacenamiento en forma higiénica. En caso de usarse para el almacenamiento de granos para semilla, se evita la pérdida del poder germinativo.

##### (3) Puntos a considerar para la difusión

A fin de evitar la oxidación del silo y facilitar la extracción de granos, es preciso instalar sobre una base.

En caso de instalación fuera de la vivienda, se deberá hacer en la cercanía de la misma para facilitar el manejo, eligiendo un lugar fresco, oscuro y cubierto con techo.

Cuando es grande el volumen de grano que se desea almacenar, es necesario estudiar la conveniencia de usar varias unidades o aumentar el volumen del silo, considerando la frecuencia de uso y el tipo de grano que se desea almacenar.

Los granos a cargar en el silo deberán estar suficientemente secos. Cuando contiene alta humedad, existe el riesgo que los granos germinen o sean atacados por mohos.

Cuando se emplean los productos fumigantes para controlar las plagas, es necesario capacitar suficientemente a los agricultores a fin de prevenir los accidentes por tóxicos.

##### (4) Método de confección

###### 1) Tamaño

El tamaño del silo deberá ser determinado teniendo en consideración las diversas condiciones como tipo, volumen y el destino de los productos a almacenar, así como el lugar de almacenamiento. Si es para almacenar semillas, no será necesario un volumen muy grande; además, si se desea instalar en el interior de la vivienda, el tamaño debe ser tal, que permita introducir al interior de la misma a través de la puerta. A continuación, se indican las normas y los precios de silos comúnmente usados en Bolivia.

Cuadro 6.1.1

Norma	Unidad	2.2qq	2.6qq	6.0qq	12qq	20qq	22qq	40qq
Volumen	m <sup>3</sup>	0.13	0.16	0.38	0.72	1.20	1.35	2.43
Altura	m	0.76	0.92	0.88	0.98	0.98	1.98	1.98
Diámetro	m	0.48	0.47	0.74	0.97	1.25	0.93	1.25
Precio	US\$	35	25	55	80	90	90	140

Fuente: Cartilla del participante, Proyecto FAO GCP/RLA/114/ITA, Santa Cruz, Bolivia

<sup>1</sup> Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: Introducción, FAO, 1993

## 2) Material empleado y su calidad

El material más empleado es la hojalata por su bajo costo, facilidad de trabajar y durabilidad. Los materiales necesarios para la confección del silo son como se presentan a continuación.

Cuadro 6.1.2

Material	Inidad	2.2qq	2.6qq	6.0qq	12qq	20qq	22qq	40qq
Lámina de hojalata	Hoja	1.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Varillas para soldar	Kg	0.50	0.27	0.80	0.97	1.13	1.13	1.42
Ácido	Litro	0.025	0.013	0.039	0.048	0.055	0.056	0.070
Soda cáustica	Litro	0.35	0.19	0.56	0.68	0.79	0.80	1.00
Pintura antioxidante	Litro	0.080	0.050	0.163	0.150	0.170	0.200	0.250

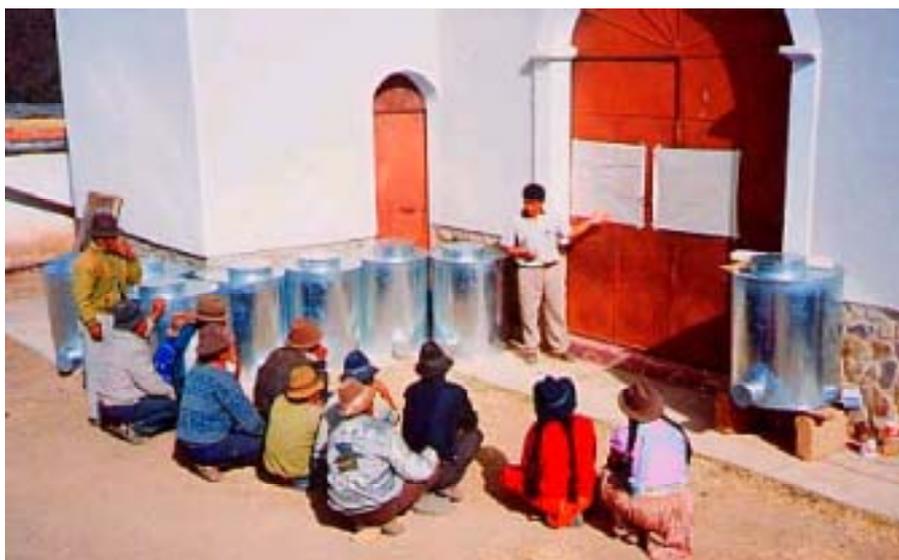
Fuente: Cartilla del participante, Proyecto FAO GCP/RLA/114/ITA, Santa Cruz, Bolivia

## 3) Costo de fabricación

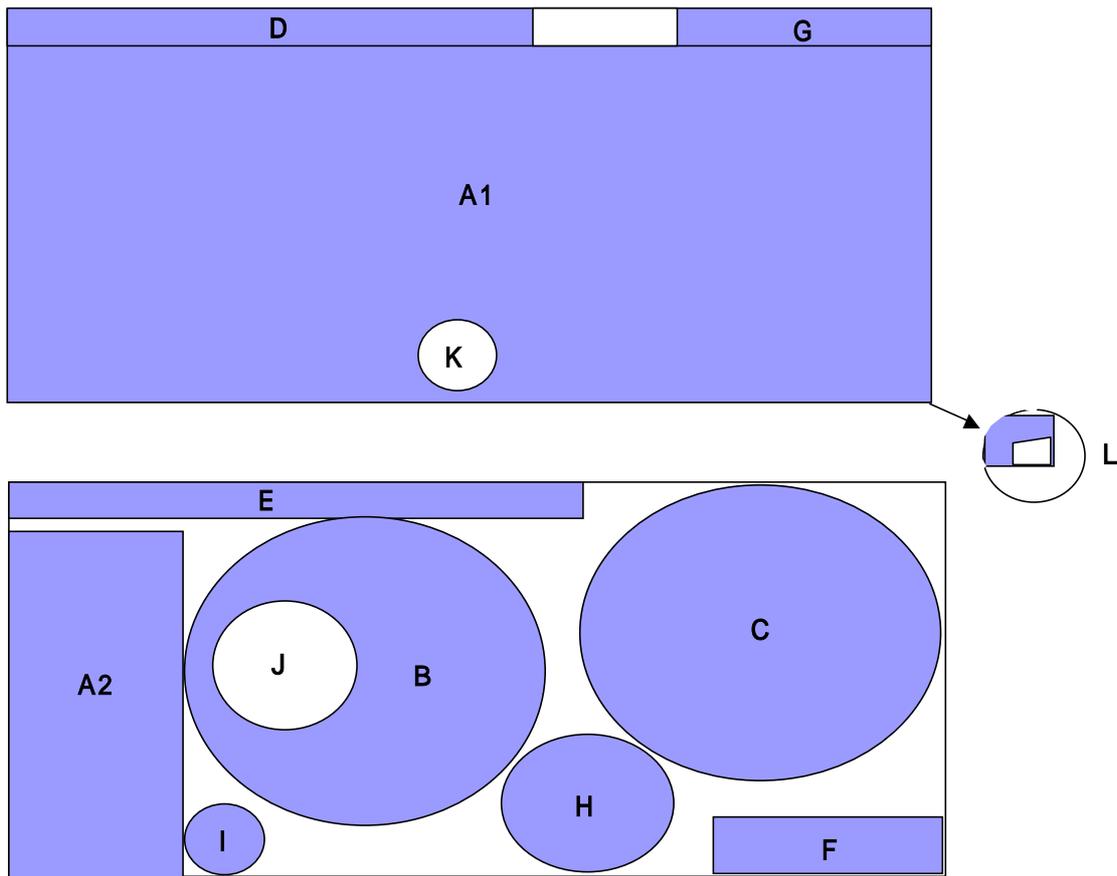
Los modelos introducidos en el área de estudio fueron tanques de 380 litros de capacidad. Muchos optaron por este tamaño teniendo en cuenta que se instalan dentro de la vivienda y si son muy grandes, no podrán ser introducidos al interior; además, el volumen a almacenar tampoco es grande.

El costo de fabricación del silo metálico asciende a unos US\$40, incluyendo la mano de obra.

Mano de obra	Bs. 100 (4 jornales/unidad)
Materiales	Bs. 200
Total	Bs. 300 (aproximadamente US\$40)



Fotografía 6.1.1 Capacitación para la fabricación de silo metálico familiar



Denominación y dimensiones de los cortes (cm)

Cap. Maíz=6.2qq, Vol.=0.38

- A1 : Primera lámina del cuerpo(89x200)
- A2 : Segunda lámina del cuerpo(89x34.9)
- B & C : Tapa y fondo del silo( $r=38$ )
- D : Cuello interno boca de carga(11x118.2)
- E : Cuello externo boca de carga(7.5x119.2)
- F : Cuello interno boca de descarga(16x49.1)
- G : Cuello externo boca de descarga(11x50.1)
- H : Tapa boca de descarga( $r=19.6$ )
- I : Tapa boca de descarga( $r=8.6$ )
- J : Corte boca de carga( $r=18.5$  centro a 25cm del borde)
- K : Corte boca descarga( $r=7.5$  centro a 10.5cm del borde)
- L : Corte para ensambles(0.5x0.7en sesgo)

Notas:

- 1) Las costuras del cuerpo se realiza con un dobléz de 0.5 y 1 cm.
- 2) Todas las pestañas para ensambles y bordes son 0.5 cm.
- 3) La unión de las piezas de E puede hacerse de dos del mismo tamaño.

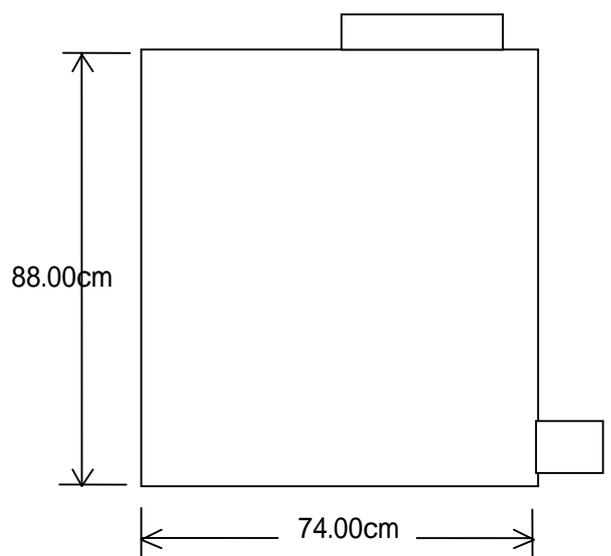


Figura 6.1.1 Diseño de cortes de Silo metálico

## 6.2 Compostaje mediante la lombricultura

En el suelo vive la más variada fauna, desde mamíferos como topos y ratas hasta protozoarios que miden menos de 0.2mm.

### Clasificación de la fauna del suelo (Igarashi, 2002)

- Animales que excavan la tierra con sus patas planas y cabeza: topo, grillo topo, coleópteros y otros.
- Animales que excavan la tierra con el aparato bucal como las mandíbulas y lo transportan hacia fuera: hormigas, escarabajos y otros.
- Animales que tragan y transportan la tierra: lombriz

Los pequeños animales del suelo desintegran la materia orgánica y cumplen roles importantes en la formación del suelo y mantenimiento de la fertilidad. La materia orgánica como los restos de plantas son desintegrados por la fauna del suelo.

### Proceso de descomposición de la materia orgánica por la microfauna del suelo (Watanabe, 1998)

- Primera etapa: Animales como las lombrices y los miriápodos muerden y trituran las hojas secas y raíces podridas para consumir la materia orgánica.
- Segunda etapa: La materia orgánica es triturada aún más mientras pasa por el tubo digestivo de los mismos y es excretada en forma de excrementos. En el caso de las lombrices, el volumen de tierra removida y excretada alcanza a 30 - 200t/ha.
- Tercera etapa: Los pequeños animales se desplazan en el suelo haciendo galerías, mezclando y distribuyendo la materia orgánica hacia diversas direcciones, formándose los agregados como resultado de la unión entre la materia orgánica del excremento y las partículas del suelo. Esto hace que aumente la porosidad del suelo, mejorando la aireación y la permeabilidad.

Entre la microfauna del suelo, la lombriz es una de las especies más importantes. La lombriz vive comiendo la tierra. La tierra entra en el cuerpo de la lombriz por la boca, para ser excretada nuevamente. Sin embargo las propiedades de la tierra, antes y después de pasar por el cuerpo de la lombriz difiere totalmente.

En primer lugar, las hojas frescas y las pajas semidescompuestas que fueron deglutidas juntos con la tierra son excretadas como una tierra de color negro rica en materia orgánica mediante la acción del líquido segregado en el interior del cuerpo de la lombriz. En segundo lugar, la tierra excretada es un fino agregado de consistencia esponjosa. Con respecto al volumen de tierra que remueven y excretan las lombrices existen diversas teorías, pero se considera que le mismo asciende a unas 30 - 200t/ha por año.

La lombriz traga la tierra juntos con el resto de vegetales y para la digestión, segrega calcio; por eso, el excremento resulta en una mezcla de suelo con materia orgánica rica en calcio, acelerando de esta manera la maduración del suelo. Además, el activo movimiento de la lombriz dentro de la tierra, favorece a la remoción de la misma (Yamamoto, 1994).

El humus que se origina mediante la acción de la lombriz, es un excelente mejorador del suelo. Las especies de lombriz más efectivas para este propósito son, *Eisenia foetida* y *Lumbricus rubellus*.

## Humus de lombriz

- Es un humus elaborado por la lombriz a partir de diversos residuos vegetales.
- Contiene excrementos de la lombriz y la materia orgánica descompuesta.
- Si bien es difícil su obtención en gran volumen, es un material muy efectivo para usar en el cultivo de hortalizas y en almácigo.
- La lombriz procesa la materia orgánica hasta en un volumen similar al de propio cuerpo.

En el área objeto del Estudio de Validación se ha procedido a verificar la existencia de lombriz en decenas de lugares en ocasión del estudio de perfiles del suelo; sin embargo, fue encontrada solamente en un punto de la parcela situada en la Universidad San Francisco Xavier. El lugar estaba situado debajo de un árbol grande de molle. Si bien no se ha encontrado en la capa arable, fue encontrado un solo ejemplar en el estrato inferior, donde existe bastante humedad. De una manera general, los suelos del área de estudio son pobres en materia orgánica y están secos, siendo ésta una condición sumamente desfavorable para la existencia de la lombriz.

## Forma de elaboración del humus de lombriz

- Se mezclan los materiales para el compostaje y se regula el tenor de humedad en 60%.
- Se carga el material en la caja y se agregan las lombrices.
- En ocasiones se mezcla la masa y se regula la humedad (durante 3 a 6 meses)
- Cuando llega a madurar el humus, se separan las lombrices. (1 a 2 semanas)
- Extraer el compost.
- Se aplica a las parcelas de hortalizas y en los almácigos.

Cuando llega al término el proceso de compostaje, es necesario separar las lombrices. La separación se realiza trasladando las lombrices en las formas que se indican a continuación.

- Separación horizontal: Se preparan varios bastidores adyacentes entre sí; se elimina la divisoria entre el bastidor terminado y el que está cargado del material. Las lombrices terminarán de trasladarse al bastidor contiguo en 1 a 2 semanas.
- Separación vertical: Encima del humus terminado se coloca la malla con material nuevo. Las lombrices atravesarán las mallas y se trasladarán a la parte superior en 1 a 2 semanas.

En el Estudio de Validación se han usado 3 bastidores (1x1.5x0.5m) para preparar el humus de lombriz. Se usaron como materiales la paja de trigo y estiércol de ovino. El humus obtenido se ha usado para cultivo de hortalizas.



Fotografía 6.2.1  
Lombricultura

CUADRO 4.6.1 Especies forestales de alta demanda en la zona rural

C l a s i f i c a d o		Nombre común	Nombre científico	Familia/ subfamilia	Utilidades de las especies																					
					Material de construcción	Material para trabajos de madera	Material para la fabricación de muebles	Material para fabricación de herramientas e implementos agrícolas	Barreras vivas, linderos	Agrofito-rester/a	Combustible (leña)	Combustible (carbón)	Obtención de frutos	Especies forrajeras	Especie ornamental	Obtención de colchames	Obtención de jarritos	Recurso m/leño	Usos medicinales	Postes	Estacas	Formación de sombra	Cortina rompevientos	Prevención de deslizamientos de tierra	Formación de recursos hídricos	Fijación de nitrógeno
E s p e c i e	1	Ciprés	<i>Cupress macrocarpa</i>	CUPRESSACEAE																						
	2	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	MYRTACEAE																						
	3	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	MIMOSIOIDEAE																						
	4	Paraíso	<i>Melia azedarach</i>	MELIACEAE																						
	5	Pino	<i>Pinus patula</i>	PINACEAE																						
	6	Pino	<i>Pinus pseudostrabus</i>	PINACEAE																						
	7	Acacia negra	<i>Acacia melanoxylon</i>	MIMOSIOIDEAE																						
	8	Retama	<i>Spartium junceum</i>	CAESALPINOIDEAE																						
E s p e c i e	9	Churqui	<i>Acacia caven</i>	MIMOSIOIDEAE																						
	10	Jarca	<i>Acacia visco</i>	MIMOSIOIDEAE																						
	11	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	BETULACEAE																						
	12	Tola	<i>Baccharis sp.</i>	COMPOSITAE																						
	13	Kiswara negra	<i>Buddleja tucumanensis</i>	LOGANIACEAE																						
	14	Chacatea	<i>Dodonaea viscosa</i>	SAPINDACEAE																						
	15	Ceibo	<i>Erithrina falcata</i>	PAPILIONOIDEAE																						
	16	Tarco	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	BIGNONIACEAE																						
	17	Kewiña	<i>Polylepis sp.</i>	ROSACEAE																						
	18	Algarrobo	<i>Prosopis sp.</i>	MIMOSIOIDEAE																						
	19	Molle	<i>Schinus molle</i>	ANACARDIACEAE																						
	E s p e c i e	20	Tipa	<i>Tipuana tipu</i>	PAPILIONOIDEAE																					
21		Higo	<i>Ficus carica</i>	MORACEAE																						
22		Palto	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE																						
23		Nogal	<i>Juglans sp.</i>	JUGLANDACEAE																						
24		Nispero Japonés	<i>Eriobotrya japonica</i>	ROSACEAE																						
25		Manzano	<i>Malus pumila</i>	ROSACEAE																						
26		Durazno	<i>Prunus persica</i>	ROSACEAE																						
27		Limón	<i>Citrus limon</i>	RUTACEAE																						
28		Uva	<i>Vitis sp.</i>	VITACEAE																						
29		Tumbo	<i>Passiflora mollissima</i>	PASSIFLORACEAE																						
30		Papaya	<i>Papaya carica</i>	CARICACEAE																						
31		Chirimoya	<i>Annona cherimolia</i>	ANNONACEAE																						
32		Mango	<i>Mangifera indica</i>	ANACARDIACEAE																						
33		Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	MYRTACEAE																						
34		Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>	SOLANACEAE																						
35		Oliva	<i>Olea europaea</i>	OLEACEAE																						
36		Tuna	<i>Opuntia sp.</i>	CACTACEAE																						

\* =Demanda alta  
 =Demanda baja

\* Las especies frutales 21-36 son las descritas en el punto 4.4.5 "Posibilidad de producción de especies frutales"

## Ciprés/ Cypress

## Cupressus Macrocarpa Hartweg

## CUPRESACEAE

## 1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

- 1) **Aspectos generales:** Árbol de 25m de altura, 1m de diámetro, tronco recto, crecimiento rápido, copa conífera, ramas tupidas.
- 2) **Hojas:** Escamadas, aciculadas (en forma de aguja), color verde fuerte a verde oscuro, crece denso y diversificado, perennifolia (siempre verde).
- 3) **Flores:** Tiene flores femeninas y masculinas, escamadas, inflorescencia masculina de unos 10cm, flor femenina de unos 2.5cm, espigada, colgada.
- 4) **Frutos:** Redondo de 0.5 a 1cm de diámetro, se abre cuando madura.
- 5) **Semillas:** Menor a los 2mm, de forma irregular y con alas, color café.
- 6) **Otros:** El fruto y las semillas son de mayor tamaño en las zonas originarias.

## 2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

- 1) **Hábitat natural:** Originaria de la región de California en América del Norte.
- 2) **Zona de difusión:** -
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Prefiere terrenos con buen drenaje, adecuada humedad y capas profundas. Resistente en algunas zonas salinas.
  - b) **Altitud:** 2,000 a 4,000m.
  - c) **Temperatura:** 14 a 20
  - d) **Precipitación pluvial:** 700 a 1600 mm/año.

## 3. UTILIDADES COMUNES

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	
Combustible	
Construcción	XX
Implementos Agrícolas	
Carpintería	
Estacas, postes para cercos	
Entibos, puntales	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado    XX: Empleado    X : Poco empleado

## - PARTICULARIDADES

La madera de buena calidad es empleada para la construcción, y también la fabricación de muebles. Esta especie también es muy empleada para cortina rompevientos, plantaciones en linderos y para la ornamentación.

## 4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS

- 1) **Semillas:** 120,000 semillas/Kg. En condiciones donde no hay humedad, el poder germinativo puede ser conservado mínimo por 1 año. Para su conservación se debe emplear envases herméticos y refrigerar de 2 a 4 de temperatura.
- 2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** El porcentaje de germinación sin ningún tratamiento

es de 20 a 25%. No se debe cubrir con más de 2mm de tierra en la germinadora al momento de la siembra. Luego de la siembra se debe tener mucho cuidado con el riego y cubrir con malla semisombra (o polisombra). Para la reproducción por semilla, es posible obtener 1,100 plántulas de 100gr de semilla. La semilla germina luego de 20 a 30 días después de la siembra.

3) **Otros:** El trasplante debe realizarse cuando la plántula esté de unos 5 a 7cm., evitando en todo lo posible los rayos solares del día.

### 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
floración												
fructificación												

Inicio o fin de la época

Apogeo

### 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Es bastante resistente a las bajas temperaturas y la falta de humedad, sin embargo estos factores limitan su desarrollo. Es muy empleado para cortinas rompevientos por el buen desarrollo que presentan sus ramas. Sin embargo, luego de la plantación el árbol no desarrolla más de 4 a 5m de altura en 10 a 15 años. En zonas áridas la producción de troncos de gran diámetro es difícil. En lo posible se debe elegir lugares con mayor humedad como ser orillas de ríos o valles.

### 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

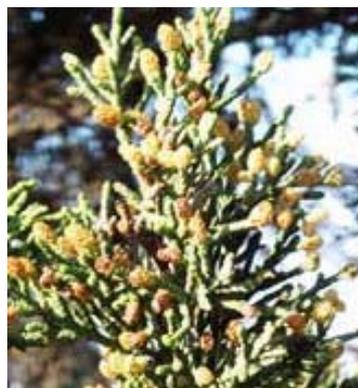
No se observan daños debido a animales. Es resistente a las bajas temperaturas y la falta de humedad.

### 8. FOTOGRAFÍAS

VISTA GENERAL



FLOR



HOJA

FRUTO Y SEMILLA



**Eucalipto/ Blue gum**  
**Eucalyptus globulus Labill**

**MYRTACEAE**

---

**1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE**

- 1) **Aspectos generales:** Árbol de 30m de altura (en zonas originarias alcanza alturas mayores a los 40m), diámetro mayor a 1m, tronco recto, rápido crecimiento.
- 2) **Hojas:** Simples, oval a falcada-lanceolada, en etapa tierna tienen disposición opuesta, luego forma hojas alternas y se van formando ramas uniformes, color verde claro como cubiertas con harina blanca, siempre verde (perennifolia).
- 3) **Flores:** Inflorescencias de 2cm de diámetro, florecen hasta la época de maduración de los frutos.
- 4) **Frutos:** Redondo, en forma de trompo de unos 2cm de diámetro, el fruto se abre en forma de cruz cuando madura.
- 5) **Semillas:** En forma de polvo, de 1 a 2mm, color negro.
- 6) **Otros:** La corteza es de color plomo verdusco y se despega fácilmente.

**2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

- 1) **Hábitat natural:** Originaria de la región Sudeste de África y la Isla de Tasmania.
- 2) **Zona de difusión:** Difundida ampliamente en casi todo el mundo.
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Prefiere zonas bajas, terrenos con buen drenaje, adecuada humedad y capas profundas, pero también puede desarrollarse en zonas altas, secas y de clima frío.
  - b) **Altitud:** 0 a 3000m.
  - c) **Temperatura:** 4 a 35 , se desarrolla muy bien en climas templados.
  - d) **Precipitación pluvial:** 500 a 1000 mm/año, se desarrolla muy bien con precipitaciones mayores.

**3. UTILIDADES COMUNES**

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	
Combustible	XX
Construcción	XXX
Implementos Agrícolas	XX
Carpintería	XX
Estacas	XXX
Postes	XXX
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	XXX
Recurso melífero	XXX
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	

XXX : Muy empleado XX: Empleado X : Poco empleado

**- PARTICULARIDADES**

La madera es de color amarillo claro. Por su alta durabilidad es empleado para postes de electrificación, postes de madera, material de construcción, vigas para puentes, fabricación de carrocerías, implementos, pasta de papel (pulpa), etc. Las hojas son medicinales y de ellas se extrae aceites esenciales. Es una especie de múltiples utilidades que también es aprovechada para jardines y cortina rompevientos.

**4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS**

- 1) **Semillas:** 280,000 a 450,000 semillas/Kg. Con 50gr de semilla es posible producir 1,100 plantas,

densidad de siembra 12gr/m<sup>2</sup>, germina entre 1 semana a 1 mes después de la siembra. La cubierta de tierra luego de la siembra debe ser muy fina. Se debe prevenir la pérdida de humedad empleando malla semisombra y evitar el uso de plástico.

2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** El poder germinativo sin ningún tratamiento es de 80%. Para mejorar la germinación se puede envolver las semillas en un trapo húmedo y mantenerlas así por 6 horas.

3) **Otros:** El transplante se debe realizar cuando la plántula tenga 4 a 6cm y unas 3 ó 4 hojas verdaderas. En 6 a 8 meses desarrolla 30 a 40cm.

## 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Mes Época	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
floración								←	←	←	←	←
fructificación	→	→	→	→								←

Inicio o fin de la época                      Apogeo

## 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Desarrolla bastante altura resistiendo bajas temperaturas y falta de humedad, pero en terrenos degradados no se desarrolla mucho lateralmente. Un año después de la plantación, el tronco alcanza unos 2 a 3m, y en 5 años unos 8 a 10m. Desarrolla excelentemente en lugares con bastante humedad como ser orillas de ríos y valle, pero se debe tener mucho cuidado en la elección del lugar porque con la implantación de esta especie suele reducir el caudal hídrico.

## 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

No se observan daños debido a plagas y animales, sin embargo las hormigas cortadoras de hojas ocasionan daños alguna vez. Es resistente a las bajas temperaturas y la falta de humedad.

## 8. FOTOGRAFÍAS

VISTA GENERAL



FLOR



HOJA



FRUTO Y SEMILLA



**Leucaena**

***Leucaena leucocephala* Lam.**

**LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE**

**1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE**

- 1) **Aspectos generales:** Árbol de porte bajo a medio, en forma de matorral, altura entre 3 a 15m, diámetro entre 10 a 15cm.
- 2) **Hojas:** Compuestas, de 6 a 9 pares de doble pinnadas, los folios son compuestos pinnados de unos 5 a 10cm de largo, con foliolos oblongo-elípticos, de unos 9 a 16mm; las hojas se cierran cuando ocurre alta o baja temperatura, o escasez de humedad.
- 3) **Flores:** Inflorescencias de 100 a 180 hacen un conjunto en forma cabezuela de unos 12 a 21mm de diámetro. De las axilas de las hojas brotan de 2 a 6 flores en cabezuela de color blanco a pálido. "Leu-cocephala" significa "flor en forma de cabeza".
- 4) **Frutos:** Vainas de 11 a 19mm de largo y de 15 a 21mm de ancho, ápice en punta y plana. Se forman de 5 a 20 vainas para cada cabezuela. Color café anaranjado, glabro (sin vellosidades), contiene de 8 a 18 semillas.
- 5) **Semillas:** sólido, color café oscuro, cubierta por una cáscara externa dura, de 7 a 10mm de largo y 4 a 6 mm de ancho.
- 6) **Otros:** En etapa joven la corteza es lisa, de color plomo a café plumizo.

**2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

- 1) **Hábitat natural:** América tropical (se desconoce el origen).
- 2) **Zona de difusión:** Zonas templadas y tropicales del mundo.
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) *Topografía:* Crece en suelos calcáreos, pero también se haya distribuido en suelos salinos. En suelos alcalinos resiste hasta pH8. No resiste suelos ácidos o zonas con aguas estancadas.
  - b) *Altitud:* 0 a 1,500m (altura máxima 2,100m).
  - c) *Temperatura:* Temperatura media anual 25 a 30 .
  - d) *Precipitación pluvial:* Precipitación media anual 650 a 3000 mm.

**3. UTILIDADES COMUNES**

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	XXX
Combustible	
Construcción	
Implementos Agrícolas	
Carpintería	
Estacas	
Postes	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado XX: Empleado X : Poco empleado

**- PARTICULARIDADES**

Se dice que esta especie comenzó a ser plantada desde antes del siglo XVI. Se difundió en los últimos años como especie forrajera debido a su alto contenido proteínico y también como árbol de sombra para el cultivo del cacao.

#### 4. INFORMACIÓN SOBRE LAS PLÁNTULAS

- 1) **Semillas:** 15,000 a 20,000 semillas/Kg. El porcentaje de germinación que puede obtenerse sin ningún tratamiento es de 50 a 80%.
- 2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** Mediante el tratamiento de sumergir las semillas en agua hirviendo por 1 minuto, y luego remojarlas en agua por 24 horas se puede obtener un porcentaje de germinación mayor al 80%.
- 3) **Otros:** -

#### 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Época	Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
floración													
fructificación													

Inicio o fin de la época

Apogeo

#### 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Ninguno en particular.

#### 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Es débil ante las bajas temperaturas. En zonas altas el porcentaje de germinación es bajo.

#### 8. FOTOGRAFÍAS

VISTA GENERAL



HOJA

FLOR



FRUTO Y SEMILLA



Paraíso

*Melia azedarach*

MELIACEAE

---

1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

- 1) **Aspectos generales:** Árbol caducifolio de porte alto, comúnmente mide 7 a 15m de altura y 30 a 60cm de diámetro, pero puede alcanzar 30m de altura y 1m de diámetro. Copa aparasolada. La corteza va cambiando de color de verde claro a verde negrusco y a pardo oscuro, presenta fisuras y abundantes lenticelas.
- 2) **Hojas:** Compuestas, 2 a 3 pares de pinnadas (impares, irregulares), alternas, foliolos de forma oval a oblongo-elíptica, punta lanceolada, peciolada, de borde aserrado obtuso, limbo de 20 a 40 cm, foliolos de 3 a 6cm, dispuestas en 1 a 5 pares (3 a 11 hojas).
- 3) **Flores:** Forma comunidades de inflorescencia aglomeradas en la base de las ramas jóvenes, miden 8 a 20cm de largo; 5 pétalos de forma lanceolada volcada de 10mm de largo y color blanco a violeta claro.
- 4) **Frutos:** 1 a 1.5cm de diámetro, al principio son de color amarillo y luego café anaranjado, son venenosos.
- 5) **Semillas:** 3.5 x 1.6mm, un fruto contiene entre 3 a 5 semillas.
- 6) **Otros:** Es de rápido crecimiento.

2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

- 1) **Hábitat natural:** Países asiáticos como Japón (Shikoku, Kyushu), Taiwán y otros.
- 2) **Zona de difusión:** Ampliamente difundido por Oriente Medio, África, Sudamérica, Europa, Inglaterra y otros.
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) *Topografía:* Suelos arenosos, profundos, fértiles, con buen drenaje.
  - b) *Altitud:* 250 a 3,300m.
  - c) *Temperatura:* 23 a 27 (máxima 35 , mínima 0 ).
  - d) *Precipitación pluvial:* 350 a 2,000 mm.

3. UTILIDADES COMUNES

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	XX
Combustible	XXX
Construcción	
Implementos Agrícolas	
Carpintería	XX
Estacas	
Postes	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	XX
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado XX: Empleado X : Poco empleado

- PARTICULARIDADES

Las hojas son muy empleadas para forraje y el tronco para combustible. La madera es suave y de fácil manejo. Contiene un veneno que es muy empleado para laxantes, vomitivos e insecticidas . En general, es aprovechado como árbol ornamental en plazas.

#### 4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS

- 1) **Semillas:** 4,000 a 6,000 semillas/Kg. Con 250gr se puede producir 1,000 plantas. Germina en 20 a 40 días después de la siembra.
- 2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** Con tratamiento de remojo en agua por 24 horas se puede obtener un poder germinativo de aprox. 80%.
- 3) **Otros:** -

#### 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Época	Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
floración										←	→		
fructificación											←	→	

Inicio o fin de la época                      Apogeo

#### 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Luego de la plantación se debe dar riego suficiente.

#### 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

A pesar de que prefiere suelos fértiles, se adapta a muchos suelos. Resiste medianamente las altas temperaturas y muy bien las temperaturas bajo cero.

#### 8. FOTOGRAFÍAS

VISTA GENERAL



FLOR



HOJA



FRUTO Y SEMILLA



**Pino pátula**  
***Pinus patula* Don.**

**PINACEAE**

**1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE**

- 1) **Aspectos generales:** Árbol de 10 a 30m de altura que normalmente es de tronco recto pero a veces suele ramificarse. Cuando tiene suficiente espacio, sus ramas se extienden ampliamente y su punta se forma coniforme.
- 2) **Hojas:** 3 a 4 hojas aciculadas (forma de agujas), de 15 a 25cm de largo, rara vez se presentan 5 hojas, perennifolia, color verde fuerte, de bordes aserrados, colgadas.
- 3) **Flores:** Tiene flores femeninas y masculinas.
- 4) **Frutos:** En forma de mazorca, color violeta.
- 5) **Semillas:** Pequeñas de unos 5mm, color café a negro, tienen alas de unos 17mm.
- 6) **Otros:** La corteza tiene surcos, es escamada, rojiza, en etapa madura se torna de color café grisáceo.

**2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

- 1) **Hábitat natural:** México
- 2) **Zona de difusión:** A principios del siglo XX fue introducida a Nueva Zelanda y África del Sur.
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Crece en suelos profundos con suficiente humedad. Se adapta a lugares de suelos neutros a ácidos y con buen drenaje.
  - b) **Altitud:** 500 a 3,000m.
  - c) **Temperatura:** Su desarrollo está limitado a zonas con temperatura máxima de 30 °C y mínima de 6 °C.
  - d) **Precipitación pluvial:** 750 a 2,000mm media anual.

**3. UTILIDADES COMUNES**

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	
Combustible	XX
Construcción	XXX
Implementos Agrícolas	
Carpintería	XXX
Estacas	XXX
Postes	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado XX: Empleado X : Poco empleado

**- PARTICULARIDADES**

Puede emplearse como madera, pero cuando aún no está madura es blanda por lo que no tiene muchas utilidades. También es empleada para cortina rompevientos, recuperación de montes y prevención de deslizamientos.

**4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS**

- 1) **Semillas:** 100,000 a 150,000 semillas/Kg. Se puede obtener un porcentaje de germinación mayor al 60% sin ningún tratamiento. Por lo general, las semillas del pino germinan mejor cuando se las

siembra luego de haber sido refrigeradas (a menos de 5 °C) por varios meses .

2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** El tratamiento de refrigeración no está muy difundido, sino el de sumergir en agua por 12 horas.

3) **Otros:** El trasplante puede realizarse cuando hayan emergido 4 ó 5 hojas luego de la siembra y la plántula llegue a unos 5cm. Se logra mejor crecimiento si se inocula con micorriza, o desarrolla cerca de árboles con este microorganismo.

## 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Época	Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
floración													
fructificación													

Inicio o fin de la época

Apogeo

## 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Puede crecer medianamente aún en lugares donde la roca madre haya aflorado si hay tierra y lluvias. Se recomienda evitar zonas altas, y plantarlas en terrenos de menor pendiente que el eucalipto. Otras variedades de pino como el Pseudostrobus y el Montezumae, originarios de Centroamérica también tienen muy buena adaptabilidad, mientras que el Pino Ponderosa también tiene altas posibilidades. Por otro lado, el Pino Radiata requiere de muchos cuidados contra enfermedades y plagas, y tiene mal desarrollo del tronco y raíces.

Es bastante resistente a las bajas temperaturas y la falta de humedad, sin embargo estos factores limitan su desarrollo. Es muy empleado para cortinas rompevientos por el buen desarrollo que presentan sus ramas. Sin embargo, luego de la plantación el árbol no desarrolla más de 4 a 5m de altura en 10 a 15 años. En zonas áridas, es difícil producir troncos de gran diámetro. En lo posible se debe elegir lugares con buena humedad como ser orillas de ríos o valles.

## 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Ninguno es especial.

## 8. FOTOGRAFÍAS

VISTA GENERAL



FLOR



HOJA



FRUTO Y SEMILLA



**Pino pseudostrobus**  
**Pinus pseudostrobus Lindley**

**PINACEAE**

---

**1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE**

- 1) **Aspectos generales:** Árbol de 20 a 25m de altura que normalmente es de tronco recto pero a veces se ramifica. Cuando tiene suficiente espacio sus ramas se extienden ampliamente y su ápice toma una forma cónica.
- 2) **Hojas:** Aciculada (forma de aguja), 5 hojas de 20 a 28cm de largo, perennifolia (siempre verde), color verde fuerte.
- 3) **Flores:** Tiene flores femeninas y masculinas.
- 4) **Frutos:** Color café, 8 a 12cm de largo, cónicos, en forma de escamas, sólidos, de 12 a 16mm, a veces son puntiagudos.
- 5) **Semillas:** Color café a café oscuro, pequeñas de 6 a 8mm, generalmente con alas.
- 6) **Otros:** La corteza es áspera y de color gris, con surcos de color rojizo.

**2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

- 1) **Hábitat natural:** Zona Norte de México, Centro América.
- 2) **Zona de difusión:** -
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) Topografía: Prefiere terrenos con buen drenaje, pero también desarrolla bien en suelo seco arenoso, rocoso, o suelos pobres.
  - b) Altitud: Menor a los 3,000m.
  - c) Temperatura: Su desarrollo se limita a zonas con temperatura máxima de 30 , y mínima de 6
  - d) Precipitación pluvial: Puede desarrollarse en zonas con precipitación media anual de 400 a 900mm, sin embargo se desarrolla mejor en zonas con 900 a 1,500mm.

**3. UTILIDADES COMUNES**

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	
Combustible	XX
Construcción	XXX
Implementos Agrícolas	
Carpintería	XXX
Estacas	XXX
Postes	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado XX: Empleado X : Poco empleado

**- PARTICULARIDADES**

Puede utilizarse como madera ya que es suave y fácil de transformar, muy empleado para la construcción, carpintería, fabricación de muebles, pulpa para papel y combustible. Es muy empleado también para la fabricación de muebles de calidad pero económicos. También para cortina rompevientos, recuperación de montes y prevención de deslizamientos.

**4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS**

- 1) **Semillas:** 25,000 a 40,000 semillas/Kg. Se puede obtener un porcentaje de germinación mayor al

60% sin ningún tratamiento. Por lo general, las semillas del pino germinan mejor cuando se las siembra luego de haber sido refrigeradas (a menos de 5 °C) por varios meses .

**2) Tratamientos para mejorar la germinación:** El tratamiento de refrigeración no está muy difundido, sino el de sumergir en agua por 12 horas.

**3) Otros:** El trasplante puede realizarse cuando hayan emergido 4 ó 5 hojas luego de la siembra y esté de unos 5cm. Se logra mejor crecimiento si se inocula con mico riza, o desarrolla cerca de árboles con este microorganismo.

### 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Época	Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
floración													
fructificación													

Inicio o fin de la época

Apogeo

### 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Al igual que el Pinus Pátula se comporta bastante bien. Puede crecer medianamente aún en lugares donde la roca madre haya aflorado si hay tierra y lluvias. Se recomienda evitar zonas altas, y plantarlas en terrenos de menor pendiente que donde se planta el eucalipto.

### 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

De vez en cuando se observa el fenómeno "fox tale" (cola de zorro), pero por lo demás no tiene mucha incidencia de enfermedades, insectos y animales.

### 8. FOTOGRAFÍAS

VISTA GENERAL



HOJA



FRUTO Y SEMILLA



**Acacia negra**

**Acacia melanoxylon R.Br.**

**LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE**

---

**1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE**

- 1) **Aspectos generales:** Espece perennifolia de 6 a 15m de altura, crecimiento vigoroso, tronco recto.
- 2) **Hojas:** Color verde grisáceo, tiene hojas temporales que son compuestas y pinnadas cuando emergen pero que posteriormente se convierten en hojas simples de forma lineal.
- 3) **Flores:** Racimos de 6 a 40mm, comunidades de 3 a 5 inflorescencias, color leche.
- 4) **Frutos:** Vainas planas de color café rojizo, arqueadas, torcidas en espiral, de 3 a 15mm de largo y 4 a 8mm de ancho, coriáceo a leñoso.
- 5) **Semillas:** Ovoide, color negro, brillante, alineados en forma vertical.
- 6) **Otros:** La corteza es de color gris, superficie acostillada que luego se hace redonda. La madera es de color negro.

**2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

- 1) **Hábitat natural:** Australia.
- 2) **Zona de difusión:** Espece naturalizada de la India que fue introducida en ella en el siglo XIX. También fue introducida a Japón, a las costas del Mediterráneo y el continente Africano.
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) *Topografía:* En cualquier topografía y tipo de suelo.
  - b) *Altitud:* 1,500 a 2,300m.
  - c) *Temperatura:* 6 a 19 .
  - d) *Precipitación pluvial:* 750 a 2,300 mm.

**3. UTILIDADES COMUNES**

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	XX
Combustible	XX
Construcción	XXX
Implementos Agrícolas	
Carpintería	XX
Estacas	
Postes	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado XX: Empleado X : Poco empleado

**- PARTICULARIDADES**

Es una especie de crecimiento vigoroso aún en suelos degradados por lo que es muy efectivo en la recuperación de montes y la prevención de derrumbes. También se aprovecha la madera por lo que es posible emplearlo para la implantación de bosques productores.

**4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS**

- 1) **Semillas:** Aprox. 150,000 semillas/Kg. Con un adecuado tratamiento pregerminativo se logra un porcentaje de germinación de 30 a 60%. Comienza a germinar a los 10 a 30 días después de la

siembra.

2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** Remojar 1 minuto en agua hirviendo y luego 24 horas en agua fría.

3) **Otros:** La reproducción es posible mediante siembra directa, esquejes (estaca), germen (brote o germinación). Con 400 semillas es posible producir plantas para 1ha.

### 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Época	Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Floración													
Fructificación													

Inicio o fin de la época

Apogeo

### 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Su reproducción es posible en casi cualquier lugar, desde climas fríos a tropicales, desde la altura hasta la costa del Mediterráneo, hasta en terrenos rocosos. Su capacidad de reproducción es alta tal que se recupera después de incendios forestales, y es posible la recuperación y arborización de montes mediante siembra directa. También se comporta bien en zonas secas. En terrenos con buena disponibilidad de humedad, tiende a convertirse en maleza por lo que requiere de una introducción planificada.

### 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Muestra mucha resistencia a las heladas, el congelamiento, las bajas de temperatura y las condiciones de sequía.

### 8. FOTOGRAFÍAS



VISTA GENERAL  
(Izquierda)



FLOR  
(Derecha)

HOJA



FRUTO Y SEMILLAS



**Retama**

***Spartium junceum L.***

**LEGUMINOSAE-CAESALPININOIDEAE**

**1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE**

- 1) **Aspectos generales:** Especie caducifolia de porte bajo, de unos 3 a 5 m de altura, desarrollo vigoroso, sus ramas se diversifican mucho adquiriendo forma de escoba invertida.
- 2) **Hojas:** Color verde claro, alternadas simples de forma lanceolada, de borde entero, mayormente degenerado.
- 3) **Flores:** Racimos en el cual coexisten flores hembras y machos, florece casi todo el año.
- 4) **Frutos:** Vaina de 5 a 7cm de largo y 5 a 7mm de ancho, cuando fructifica es de color verde vivo pero cuando madura adquiere color café rojizo, contiene 6 a 12 semillas.
- 5) **Semillas:** 4 a 6 mm de largo, 2 a 3mm de ancho, forma ovoide, color café oscuro a negro, distribuidos en forma vertical.
- 6) **Otros:** La corteza posteriormente se lignifica. Las ramas de 2 a 4mm de diámetro, crecen en línea recta.

**2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

- 1) **Hábitat natural:** Costas del Mediterráneo.
- 2) **Zona de difusión:** Sudamérica, Europa, África.
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Crece aún en lugares secos, en pendiente y valles. Desarrolla bien en condiciones de adecuada humedad.
  - b) **Altitud:** 2,500 a 3,800m.
  - c) **Temperatura:** -5 a 28 , clima templado, resistente a las bajas temperaturas aún menores a cero.
  - d) **Precipitación pluvial:** 400 a 700 mm/año.

**3. UTILIDADES COMUNES**

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	X
Combustible	X
Construcción	
Implementos Agrícolas	
Carpintería	
Estacas	
Postes	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	XXX
Recurso melífero	X
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado XX: Empleado X : Poco empleado

**- PARTICULARIDADES**

Especie de alta resistencia a la sequía y también a las bajas temperaturas, se recupera fácilmente aunque se dañe una vez. También tiene alta capacidad de fijación del suelo por lo que es muy útil para la prevención de la erosión de suelos. También es empleado con fines ornamentales, y sus flores son comercializadas en los mercados.

#### 4. INFORMACIÓN SOBRE LAS PLÁNTULAS

- 1) **Semillas:** 64,000 a 75,000 semillas/Kg. Comúnmente se puede obtener un porcentaje de germinación mayor al 70%.
- 2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** Remojar en agua hirviendo por 30 segundos y luego en agua fría por 24 horas. También puede germinar sin tratamiento.
- 3) **Otros:** Con unos 25gr de semilla puede producirse plántulas para 1ha (1,100 plántulas), sin embargo esto puede mejorarse aún más si se realiza una buena selección de la semilla ya que siempre se entremezcla semilla inmadura.

#### 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Época	Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
floración				←————→							←————→		
fructificación		←————→				←————→						←————→	

Inicio o fin de la época                      Apogeo

#### 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Es recomendable plantarla en terrenos de suelo arenoso, con adecuada humedad y contenido de materia orgánica. Sufre muchos daños de ramoneo causado por animales por lo que la protección luego de la plantación es sumamente importante.

#### 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Muestra alta resistencia en condiciones de sequía. En la etapa de plántula suele presentarse una enfermedad producida por el Oidium sp. que retrasa su desarrollo. Requiere de protección ya que el ganado y los animales silvestres ramonean la planta.

#### 8. FOTOGRAFÍAS

VISTA GENERAL



HOJA



FLOR



FRUTO Y SEMILLA



Churqui

**Acacia caven** Molina

**LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE**

**1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE**

- 1) **Aspectos generales:** Especie arbustiva de porte bajo de unos 2 a 3 m, las ramas se diversifican desde la base del tronco, la copa se extiende en forma de escoba invertida.
- 2) **Hojas:** Compuesta, paripinnada doble de 5 a 7cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho, los folíolos tienen forma lineal a oblongo-elíptica de 3 a 4 mm de largo.
- 3) **Flores:** Monoicas. De la base del pecíolo emergen abundantes racimos en forma de pompones de unos 1,5 cm de diámetro, color amarillo a dorado.
- 4) **Frutos:** Indehiscente, en forma de cápsula, elíptico, con los ápices en punta, 5 a 7 cm de largo y 1.5 a 2cm de ancho, al principio es de color verde para luego cambiar a color violeta rojizo. 15 a 20 semillas alineadas.
- 5) **Semillas:** Sólidas, 5 a 7 mm de largo, color verde claro.
- 6) **Otros:** Tiene agudas espinas, en pares, de 1 a 2cm.

**2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

- 1) **Hábitat natural:** Bolivia.
- 2) **Zona de difusión:** -
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) *Topografía:* Desde zonas de ladera de Los Andes hasta zonas planas de suelos secos.
  - b) *Altitud:* 1,600 a 2,600m.
  - c) *Temperatura:* 5 a 25
  - d) *Precipitación pluvial:* mayor a 500 mm/año.

**3. UTILIDADES COMUNES**

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	XX
Combustible	XXX
Construcción	
Implementos Agrícolas	
Carpintería	
Estacas	
Postes	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado XX: Empleado X : Poco empleado

**- PARTICULARIDADES**

Muy empleado para forraje del ganado, combustible y barreras vivas. También sirve como árbol de sombra.

**4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS**

- 1) **Semillas:** 2,000 a 3,000 semillas/Kg. El poder germinativo sin ningún tratamiento es de unos 20%.
- 2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** Remojar 1 minuto en agua hirviendo y luego en agua fría por 48 horas. O también raspar la parte dura. Con cualquiera de estos dos tratamientos se puede obtener un porcentaje de germinación mayor al 80%.

3) **Otros:** El trasplante debe realizarse cuando la plántula tenga 3 a 4 hojas y este de unos 5cm.

### 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Época												
floración					←→	→			←→			
fructificación	←	←→	→						←→	→		

Inicio o fin de la época

Apogeo

### 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

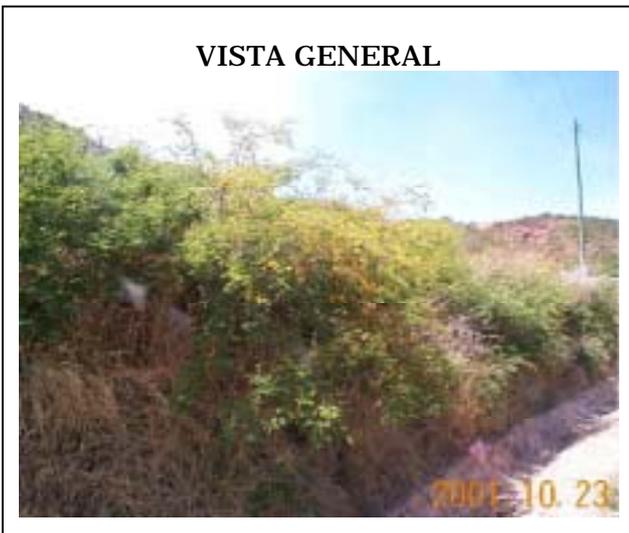
Resiste muy bien la sequía. Entre un terreno de suelo profundo y adecuada humedad, con otro en cresta y falta de humedad, en el último se produce una gran diferencia en el desarrollo.

### 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Muestra alta resistencia en condiciones de sequía. Hongos e insectos (polilla) suelen parasitarse.

### 8. FOTOGRAFÍAS

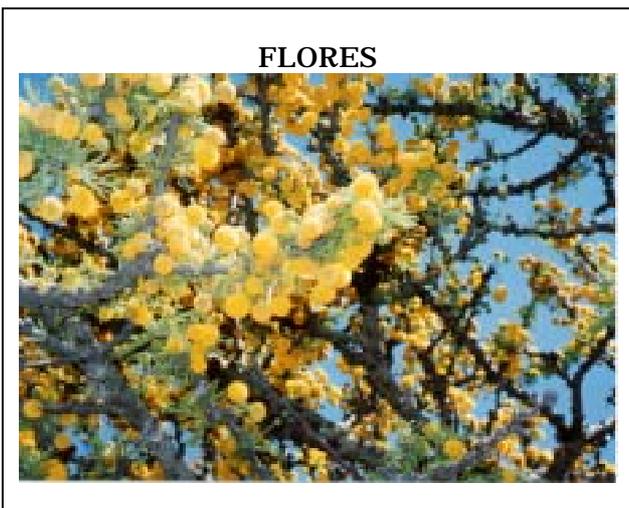
VISTA GENERAL



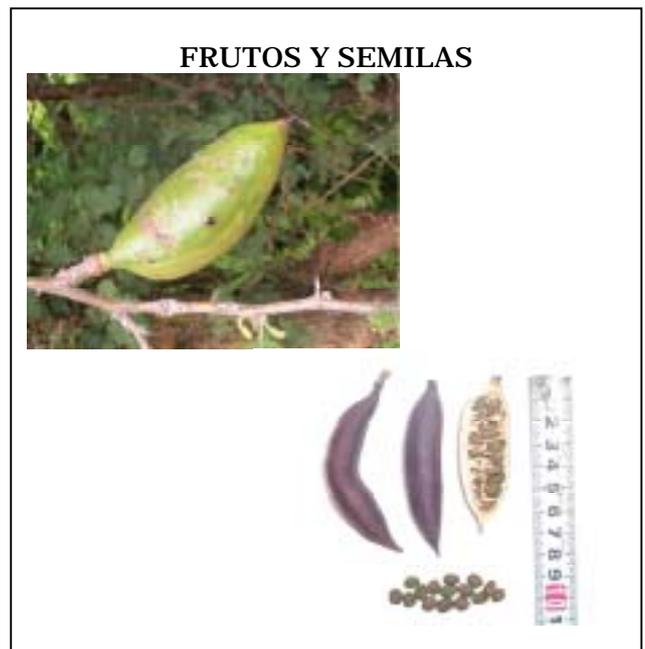
HOJAS



FLORES



FRUTOS Y SEMILAS



Jarca

*Acacia visco*

LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE

1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

- 1) **Aspectos generales:** Árbol caducifolio de porte bajo de 5 a 7m de altura, copa en forma de hongo, el tronco alcanza un diámetro de 50cm.
- 2) **Hojas:** Compuesta doble paripinnada, 4 a 10 pares de foliolos, el foliolo mide unos 7cm de largo, un foliolo tiene de 20 a 40 foliolillos. La hoja mide de 15 a 20cm de largo y 5 a 10cm de ancho.
- 3) **Flores:** Monoico. De la base del pecíolo emergen abundantes racimos en forma de pompones de unos 1,5 cm de diámetro. Color amarillo a dorado.
- 4) **Frutos:** Vaina plana, de 5 a 12cm de largo y 1.5 a 2cm de ancho, dehiscente, elíptico, al inicio es de color verde vivo y en época madura se torna color café claro. Tiene 5 a 10 semillas alineadas. Para cada pecíolo se forma opuestamente una vaina.
- 5) **Semillas:** Grande, de 1cm de largo, relativamente blanda, color verde claro a café vivo.
- 6) **Otros:** No tiene espinas. La corteza tiene fisuras.

2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

- 1) **Hábitat natural:** Bolivia.
- 2) **Zona de difusión:** -
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Puede encontrarse en la zona de los valles, en terrenos con adecuada humedad, secos o en crestas de montes, pero prefiere terrenos con buena humedad.
  - b) **Altitud:** 2,200 a 3,300m.
  - c) **Temperatura:** 5 a 25 .
  - d) **Precipitación pluvial:** mayor a 500 mm.

3. UTILIDADES COMUNES

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	XX
Combustible	XXX
Construcción	
Implementos Agrícolas	XX
Carpintería	
Estacas	
Postes	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	XX
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado    XX: Empleado    X : Poco empleado

- PARTICULARIDADES

En la zona es empleada solamente para combustible y fabricación de implementos agrícolas. Sin embargo, debido a su resistencia a la sequía, su crecimiento, desarrollo radicular es una especie adecuada para plantaciones en terrenos erosionados.

4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS

- 1) **Semillas:** 8,000 a 9,000 semillas/Kg. Aún sin ningún tratamiento, su poder germinativo es mayor al 90%.



**Aliso**

***Alunus acuminata* H.B.K.**

**BETULACEAE**

**1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE**

- 1) **Aspectos generales:** Árbol de 10 a 15m de altura, diámetro 20 a 35cm, tronco recto, corteza color plata a gris oscuro, de muy rápido crecimiento, altamente resistente a la helada y al congelamiento.
- 2) **Hojas:** Simples, 8 a 20cm de largo y 3 a 6cm de ancho, oblongo-elíptica, alternas, todo el margen es doble aserrado irregular, 15 pares de nervaduras pendas, color verde oscuro, brillante, semideciduas (en época seca)
- 3) **Flores:** Dioicas. Inflorescencias masculinas de unos 10cm. Flor femenina de unos 2.5, en forma de espiga, colgada.
- 4) **Frutos:** Cono, con forma de piña, de 1.5 a 3cm de largo. En etapa madura se torna color café.
- 5) **Semillas:** 1 a 3mm, ovalado, con 2 alas.
- 6) **Otros:** Las hojas se descomponen rápidamente y forman abundante materia orgánica por lo que son beneficiosas para el mejoramiento de suelo, también es fijadora de nitrógeno.

**2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

- 1) **Hábitat natural:** Centro y Sudamérica (Norte de la Argentina – Bolivia – México). Natural de la zona de Los Andes.
- 2) **Zona de difusión:** -
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Establecido en zona de los valles y laderas, suelos con buena humedad (orillas de arroyos, ríos) pero también es posible plantarlo en suelos secos donde existan caminos del agua como ser las cárcavas, combinando con zanjas de infiltración y terrazas.
  - b) **Altitud:** 1,000 a 3,800m.
  - c) **Temperatura:** 4 a 27
  - d) **Precipitación pluvial media anual:** 400 a 1500 mm.

**3. UTILIDADES COMUNES**

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	XXX
Combustible	XXX
Construcción	
Implementos Agrícolas	
Carpintería	
Estacas	XX
Postes	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	XXX
Recarga de acuíferos	
Otros	X

XXX : Muy empleado    XX: Empleado    X : Poco empleado

**- PARTICULARIDADES**

Muy empelado para forraje del ganado, produce abundante material orgánica, fijadora de nitrógeno, se obtiene colorante natural, sirve como árbol de lindero, para la agroforestería (árbol para fertilización).

**4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS**

- 1) **Semillas:** 1,400,000 a 2,500,000 semillas/Kg. Lo mejor es sembrar las semillas inmediatamente después de haberlas cosechado ya que de lo contrario disminuye su poder germinativo, pero aún así es posible



Orko T'ola

**Baccharis dracunculifolia DC.**

**COMPOSITAE**

**1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE**

- 1) **Aspectos generales:** Arbusto perennifolio (siempre verde) de porte bajo de 1 a 2.5m de altura.
- 2) **Hojas:** Simples de 10 a 35mm de largo y 2 a 6mm de ancho. Alternas, con forma ovalada a lanceolada. Margen entero o aserrado en la parte superior.
- 3) **Flores:** Dioico, amarillo, inflorescencias de 1cm se acumulan en la punta de las ramas.
- 4) **Frutos:** -
- 5) **Semillas:** -
- 6) **Otros:** En las hojas y el tallo se adhiere abundante resina.

**2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

- 1) **Hábitat natural:** Bolivia.
- 2) **Zona de difusión:** -
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Se la observa frecuentemente en laderas secas en la zona de los valles, pero ciertamente prefiere zonas con adecuada humedad
  - b) **Altitud:** 2,500 a 3,800m.
  - c) **Temperatura:** 5 a 25
  - d) **Precipitación pluvial:** mayor a los 500mm.

**3. UTILIDADES COMUNES**

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	
Combustible	XXX
Construcción	
Implementos Agrícolas	
Carpintería	
Estacas, postes para cercos	
Entibos, puntales	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado    XX: Empleado    X : Poco empleado

**- PARTICULARIDADES**

Es imprescindible para el horneado de pan en el campo. En condiciones naturales, crece de manera natural en zonas secas junto a la Chacatea, y es una planta de alta resistencia a la sequía y muy útil como cobertura vegetal del suelo en el estrato inferior

**4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS**

- 1) **Semillas:** Por lo general la reproducción no es por semilla. Por lo que ni las agencias proveedoras de semillas las tienen.
- 2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** -
- 3) **Otros:** Se puede obtener brotes de las plantas que crecen naturalmente. Se cosecha los brotes de 10 a 15cm y se los planta temporalmente para formar plántulas, o también se puede cosecharlas, conservarlas para que no se deshidraten, trasladarlas al terreno definitivo e inmediatamente plantarlas.

## 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Época												
floración					←	←	←	←	←	←	←	←
fructificación	→	→	→								←	←

Inicio o fin de la época
Apogeo

## 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Resiste muy bien a la falta de humedad, y crece muy bien de manera natural en terrenos de cultivo abandonados. En terrenos con adecuada humedad y de suelos algo profundos, puede alcanzar 1m de altura en un año. Es una especie muy apropiada para barreras vivas. Una plantación combinada con barreras de piedra o barreras de malezas, a una distancia de 30cm cada una, forma una barrera muy efectiva para la retención del suelo. También es muy empleado como plantación en la parte interna de los cercos de protección.

## 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Muestra alta resistencia en condiciones de humedad. El ganado y los animales silvestres no causan daños.

## 8. FOTOGRAFÍAS

VISTA GENERAL



HOJAS



FORMACIÓN DE BARRERAS VIVAS  
(MOMENTO DE LA PLANTACIÓN)



FORMACIÓN DE BARRERAS VIVAS  
(2 AÑOS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN)



Kiswara

**Buddleja coriacea Remy.**

LOGANIACEAE

**1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE**

- 1) **Aspectos generales:** Arbusto perennifolio (siempre verde) de 2 a 4m de altura, sus ramas se diversifican desde la base, corteza agrietada, seca, es débil a la falta de insolación pero fuerte ante las bajas temperaturas y los vientos constantes.
- 2) **Hojas:** Simples de 3 a 5cm de largo y 1 a 1.5cm de ancho, opuestas, las hay sentadas y pecioladas, coriáceas, color verde oscuro, pardo café a negro, con brillo, superficie cubierta de pelos suaves.
- 3) **Flores:** Monoica, la inflorescencia en su etapa inicial es de color amarillo claro la cual posteriormente va cambiando a color anaranjado según va madurando.
- 4) **Frutos:** Forma de cápsula ovoide a elíptica, de color blanco a amarillo claro.
- 5) **Semillas:** Semillas muy diminutas en forma de polvo.
- 6) **Otros:** -

**2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

- 1) **Hábitat natural:** Bolivia.
- 2) **Zona de difusión:** -
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Se la observa en las laderas de las partes altas (que son secas) de los valles.
  - b) **Altitud:** 3,300 a 4,200m.
  - c) **Temperatura:** 2 a 25
  - d) **Precipitación pluvial:** Su desarrollo es óptimo en zonas de 600mm

**3. UTILIDADES COMUNES**

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	
Combustible	
Construcción	
Implementos Agrícolas	
Carpintería	
Estacas, postes para cercos	
Entibos, puntales	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado    XX: Empleado    X : Poco empleado

**- PARTICULARIDADES**

Empleado para plantaciones en linderos, barreras vivas, cortina rompevientos y otros.

**4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS**

- 1) **Semillas:** Unos 2,000,000 semillas/Kg. Debido a que las semillas son demasiado pequeñas su grado de pureza es bajo, y generalmente el poder germinativo es muy bajo. Para producir 1000 plántulas, se necesita 50g de semilla (unas 100,000 semillas).
- 2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** No se puede aplicar ningún tratamiento.
- 3) **Otros:** El trasplante puede realizarse luego de que hayan emergido 2 a 4 hojas verdaderas y la

plántula tenga un largo de 4 a 6cm. Fuera de la reproducción por semilla, también es posible la reproducción por esqueje o estaca.

### 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
floración	—————▶								◀—————			
fructificación					◀—————	—————▶	—————▶	—————▶		▶—————		

Inicio o fin de la época

Apogeo

### 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Resiste muy bien la falta de humedad. En zonas con suelos profundos y adecuada humedad puede alcanzar 1m de altura en un año. Especie adecuada para barreras vivas. Combinada con barreras de piedra o barreras de malezas, a una distancia de 30cm cada una, forma una barrera muy efectiva para la retención del suelo.

### 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Es resistente a la sequía pero también es muy resistente a las bajas temperaturas. El ganado y los animales silvestres no producen daños.

### 8. FOTOGRAFÍAS

VISTA GENERAL



HOJAS

FORMACIÓN DE BARRERAS VIVAS  
(MOMENTO DE LA PLANTACIÓN)



FORMACIÓN DE BARRERAS VIVAS  
(2 AÑOS DESPUES DE LA PLANTACIÓN)



## Chacatea

***Dodonaea viscosa* Jacq.**

## SAPINDACEAE

**1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE**

- 1) **Aspectos generales:** Arbusto perennifolio de porte bajo de unos 4m de altura. Las ramas se diversifican desde el suelo y tiene forma redonda.
- 2) **Hojas:** Simples de 7 a 10cm de largo, lanceolada, alternas, de margen entero, en las hojas se adhiere resina.
- 3) **Flores:** Hermafroditas.
- 4) **Frutos:** Redondo en forma de cápsula, con 3 alas membranosas.
- 5) **Semillas:** Elíptica de 1 a 2mm, color negro.
- 6) **Otros:** Las hojas y ramas contienen abundante resina.

**2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

- 1) **Hábitat natural:** Bolivia, zonas tropicales.
- 2) **Zona de difusión:** -
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Se la observa en las laderas de las partes altas (que son secas) de los valles.
  - b) **Altitud:** 1,400 a 3,400m.
  - c) **Temperatura:** -
  - d) **Precipitación pluvial:** -

**3. UTILIDADES COMUNES**

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	
Combustible	XX
Construcción	XX
Implementos Agrícolas	
Carpintería	
Estacas, postes para cercos	
Entibos, puntales	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado    XX: Empleado    X : Poco empleado

**- PARTICULARIDADES**

Es empleado para el techo de las viviendas y también como combustible.

**4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS**

- 1) **Semillas:** 70,000 a 75,000 semillas/Kg. Se puede obtener un poder germinativo mayor al 90% aún sin ningún tratamiento.
- 2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** Remojar en agua de temperatura constante (caliente) por 5 a 6 días.
- 3) **Otros:** -.

## 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Época												
floración	→							←				
fructificación	←→											
	Inicio o fin de la época						Apogeo					

## 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Resiste muy bien la falta de humedad, y crece muy bien de manera natural en terrenos de cultivo abandonados. En terrenos con adecuada humedad y de suelos algo profundos, puede alcanzar 1m de altura en un año. Es una especie apropiada para barreras vivas. Una plantación combinada con barreras de piedra o barreras de malezas, a una distancia de 30cm cada una, forma una barrera muy efectiva para la retención del suelo.

## 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Resiste muy bien la sequía. No se observan daños debido a animales.

## 8. FOTOGRAFÍAS

VISTA GENERAL



HOJAS



FLORES



FRUTOS Y SEMILLAS



## Ceibo / Cuñuri

*Erythrina falcata* Benth.

## LEGUMINOSAE-PAPILININOIDEAE

## 1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

- 1) **Aspectos generales:** Árbol caducifolio de porte mediano que alcanza 10 a 15m de altura, tronco recto con fisuras en la superficie. Las hojas, ramas y tronco tienen afiladas espinas. Es una especie que se observa muy frecuentemente en la zona de los valles. Es una especie originaria de la zona tropical.
- 2) **Hojas:** Compuestas trifolioladas, alternas, de 20 a 25cm de largo y 10 a 15cm de ancho. Los foliolos miden 10 a 15cm de largo y 5 a 7cm de ancho, forma oval a lanceolada con el ápice en punta, pecíolo largo.
- 3) **Flores:** Monoico. Emergen de manera irregular. 3 a 5cm de largo, de color rojo vivo.
- 4) **Frutos:** Vainas planas de 10 a 15cm de largo, contienen de 3 a 6 semillas.
- 5) **Semillas:** Grandes de 10 a 15mm de largo, cuando maduran se ponen de color café pardo.
- 6) **Otros:** -

## 2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

- 1) **Hábitat natural:** Bolivia
- 2) **Zona de difusión:** -
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Prefiere zonas con suelos profundos y adecuada humedad, como ser las partes bajas de los valles, también zonas pedregosas y terrenos con buen drenaje.
  - b) **Altitud:** 1,600 a 3,400m.
  - c) **Temperatura:** 12 a 30
  - d) **Precipitación pluvial:** mayor a los 600 mm/año.

## 3. UTILIDADES COMUNES

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	
Combustible	
Construcción	
Implementos Agrícolas	
Carpintería	XX
Estacas, postes para cercos	
Entibos, puntales	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado    XX: Empleado    X : Poco empleado

## - PARTICULARIDADES

A pesar de que es una especie nativa de la zona de los valles de Bolivia, su número es muy escaso. Por ello, actualmente su uso es solamente ornamental, aunque antes era empleado para la fabricación de muebles.

## 4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS

- 1) **Semillas:** 2,000 a 2,500 semillas/Kg. Se conserva refrigerado a temperatura inferior a los 5 °C. Se puede obtener poder germinativo mayor al 70%.



Especie nativa

Tarco, Jacaranda

*Jacaranda mimosifolia* (D. Don)

BIGNONIACEAE

### 1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

- 1) **Aspectos generales:** Árbol caducifolio de porte mediano a alto, 15 a 20m de altura y 40 a 50cm de diámetro, la copa se extiende ampliamente a los lados, la corteza es de color café claro con delgados surcos verticales.
- 2) **Hojas:** Compuestas, paripinnada doble, de 30 a 40cm de largo. Foliolos compuestas, de 15 a 30 pares imparipinnadas.
- 3) **Flores:** de 3 a 4cm de largo, color morado o púrpura claro a morado azulado, campanulada (con forma de campanillas), también suele florecer en época decidua (cuando caen las hojas). Monoico.
- 4) **Frutos:** Circular con márgenes ondulados, 5 a 7cm de diámetro, forma de ostra bivalva, vaina dehiscente, al principio es de color verde claro a verde oscuro, en la etapa madura cambia a color café y se lignifica.
- 5) **Semillas:** Con alas delgadas, mide 1 a 1.5cm con alas y 5 a 7mm sin alas, dentro de la vaina contiene 20 a 30 pares.
- 6) **Otros:** Las hojas tienen un olor característico.

### 2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

- 1) **Hábitat natural:** Brasil, Argentina.
- 2) **Zona de difusión:** Zonas de Sudamérica, Estados Unidos, África, Asia.
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Prefiere suelos arenosos, de capa profunda, con buen drenaje pero adecuada humedad.
  - b) **Altitud:** 2,000 a 2,900m.
  - c) **Temperatura:** 20
  - d) **Precipitación pluvial:** 400 a 600 mm.

### 3. UTILIDADES COMUNES

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	
Combustible	X
Construcción	X
Implementos Agrícolas	
Carpintería	
Estacas, postes para cercos	
Entibos, puntales	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	X
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	X

XXX : Muy empleado    XX: Empleado    X : Poco empleado

### - PARTICULARIDADES

Es muy empleado como árbol ornamental.

### 4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS

- 1) **Semillas:** El dato de la cantidad de semillas por unidad de peso difiere según la fuente. Según BASFOR es de 67,000 ó 92,000 a 100,000 semillas/Kg. Se puede obtener poder germinativo mayor

al 50% aún sin ningún tratamiento.

2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** No requiere de tratamientos especiales.

3) **Otros:** Se puede producir unas 1,000 plántulas con 150gr de semilla. El transplante se lo realiza cuando emergen las hojas verdaderas y la plántula alcanza 6 a 8cm. La germinación comienza 12 a 25 días después de la siembra.

### 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Época	Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
floración										←	→	→	→
fructificación		→	→	→	→	→	→					←	←

Inicio o fin de la época

Apogeo

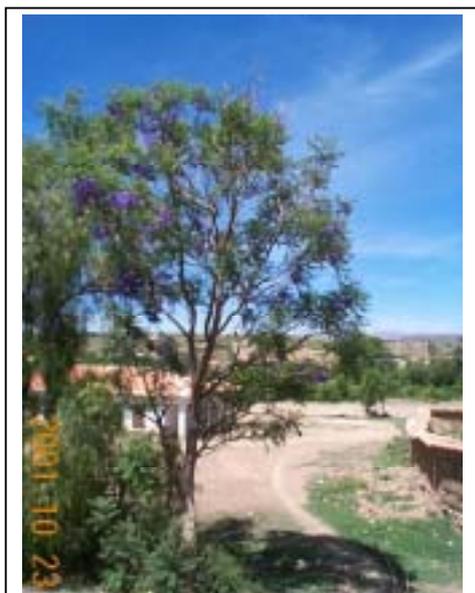
### 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Prefiere terrenos con buen drenaje y adecuada humedad como las laderas de las zonas montañosas, y clima templado con buena insolación. Las temperaturas bajo cero provocan daños por congelamiento donde las puntas se secan. Se debe evitar plantarlo en lugares sombríos o en la parte inferior de zonas en forma de V.

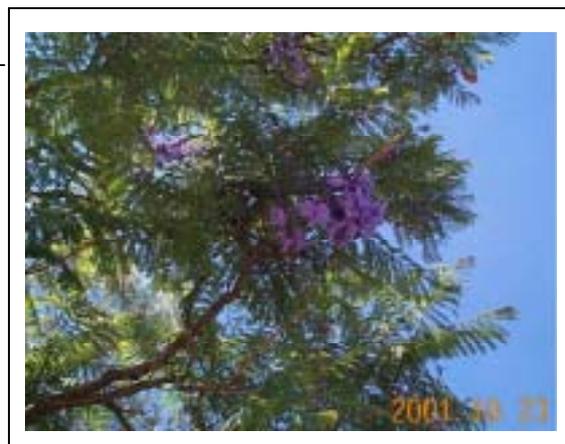
### 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Cochinillas y pulgones suelen adherirse a los raquis de las hojas. Es débil a las bajas temperaturas, cuando baja por debajo de cero grado las hojas y los ápices se secan.

### 8. FOTOGRAFÍAS



VISTA GENERAL  
(IZQUIERDA)



HOJAS Y  
FLORES  
(DERECHA)

FRUTO



SEMILLAS



**Kewiña, Quewiña**

***Polylepis besseri* Hieron.**

**ROSASEAE**

**1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE**

- 1) **Aspectos generales:** Árbol de porte mediano, alcanza 10m de altura y 40cm de diámetro. Corteza de color café rojizo, desprendidizo, tortuoso. Ramas diversificadas.
- 2) **Hojas:** Compuestas imparipinnadas, 5 a 7 foliolos, delgadas aserraduras, superficie con pelos y el revés glabro, unas cuantas hojas se aglomeran formando un conjunto.
- 3) **Flores:** 5 a 7mm de largo, hermafroditas, en racimos.
- 4) **Frutos:** 5x4mm, drupas.
- 5) **Semillas:** de forma irregular, unos 5mm, con pelos.
- 6) **Otros:** Crece en zonas montañosas principalmente a elevada altitud (generalmente mayor a los 3,000m). Mayormente tiene formas deformes debido a la influencia del viento. Existen 12 variedades de la misma especie.

**2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

- 1) **Hábitat natural:** Sur del Perú, zona andina de Bolivia.
- 2) **Zona de difusión:** -
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Generalmente puede desarrollar en suelos de nutrientes pobres. Crece de manera natural en laderas a 3,000m de altitud donde el viento sopla fuerte, los suelos son ácidos, húmedos a semi húmedos, con alto contenido de grava y de capa profunda.
  - b) **Altitud:** 3,000 a 4,700m.
  - c) **Temperatura:** Resiste de -10 a 18
  - d) **Precipitación pluvial:** 500 a 1000mm.

**3. UTILIDADES COMUNES**

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	
Combustible	XXX
Construcción	
Implementos Agrícolas	XXX
Carpintería	XXX
Estacas, postes para cercos	XXX
Entibos, puntales	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado    XX: Empleado    X : Poco empleado

**- PARTICULARIDADES**

Produce leña de alta calidad, es muy empleada para producir carbón, para cercos de protección, cortina rompiewientos y la prevención de la erosión del suelo.

#### 4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS

- 1) **Semillas:** 8,000 a 9,000 semillas/Kg. Por lo general, el poder germinativo es extremadamente bajo siendo este menor al 10%.
- 2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** Ninguno en especial.
- 3) **Otros:** Debido al bajo porcentaje de germinación de las semillas, resulta mucho más eficiente la reproducción por estacas que por semilla. Sin embargo, para producir plántulas por semilla, se necesita 500gr de semilla para producir 1,100 plántulas y en este caso tarda 11 meses en alcanzar 25 a 30cm de altura.

#### 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Época												
floración	→										←	
fructificación					←	→						

Inicio o fin de la época
○ Apogeo

#### 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Ninguno en especial.

#### 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Ninguno en especial.

#### 8. FOTOGRAFÍAS

VISTA GENERAL



HOJAS



**Algarrobo, Taq'o**

***Prosopis alba* Griseb./*P.laevigata***

**LEGUMINOSAE, MIMOSOIDEAE**

**1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE**

- 1) **Aspectos generales:** Árbol que alcanza 5 a 15m de altura y 1m de diámetro, pero es de crecimiento lento. Tronco con ramas muy diversificadas, con forma de escoba invertida. Corteza delgada con fisuras, de color gris a café, las hay con espinas y sin espinas.
- 2) **Hojas:** Compuestas, doble pinnadas, alternas, glabras, margen no aserrado, 5 a 12cm de largo y 10cm de ancho. 20 a 50 pares de foliolillos, de 5 a 10mm de largo y 1 a 2mm de ancho, lineares, color verde plomizo. Caducifolio (en época seca).
- 3) **Flores:** 7 a 11mm de largo, en racimos, con forma de cola de zorro, color blanco verduzco a amarillo.
- 4) **Frutos:** Vainas de 12 a 25cm de largo, estrecho alargado, torcido, van cambiando de color de verde a amarillo a pardo (etapa madura). Indehiscentes.
- 5) **Semillas:** Elíptico aplanado, de 5 a 7mm de largo, dentro de la vaina se encuentran semillas cubiertas de manera individual, alineadas de 12 a 30.
- 6) **Otros:** Entre el fruto y la semilla hay una porción dulce comestible.

**2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

- 1) **Hábitat natural:** Zona de los valles interandinos, desde Perú hasta el Norte de Argentina.
- 2) **Zona de difusión:** Marruecos, Senegal, Sudán, Pakistán (también se han introducido otras variedades de la misma especie).
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Prefiere zonas áridas a semiáridas, lugares con suelos profundos donde existan aguas subterráneas, suelos húmedos y de suelo arenoso como ser el fondo de los valles. Crece también en suelos de pH 4.5 a 6.0, arcillosos, arenosos o con mucha grava y capa superficial delgada.
  - b) **Altitud:** 1,000 a 2,000m.
  - c) **Temperatura:** 6 a 15
  - d) **Precipitación pluvial:** 100 a 700 mm.

**3. UTILIDADES COMUNES**

UTILIDADES	
Alimenticio	X
Forrajero	XXX
Combustible	XXX
Construcción	
Implementos Agrícolas	
Carpintería	
Estacas, postes para cercos	
Entibos, puntales	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	XX
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XX

XXX : Muy empleado    XX: Empleado    X : Poco empleado

**- PARTICULARIDADES**

A pesar de que tiene filosas espinas, son palatables a las cabras. Por sus espinosas, es empleado en linderos para prevenir el ingreso del ganado.

#### 4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS

- 1) **Semillas:** 6,500 semillas/Kg. Se puede lograr un poder germinativo de aprox. 20% sin ningún tratamiento. Bajo temperatura estable puede conservarse por largo tiempo. Se debe tener mucho cuidado dónde se guardan las semillas porque los insectos suelen dañarlas.
- 2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** Sin ningún tratamiento pregerminativo, el porcentaje de germinación es extremadamente bajo siendo este menor al 30%. Con el siguiente tratamiento, este porcentaje aumenta relativamente: 1) Corte de la cáscara y remojo en agua fría por 12 horas, 2) Remojo en agua hirviendo por 1 minuto y luego en agua fría por 5 días.
- 3) **Otros:**

#### 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Época	Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
floración										←→			
fructificación		→	→	→									←

Inicio o fin de la época      ○ Apogeo

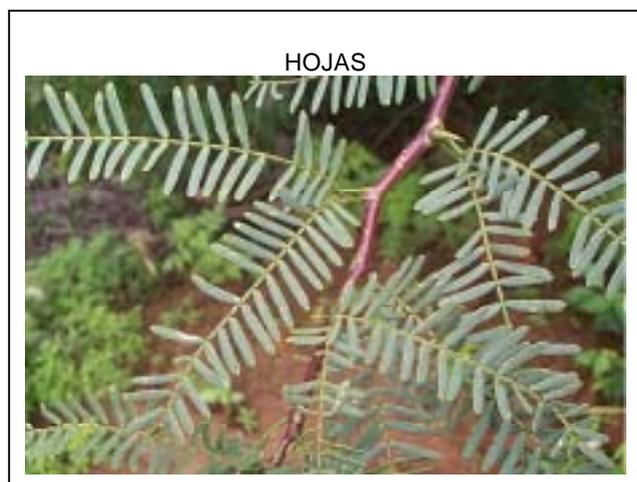
#### 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Muestra alta resistencia a la sequía, pero su desarrollo es extremadamente lento. El crecimiento en la etapa de plántula también es lento. La producción de plántulas requiere de tiempo. Debido a esto muchas veces las plántulas que se consiguen no cumplen con normas de tamaño.

#### 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Tiene alta resistencia a la sequía. También resiste los suelos salinos. Es palatable principalmente a las cabras y liebres. Mayormente insectos suelen parasitarse en la semilla.

#### 8. FOTOGRAFÍAS



---

## Especie nativa

Molle, Pepper tree  
*Schinus molle* (L.)

ANACARDIACEAE

---

### 1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

- 1) **Aspectos generales:** Árbol perennifolio de porte mediano a alto, 3 a 15m de altura, ramas colgantes, tronco corto, corteza color café oscuro, con fisuras profundas.
- 2) **Hojas:** Compuesta pinnada con 20 a 40 folíolos, alternas, folíolos lineares a lanceoladas, de 2 a 5cm de largo.
- 3) **Flores:** Cada pétalo mide unos 2mm, florecen colgando hasta unos 30cm (dispuestas en racimos), color amarillo claro, dioico.
- 4) **Frutos:** redondas de unos 3mm, color verde y de madura morado (o púrpura) rojizo
- 5) **Semillas:** Un fruto tiene una semilla, redonda de unos 2mm de diámetro, color café.
- 6) **Otros:** Cuando se le hace una herida emerge savia pegajosa, tiene un olor similar a la pimienta.

### 2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

- 1) **Hábitat natural:** Desde Argentina a Perú. Desde zonas bajas hasta zona de los valles interandinos, hasta 3000m de altitud.
- 2) **Zona de difusión:** Sur de los Estados Unidos, países Centroamericanos, Australia, República Dominicana, Grecia, África.
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Prefiere zonas semiáridas a áridas pero con suelos húmedos con nivel freático alto, orillas de ríos y arroyos, fondos de valles con suelos arenosos profundos. No es adecuado para lugares con mucha roca.
  - b) **Altitud:** 100 a 3,300m.
  - c) **Temperatura:** 10 a 20 (resiste bien las temperaturas bajo cero)
  - d) **Precipitación pluvial:** 300 a 600 mm.

### 3. UTILIDADES COMUNES

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	
Combustible	XX
Construcción	
Implementos Agrícolas	XX
Carpintería	
Estacas, postes para cercos	
Entibos, puntales	
Durmientes	
Resinas	XX
Medicinal	XXX
Recurso melífero	XX
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	XXX

XXX : Muy empleado    XX: Empleado    X : Poco empleado

#### - PARTICULARIDADES

La copa es empleada como lugar de almacenaje del forraje para ganado ("arcos chaleros"), de su madera se fabrican partes del arado de palo, el extracto de las hojas es empleado como remedio para muchos males como ser la inflamación ocular, el reumatismo, la diarrea.



Tipa

*Tipuana tipu* (Benth.)O. Kuntze

LEGUMINOSAE, PAPILIONOIDEAE

1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

- 1) **Aspectos generales:** Árbol caducifolio de porte alto que alcanza 20m de altura (pocas veces 30m), copa ancha, diversificada, corteza color café rojizo, con los años se forman canales longitudinales y paralela a ellas también fisuras. El tronco por lo general es grueso y recto de unos 60 a 70cm.
- 2) **Hojas:** Compuestas, imparipinnadas de 13 a 27cm de largo, alternas (pocas veces opuestas), 11 a 31 foliolos (5 a 15 pares) oblongo-elípticas de 3 a 4cm de largo, margen entero, ápice de los foliolos con hendiduras, pecioluelos cortos, color verde claro.
- 3) **Flores:** Inflorescencias de color amarillo a anaranjado, unos 2cm de largo y 5 pétalos, acampanadas, dispuestas en racimos o panículos colgantes en las puntas de las ramas.
- 4) **Frutos:** En cada fruto contiene una semilla. Con alas, cambia de color de amarillo a verde a café grisáceo.
- 5) **Semillas:** 1 a 1.5cm de largo, con 1 ala.
- 6) **Otros:** Espece representativa de la zona de los valles interandinos.

2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

- 1) **Hábitat natural:** Bolivia y otros países Sudamericanos con zonas áridas y semi húmedas en los valles del sub Andes.
- 2) **Zona de difusión:** Australia, Kenia, Tanzania, Uganda, Europa, Estados Unidos.
- 3) **Características de la zona originaria:**
  - a) **Topografía:** Prefiere zonas con buena insolación, desde suelos aluviales a las partes inferiores de las laderas, suelos con buen drenaje y adecuada humedad, abundante materia orgánica.
  - b) **Altitud:** Está distribuida naturalmente en zonas altas con altitudes mayores a los 2000m, sin embargo también puede desarrollarse en zonas bajas.
  - c) **Temperatura:** -
  - d) **Precipitación pluvial:** 400 a 900 mm

3. UTILIDADES COMUNES

UTILIDADES	
Alimenticio	
Forrajero	XXX
Combustible	XX
Construcción	X
Implementos Agrícolas	XXX
Carpintería	
Estacas, postes para cercos	
Entibos, puntales	
Durmientes	
Resinas	
Medicinal	
Recurso melífero	XX
Prevención de deslizamientos	
Recarga de acuíferos	
Otros	

XXX : Muy empleado    XX: Empleado    X : Poco empleado

- PARTICULARIDADES

Es una especie adecuada para forraje porque las hojas son muy palatables al ganado. La madera es empleada para leña, la construcción y fabricación de implementos agrícolas. Las flores son un muy buen recurso melífero para la apicultura.

#### 4. INFORMACIÓN SOBRE LAS MUDAS

- 1) **Semillas:** El rango del número semillas por unidad de peso es muy amplio siendo este de 2,700 a 7,000 semillas/Kg. Las semillas de BASFOR tienen 1,800 semillas/Kg. Tiene alas pero la cáscara no es dura. Por lo general el poder germinativo es mayor al 80% y suelen sufrir daños de insectos cuando aún están en el árbol.
- 2) **Tratamientos para mejorar la germinación:** Cortar las alas y remojarlas en agua fría por 24 horas, o humedecerlas dentro de una capa de arena húmeda por 10 días.
- 3) **Otros:** Con 1Kg de semilla puede producirse de 1,000 a 2,000 plántulas. Germinan luego de 10 a 35 días después de la siembra y el transplante puede realizarse cuando hayan emergido 2 a 3 hojas y haya crecido de 4 a 6cm.

#### 5. FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN

Mes Época	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
floración	→									←		
fructificación	→	→									←	

Inicio o fin de la época      ○ Apogeo

#### 6. ASPECTOS A CUIDAR A TIEMPO DE LA PLANTACIÓN

Prefiere suelos profundos con buen drenaje y clima templado. Necesita de una estaca para tutor ya que no puede mantenerse firme porque es suave como una hierva. Si no se implementan medidas de protección, es difícil que la plantación tenga éxito.

#### 7. RUSTICIDAD, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Resiste muy bien la sequía. Las semillas mayormente suelen sufrir daños de insectos poco después de la fructificación. Es palatable al ganado y las liebres.

#### 8. FOTOGRAFÍAS

VISTA GENERAL



HOJAS Y FLORES



SEMILLAS



RODAL NATURAL

(Los 10 del centro) Comunidad de Kaynakas

