



INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA
OFICINA REGIONAL
TARIJA

PROCIANDINO

Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia
 de Tecnología Agropecuaria para la Subregión Andina

BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA



**DIAGNOSTICO SOBRE LAS PRACTICAS DE MANEJO
 Y CONSERVACION DE SUELOS EN LA
 MICROCUENCA DEL RIO SELLA, VALLE CENTRAL
 DE TARIJA-BOLIVIA**

Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos-REDAMACS

BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA

ICA
 PROCIANDINO
 117
 997
 FN-12486



**DIAGNOSTICO SOBRE LAS
PRACTICAS DE MANEJO Y
CONSERVACION DE SUELOS EN LA
MICROCUENCA DEL RIO SELLA,
VALLE CENTRAL DE
TARIJA-BOLIVIA**

Ing. M.Sc. Eduardo Panique
**UNIDAD SUELOS Instituto Boliviano
de Tecnología Agropecuaria-Tarija**
Egr. Ing. Agr. Cecilia Vargas
Tesista Unidad Suelos

Tarija, Enero de 1997

PRESENTACIÓN

La pérdida productiva de los suelos, derivada en un impacto socioeconómico poco alentador para los procesos productivos actuales y en consecuencia atentando contra el bienestar social y la calidad de vida de las futuras generaciones, ha puesto de manifiesto a los gobiernos de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela mediante la comisión directiva de PROCIANDINO crear la Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos (REDAMACS) como una estrategia de sostenibilidad en el proceso de integración tecnológica de la subregión. Esta estrategia será materializada con el concurso de las capacidades regionales desarrolladas unificando enfoques, metodologías y técnicas que apunten a resolver problemáticas comunes.

El proyecto de la Red desarrolla tres subproyectos orientados en las áreas temáticas de investigación cooperativa, transferencia horizontal de tecnología y capacitación, que permitirán contribuir con el desarrollo de una agricultura sostenible.

Actualmente, se dispone de considerable información especializada pero dispersa que no permite su uso por la falta de sistematización como aporte en la planificación de programas de desarrollo.

Frente a esta situación la REDAMACS ha iniciado acciones conjuntas para desarrollar, consolidar y analizar información básica que permita su mejor interpretación e interacción entre los diferentes factores que intervienen en el manejo de los Recursos Naturales, como aporte a los planes de asistencia técnica e investigación.

El presente documento intitulado **“Diagnóstico sobre las prácticas de manejo y conservación de suelos en la microcuenca del Río Sella, valle central de Tarija-Bolivia”** constituye un aporte en la obtención y actualización de la información básica en el área piloto de nuestro país, que servirá como una herramienta base para desarrollar metodologías orientadas al manejo sostenible de los suelos.

Ing. J. Ramiro Zenteno Durán
Coordinador Nacional de la REDAMACS
IBTA-BOLIVIA

INDICE

	Pag.
1. Aspectos generales de Bolivia -----	1
2. Aspectos generales de Tarija -----	2
3. Aspectos generales de la Microcuenca del Río Sella -----	3
4. Análisis del diagnóstico -----	7
4.1. Descripción de la microcuenca del Río Sella -----	7
4.1.1. Ubicación -----	7
4.1.2. Unidades fisiográficas -----	7
4.1.3. Vías de comunicación -----	13
4.2. Características Agroecológicas -----	15
4.2.1. Clima -----	15
4.2.2. Suelo -----	17
4.2.3. Vegetación -----	20
4.3. Características de las unidades de producción -----	20
4.3.1. Distribución y tamaño de la finca agrícola en la microcuenca del Río Sella -----	22
4.4. Rubros de explotación -----	23
4.4.1. Cultivos -----	23
4.4.2. Ganadería -----	27
4.5. Tecnología de cultivo -----	29
4.5.1. Preparación del terreno -----	29
4.5.2. Fertilización -----	31
4.5.3. Desmalezado y uso de pesticidas -----	33
4.6. Prácticas de conservación de suelos -----	34
4.7. Prácticas de manejo de suelos -----	34
4.8. Características socioeconómicas -----	39
4.9. Propuesta metodológica para el manejo de las “fincas piloto” seleccionadas -----	41
4.10. Instituciones que trabajan en el área -----	46
Bibliografía -----	48

1. ASPECTOS GENERALES DE BOLIVIA

Bolivia esta localizada en el centro de Sur América, entre los 9° 38' a 22° 53' de latitud Sud y entre los 57° 26'a 69° 38' de longitud Oeste. Esta rodeado de 5 países: Brasil, Paraguay, Argentina, Chile y Perú. El territorio boliviano, puede ser dividido en tres áreas en base a diferencias altitudinales: el área andina con 3500 a 4000 m.s.n.m., en la parte occidental; los valles con altitudes de 1300 a 2700 m.s.n.m.; y la llanura oriental entre 130 a 500 m.s.n.m. Aproximadamente el 60 % de la superficie territorial, corresponde a las llanuras orientales.

El país políticamente esta dividido en nueve departamentos. La Paz, Potosí y Oruro están en la área andina; Cochabamba, Chuquisaca y Tarija en la región de los valles; Santa Cruz, Beni y Pando en la llanura oriental. La población total de Bolivia es estimada en 7.2 millones (1992). La tasa promedio de crecimiento anual de la población en 1970 fue de 2.3 %, con un ligero incremento para el periodo 1981-1986 de 0.3 % en relación a 1970. La concentración de la población rural está estimada en el orden del 44 al 56%.

Hasta la década del 80, la principal industria estaba representada por la minería, principalmente explotación de estaño; sin embargo, en la actualidad el sector agrícola juega un rol importante en la sociedad y la economía del país.

La superficie agrícola es de aproximadamente 8770 miles de hectáreas, lo que equivale al 8 % del total de la superficie del país; sin embargo, solo se cultivan alrededor de 1270 hectáreas, lo que equivale al 15 % del total de la superficie agrícola; observándose un incremento del 2 % anual en la superficie cultivada para el periodo 1975 a 1980, con un incremento mayor en el presente. La mayor parte de este incremento se debe a la conversión de área forestal en tierra cultivada.

El tamaño de la tierra por agricultor difiere en cada área. En la parte andina un 91 % de los agricultores tienen menos de 20 hectáreas de tierra; en cambio, en la parte en la parte oriental, es típico el tamaño de la tierra de 50 a 75 hectáreas. En la zona de los valles, existe limitaciones de terreno debido a las características topográficas en

relación a la concentración de agricultores con el consiguiente fraccionamiento de la tierra en parcelas cada vez más pequeñas.

2. ASPECTOS GENERALES DE TARIJA

El departamento de Tarija, está localizado entre los 20° 50' y 22° 50' de latitud Sud y entre los 62° 15' y 65° 20' de longitud Oeste. En la parte Sur limita con Argentina y en la parte Este con Paraguay. El área total del departamento es de 37623 km². Topográficamente, el departamento puede ser dividido en tres áreas: el área montañosa, el área de los valles intermedios y el área plana en el este del departamento. El área montañosa cubre el 47 % del total de la superficie departamental. La precipitación anual varía entre 400 a 2000 mm dependiendo de las condiciones topográficas, con un periodo lluvioso que va de Octubre a Abril. La temperatura también varía con las condiciones topográficas, registrándose una media anual de 9.5 °C en el área de montañas, 18 °C en el área de valles y 22 °C en el área plana.

Administrativamente, el departamento de Tarija consiste de 6 provincias que a su vez están divididas en distritos en un número de 175. Las provincias están agrupadas en cinco subregiones, en base a aspectos topográficos y condiciones naturales.

Provincia	Capital	Distrito	Subregión
Cercado	Tarija	25	I
Arce	Padcaya	26	IV
Gran Chaco	Bermejo	39	IV
	Yacuiba		IV
	Caraparí		III
Avilés	Uriondo	22	V
Méndez	San Lorenzo	30	I
O'Connor	Entre Ríos	33	II

La población del departamento es de aproximadamente 357623 habitantes (1996), de los cuales 47 % viven en áreas urbanas y 53 % en áreas rurales.

La agricultura es la principal actividad en el departamento, existiendo alrededor de 1100 miles de hectáreas cultivables, representando el 30 % del total de superficie departamental; sin embargo, solamente se cultivan 140 miles de hectáreas equivalentes al 13 % del total de la superficie departamental cultivable. Desde un punto de vista topográfico y de clima como asimismo por el uso de la tierra, el departamento puede ser dividido en tres áreas: montañas con clima frío, valles con clima semiárido y la parte de planicies con altas temperaturas y humedad. El número total de unidades familiares en el departamento es de 19300 (JICA, 1990), de las cuales el 60 % corresponden a pequeños agricultores con 4 o menos hectáreas; más del 70 % de estos pequeños agricultores están distribuidos en las provincias Méndez, Cercado y Avilés. Los principales productos del departamento son vegetales (tomate, cebolla, arveja y otros), papa, maíz, caña de azúcar, vid, duraznos, cítricos y otros.

En la parte central del departamento, conocida como la región del valle central, se encuentran los terrenos más fértiles pero donde el proceso erosivo y el inadecuado manejo de la tierra ha dado al suelo características de "bad lands". Dentro del área del valle central, se encuentra ubicada la "microcuenca del Río Sella", donde se desarrollará una metodología para el manejo conservacionista de suelos de ladera, enmarcada en el proyecto cooperativo entre los países andinos (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y Bolivia) a través de la Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos (REDAMACS).

3. ASPECTOS GENERALES DE LA MICROCUENCA DEL RÍO SELLA

El área piloto, en Bolivia, para el desarrollo del proyecto "Prácticas de manejo y conservación de suelos de ladera", vinculado a las actividades de la Red Andina de

Manejo y Conservación de Suelos (REDAMACS) corresponde a la microcuenca del río Sella. El proyecto contempla cuatro actividades:

- **Diagnóstico de los sistemas de uso de la tierra en la microcuenca del río Sella.**
- **Recopilación, organización y análisis de la información edafoclimática.**
- **Selección de fincas piloto, diseño e implementación de prácticas de manejo y conservación de suelos y de cultivo.**
- **Elaboración de un informe final y organización de seminarios para la presentación de los resultados.**

La utilización de la información disponible sobre diagnósticos agropecuarios de la microcuenca, no ha permitido la agrupación de los sistemas de producción en unidades homogéneas y consecuentemente la selección de las fincas piloto representativas de cada unidad, que contempla el proyecto en una de sus actividades. Por lo que surgió la necesidad de realizar un diagnóstico que enmarcó aspectos socioeconómicos y culturales de la familia en la unidad de producción, disponibilidad de tierra y de mano de obra familiar, tecnología utilizada, rubros, rendimientos y la identificación de las principales limitantes en la producción como también en las prácticas de manejo y conservación de suelos y el conocimiento del agricultor sobre la importancia del manejo apropiado del recurso suelo para el logro de una agricultura sustentable.

El diagnóstico se realizó en 6 comunidades integrantes de la microcuenca: Sella Candelaria, Sella Quebradas, Sella Cercado, Sella Méndez, Monte Cercado y Monte Méndez. De las 394 familias que viven en las comunidades arriba nombradas, se encuestaron 168, lo que implica que el 43% de las familias fueron entrevistadas (cuadro 1).

CUADRO 1. Comunidades, población y número de familias encuestadas en la microcuenca del río Sella.

Comunidad	N° de familias por comunidad	N° de familias encuestadas	Porcentaje de familias encuestadas
Sella Candelaria	23	11	49
Sella Quebradas	72	35	49
Sella Cercado	100	49	49
Sella Méndez	98	50	51
Monte Cercado	45	16	35
Monte Méndez	56	7	12
TOTAL	394	168	43

Desde 1960, importantes proyectos en Bolivia, desarrollaron y recomendaron metodologías para el uso y manejo conservacionista de los suelos; sin embargo, los resultados logrados muestran que las prácticas recomendadas no han sido adoptadas por los agricultores, ello posiblemente sea debido a que la mayoría de los proyectos solamente contemplaron actividades complementarias al sistema de manejo de la finca. Por ejemplo, se realizaron extensas plantaciones de especies forestales y la construcción de terrazas en tierras de propiedad comunal (figuras 1 y 2). Si bien el agricultor percibió la importancia de las prácticas de conservación de suelos señaladas, parece que no las adoptó porque no se acomodaban al sistema de explotación de la finca y/o porque demandaban mucha mano de obra en actividades de carácter comunal, descuidando los trabajos en la propia finca.

El manejo integral de la finca, considerando aspectos de cultivo como también de manejo y conservación de suelos bajo las condiciones y expectativas reales del agricultor, parece ser la alternativa más factible para lograr aceptación y adopción por los agricultores. De esta manera, el manejo integral de fincas piloto representativas de un grupo homogéneo de unidades de producción a seleccionarse, podría facilitar la transferencia de la tecnología a generarse en cada finca piloto a otras fincas de la microcuenca.



Figuras 1. Vista panorámica, mostrando plantaciones de Eucaliptos y Pinus radiata, en la Microcuenca del Río Sella.



Figura 2. Panorámica, mostrando plantaciones de Eucaliptus y Terrazas de Banco, como prácticas de conservación de suelos en la Microcuenca del Río Sella.

2. ANALISIS DEL DIAGNOSTICO.

2.1. Descripción de la microcuenca del río Sella.

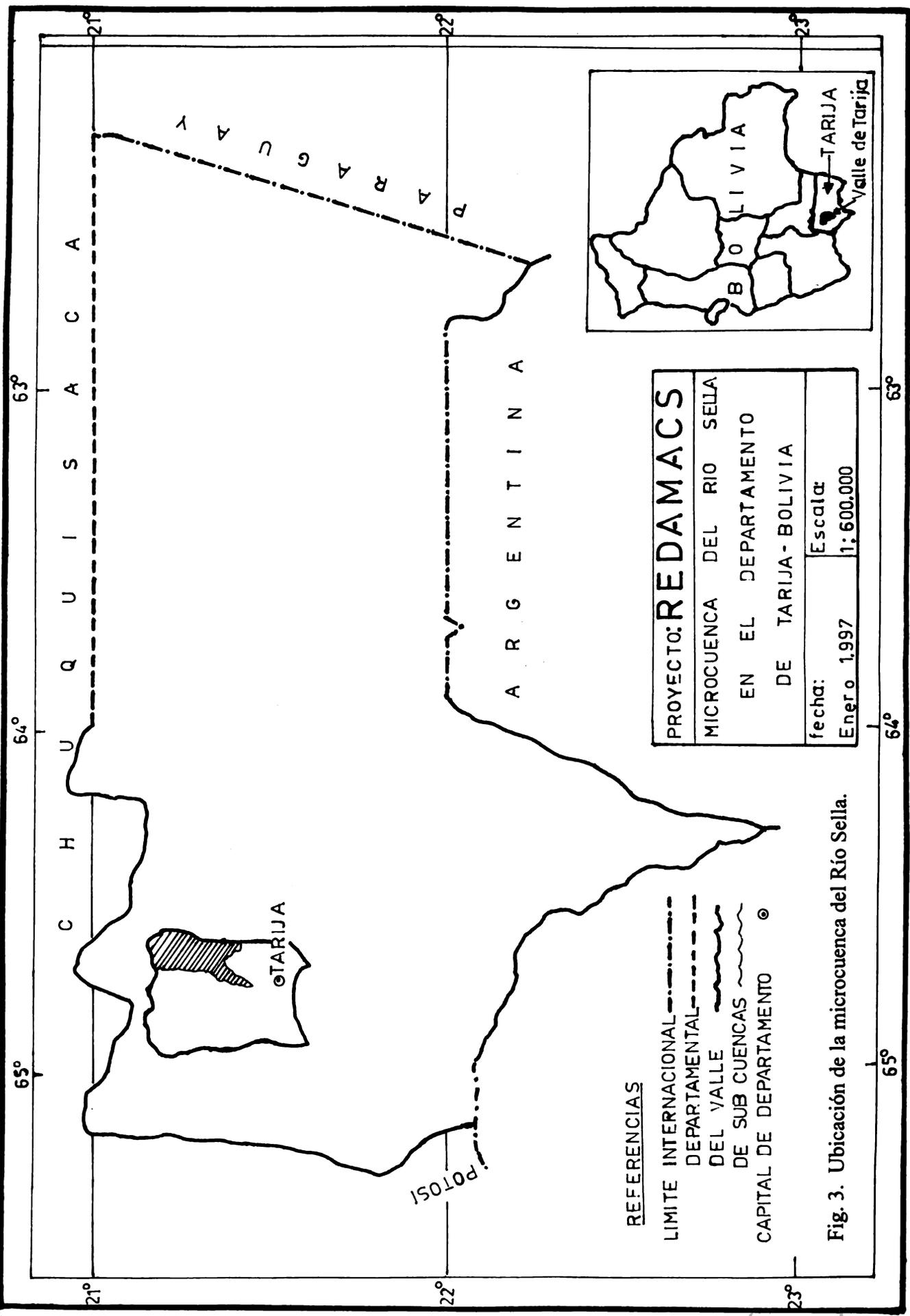
2.1.1. Ubicación

La microcuenca del río Sella, localizada entre los 21° 28' y 21° 20' de latitud Sur y entre los 64° 33' y 64° 41' de longitud Oeste, abarca aproximadamente 8000 has. La ubicación respectiva se muestra en las figuras 3 y 4.

2.1.2. Unidades fisiográficas

Cuatro unidades a nivel de grandes paisajes caracterizan la microcuenca: la parte montañosa, y el pie de monte, donde la mayor superficie cultivada corresponde a las laderas, observándose formación de cárcavas en algunos suelos debido a la concentración de la escorrentía superficial (figuras 5 y 6) las terrazas fluvio-lacustres muy disectadas debido a una erosión hídrica severa y la vega inundable del Río Sella que ha formado terrazas aluviales de diferente edad y desarrollo pedogenético. (figuras 7 y 8)

La agricultura principalmente se desarrolla en las terrazas y en menor grado en el pie de monte; sin embargo, en la parte alta de la microcuenca, algunas laderas de las montañas son utilizadas en actividades agrícolas. Se estima que solamente un 40% del total de la superficie de la microcuenca tiene condiciones de tierra agrícola. El restante 60% corresponde a terrenos montañosos, colinados o áreas muy disectadas por procesos erosivos. En estas áreas se practica una ganadería de tipo comunal extensivo, utilizando como único forraje suplementario los residuos de cosecha del maíz "chala" (figuras 9 y 10) Las especies ganaderas en orden de importancia son la ovina, caprina y bovina.



63°

64°

65°

C H U Q U I S A C A

21°

22°

23°

Y A R V A G U A Y

A R G E N T I N A

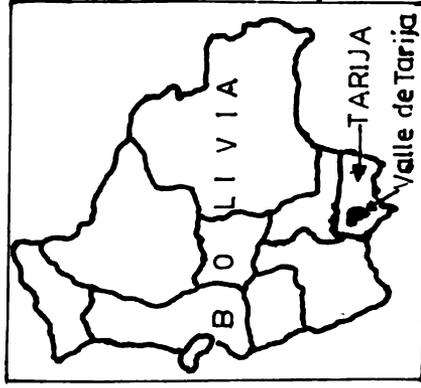
TARIJA

POTOSI

REFERENCIAS

- LIMITE INTERNACIONAL
- - - DEPARTAMENTAL
- ~~~~~ DEL VALLE
- ~~~~~ DE SUB CUENCAS
- o CAPITAL DE DEPARTAMENTO

PROYECTO: REDAMACS	
MICROCUENCA DEL RIO SELLA	
EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA - BOLIVIA	
fecha:	Escala:
Enero 1997	1: 600.000

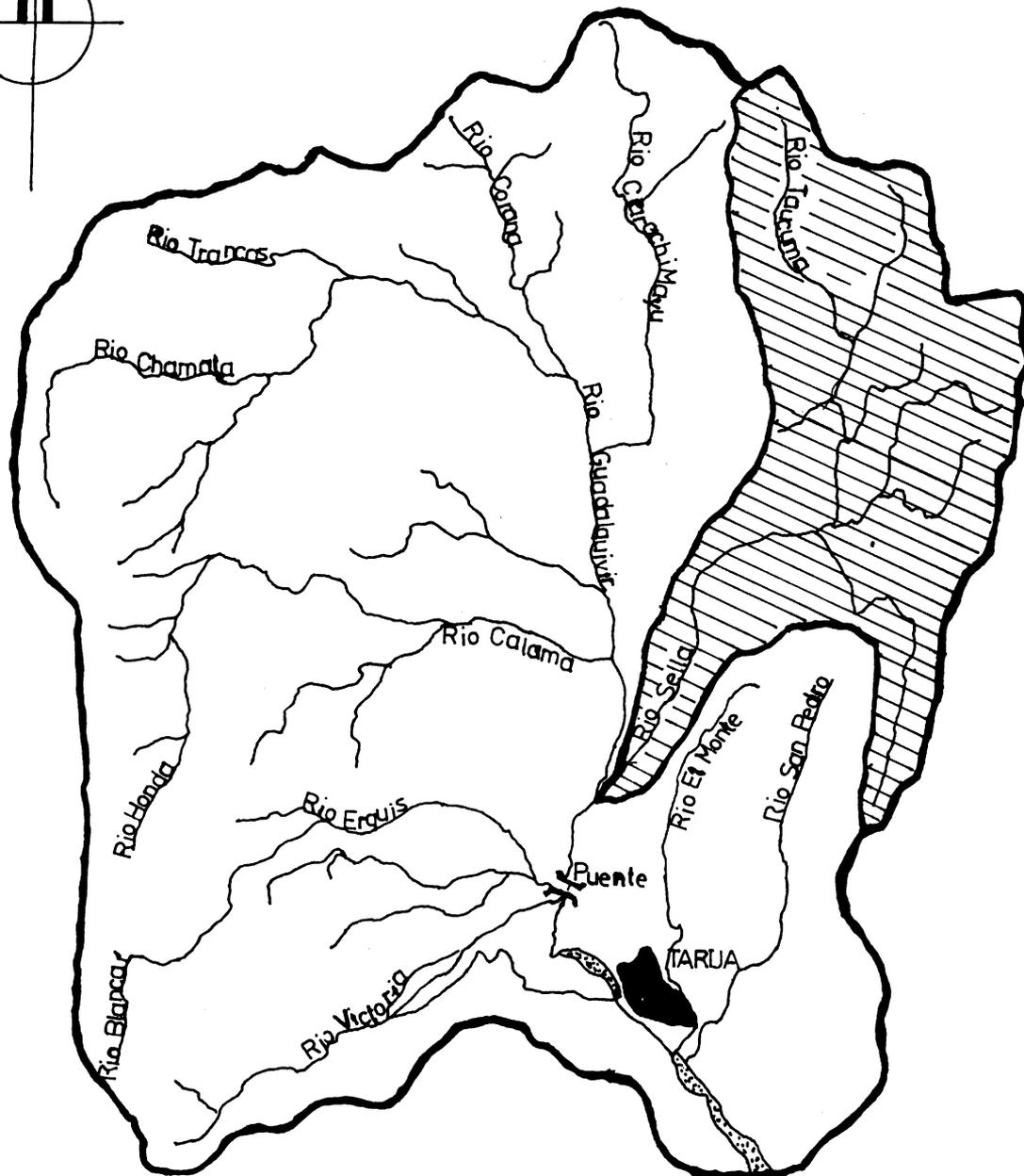
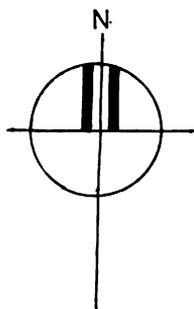


63°

64°

65°

Fig. 3. Ubicación de la microcuenca del Río Sella.



REFERENCIAS

-  Limites de cuenca
-  Rios
-  Microcuenca

PROYECTO: REDAMACS	
MICROCUECNA DEL RIO SELLA	
EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA	
RED DE DRENAJE	
fecha:	escala
Enero 1.997	1:250.000

Fig. 4. Red cde drenajes del la microcuenca del Río Sella.



Figura 5. Vista panorámica del área de Montañas de la Microcuenca del Río Sella, mostrando un grado fuerte de deterioro de los suelos debido principalmente a la erosión hídrica.



Figura 6. Vista panorámica de los suelos cultivados en laderas, con pendientes entre 15 a 25%, sin prácticas de conservación de suelos con importantes pérdidas de la capa arable por efectos de la erosión.



Figura 7. Vista panorámica de las Terrazas Fluvio-lacustres en la Microcuenca del Río Sella, donde la erosión hídrica severa ha disectado el paisaje dando características de “Bad lands”.



Figura 8. Vista panorámica de las Terrazas aluviales del Río Sella, con superficies cultivadas relativamente pequeñas, observándose un uso marcado de la tierra en las laderas.



Figuras 9. Vista panorámica de una unidad de explotación familiar en la Microcuenca del Río Sella, mostrando el efecto del sobre pastoreo por el ganado que facilita la pérdida de suelo por erosión hídrica, principalmente.



Figura 10. Vista panorámica de una unidad de explotación familiar en la Microcuenca del Río Sella, mostrando la conservación de la "chala" como único forraje suplementario para la alimentación del ganado en el periodo seco.

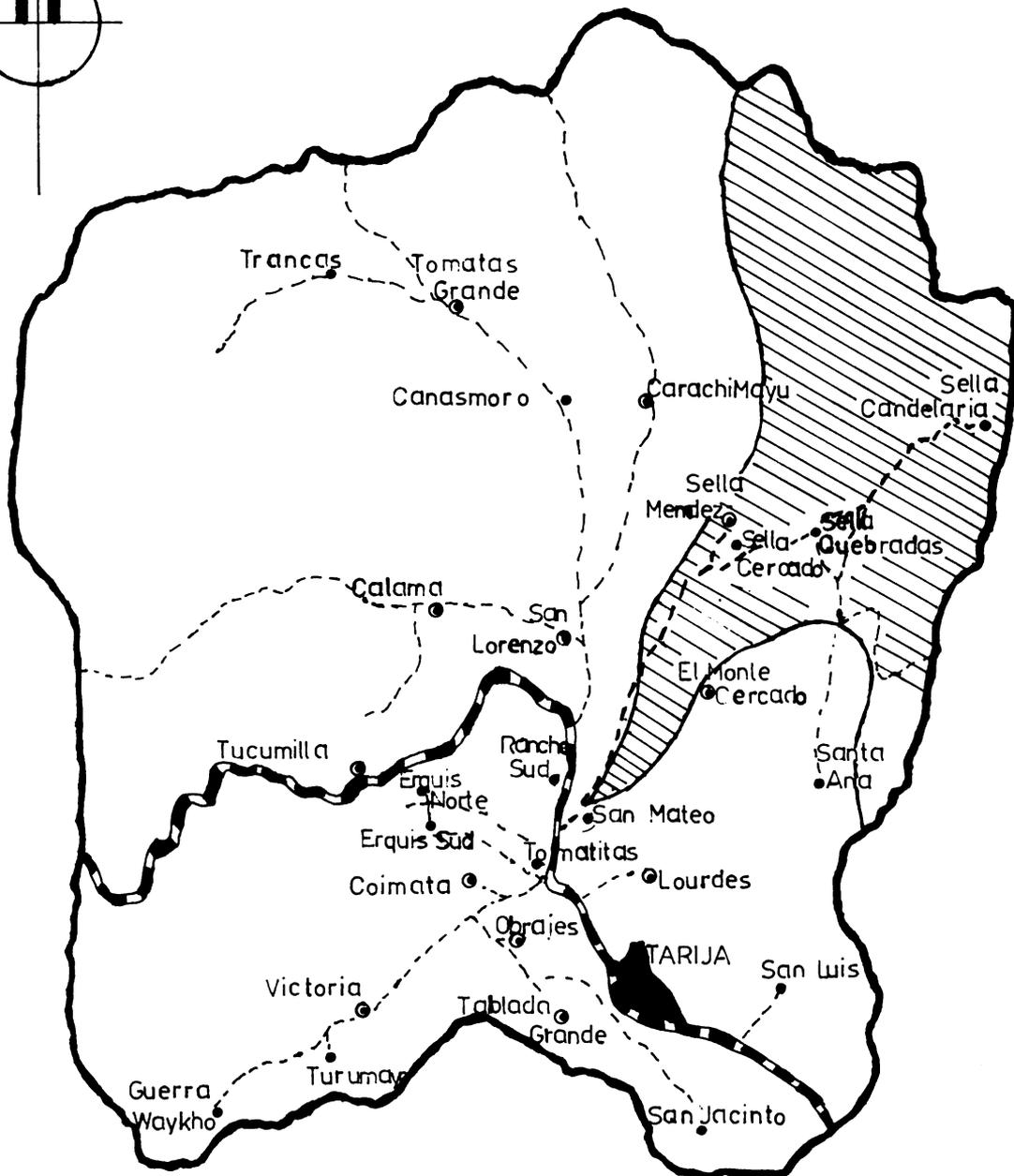
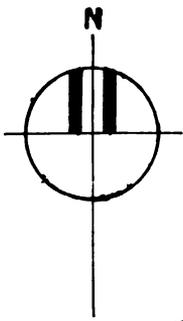
Referente a las unidades de producción existen diferencias marcadas en el tamaño de la finca, rubros de explotación y disponibilidad de agua de riego; diferencias que han permitido identificar tres unidades en la microcuenca. En la parte alta, la agricultura más importante se desarrolla en el pie de monte y las laderas de las montañas debido a que las terrazas aluviales son poco extensas. El tamaño de la finca es menor que en las otras unidades.

En la parte media de la microcuenca, la agricultura es más importante en las terrazas aluviales; sin embargo, el uso agrícola de terrenos inclinados es todavía considerable. El tamaño de la finca es mayor en comparación a la parte alta. Por el contrario en la parte baja de la microcuenca, casi la totalidad de la tierra bajo agricultura corresponde a las terrazas aluviales, en esta parte el tamaño de la unidad familiar es mucho mayor que en el resto de la microcuenca.

Si bien el tamaño de la finca es menor en la parte alta de la microcuenca y va aumentando hacia la parte baja de la misma, la disponibilidad de agua y consecuentemente de riego permanente es mayor en la parte alta de la microcuenca y va disminuyendo hacia la parte baja, donde la disponibilidad de agua para riego, en el mejor de los casos, solamente permite la explotación agrícola de áreas muy pequeñas en el período seco.

2.1.3. Vías de comunicación

Carreteras de segundo orden atraviesan la microcuenca de Norte a Sur (Fig.11). La transitabilidad es buena en época seca siendo dificultosa en el período lluvioso. Existe transporte público diario de pasajeros y carga desde la parte baja y media de la microcuenca hacia la ciudad de Tarija; sin embargo, la parte alta de la microcuenca solamente cuenta con servicio de transporte público una a dos veces por semana.



REFERENCIAS

-  Camino principal
-  Camino secundario
-  Limite de Cuenca
-  Canton
-  Localidad
-  Microcuenca

PROYECTO: REDAMACS	
MICROCUECNA DEL RIO SELLA	
EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA	
RED VIAL	
fecha: Enero 1997	escala 1: 250.000

Fig. 11. Red caminera en la microcuenca del Río Sella.

2.2. Características Agroecológicas.

2.1.1. Clima

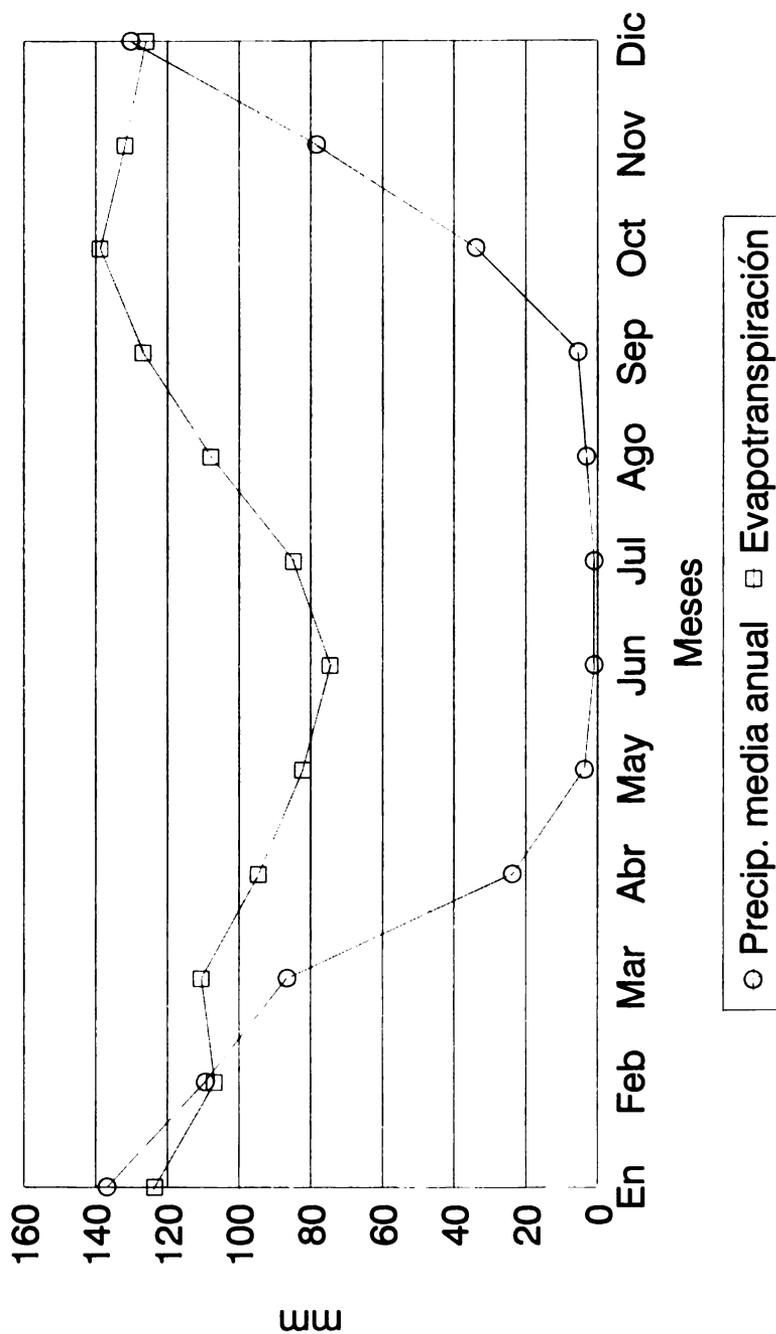
El clima es templado seco (Romero et al., 1990). La precipitación media anual varía de 500 a 600 mm; tal variación a lo largo de la microcuenca puede ser estimada por la relación $p=1460.12 \times 10^{-0.0102(z)}$. Donde p es la precipitación y z es la distancia en km al eje occidental del valle central de Tarija. Se diferencia un período lluvioso que va desde octubre a abril, con una concentración del 57% del total de la precipitación anual; y un período seco de mayo a septiembre. Un balance hídrico de la zona (figura 12) muestra una evapotranspiración superior a la precipitación durante casi todo el año a excepción de los meses de Diciembre, Enero y Febrero donde se presenta una precipitación igual a la evapotranspiración y solamente una precipitación superior en el mes de Enero.

La temperatura media anual es de 17.9 °C. Las temperaturas máximas extremas se dan en el período húmedo alcanzando 40.5 °C; en tanto que en el período seco, es común la presencia de heladas, generalmente entre junio y septiembre con temperaturas mínimas extremas de hasta 9,5 °C bajo cero. Un resumen climatológico se presenta en el cuadro 2.

CUADRO 2. Temperatura, precipitación, evapotranspiración y evapotranspiración potencial, medias mensuales, en la Microcuenca del Río Sella.

Meses	Temperatura °C	Precipitación mm	ETP mm	ETP Potencial mm
Enero	21.0	136	148	118
Febrero	20.3	109	129	103
Marzo	20.2	87	134	107
Abril	18.5	24	115	92
Mayo	15.8	4	100	80
Junio	13.7	1	89	71
Julio	13.5	1	104	83
Agosto	15.1	3	130	104
Septiembre	16.8	6	153	122
Octubre	19.2	34	167	133
Noviembre	20.2	78	160	128
Diciembre	20.9	130	153	122
Total	----	614	1581	1265

Fig. 12. Balance hídrico para la Microcuenca del Rio Sella



Datos correspondientes a la Estación meteorológica "El Tejar", periodo 1970-1996.

2.2.2. Suelos

No existe un levantamiento edafológico de la microcuenca; sin embargo, se puede inferir que, lo que actualmente son las terrazas fluvio-lacustre, correspondió en el pasado a un gran lago, encontrando depósitos de sedimentos superiores a los 100 metros de espesor. Las arcillas que generalmente se precipitan después de la arena y el limo, cubren la superficie de esta unidad dando a los suelos muy baja velocidad de infiltración y alto flujo superficial que ha permitido un grado de erosión severa con la formación de cárcavas que ha disectado el paisaje con la formación de cárcavas con características de “bad lands”, en la mayoría de los casos.(figura 13)

En el área de montaña y pie de monte los suelos son superficiales, observándose afloramientos rocosos (figura 14), correspondiendo al orden de los Entisoles. Debido a las pendientes pronunciadas de los suelos de ladera (mayores del 25%), es común la presencia de cárcavas ocasionadas por la concentración del agua de escorrentía principalmente en los terrenos cultivados. Los suelos de la microcuenca del río Sella, presentan texturas franco y franco-arcillosas a arcillosas. El pH varía de neutral a alcalino, con la presencia de suelos con abundante contenido de sodio, principalmente en las terrazas altas con suelos a secano, dando características de suelos sódicos, y el consiguiente efecto negativo sobre el desarrollo de las plantas aparejado a la baja permeabilidad y alta escorrentía superficial. Por otro lado, los niveles de fósforo y materia orgánica son bajos, caracterizado por un color claro del suelo superficial, siendo importante la incorporación de materia orgánica por lo que se está estudiando el comportamiento de algunas leguminosas (figuras 15 y 16). El potasio todavía está presente en cantidades adecuadas a altas, en la mayoría de los suelos.



Figuras 13. Panorámica, mostrando “Bad lands” en la Microcuenca del Río Sella, como consecuencia de un grado de erosión hídrica severa.



Figura 14. Vista panorámica mostrando suelos superficiales y afloramientos rocosos, en la parte alta de la Microcuenca del Río Sella.



Figuras 15. Vista panorámica, de los suelos cultivados de la Microcuenca del Río Sella, mostrando el color claro de la capa arable debido al bajo contenido de materia orgánica, generalmente menor al 1.5%.



Figura 16. La siembra de especies de leguminosas para producir biomasa e incrementar el contenido de materia orgánica en los suelos es una práctica que debería ser difundida en la Microcuenca del Río Sella. En la foto se observa la abundante cantidad de biomasa producida por Mucuna ceniza.

2.2.3. Vegetación.

La especie arbórea dominante en las montañas y pie de monte es la Acacia Caven, conocido comúnmente como “churqui”. Otras especies arbóreas presentes son la Acacia romo, Schinus molle, Prosopis nigra, Prosopis alba, Prosopis alpataco, Salix umboltiana, Salix mimbre, Geofraea decorticans (“chañar”) y Erithrina cristagalli (“ceibo”). Las gramíneas más importantes son del género Aristideas, Paspalum, Bromus, Lolium, Boutelona y Evobulaceas. En las terrazas aluviales, además de las especies frutales cultivadas, existen pequeñas plantaciones y/o plantas individuales de especies introducidas como el Eucaliptus, el Pino radiata y Cupresus macrocarpa.

2.3. Caracterización de las unidades de producción

La producción agropecuaria está limitada a la disponibilidad de agua de riego, lo que determina en cierto grado la diversificación de cultivos, y permite diferenciar tres zonas en la microcuenca.

- **Zona 1.** Ubicada en la parte alta de la microcuenca formando un valle estrecho, constituida por las comunidades de Sella Candelaria y Sella Quebradas. La mayor parte de los terrenos cultivados se ubican en las laderas, y en menor proporción en las terrazas, debido a la limitada extensión de las mismas; sin embargo, en las terrazas se dispone de riego durante casi todo el año.
- **Zona 2.** Localizada en la parte media de la microcuenca. Forman parte de esta zona las comunidades de Sella Cercado y Sella Méndez. En esta zona, el valle se abre más que en la parte alta, dando lugar a terrazas con mayores extensiones; sin embargo, el riego solo abastece para el regadío de pequeñas superficies en cada unidad familiar.
- **Zona 3.** Situada en la parte baja del río Sella, formada por las comunidades de Monte Cercado y Monte Méndez. En esta zona se encuentra la mayor cantidad de terrenos cultivados en superficies planas (terrazas aluviales y planicie fluvio-

lacustre); pero el recurso agua se limita solamente a lo aportado por lluvias y a la disponibilidad de agua del Río Sella, el cual es intermitente presentando solamente apreciable caudal en el periodo lluvioso. En el periodo seco, no tiene caudal en la parte media y baja de la microcuenca, presentando solamente un caudal de unos pocos litros por segundo en la parte alta.

Un resumen de las características del tamaño de la tierra y la disponibilidad de riego en toda la microcuenca se muestra en el cuadro 3.

CUADRO 3. Tamaño de la unidad de exploración familiar y disponibilidad de riego en la microcuenca del Río Sella.

Características	Riego permanente	Medio riego	A Secano	Superficie Total
Tamaño promedio de la finca , has.	1,24	2,16	2,45	3,6
Fincas por arriba del tamaño medio %	33,93	35,78	36,00	36,90
Fincas por debajo del tamaño medio %	66,07	64,22	64,00	63,10
Superficie cultivada %	11,37	38,54	50,08	100

Las parcelas con riego permanente, 11,37 % del total de la superficie cultivada, están ubicadas en la cabecera de la microcuenca, denominada como zona 1. El agua de riego proviene de los ríos Candelaria, Chaupi Cancha y Quebradas, que son afluentes del río Sella. En época de estiaje, cuando el caudal del río baja considerablemente, el agua se distribuye en turnos. El turno de riego, se repite cada 8 a 10 días, con una duración de 6 horas, por cada unidad de explotación familiar, independiente del tamaño de la finca.

Por otro lado las parcelas a medio riego, que representan un 38.5% de la superficie total cultivada (cuadro 3), reciben riego suplementario solamente en la época lluviosa y se encuentran principalmente en la parte media y baja de la microcuenca (cuadro 4).

En la parte media de la microcuenca la poca disponibilidad de agua durante el periodo seco, solo permite aplicar riego a la misma parcela cada 15 días con una duración del turno de 4 a 6 horas por cada unidad de explotación familiar.

En la parte baja de la microcuenca no se dispone de riego permanente, por lo tanto la superficie cultivada es principalmente a secano con irrigación suplementaria en años lluviosos, cuando el caudal del Río Sella es suficiente para la irrigación de toda la microcuenca.

Un resumen detallado de la disponibilidad de riego a lo largo de la microcuenca se muestra en el cuadro 4.

2.3.1. Distribución y tamaño de la finca agrícola en la microcuenca del Río Sella

La microcuenca presenta predominio de minifundios que surgen como consecuencia del proceso de la reforma agraria y también por el fraccionamiento de la tierra debido a la entrega de una parcela a cada miembro de la familia después de alcanzado la mayoría de edad. La excesiva parcelación de los predios dificulta la realización de prácticas de manejo del suelo debido a que el agricultor siembra solamente los cultivos de su preferencia para consumo, generalmente año tras año en la misma parcela. El tamaño de unidad productiva aumenta de la parte alta hacia la parte baja de la microcuenca por las características fisiográficas de la microcuenca ya mencionadas. El 58,3 % de las fincas tienen superficies en el rango de 0,25 a 3 hectáreas y solamente el 41,7 % corresponden a fincas con superficies mayores a las 3 hectáreas (cuadro 5). Los propietarios con fincas menores a una hectárea, alquilan tierra adicional para cosechar suficiente producto a fin de abastecer a su familia y/o trabajan como jornaleros para poder obtener un ingreso adicional.

CUADRO 4. Superficie cultivada y disponibilidad de riego en la microcuenca del Río Sella

	Características	Riego Permanente	Medio riego	A secoano	Total
ZONA 1	Tamaño medio de la finca ha.	1,24	0,81	1,95	3,21
	Fincas por arriba de la media, %	32,56	38,46	53,49	34,78
	Fincas por debajo de la media, %	67,44	61,54	46,51	65,22
	Superficie cultivada, %	36,21	7,11	56,68	100
ZONA 2	Tamaño medio de la finca, ha	1,17	2,40	2,49	3,84
	Fincas por arriba de la media, %	33,33	40	35,48	40,21
	Fincas por debajo de la media, %	66,67	60	64,52	59,79
	Superficie cultivada, %	1,71	53,58	44,71	100
ZONA 3	Tamaño medio de la finca, ha	0	2,04	3,39	4,01
	Fincas por arriba de la media, %	0	25	35	34,78
	Fincas por debajo de la media, %	0	75	65	65,22
	Superficie cultivada, %	0	26,56	73,44	100

CUADRO 5 . Agrupación de las fincas agrícolas por tamaño en la microcuenca del Río Sella

Tamaño de la finca (ha)	Número de fincas (%)
0.25 a 1.5	24.4
1.6 a 3.0	33.9
3.1 a 5	20.8
5.1 a 10	18.4
> 10	2.4

2.4. Rubros de explotación

2.4.1. Agricultura

Los principales cultivos en orden de importancia son el maíz, la arveja, el trigo, la alfalfa y la papa. El 49.48% del total de la superficie cultivada corresponde al cultivo

del maíz reflejando la preferencia del agricultor debido a que el producto es utilizado como alimento de primera necesidad para la familia y el subproducto de cosecha como forraje para los animales; solamente un 21.09% corresponde a cultivos de arveja, trigo, alfalfa y papa. Un 29.43% se encuentran como suelos en descanso que no han sido cultivados debido a que la explotación continua de carácter extractivo ha convertido dichos suelos en improductivos y/o no existe mano de obra suficiente por la migración de algunos de los miembros hacia otras zonas en busca de trabajo. También se cultivan frutales como durazneros, manzanos y nogales, generalmente como divisorios al contorno de las fincas y en pequeñas plantaciones independientes (cuadro 6).

El número de plantas frutales promedio por finca es de 115, reflejando la importancia de la actividad frutícola; sin embargo, la producción no se aprovecha en su totalidad debido a la sanidad y calidad de la misma. Los frutales son más abundantes en la parte alta de la microcuenca, así por ejemplo en la zona 1, el número promedio de frutales en cada unidad familiar es de 203 plantas; en tanto que, en la zona 2 en cada unidad familiar solo existe un promedio de 72 plantas. También se encuentran algunos viñedos de pequeña extensión, que representan el 1,5 % de las hectáreas cultivadas de la zona 2. En la zona 3 el cultivo de frutales no es significativo, encontrándose solamente plantas dispersas aledañas a las viviendas.

CUADRO 6. Superficie cultivada por rubros en la microcuenca de sella

CULTIVOS						
Superficie	Maíz	Trigo	Arveja	Alfalfa	Papa	Otros cultivos y/o descanso
Superficie promedio, ha	1,8	0,6	0,4	0,5	0,2	
Fincas sobre la media, %	41,82	30,65	43,17	30,36	29,35	
Fincas bajo la media, %	58,16	69,35	56,83	69,64	70,65	
*Superficie cultivada, %	49,48	5,79	8,05	4,98	2,27	29,43

* Porcentaje en base al total de la superficie cultivada.

El orden de prioridad en relación al uso de la tierra se mantiene en las tres zonas de la microcuenca, reflejando la preferencia por el cultivo del maíz y en menor grado por la arveja, trigo y papa (cuadro 7), ello es debido a que además de las razones anteriormente expuestas, el cultivo del maíz requiere menor uso de insumos y de mano de obra.

CUADRO 7. Rubros y superficie cultivada por zonas, en la microcuenca del Río Sella

ZONA	Superficie	Maíz	Trigo	Arveja	Papa	Alfalfa
Zona 1	Superficie promedio, has	1,55	0,48	0,33	0,17	0,34
	Fincas sobre la media, %	35,56	17,39	33,33	37,50	28,57
	Fincas bajo la media, %	64,44	82,61	66,67	62,50	71,43
	*Superficie cultivada, %	47,24	7,48	9,37	1,80	1,60
Zona 2	Superficie promedio, has	1,95	0,59	0,32	0,15	0,57
	Fincas sobre la media, %	26,80	32,00	39,74	25,37	30,61
	Fincas bajo la media, %	73,20	68	60,26	74,63	69,39
	*Superficie cultivada, %	45,88	5,08	8,83	2,45	6,91
Zona 3	Superficie promedio, has	1,90	0,66	0,54	0,15	0
	Fincas sobre la media, %	34,78	50	48,28	44,44	0
	Fincas bajo la media, %	65,22	50	51,72	55,56	0
	*Superficie cultivada, %	47,33	10,42	11,64	1,42	0

*Porcentaje en base al total de la superficie cultivada.

Además de los rubros señalados en el cuadro 7, el agricultor de la microcuenca siembra otros cultivos como el garbanzo, coime, poroto los cuales se cultivan asociados al maíz; otros cultivos son la cebada, la avena, la zanahoria, el haba y la cebolla en superficies relativamente pequeñas, cultivados solamente por algunos agricultores.

Los rendimientos de los cultivos en la microcuenca están debajo del promedio nacional y departamental, reflejando el bajo nivel tecnológico en algunos casos y en general la baja fertilidad de los suelos, a excepción de la arveja que presenta rendimientos iguales al promedio nacional (cuadro 8).

CUADRO 8. Rendimientos promedio de los principales cultivos de la microcuenca del Río Sella

Cultivo	Rendimiento Kg./ha
Maíz	552-1035
Arveja	1104 - 1840
Trigo	368-460
Papa	4600-7360
Vid	5000

El número de siembras por año que se realiza en la microcuenca, depende fundamentalmente de la disponibilidad de riego. Por lo tanto, en la parte alta de la microcuenca el 78.26% de los agricultores obtienen dos cosechas por año; en la parte media solamente el 20% y en la parte baja solamente el 4,35% de los agricultores obtienen 2 cosechas al año (cuadro 9).

CUADRO 9. Número de siembras en la microcuenca del Río Sella, como una consecuencia de la disponibilidad de riego

ZONA	Número de siembras por año	
	1	2
Zona 1	21,74 %	78,26 %
Zona 2	80,00 %	20,00 %
Zona 3	95,65 %	4,35 %

La siembra en época de lluvias se denomina “siembra grande” y la siembra que se realiza en las parcelas con riego en época seca se denomina “mizka”. La siembra grande se la realiza generalmente al comienzo del período lluvioso, en tanto que las siembras de “mizka” se efectúan a partir de julio (cuadro 10) ello por la presencia de heladas en la microcuenca. El cuadro 10, también muestra los periodos de siembra y de cosecha de los principales rubros, donde el maíz, la papa y en menor grado la arveja se cultivan tanto en miska, en pequeñas superficies, y forma generalizada en la siembra grande.

CUADRO 10. Época de siembra y cosecha de los principales cultivos

Cultivo	Siembra		Cosecha	
	Grande	Mizka	Grande	Mizka
Maíz	nov.-dic	ago-oct	abr-may	dic-ene
Trigo	dic-feb	julio	may-jun	dic
Arveja	nov-ene	jul-ago	mar-abril	oct-nov
Papa	ene-feb	jul-sep	mayo	nov-ene

2.4.2. Ganadería

Las áreas destinadas al pastoreo del ganado generalmente son comunales, y están ubicados en el pie de monte y las laderas de las montañas, y en menor grado en las terrazas fluvio-lacustres, debido a que estas últimas se encuentran muy erosionadas y con muy baja producción de pasturas.

La ganadería es un componente importante en las actividades del habitante de la microcuenca, porque además de contribuir a la dieta alimentaria de la familia, es un respaldo económico, en casos de urgencia económica, donde la venta del ganado subsana las necesidades económicas inmediatas del agricultor, por lo que se la denomina la “alcancia” del agricultor.

La población animal dominante son especies de rumiantes, cuya población por especies se muestra en el cuadro 11. Además de constituir una fuente de ingreso económico, la ganadería es importante por los subproductos que son utilizados en la alimentación humana (leche y derivados) y para la fertilización de los suelos, en caso del estiércol. Por otro lado, la importancia de la ganadería bovina radica en el uso generalizado de tracción animal (bueyes) para las labores de preparación de suelos y aporques, en la microcuenca.

CUADRO 11. Población porcentual de rumiantes, en la microcuenca del Río Sella

	Bovino criollo	Bovino leche	Ovino	Caprino
Población promedio por finca	7,4	3,2	12,9	12,8
Porcentaje, %	32,8	6,0	34,4	26,8

Los bovinos criollos, caprinos y ovinos predominan en la zona 1 y 3. En tanto que en la zona 2 el 83,3 % son bovinos de leche de la raza Holstein, debido a la mayor posibilidad de producción de forrajes por la mayor disponibilidad de tierra y agua en relación a las zonas 1 y 3, respectivamente.

El ganado bovino criollo, ovino y caprino es alimentado bajo el sistema de pastoreo directo, en áreas comunales o propias no cultivadas. No se realiza un manejo adecuado de pasturas provocando disminución en la cobertura vegetal y desmejorando la calidad de las pasturas. Considerando que las áreas de pastoreo, son las laderas, el manejo extensivo del ganado favorece la erosión de los suelos, porque el ganado pastorea la pradera hasta dejar un suelo casi completamente desnudo. Por otro lado, en la época seca, se alimenta al ganado con los rastrojos de cosecha y con la planta del maíz seca (“chala”) en los campos de cultivo; dejando al suelo también casi completamente limpio expuesto a agentes degradantes. El ganado de leche se alimenta con alfalfa, ensilaje de maíz, suplementado con alimento balanceado en un sistema de explotación semiextensivo.

Entre las formas de conservación de forrajes, el ensilaje es la práctica más difundida en la zona 2. Alrededor de un 20,2% de los agricultores ensilan la planta de maíz para alimentar al ganado durante la época seca, generalmente el ensilaje producido abastece de julio a noviembre.

Solamente un 6% de los agricultores henifican alfalfa, avena y cebada, también para la época seca; sin embargo, todos los agricultores henifican la planta de maíz “chala” que es el forraje presente en mayor cantidad en todas las fincas aunque su valor nutritivo es relativamente bajo..

2.5: Tecnología del cultivo

2.5.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno es generalizada con tracción animal realizándose con yunta en un 73% de las fincas. (fig. 17), como también la siembra (fig. 18). Solo el 27% de los agricultores utilizan tractor. En la parte alta de la microcuenca debido a la pendiente de los suelos de ladera y la reducida extensión de las terrazas, ningún agricultor utiliza tractor en la preparación del suelo; en tanto que, en la parte media y baja de la microcuenca, el 58% y 13% de los agricultores, respectivamente utilizan tractor. La mayoría de los usuarios de tractor, lo alquilan por horas de instituciones que trabajan en la microcuenca, a un costo que varía entre 72 y 125 bolivianos por hora (13.8 y 24 \$us), dependiendo de la potencia del tractor. Generalmente se usa el tractor solo para arar, y si las condiciones económicas lo permiten, se usa también para rastrear. Las demás labores como ser siembra y aporque se realizan con yunta de bueyes. Un 66,7% de los agricultores poseen yunta propia; de este porcentaje el 26,9% dispone de dos o más yuntas. Un 42,8% de los agricultores alquila yunta eventualmente para acelerar las labores de preparación de suelos y siembra. El precio por alquiler de yunta, varía entre de 20 a 30 bolivianos por día (3.8 y 5.8 \$us) o de 400 a 500 bolivianos por período de siembra (76.9 a 96.2 \$us), que se estima en 1.5 a 2 meses.



Figuras 17. Panorámica, mostrando la preparación de suelos en la Microcuenca del Río Sella con el tradicional “arado de palo” tirado por una yunta de bueyes.



Figura 18. Tradicional siembra de papa en la microcuenca del río Sella.

El implemento que se utiliza en la preparación del terreno es el tradicional arado de “palo” tipo Egipcio. Solo el 25% de los agricultores introdujeron a sus prácticas el arado de fierro tracción animal, fabricado por CIFEMA-Cochabamba, que es un implemento con mayor penetración pero que requiere yuntas de bueyes de mayor potencia.

Las labores de preparación del suelo dependiendo de las condiciones del terreno y del cultivo, consisten en una arada y 1 a 2 cruzadas. En el caso de la papa, donde se requiere un suelo más suelto, el agricultor practica 3 a 4 cruzadas.

La mayoría de los agricultores invierten 2 días de trabajo en la preparación de una hectárea de terreno con una sola yunta, sin embargo, algunos preparan los suelos en más días dependiendo del número de pases, del tamaño y condiciones de la yunta y de las características físicas del suelo (cuadro 12).

CUADRO 12. Días empleados en la preparación de una hectárea de terreno

Días	2	2.5	3	3.5	4
% Agricultores	57.80	4.69	13.28	3.90	20.30

2.5.2. Fertilización

El uso de fertilizantes químicos, aunque no en las cantidades y formulaciones apropiadas está generalizado en la microcuenca. El 98% de los agricultores utiliza fertilizantes químicos en alguna o todas sus parcelas. Por lo general la cantidad de fertilizante por unidad familiar varía entre 1 a 3 bolsas, lo que refleja una aplicación mínima por unidad de superficie. Los fertilizantes más comunes son el 18 - 46 - 0, empleado por el 96 % de los agricultores; el 46 - 0 - 0 por el 73,8 % y el triple 15 usado solamente por el 7,7% de los agricultores

El fertilizante químico se aplica principalmente al cultivo de la papa, maíz, arveja y si las condiciones económicas lo permite, el uso es general, para todos los cultivos, pero en cantidades demasiado bajas; debido a que la dosis de fertilizante aplicado no

considera el nivel de fertilidad del suelo ni el requerimiento del cultivo, generalmente se aplica menor cantidad de la requerida por el elevado costo en el mercado del fertilizante químico y la baja disponibilidad económica del agricultor.

Por la baja accesibilidad a los fertilizantes químicos, la fertilización de los suelos es en base a abonos orgánicos, principalmente estiércol, que es utilizado por el 93% de los agricultores. Los estiércoles más comunes y los disponibles en cantidades mayores son los del ganado bovino y ovino-caprino, los mismos que son producidos en la finca y/o transportados de otras zonas hacia la finca. Solo un número pequeño de productores emplea gallinaza debido a que la avicultura es muy insignificante en la zona (cuadro 13).

La frecuencia de aplicación del estiércol y la cantidad aplicada están en relación a la disponibilidad de estiércol en la finca y a las condiciones económicas del agricultor. Generalmente se aplica estiércol a la misma parcela cada dos o más años, en cantidades que varían de 1.5 a 14 toneladas por hectárea.

CUADRO 13. Tipos de estiércoles empleados en la microcuenca del Río Sella

Tipo de estiércol	Ovino	Caprino	Bovino	Aves
Fincas que usan estiércol, %	53	34.61	78.57	7

El manipuleo del estiércol (descomposición y al manejo) no son tomados muy en cuenta por los agricultores, algunos lo descomponen y otros lo incorporan directamente en fresco. La descomposición más común varía entre 30 y 90 días, conocido comúnmente como “arder” el estiércol en una pila mediante la adición de suficiente agua. Los agricultores que no descomponen el estiércol observan el efecto negativo en el aumento de malezas y plagas en las parcelas donde se incorpora estiércol fresco.

De manera general se puede afirmar que los agricultores de la microcuenca desconocen el nivel de fertilidad actual del suelo, es así que solamente un 4,76 % de los agricultores han tenido experiencias con análisis de suelos. El muestreo de los

suelos se realizó por instituciones que trabajaban en la región; pero, el agricultor no conoce los resultados, ni la interpretación de los mismos.

La descomposición de la materia orgánica producida en la finca, a través de la elaboración de compost, es poco conocida en la microcuenca, solo lo efectúan el 7% de los agricultores, gracias al apoyo tecnológico de instituciones que trabajaban en la zona y lo realizan con residuos vegetales, malezas, ceniza y agua.

2.5.3. Desmalezado y uso de pesticidas

En general el agricultor elimina las malezas de los cultivos manualmente. El uso de herbicidas no está muy difundido en la microcuenca, ocasionalmente se aplica herbicidas a los cultivos de trigo y maíz, raramente en papa y arveja. Los pesticidas más difundidos se muestran en el cuadro 14.

CUADRO 14. Pesticidas de uso común en la microcuenca del Río Sella

Insecticidas	Fungicidas
Pastion	Ridomil
Dimecron	Antracol
Tamaron	Champion
Folidol	Benlate
Nuvacron	Manzate
Paration	Tilt
Amidopast	Chemical
Dimetoato	Mical
Perfection	

El uso de pesticidas (insecticidas y fungicidas) esta generalizado en la microcuenca, donde el 86,91 % de los agricultores mencionó el uso de pesticidas siendo los insecticidas más usados que los fungicidas; debido a que el ataque de ciertas plagas puede significar la pérdida total del producto, como es el caso del maíz por el ataque del gusano cogollero. Para la aplicación de los pesticidas se usan mochilas manuales.

Solo un 66% de los agricultores poseen mochilas propias, el resto comparte mochilas con los vecinos más próximos.

2.6. Practicas de conservación de suelos

No se cuenta con prácticas de manejo de suelos definidas y difundidas en la zona, que permitan el uso adecuado del recurso suelo. Sin embargo, se practica algún tipo de rotación de cultivos el mismo que es alterado frecuentemente por el agricultor, dependiendo de la disponibilidad de semilla, el precio del producto en el mercado y la disponibilidad de riego, entre otros.

La incorporación de abonos verdes sólo es conocida por un 7% de los agricultores pero no practicada. Algunos agricultores solamente se informaron de otras prácticas de conservación, como son la cobertura del suelo con rastrojo, terraceo, curvas de nivel, acequias en ladera, barreras de piedra, diques de contención, zanjas de infiltración entre otras, pero no las practican, por lo que sería importante capacitar a los agricultores mediante días de campo (fig. 19) sobre la importancia de un buen manejo del suelo y evitar la pérdida de la capa arable mediante la construcción de zanjas de infiltración, por ejemplo (fig. 20)

2.7. Algunas observaciones en el manejo de los suelos

La pérdida de la capacidad productiva de los suelos que se ha venido experimentando en la microcuenca parece ser debida a los siguientes aspectos:

El monocultivo del maíz, generalizado en toda la microcuenca, inclusive en los terrenos bajo riego donde se tiene mayor oportunidad de realizar rotaciones. Las rotaciones más frecuentes en los terrenos a riego son: papa-maíz (P-M), papa-arveja-maíz (P-A-M), maíz-arveja-papa (M-A-P). Sin embargo un apreciable numero de agricultores siembran maíz todos los años en la misma parcela. En los terrenos a secano el monocultivo del maíz (M-M) es el más generalizado. Solamente en un bajo porcentaje de parcelas se siembra arveja después del maíz



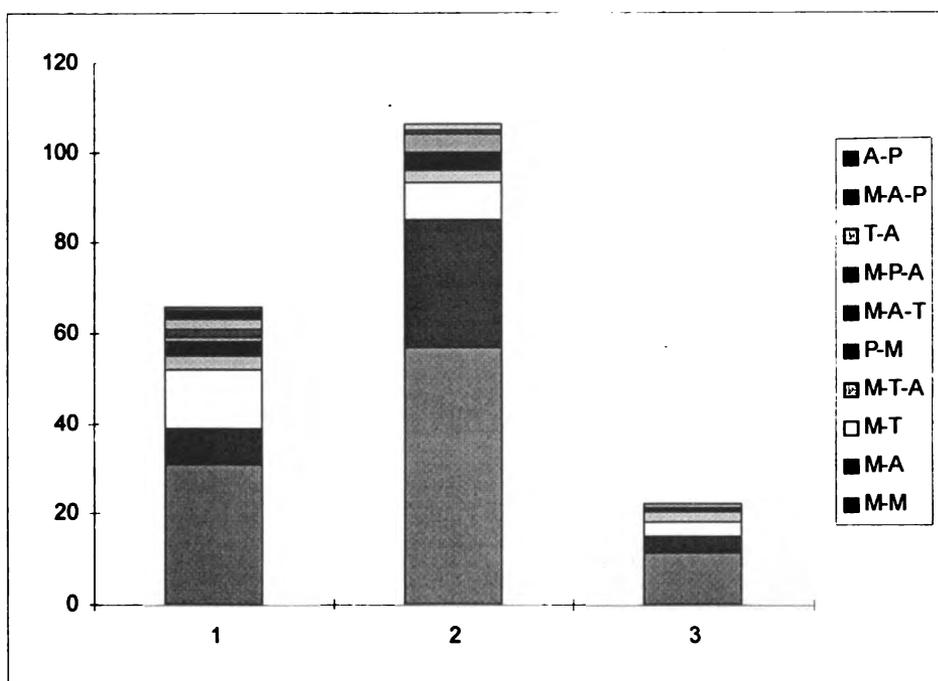
Figuras 19. Los días de campo permiten la difusión de nuevas técnicas de cultivo y un acercamiento entre los agricultores. La foto muestra un día de campo en la Microcuenca del Río Sella, para mostrar el efecto de la aplicación del yeso en la remediación de suelos con contenidos altos de sodio intercambiable.



Figura 20. Vista panorámica de una finca en la Microcuenca del Río Sella, mostrando el uso de zanjas de infiltración como una práctica de conservación de suelos.

(M-A-M) y trigo, también después del maíz (M-T-M). Se dan también otros tipos de rotaciones que no siguen ningún patrón establecido resultando de la siembra en pequeñas superficies de cultivos para el consumo familiar como por ejemplo la rotación poroto-maíz (P-M), maíz-arveja-poroto (M-A-P) y otros (Fig. 21).

FIGURA 21. Rotaciones de cultivos en los terrenos a secano



- El sobrepastoreo del ganado, de las áreas de laderas y montaña como también en las terrazas aluviales, exponiendo a los suelos a ser erosionados por las lluvias y el viento..
- El consumo de los rastrojos de cosecha por el ganado, dejando el terreno casi completamente limpio, eliminando de esta manera la devolución de nutrientes al suelo absorbidos por las plantas y los aportes de materia orgánica.

En las labores agrícolas, no se toma en consideración la topografía ni las condiciones físicas del suelo, aspectos que también favorecen la erosión de los suelos. El agricultor percibe la degradación de sus terrenos, la pérdida de fertilidad y la disminución en los rendimientos. Solo un 12,5% de los agricultores de la

microcuenca califica a sus suelos como buenos; el resto los califica de regulares a malos. Las denominaciones más frecuentes usadas para calificar los suelos son :“flacos”, “plaguietos”, “débiles”, “enfermos” y “pobres” que equivalen a suelos no productivos. Las prácticas del agricultor para mejorar los suelos y aumentar la producción, están orientadas al uso de mayor cantidad de fertilizantes y estiércoles; además del control riguroso de plagas y enfermedades. Son muy pocos los agricultores que mencionan la rotación, el uso de abonos verdes y la siembra en labranza mínima con la cobertura de rastrojos, como prácticas para recuperar la fertilidad de los suelos y elevar los rendimientos actuales. Estas últimas alternativas parecen ser las más factibles debido a la no disponibilidad de recursos económicos del agricultor para adquirir los fertilizantes químicos y estiércoles.

El conocimiento del agricultor sobre los beneficios de realizar un análisis de suelo no es bien comprendido, solo un 4.76% conocen o han escuchado hablar sobre instituciones que realizan este servicio, pero todavía no han percibido la importancia del análisis de suelo, que se constituye en una herramienta para el manejo de la fertilidad de la finca, aspecto que debe ser difundido en la microcuenca (fig. 22)

El conocimiento que tienen sobre la utilidad de un análisis de suelo está relacionado con la identificación de las “plagas” y el conocimiento del tipo de suelo que poseen. El programa Suelos de IBTA -Tarija esta difundiendo investigando en la zona tecnología referente al muestreo de suelos para análisis de fertilidad y la manera práctica de aplicar las recomendaciones a las condiciones de la agricultura de la zona. La producción en la microcuenca es calificada como de alto riesgo debido a la presencia de granizo y periodos de sequía en la época de cultivo, factores que se deben tener muy en cuenta al realizar las recomendaciones de los análisis de suelos recomendando solamente el 75% del nivel óptimo requerido a fin de evitar mayores pérdidas económicas por la presencia de factores adversos señalados.

Referente al conocimiento de la labranza mínima, solamente un 4.8% de los agricultores tiene conocimiento de ésta práctica, pero no la practican; si alguno la ha realizado, fue por falta de tiempo en las labores de preparación de suelos y la



Figuras 22. Un agricultor de la Microcuenca del Río Sella, se encuentra tomando una muestra de suelo de su parcela para enviarla al laboratorio y conocer el nivel de fertilidad de su terreno.

relaciona como menos productiva y con el crecimiento de mayor cantidad de malezas. Sin embargo, experiencias de otras regiones y países han demostrado la factibilidad de la labranza mínima como una práctica para recuperar la fertilidad del suelo y obtener mejores rendimientos en comparación a la agricultura convencional. El programa Suelos del IBTA-Tarija, a iniciado el acondicionamiento del suelo para la posterior siembra directa de maíz. Dicho acondicionamiento consiste en la siembra de una leguminosa, en este caso arveja, cosecharla en vaina verde y dejar el rastrojo sobre el suelo para sobre este rastrojo sembrar el maíz mediante labranza mínima.

2.8. Características socioeconómicas.

La baja productividad de los suelos tiene un efecto directo en el empobrecimiento del agricultor. Sumados a ello, se encuentran el bajo nivel educacional en lo referente a preservación del medio ambiente, y la falta de políticas gubernamentales que ordenen el territorio y normen las actividades de explotación de la tierra; por ejemplo, actualmente se cultiva en tierras marginales muy susceptibles a la erosión, que deberían dedicar a otros usos.

La unidad familiar esta compuesta por 7 personas como promedio, de los cuales la mitad corresponde a hombres y la otra mitad a mujeres. El promedio de niños menores de 12 años por cada unidad familiar es de 3.

CUADRO 15. Número de hombres, mujeres y niños en la unidad familiar

Características	Número de miembros / Flia.	Hombres	Mujeres	Niños menores de 12 años
Población promedio en las unidades familiares	6.58	3.36	3.34	2.93
Zona 1	7	3	4	4
Zona 2	6	3	3	3
Zona 3	7	4	3	2

Debido a la baja rentabilidad económica de las actividades agropecuarias, se produce una migración en el orden del 56% de las familias de la microcuenca, principalmente de los hijos mayores y padres de familia, hacia la República Argentina (37%) , o hacia las ciudades (19%). La mayoría (47%) son migrantes regulares los que se ausentan de la comunidad durante todo el año, y el restante 9% por un período de 3 a 8 meses, trabajando fuera de la comunidad por el periodo que dura la zafra en los ingenios azucareros, por ejemplo.

También se pudo evidenciar que existe un importante número de agricultores que han conseguido jubilarse después de haber trabajado en los ingenios azucareros del Norte Argentino. Dichos agricultores viajan cada mes hacia la república Argentina a cobrar sus salarios.

Las organizaciones de las comunidades, como son las Organizaciones Territoriales de Base (OTB), los centros de acopio de leche y las escuelas, se constituyen en puentes de comunicación de la comunidad hacia fuera del medio o viceversa; además, de servir para organizar el trabajo comunitario, que por cierto es muy limitado en la microcuenca.

La forma de trabajo comunitario conocido como “torna-vueltas” consiste en realizar trabajos agropecuarios en grupo y en forma rotacional, entre los comunarios participantes. Esta forma de trabajo era muy tradicional en la microcuenca; sin embargo, en la actualidad solo el 18.45% de los agricultores lo practican, principalmente en la labor de ensilaje (zona 2) y en muy rara ocasión para labores de siembra y cosecha en las otras zonas diferenciadas.

El 52% de los agricultores contrata mano de obra eventual en época de siembra, cosecha y ensilaje. El jornal cuesta entre 12-15 bolivianos (2.3 - 2.9 \$us). Solamente un 2.4% de las fincas utiliza mano de obra externa a la unidad familiar, a tiempo completo, pagando un salario mensual de 200 a 300 bolivianos (38.5 a 57.7 \$us).

El agricultor no dispone de créditos financieros sólo un 4.2% accedió a tal beneficio, en el pasado.

El destino de la producción generalmente es como auto-consumo; sin embargo, los excedentes son comercializados al mercado tarijeño y/o comprados directamente por intermediarios en la zona de producción. Los productores de leche venden su producto a la Planta Industrializadora de Leche (PIL) en forma directa depositando la leche en los centros de acopio existentes en la zona.

En relación al ingreso familiar por la actividad agropecuaria, un 78.6% de los agricultores califica como insuficiente el ingreso por la venta de los productos de la finca, el 9.5% califica como regular y solamente el 11.9% de los agricultores califica como aceptable los ingresos generados; relaciones que reflejan la baja disponibilidad económica del agricultor de la microcuenca.

A fin de conseguir ingresos adicionales para el sostenimiento de la familia, el 37.5% de los comunarios tiene ocupación diversificada como: albañil, comerciantes, jornaleros, transportistas y algunos son profesores. Para dichos comunarios la actividad agropecuaria es complementaria y la practican porque disponen terreno y necesitan producir alimentos para sus familias.

Los servicios básicos no están al alcance de todos los comunarios. Solo el 50.6% de las familias cuentan con luz eléctrica, el 48.8% dispone de agua potable y de letrinas el 34.5% de las familias. Las familias que cuentan con los servicios básicos señalados se concentran en la zona 2 y 3. En la zona 1, no se dispone de los servicios básicos, posiblemente debido a la difícil accesibilidad y a la dispersión de las viviendas. En la zona 3 solamente la comunidad de Monte Méndez no cuenta con los servicios básicos mencionados y la comunidad de Monte Cercado no cuenta con servicios de luz eléctrica.

2.9. Manejo integral de Las Fincas Piloto, Propuesta metodológica.

En base al análisis de la información obtenida en la encuesta, se ha procedido a formar grupos de fincas con características similares en aspectos tales como tamaño de la tierra, rubros de explotación, disponibilidad de mano de obra familiar,

disponibilidad de riego y similitud en condiciones socioeconómicas. En cada grupo homogéneo de agricultores, se seleccionaron de 1 a 2 “fincas piloto” de agricultores líderes, considerando el interés del agricultor en aplicar nuevas tecnologías y/o mejorar su tecnología actual, con la finalidad de aumentar la productividad y aplicar prácticas conservacionistas para el manejo del recurso suelo que sean aceptadas por todos los agricultores. También, en la selección de la finca piloto se consideró la ubicación de la finca para facilitar días de demostración para los agricultores vecinos y la posibilidad de que la finca se convierta en modelo para el manejo de las otras fincas en la microcuenca.

En cada una de las “fincas piloto” seleccionadas, se realizó un muestreo de suelos de la capa arable de cada parcela a fin de caracterizar el potencial productivo en base a parámetros físico-químicos (fertilidad natural). Asimismo se identificaron limitantes físicas como profundidad efectiva, pedregosidad de la capa superficial, pendiente, como también la disponibilidad de agua de riego. Con la información de suelos y de cultivos obtenidos en cada finca piloto se aplicaran las metodologías de la FAO para “evaluación de tierras a secano”, metodología que servirá para formular el diseño de manejo de la finca, mediante la confrontación entre las cualidades de las unidades de tierra identificadas en cada “finca piloto” con los requerimientos de los tipos de utilización (rubros de explotación usuales en la finca). Dicha confrontación permitirá la elaboración de un plan de manejo y la identificación de nuevas prácticas y/o alternativas tecnológicas a ser implementadas a fin de mantener y/o aumentar la fertilidad de los suelos y disminuir la pérdida de la capa arable por erosión.

Las prácticas y/o alternativas tecnológicas a identificarse en las “fincas Piloto” consideraran mejoras que el agricultor puede desarrollar con sus propios recursos y/o el uso limitado de recursos externos a la finca. La selección de las prácticas se las planificará en forma conjunta entre el técnico y el agricultor. A fin de despertar interés y mostrar las ventajas de las nuevas prácticas se implementaran las mismas en pequeñas parcelas para luego adoptarlas en el manejo de toda la finca. Las prácticas tecnológicas identificadas contemplan los siguientes aspectos:

- **Rotaciones de cultivo.** Demostrar el beneficio de la rotación de cultivos, por ejemplo, papa-maíz-leguminosa (arveja o haba) o simplemente maíz-leguminosa, en comparación con el monocultivo de maíz, mediante la implantación de parcelas de rotación. Resultados de la investigación señalan que el simple efecto de la rotación aumenta los rendimientos en comparación al monocultivo, ya sea por el rompimiento del ciclo biológico de algunas plagas y/o enfermedades y/o por el beneficio en nutrientes fijados (N) en el caso de las leguminosas.
- **Mantenimiento de residuos de cosecha sobre el suelo y reducción de las labores de preparación de suelos.** La incidencia de los rayos solares y del viento sobre un suelo desnudo, evaporan rápidamente el agua del suelo. Por otro lado, las labores de labranza, al introducir oxígeno al suelo, aceleran la descomposición de la materia orgánica del suelo por oxidación. Por lo tanto, el mantener residuos de cosecha sobre el suelo y la posterior siembra mediante labranza mínima podrían dar como beneficio un mayor aprovechamiento del agua de lluvia y un aumento del nivel de materia orgánica en el suelo, incrementando de esta manera la capacidad de retención de humedad e infiltración y disminuyendo la tasa de escorrentía superficial y el consiguiente arrastre de partículas de suelo (erosión hídrica). Esta práctica parece ser atractiva por la reducción en mano de obra en la preparación del suelo y labores culturales. Para la implementación de dicha práctica se elegirá una pequeña parcela con buenas características físico-químicas a fin de asegurar resultados positivos, considerando que dicha alternativa es una de las prácticas conservacionistas más exitosas referente al aumento de la fertilidad del suelo y a la disminución de la erosión.
- **Corrección de suelos con altos contenidos de sodio intercambiable.** Algunos suelos, principalmente aquellos bajo condiciones de secano y/o bajo medio riego presentan pH por encima de 7.5. En tales condiciones la baja disponibilidad de P, Fe, Zn y Mn, en formas asimilables para la planta pueden estar limitando los rendimientos. Por otro lado, en suelos con pH superiores a 8.4, el Na está presente en niveles elevados, reflejados por la presencia de una estructura masiva y baja

permeabilidad (infiltración + aireación), debido al efecto dispersante del Na sobre las partículas del suelo. El tratamiento de tales suelos con materiales disponibles a nivel local como es el $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, (Yeso) donde el Ca desplace al Na, podría dar como beneficio mejoras en las características físicas y disponibilidad de los nutrientes señalados. Se estudiará a nivel de parcelas de investigación la remedación de suelos con altos contenidos de sodio intercambiable (>15%) mediante la aplicación de yeso.

- Zanjas de infiltración, con siembra directa y/o transplante de gramíneas forrajeras en los bordes. En las parcelas bajo cultivo con pendientes considerables se diseñarán zanjas en sentido contrario de la pendiente y espaciadas con un ancho en relación a la pendiente. En los bordes de cada zanja de infiltración se realizará la siembra de una gramínea forrajera, que al mismo tiempo de controlar la colmatación de la zanja por arrastre de partículas de suelo, podría producir forraje suplementario para el ganado. Además, se plantarán especies frutales como ser Vid u Olivo en las zanjas a fin de garantizar la permanencia de las mismas y conseguir una respuesta económica de la mencionada práctica conservacionista.
- Construcción de terrazas. También se construirán terrazas tradicionales con piedra, en las parcelas con pendientes considerables de acuerdo a la aceptación del agricultor y a la disponibilidad de piedra y de mano de obra en la finca.
- Uso de estiércoles, compost y fertilizantes químicos. Se usará todo el estiércol y el compost disponible en la finca. La recomendación del uso de fertilizantes químicos, cuyo costo de mercado es elevado, estará basado en los niveles de fertilidad del suelo a través del análisis de suelos, el cultivo y los factores climáticos adversos comunes en la zona como son las granizadas y las sequías. Se conducirán parcelas de investigación para definir que nivel de fertilización es económicamente rentable bajo las condiciones de la zona; es decir, se aplicará al cultivo el 100%, 75% y 50% del fertilizante recomendado por el laboratorio de suelos

- Optimización del agua de lluvia con la implementación artesanal de riego por goteo.
- Producción de forrajes para la alimentación suplementaria del ganado.
- Manejo de pastizales comunales. El equilibrio entre la producción de forraje de los pastizales y la carga animal, permitirá evitar la degradación actual y una recuperación de la pradera. Para el logro de tal objetivo se estudiará:
 - La regeneración de la vegetación y producción de biomasa (materia seca) en condiciones de clausura.
 - El manejo de la especie arbórea predominante, *Acacia caven* “churqui”, mediante raleos, podas y otras prácticas.
 - Determinación de la composición florística y la producción de biomasa como consecuencia del manejo de la leguminosa arbórea.
 - Determinación del cambio en las propiedades físicas del suelo (infiltración, retención de humedad).
 - Cuantificación de la fijación de N por la leguminosa arbórea.
 - Determinación del tiempo de pastoreo y la carga animal por unidad de área del pastizal.

Paralelamente a la implementación de las nuevas prácticas y/o metodologías en las “fincas piloto”, se realizarán días de visitas a las mismas, por los agricultores del área de influencia de la finca y los técnicos que trabajan en la zona; asimismo, seminarios de capacitación sobre el manejo integral de la finca con énfasis en la conservación de los suelos para evitar degradación de los mismos ya sea por las diferentes clases de erosión y/o simplemente, por la pérdida de la capacidad productiva de los suelos debido a una agricultura extractiva. Con esta labor de transferencia se pretende difundir las prácticas desarrolladas en las “fincas piloto” a las demás fincas de la microcuenca y en el futuro la microcuenca podría servir como modelo para el manejo de otras microcuencas similares.

2.11. Instituciones que trabajan en la microcuenca del Río Sella.

En el desarrollo de metodologías para el manejo de las “fincas piloto”, se pretende la participación de las Instituciones de acuerdo a sus roles específicos. Las Instituciones y sus roles, son las siguientes:

Planta Industrializadora de Leche (PIL).

Trabaja con los siguientes rubros:

- Cultivo de forrajes.
- Conservación de forrajes.
- Servicio con maquinaria agrícola.
- Manejo de ganado lechero.
- Sanidad animal.

Proyecto de Desarrollo Integral de la Zona Alta y Valles de Tarija (PRODIZAVAT).

Coopera con todas las actividades que tienen que ver con el desarrollo agropecuario del área; como son:

- Obras de infraestructura.
- Mejoramiento de caminos.
- Servicio con maquinaria agrícola.
- Asesoramiento técnico en frutales y ganadería.
- Introducción y manejo de ganado caprino para leche.
- Recuperación de pasturas naturales mediante clausuras.
- Asistencia con semillas mejoradas y plantas frutales.
- Capacitación del agricultor.

Plan internacional.-

Desarrolla actividades dentro del campo social; como ser:

- Capacitación y liderazgo Social .
- Mejoramiento de viviendas.
- Dotación de servicios básicos de agua potable y letrinas.

Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA).

Realiza investigación y transferencia de tecnología con los programas maíz, leguminosas, papa, ganadería y suelos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Japan International Cooperation Agency (JICA) y CODETAR, 1990. The Feasibility Study on Agricultural and Rural Development Project in Santa Ana, Tarija. Reporte final.
2. Panique E., y E. Schulte, 1996. Descripción de análisis de suelos e interpretación de resultados. Boletín de información técnica No 3. Prog. Suelos IBTA-Tarija
3. Romero Arturo, J. Goitia y J. Varca, 1990. Planificación de fincas en la Cuenca Alta del Río Guadalquivir. PERTT-UTMCAG-FAO. Tarija-Bolivia.
4. Schulte E., y E. Panique, 1996. Muestreo de campos de producción y huertos frutales para análisis de suelos. Boletín de información técnica No 2. Prog. Suelos IBTA-Tarija.





Impresso in Edizione: L'Officina del Papavero
N. 10 - 10121 Roma - Tel. 06/47811