

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS
POSTGRADO DE ECOLOGIA TROPICAL**

***LA DESERTIFICACION Y LOS PROCESOS DE
TRANSFORMACION DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN TRES
COMUNIDADES DEL ALTIPLANO SUR DE BOLIVIA***

Luis Fernando Terceros Cardona

**MERIDA - VENEZUELA
1997**

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS
POSTGRADO DE ECOLOGIA TROPICAL

LA DESERTIFICACION Y LOS PROCESOS DE
TRANSFORMACION DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN TRES
COMUNIDADES DEL ALTIPLANO SUR DE BOLIVIA

TERCEROS CARDONA Luis Fernando

TUTOR: Dra. Maximina Monasterio
CO-TUTOR: Dr. Rigoberto Andressen

Tesis presentada ante la Universidad de Los Andes para
obtener el Grado de *MAGISTER SCIENTIAE* en ECOLOGIA TROPICAL

MERIDA, ESTADO MERIDA
VENEZUELA
MAYO - 1997

VEREDICTO

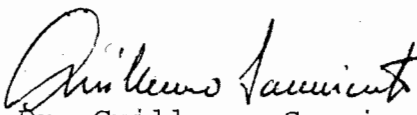
Quienes suscriben, integrantes del Jurado designado por el Consejo de Estudios de Postgrado de la Universidad de Los Andes para conocer y emitir veredicto sobre la Tesis presentada por **TERCEROS CARDONA LUIS FERNANDO**, para optar al título de **Magister Scientiae en Ecología Tropical** y que se titula:

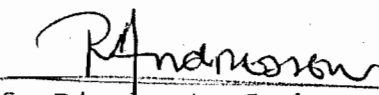
"LA DESERTIFICACION Y LOS PROCESOS DE TRANSFORMACION DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN TRES COMUNIDADES DEL ALTIPLANO SUR DE BOLIVIA"


hacen constar lo siguiente:

PRIMERO: Que hoy 05-05-97, a las 3:30 p.m., nos constituimos como Jurado en Salón de Reuniones del Postgrado en Ecología Tropical, siendo Presidenta del Jurado la Dra. Maximina Monasterio. **SEGUNDO:** A continuación se discutió si se procedía a su defensa pública. Luego de considerar las observaciones y críticas de cada miembro del jurado acordamos por unanimidad autorizar su presentación. **TERCERO:** A las 4:00 p.m. de este mismo día, el Jurado se reunió en el Salón de Postgrado en Ecología Tropical y se procedió al acto público de sustentación de la Tesis presentada a requerimiento del Jurado. **CUARTO:** Una vez concluida la sustentación correspondiente, el Jurado interrogó al aspirante sobre los diversos aspectos a que el trabajo se refiere. **QUINTO:** Seguidamente, la Presidenta del Jurado invitó al público asistente a formular preguntas y observaciones sobre el trabajo presentado. **SEXTO:** Una vez concluido el acto de presentación, el Jurado procedió a su deliberación final y concluyó que: **SE APRUEBA LA TESIS DE MAESTRIA PRESENTADA A NUESTRA CONSIDERACION, CON MENCION HONORIFICA.**

EL JURADO:


Dr. Guillermo Sarmiento


Prof. Rigoberto Andressen
Co-Tutor


Dra. Maximina Monasterio
Tutora

A mis papás, Armando y Dolly...

A mis sobrinos...

A los habitantes del Altiplano Sur

RECONOCIMIENTOS

El autor expresa su más sincero agradecimiento a todas las aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en las diferentes etapas de la presente investigación, muy especialmente...

A la Dra. Maximina Monasterio y el Dr. Rigoberto Andressen por la confianza depositada en mi persona y sus invalorable consejos y orientaciones.

A la Red Latinoamericana de Botánica (RLB), por la beca otorgada (M3-94), para mi formación académica y científica en Venezuela y Bolivia.

Al Postgrado de Ecología Tropical y al CIELAT.

Al profesor Máximo Libermann del Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andres, por su asesoría en Bolivia.

Al Programa Quinoa Potosí (PROQUIPO), por el apoyo económico y logístico brindado durante la investigación en el Altiplano Sur. Especialmente a los Ingenieros A. Bauer, C. Becker, M. Medina, E. Martinez y al personal administrativo tanto en Potosí como en Uyuni.

Al Instituto Boliviano de Tecnologías Agropecuarias (IBTA), Programa Quinoa Uyuni, por el apoyo logístico otorgado en Chacala, Mañica y Bella Vista. Así mismo, por los consejos y experiencias compartidas durante el trabajo de campo con su director Ing. Genaro Aroni y los Ingenieros Juan Carlos Aroni, Rosmery Pérez, Jorge Ramos y amigos tesistas (Coco, Rafa, Edwin, Grover, Gunar).

A todos los habitantes de Bella Vista, Mañica y Chacala, por haberme acogido con cariño y compartido sus amplios conocimientos.

Al Centro de Datos para la Conservación (CDC-BOLIVIA), por el auspicio ante la RLB y desinteresado apoyo durante todo el transcurso de la maestría: Lic. Eduardo Forno, Lic. Sonia Peñafiel, y a Miriam y demás amigos.

Al Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y Sequía (PRONALDES) de la Dirección de Conservación de Tierras (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente), por haber hecho posible la visita de mis tutores a Bolivia. Especialmente a los Ingenieros F. Zambrana y A. Beltrán.

A CONDESAN-Bolivia: Dr. Roberto Quiroz por sus orientaciones en la selección del área de estudio y planteamiento inicial de la problemática, así también, por haber facilitado el medio de transporte durante la visita de mis tutores al área de estudio. Así mismo, al Ing. David Morales por acompañarme en el mencionado viaje.

Al Dr. Guillermo Sarmiento por la lectura y aportes en el enriquecimiento del documento final de la tesis.

A la Ing. Els Bogneteau del Proyecto FAO/Holanda en Potosí así como a la Dra. Susana Donoso (Presidencia de la República), por sus orientaciones en el planteamiento y diseño de las entrevistas socioeconómicas. Al Sr. Al Scholaert (PAC-Potosí) por su gran apoyo en momentos iniciales de mi estadía en Bolivia y búsqueda del apoyo logístico.

A mis queridísimos amigos y compañeros del postgrado Rodin y Marta, Sergio y Cristina, Angel Patricio, Martha Elen Miriam, Rebeca, Marino, Anairamiz, Liccia y Flabycita que de una u otra manera hicieron agradable mi estadía en Mérida.

A Yannine y Nancy, secretarias del Postgrado y del CIELA por el apoyo brindado durante todo el programa de maestría.

Al señor Cónsul de Bolivia en Mérida, Marcelo Nava y familia, por su noble amistad y colaboración en todo momento.

Al inmenso amor y fé puesto en mí, por mis padres y toda mi querida familia, que me motivó a iniciar y concluir este duro y largo caminar.

Finalmente a Fátima, por su amor y paciencia. Y Rosa Leny por su eterna amistad.

A todos ustedes un millón de gracias...!!!

Luis Fernando
Mérida-Venezuela, Mayo 19

INDICE

DEDICATORIA
RECONOCIMIENTOS
RESUMEN

INTRODUCCION.....	1
Objetivos.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Algunas consideraciones sobre el enfoque y la metodología del trabajo.....	4
LA DESERTIFICACION Y SUS CONNOTACIONES.....	6
Los Desiertos y sus orígenes.....	7
Definiciones y conceptos sobre la desertificación.....	8
La Desertificación: Enfoque Ecológico.....	10
La Sequía y la Desertificación.....	11
Procesos de Desertificación.....	12
Factores de la Desertificación.....	13
Indicadores de Desertificación.....	16
EL ALTIPLANO SUR ¿UN ECOSISTEMA RESILIENTE?.....	19
Dimensión Ambiental (subsistema físico o natural).....	21
Aspectos Físicos.....	21
Geología.....	21
Fisiografía y Suelos.....	26
Hidrografía.....	30
Recursos hídricos subterráneos.....	34
Clima.....	35
Características Ecológicas.....	39
Ecorregiones.....	39
Vegetación y Flora.....	39

EL CLIMA EN EL ALTIPLANO SUR ¿CULPABLE O INOCENTE?.....	44
Antecedentes Paleoclimáticos.....	44
El Clima Actual.....	45
Caracterización Climática Regional.....	48
Balance hídrico.....	50
Temperatura.....	60
Precipitación.....	62
Vientos.....	67
Otras variables climáticas.....	74
Aspectos radiativos del Altiplano Sur.....	75
Efecto de los eventos ENSO sobre el clima del Altiplano Sur...	76

SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES COMUNIDADES DEL SALAR DE UYUNI (ALTIPLANO SUR) ¿INSOSTENIBILIDAD ECOLOGICA?.....	83
Comunidades de Estudio.....	83
Muestreo.....	85
Dimensión Socioeconómica (subsistema socioeconómico).....	86
Breve reseña histórica contemporánea de los asentamientos y actividades antrópicas principales.....	86
Comunidad Chacala.....	89
Comunidad Mañica.....	89
Comunidad Bella Vista.....	90
Características Poblacionales.....	91
Demografía.....	91
Idiomas Hablados.....	93
Educación.....	95
Salud.....	97
Servicios Básicos.....	98
Organización Institucional.....	99
Indices de Pobreza.....	100
Dimensión Productiva (subsistema agropecuario).....	101
Relaciones entre los agentes sociales y los agentes productivos.....	101
El complejo Agrario.....	104
El Cultivo a Nivel de la Parcela.....	104
Criterios involucrados en la habilitación de una parcela	106
Cultivos Principales de la unidad familiar.....	107
La Quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>).....	107
Tecnologías empleadas y actividades agronómicas en el cultivo de la quinua.....	112
Dinámica del descanso de los suelos agrícolas.....	131
La producción de quinua a nivel de la explotación.....	136
Comercialización de la Quinua.....	138
Papel de Instituciones Estatales y no Gubernamentales en la producción de quinua del Altiplano Sur.....	140

Costos de producción según la tecnología empleada en el cultivo de quinua.....	141
El Complejo Pecuario.....	143
La crianza a nivel del rebaño.....	145
Dinámica de la rotación de las áreas de pastoreo.....	147

IMPACTOS DE LA DESERTIFICACION EN EL ALTIPLANO SUR ¿PROCESOS IRREVERSIBLES?..... 150

Un muestreo diversificado para evaluar impactos.....	150
Los procesos naturales de desertificación y sus impactos.....	153
Los procesos antrópicos de desertificación y sus impactos.....	158
Actividades Agrícolas.....	158
Percepciones campesinas sobre los cambios sufridos en el agrosistema.....	160
Variación química y física de los suelos agrícolas.....	162
Actividades Ganaderas.....	166
Extracción de Leña.....	169
Grado de Deterioro y/o Fragilidad del Subsistema Natural.....	171
Percepción del deterioro del subsistema natural en las comunidades de estudio por los comuneros.....	177
Dinámica de los procesos de desertificación.....	179
Variaciones de la cobertura vegetal y el uso de la tierra.....	180
Impactos sociales de la desertificación.....	183
Algunas orientaciones para el control de la desertificación.....	185

A MANERA DE CONCLUSION..... 188

BIBLIOGRAFIA..... 197

ANEXOS..... 207

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1:	Factores responsables del avance del desierto en Kenya.....	15
Figura 3.1:	Mapa de ubicación del Altiplano Sur.....	20
Figura 3.2:	Mapa Geológico del Area integrada de Chacala.....	23
Figura 3.3:	Mapa Geológico del Area integrada de Mañica.....	24
Figura 3.4:	Mapa Geológico del Area integrada de Bella Vista.....	25
Figura 3.5:	Mapa Fisiografía y Suelos Area integrada de Chacala.....	31
Figura 3.6:	Mapa Fisiografía y Suelos Area integrada de Mañica.....	32
Figura 3.7:	Mapa Fisiografía y Suelos Area integrada de Bella Vista...	33
Figura 3.8:	Mapa de Acuíferos del Departamento de Potosí.....	36
Figura 3.9:	Mapa aproximado de Isoyetas del Altiplano Sur.....	38
Figura 3.10:	Perfil Ecológico del Altiplano Sur.....	41
Figura 4.1:	Desplazamiento de la ZCIT.....	47
Figura 4.2:	Mapa de ubicación de las Estaciones Meteorológicas.....	49
Figura 4.3:	Balance Hídrico de Salinas de Garci Mendoza.....	53
Figura 4.4:	Balance Hídrico de Río Mulatos.....	54
Figura 4.5:	Balance Hídrico de Uyuni.....	55
Figura 4.6:	Balance Hídrico de Colcha K.....	56
Figura 4.7:	Balance Hídrico de Julaca.....	57
Figura 4.8:	Balance Hídrico de Calcha de Lipez.....	58
Figura 4.9:	Balance Hídrico de Laguna Colorada.....	59
Figura 4.10:	Correlación entre Altitud y Temperatura.....	60
Figura 4.11:	Correlación de la Latitud y el Coeficiente de Variación Interanual de la Precipitación.....	63
Figura 4.12:	Coeficiente de Variación de la Precipitación.....	64
Figura 4.13:	Desviaciones de la Precipitación alrededor de la media en 7 estaciones del Altiplano Sur.....	65-66
Figura 4.14:	Distribución de los vientos occidentales(W) y orientales (E) dominantes en la Tropósfera.....	68
Figura 4.15:	Frecuencia y velocidad de los vientos de superficie. Salinas de Garci Mendoza.....	69
Figura 4.16:	Frecuencia y velocidad de los vientos de superficie. Río Mulatos.....	70
Figura 4.17:	Frecuencia y velocidad de los vientos de superficie. Uyuni.....	71
Figura 4.18:	Frecuencia y velocidad de los vientos de superficie. Colcha K.....	72
Figura 4.19:	Frecuencia y velocidad de los vientos de superficie. Julaca.....	73
Figura 4.20:	Esquematzación de la situación Normal y Anormal del clima sobre el Pacífico Sur.....	77
Figura 4.21:	Situación El Niño. Fortalecimiento del Jet Subtropical...	79
Figura 5.1:	Mapa de ubicación de las Areas de Estudio.....	84
Figura 5.2:	Distribución de la población por grupo de edades y sexo en la Comunidad de Chacala.....	92
Figura 5.3:	Distribución de la población por grupo de edades y sexo en la Comunidad de Mañica.....	92
Figura 5.4:	Distribución de la población por grupo de edades y sexo en la Comunidad de Bella Vista.....	93

- Figura 5.5:** Porcentaje poblacional según idioma hablado en la Comunidad de Chacala.....
- Figura 5.6:** Porcentaje poblacional según idioma hablado en la Comunidad de Mañica.....
- Figura 5.7:** Porcentaje poblacional según idioma hablado en la Comunidad de Bella Vista.....
- Figura 5.8:** Porcentaje de alfabetismo en la Comunidad de Chacala.....
- Figura 5.9:** Porcentaje de alfabetismo en la Comunidad de Mañica.....
- Figura 5.10:** Porcentaje de alfabetismo en la Comunidad de Bella Vista.....
- Figura 5.11:** Fenología de la quinua.....
- Figura 5.12:** Herramientas rústicas empleadas en las diferentes labores agrícolas.....
- Figura 5.13:** Modelo de la dinámica de descanso del suelo en el cultivo de la quinua.....
- Figura 5.14:** Dinámica de la Rotación y Descanso del suelo en los cultivos de papa, haba y cebada.....
- Figura 5.15:** Superficie cultivada y Rendimientos de quinua a nivel Nacional.....
- Figura 5.16:** Movimiento del ganado en las zonas de producción a lo largo del año.....
- Figura 6.1:** Variación de la producción y superficie cultivada de quinua en el periodo 1970-1993, a nivel nacional.....
- Figura 6.2:** Deterioro del ecosistema, su relación con los eventos ENSO e introducción de tecnologías foráneas al sistema (Hipotético).....
- Figura 6.3:** Rendimiento de la quinua, periodo 1970-1993. Medias Nacionales.....
- Figura 6.4:** Estado de degradación de los 5 Sitios evaluados en cada comunidad.....
- Figura 6.5:** Importancia de las variables en la degradación del subsistema natural.....
- Figura 6.6:** Grado de susceptibilidad de los 5 Sitios evaluados en cada comunidad.....
- Figura 6.7:** Importancia de los factores y procesos en la susceptibilidad del subsistema natural.....
- Figura 6.8:** Estado de Degradación de los 5 Sitios evaluados en cada comunidad.....
- Figura 6.9:** Importancia de las variables (factores y procesos) en la degradación del subsistema natural.....
- Figura 6.10:** Grado de susceptibilidad de los 5 Sitios evaluados en cada comunidad.....
- Figura 6.11:** Importancia de las variables (factores y procesos) en la Fragilidad del subsistema natural.....
- Figura 7.1:** Modelo del Sistema salar de Uyuni, interrelaciones entre subsistemas y con los procesos de desertificación.....
- Figura 7.2:** Interrelaciones negativas promotoras de los procesos de desertificación en el sistema.....

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1:	Algunos parámetros empleados en la descripción del paisaje.	26
Tabla 4.1:	Estaciones climáticas en el Altiplano Sur.....	48
Tabla 4.2:	Medias anuales de las distintas variables registradas en cada Estación Meteorológica.....	50
Tabla 4.3:	Balance Hídrico, según método de Thornthwaite distribuido, del Altiplano Sur.....	51
Tabla 4.4:	Indices de Aridez.....	51
Tabla 4.5:	Estado de los meses a lo largo del año en cada Estación (Según método Thornthwaite distribuido).....	52
Tabla 4.6:	Relación de las precipitaciones con los eventos NIÑO y ENSO, en el Altiplano Sur.....	81
Tabla 4.7:	Eventos ENSO (NIÑO e IOS), desde 1900.....	82
Tabla 5.1:	Servicios Básicos.....	98
Tabla 5.2:	Características de la pobreza en las provincias A. Quijarro, Nor Lipez y D. Campos.....	100
Tabla 5.3:	Generalidades de las Comunidades y su población.....	101
Tabla 5.4:	Proporción de la actividad familiar complementaria a la agricultura en las tres Comunidades.....	102
Tabla 5.5:	Características de la Unidad Agropecuaria Familiar.....	103
Tabla 5.6:	Roturación de suelos vírgenes, según tecnología empleada por parte del agricultor.....	114
Tabla 5.7:	Barbechado de un terreno antiguo, según tecnología empleada por parte del agricultor.....	116
Tabla 5.8:	Percepción del agricultor sobre las ventajas y desventajas del uso del tractor.....	118
Tabla 5.9:	Alquiler del tractor e implementos usados en el barbechado.....	118
Tabla 5.10:	Uso de herramientas según tecnologías y actividades.....	120
Tabla 5.11:	Número de hectáreas preparadas anualmente, para la producción de quinua.....	120
Tabla 5.12:	Uso de fertilizantes en el cultivo de la quinua.....	122
Tabla 5.13:	Hectáreas sembradas anualmente por la unidad familiar....	124
Tabla 5.14:	Labores culturales realizadas en los cultivos en las comunidades de estudio.....	125
Tabla 5.15:	Uso de Plaguicidas en el cultivo de la Quinua.....	127
Tabla 5.16:	Destino de la producción de Quinua.....	130
Tabla 5.17:	Variación de los rendimientos de la Quinua según la calidad del año.....	131
Tabla 5.18:	Número de producciones o cosechas continuas según la condición del suelo.....	132
Tabla 5.19:	Porcentaje de suelos que están en descanso, respecto al total familiar.....	135
Tabla 5.20:	Distribución del uso de las tierras individuales por unidad familiar.....	136
Tabla 5.21:	Costos de la producción de quinua, según Tecnología empleada.....	143
Tabla 5.22:	Características de la Producción Pecuaria.....	145
Tabla 5.23:	Principales problemas en las áreas de pastoreo.....	146

Tabla 5.24:	Principales causas de muerte en los animales.....	147
Tabla 6.1:	Pérdidas de la producción de quinua por efecto de la última sequía (año agrícola 95-96), a nivel provincial....	156
Tabla 6.2:	Pérdidas del cultivo de quinua por efecto de la última sequía (año agrícola 95-96).....	157
Tabla 6.3:	Familias que barbecharon y no sembraron por efectos de la sequía (falta de humedad en el suelo).....	160
Tabla 6.4:	Percepción de los comuneros sobre la disminución del grosor de los suelos.....	161
Tabla 6.5:	Percepción sobre la presencia de procesos erosivos.....	161
Tabla 6.6:	Causas principales de la reducción del rendimiento de los cultivos.....	163
Tabla 6.7:	Características químicas de los suelos de Chacala y sus apreciaciones.....	163
Tabla 6.8:	Características químicas de los suelos de Mañica y sus apreciaciones.....	164
Tabla 6.9:	Características químicas de los suelos de Bella Vista y sus apreciaciones.....	164
Tabla 6.10:	Características Físicas de los suelos de Chacala.....	164
Tabla 6.11:	Características Físicas de los suelos de Mañica.....	164
Tabla 6.12:	Características Físicas de los suelos de Bella Vista.....	165
Tabla 6.13:	Principales problemas en las áreas de pastoreo.....	168
Tabla 6.14:	Consumo de leña en las comunidades.....	170
Tabla 6.15:	Estado de deterioro y grado de susceptibilidad del Subsistema Natural.....	171
Tabla 6.16:	Factores y procesos de degradación y/o condicionantes de la susceptibilidad el ecosistema en el Altiplano Sur.....	172
Tabla 6.17:	Estado de la vegetación original en alrededores de la comunidad, según los comuneros.....	177
Tabla 6.18:	Tiempo de recuperación de un Tholar.....	177
Tabla 6.19:	Causas de la degradación de la vegetación natural.....	178
Tabla 6.20:	Percepción sobre cambios en el Ambiente.....	178
Tabla 6.21:	Migración poblacional, como consecuencia de años malos en la producción de quinua.....	184
Tabla 6.22:	Alternativas para el control de los procesos de desertificación en el Altiplano Sur.....	187

RESUMEN

La presente investigación se realiza en la región más árida de Bolivia, el Altiplano Sur (20°-21°LS). El trabajo se desarrolla en función de la problemática de la desertificación, sus orígenes y sus efectos sobre los sistemas productivos, tanto antrópicos como naturales de la región. Así también, en la proposición de algunos lineamientos para mitigar los procesos e impactos de la desertificación.

La investigación se centra en estudios de caso en tres comunidades (Chacala, Mañica y Bella Vista). El trabajo de campo se inicia en Noviembre de 1995 y concluye en Octubre de 1996, se cubre el ciclo completo de los principales cultivos (v.g. la quinua). Desde un enfoque sistémico se analizan las principales actividades socioeconómicas de la comunidades, así como, su relación con el medio en el cual se desenvuelven. Se complementa el trabajo con un levantamiento cartográfico, evaluaciones directas del paisaje, muestreos de vegetación y suelos e información de registros meteorológicos.

Se identifican los principales elementos que promueven los procesos de desertificación: la fragilidad intrínseca de este ecosistema debido a sus características bio-físicas, que restringen las actividades humanas, principalmente con tecnologías contemporáneas; la introducción del arado de discos, con la consecuente expansión de la frontera agrícola e intensificación del monocultivo de la quinua en la región.

En este sentido, los procesos de desertificación que se evidencian son: la degradación de la cobertura vegetal (por el crecimiento de la frontera agrícola, sobrepastoreo, extracción de leña), erosión eólica (mayor presencia de suelos desnudos), degradación física (pérdida de estructura, poca capacidad de almacenamiento de agua) y biológica del suelo (pérdida de materia orgánica).

Tales aspectos, influyen en los rendimientos del cultivo de la quinua, en la pérdida de peso del ganado ovino y camélido y están produciendo migración en las comunidades campesinas, por las condiciones "marginales" extremas generadas.

Con todos los insumos que se disponen, se plantea un modelo de la región del Salar de Uyuni (Altiplano Sur), cuyos principales componentes son los subsistemas: Natural, Agronómico y Socioeconómico. Estos elementos son relacionados con los procesos de desertificación y entre sí.

INTRODUCCION

El deterioro de los ecosistemas, en regiones áridas, semiáridas y subhúmedas del mundo, ha crecido considerablemente en las últimas décadas, atrayendo la atención no solo de científicos interesados en estas zonas, sino también la de gobiernos locales y organismos internacionales. En este marco, la Organización de Naciones Unidas, en 1977 en Nairobi - Kenya, organizó una conferencia internacional para el tratamiento en conjunto del deterioro de los ecosistemas de dichas regiones (UNCOD), llegándose en dicha reunión a una concordancia en la definición del problema y se clarifica de este modo el término "desertificación", para evitar confusiones en torno al uso errado de este concepto. Esta preocupación, es ratificada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (CNUMAD) realizada en Río de Janeiro en 1992.

El problema de la desertificación, surge del manejo incongruente de estas regiones secas, producto de intereses socioeconómicos y paquetes tecnológicos extractivistas o por situaciones sociales de indigencia inquietante, que normalmente conducen a una explotación excesiva de los recursos naturales, tales como, suelos, agua y vegetación peculiares de dichas regiones. Tales aspectos, se traducen en procesos desencadenantes de desertificación, como el deterioro de la cobertura vegetal, la erosión eólica e hídrica, la salinización/sodificación, y consecuentemente la degradación física, química y biológica de los suelos, que a su vez, redunda negativamente en los grupos sociales involucrados.

A fin de lograr una mejor comprensión de los procesos de desertificación, es importante encarar estas situaciones con un enfoque de sistemas complejos, ya que, la desertificación no es un problema lineal, sino que presenta una complejidad producto de los factores y procesos, tanto físicos como antrópicos, que la constituyen. Al respecto, García 1988a, indica que el deterioro de los ecosistemas áridos, semiáridos y subhúmedos, así como sus consecuencias, no constituyen simples relaciones causales lineales, sino que se trata de problemas estructurales de un espacio geográfico complejo, que incluye tanto al escenario natural, como a las comunidades humanas involucradas.

El enfoque de sistemas complejos, es ampliamente analizado y discutido en los trabajos de Duek (1982), Sarmiento (1984), García (1986, 1988a, 1988b, 1993) y Villaret (1992), entre otros.

Un sistema (esquemático) se define como, un conjunto de elementos en interacción dinámica, organizados en función de un objetivo (Villaret, 1992). Por su parte, García (1986), señala que ningún sistema esta dado en el punto de partida de una investigación, pues, éste no está definido, sin embargo, es definible, lo cual surge en el transcurso de la propia investigación. La concepción sistémica de un fenómeno real es concretizada en un modelo, el cual es una representación esquemática y simplificada del mismo, que facilita su comprensión.

Para los fines de la investigación, el Altiplano Sur se presenta como un contexto donde se sitúan nuestros estudios de caso, cuyo análisis está orientado a los procesos característicos que tienen lugar principalmente en el agro, impulsados por políticas productivas diseñadas para obtener un alto rendimiento económico, pero con un elevado costo ambiental y social.

En este sentido se analizan tres comunidades indígenas (quechuas y aymaras), de esta ecoregión de características áridas y semiáridas, debido a que en las mismas ocurre una brusca introducción de tecnologías agrícolas inapropiadas para estas zonas, en la producción de quinua para comercialización, y a las condiciones "favorables" del medio para el desarrollo de los procesos de desertificación.

El estudio no trata una situación puntual presente en este momento, sino, como las situaciones actuales son el resultado de modificaciones significativas en el componente social,

productivo y ecológico de nuestras comunidades. Es decir, se pretende realizar un análisis evolutivo.

Cabe resaltar que la región Altiplánica de Bolivia, al igual que los Valles Secos Interandinos y el Chaco, forman parte del área de acción del PRONALDES (Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía), y que en conjunto representan el 46% del territorio nacional.

En los primeros capítulos se presentan los fundamentos teóricos de la problemática estudiada, las particularidades del espacio geográfico y climático donde se insertan los grupos sociales que generan la producción. Y en los capítulos subsiguientes se analizan las características de las actividades humanas principales y sus implicancias en los procesos de desertificación, que aunados producen impactos diversos sobre el ecosistema y el mismo componente social.

Objetivos

En el contexto anteriormente presentado, la presente investigación tiene los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Evaluar los procesos de desertificación y sus implicaciones eco-sociales en el Altiplano Sur, a partir de estudios de casos.

Objetivos Específicos:

1. Esquematizar el sistema productivo de la región del Salar de Uyuni (Altiplano Sur) y las interrelaciones con los procesos de desertificación.
2. Identificar las variables externas y/o internas que promueven los procesos de desertificación.
3. Evaluar la importancia de estas variables, y las causas o factores que las generaron.

4. Analizar los impactos de la desertificación en los distintos componentes del sistema (Natural, Agropecuario y Socioeconómico).
5. Analizar la evolución del sistema, así como los procesos de transformación implicados y los estados resultantes.
6. Plantear paulatinamente lineamientos que incidan en el marco socioeconómico y ambiental, encaminadas no solo a mitigar las situaciones críticas actuales sino, a proponer cambios profundos en el sistema global que tiendan a un desarrollo sostenible con equidad social.

Algunas consideraciones sobre el enfoque y la metodología del trabajo

En el presente estudio se aplica una metodología dinámica de confrontación de la problemática con la realidad ecológica y social, según vamos compenetrándonos en la vida diaria de las comunidades en estudio y su interrelaciones con el medio. El método se crea en contacto con la realidad, es decir, la substantividad crea al método. Se le da un enfoque de sistemas complejos.

La caracterización histórica del sistema, que muestra estados diferentes en el tiempo, nos permite realizar comparaciones entre si e inferir de este modo la dinámica del mismo. Se señalan los vínculos entre los componentes que se han considerado como los más importantes, como asimismo, las relaciones de contorno y los procesos de desertificación, que juegan un papel decisivo en su transformación y tendencias actuales.

La información obtenida durante el muestreo, es empleada para definir al sistema e identificar sus componentes, en este caso a los tres más importantes :

a) Subsistema Físico o Natural; el cual es presentado como el escenario o espacio geográfico, donde inciden grupos sociales y sus tecnologías de explotación.

b) Subsistema Socioeconómico; que muestra las condiciones de vida actual de la población, el proceso histórico del uso de los recursos naturales por las comunidades indígenas, el impacto del cambio de tecnología y los procesos migratorios desencadenados por el forzamiento del ecosistema.

c) Subsistema Agronómico; que expone la evolución del mismo, las tecnologías empleadas y las actividades agrícolas (producción de quinua) y ganaderas más importantes.

Estos subsistemas no son independientes sino que se integran como componentes en el análisis del sistema definido. Cada subsistema puede subdividirse aún más dado la estructura compleja de los mismos. De acuerdo a este propósito se profundiza en cada uno de ellos de manera distinta, así por ejemplo, en el subsistema físico es necesario considerar por separado al elemento climático y en el subsistema agronómico al cultivo de quinua, con el fin de evaluar sus influencias sobre los procesos de desertificación.

La adición o sustracción de elementos en algunos de los subsistemas, producen variaciones en sus flujos. Por lo tanto, cualquier actividad humana puede provocar el cambio del subsistema o la manipulación del mismo.

García (1988b) señala, que un sistema en general, tiene un comportamiento disipativo que se reorganiza y adquiere una nueva estructura de conjunto actualizada, cuyas características pueden ser muy diferentes a las anteriores, del mismo modo su capacidad de resiliencia a los procesos o factores que intervinieron en dicha transformación.

Respecto a los procesos de desertificación, también éstos son evaluados a partir de observaciones cuali-cuantitativas directas de campo, por métodos de prospección ecológica rápida. Ello nos permite, en confrontación con el anterior método, analizar el grado de deterioro del ecosistema y sus impactos sobre los subsistemas socioeconómico y agropecuario o productivo, principalmente.

La degradación química, física y biológica de los suelos, es un proceso de desertificación importante, por lo que se realizan muestreos sincrónicos de los mismos en las tres comunidades de estudio. Igualmente estos resultados son comparados con las observaciones de los comuneros.

LA DESERTIFICACION Y SUS CONNOTACIONES

A inicios de la década de los años '70, los medios de comunicación atraen la atención mundial sobre los desastres que ocasiona una intensa sequía, que redundo con mayor rigor en el Sahel y el Sahara, afectando a varios países africanos y a millones de personas (UN, 1977; Baumer, 1987; Enabor, 1987).

Se llega a asociar al Sahel con los fenómenos de sequía, miseria y desastres (Baumer, 1987). En varios de los países de esta vasta región, la situación de déficit alimentario como efecto de la sequía, principalmente en Etiopia, fue tal que generó una alerta mundial (Wolde Mariam, 1984). Esta preocupación es retomada por la ONU, la cual a través de la resolución 3337 (XXIX), de la Asamblea General de las Naciones Unidas, realiza la primera Conferencia Mundial sobre la Desertificación (UNCOD), en Nairobi (Kenya) del 29 de agosto al 9 de septiembre de 1977, con una amplia participación de países y ONGs internacionales involucradas en el tema, aspecto que permitió globalizar el problema (UN, 1977; Mortimore, 1987; MDSMA-DCT, 1995).

Posteriormente, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), realizada en Rio de Janeiro (Brasil) en 1992, se ratifica la importancia de la desertificación a nivel mundial, por lo que se establece un capítulo especial en el Programa 21 para su tratamiento (capítulo 12: Ordenación de los Ecosistemas Frágiles: Lucha contra la desertificación y la sequía).

En 1994, con la aprobación de la Convención internacional de lucha contra la desertificación, se designa a la UNSO (Oficina de Lucha contra la Desertificación y la Sequía), dependiente del PNUD, como el ente responsable de organizar y apoyar labores de combate contra este problema (PNUD, 1995).

En este marco, varios países Latinoamericanos, entre ellos Bolivia, discuten y establecen criterios coincidentes sobre la naturaleza, causa, efectos y medidas a establecer para mitigar y/o controlar esta problemática. Así, surge en el país, el Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (PRONALDES), que está a cargo del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (MDSMA-DCT, 1995).

Los Desiertos y sus orígenes

Los grandes desiertos del mundo, salvo los desiertos fríos y la Antártida, son en principio consecuencia de los patrones de circulación general de la atmósfera, mayormente en el entorno de los trópicos de Cáncer y Capricornio, se producen debido a los descensos atmosféricos que ocurren en estas regiones (movimientos hacia abajo del aire o subsidencia), los cuales llegan a suprimir la formación de precipitaciones (Kenneth, 1993).

Estas zonas desérticas se caracterizan por lo errático de las precipitaciones, lo cual además, se halla asociado a una insolación considerable con la excepción de los desiertos costeros (Cloudsley-Thompson, 1979). El mismo autor señala, que los desiertos de mayor extensión, en los que las precipitaciones anuales convencionales no exceden de aproximadamente los 200 a 250 mm; están situados mayormente fuera de los límites de oscilación del cinturón ecuatorial de lluvias, en latitudes en las que soplan los vientos alisios durante todo el año.

Las regiones áridas, de acuerdo a un criterio climático, pueden dividirse en cinco tipos o formas principales de desiertos: Desiertos subtropicales, desiertos costeros fríos, desiertos creados por barreras naturales, desiertos continentales interiores y desiertos polares (Cloudsley-Thompson, 1979). Por ser de mayor importancia para el presente estudio, se describe brevemente a los siguientes desiertos:

- * **Desiertos Subtropicales;** son en gran medida resultado de cinturones semipermanentes de altas presiones en las regiones extratropicales, dentro de las cuales el aire tiende a descender desde altitudes elevadas hacia la superficie terrestre; al hacerlo, se calienta por compresión, a razón de 10°C por cada 1.000 metros, de modo que cuando llega al suelo es caliente, seco y

completamente incapaz de producir precipitaciones (Desiertos del Sahara, Sahel, Australia, Sonora, etc.).

- * **Desiertos Costeros Fríos;** como los de Atacama o Baja California, se caracterizan por la ausencia de lluvias casi por completo, pero abundan en ellos una humedad fría; la falta de precipitaciones, igual que en el caso anterior, se debe a las bajas temperatura de las corrientes oceánicas que circulan en sus proximidades (corrientes de Humboldt y de California, respectivamente), que favorecen al desarrollo de condiciones de estabilidad atmosférica.
- * **Desiertos creados por barreras naturales;** se encuentran a sotavento de formaciones montañosas, resultan del flujo de vientos que al encontrarse con estas barreras se elevan y descargan su humedad en el sector de barlovento, dando lugar a precipitaciones orográficas, descendiendo luego por el lado de sotavento como vientos desecantes.

La literatura, también menciona la variedad de desiertos existentes de acuerdo a particularidades edafoclimáticas, los cuales presentan una organización ecológica sustentada en una serie de adaptaciones por parte de los organismos que los habitan y que les permiten vivir en tales condiciones extremas. Los desiertos en general, son considerados como áreas con fuertes limitaciones para la inserción de sistemas agrícolas y/o ganaderos de producción intensiva, dada las características ecológicas y climáticas de los mismos (UN, 1977).

Definiciones y conceptos sobre la desertificación

Inicialmente había poca claridad en el empleo de la terminología con que se distingue a esta problemática, diversos autores se referían a ella, como degradación de suelos y otros como la degradación del ecosistema, debido al manejo inadecuado de los mismos o al avance de los desiertos. Por ello, en la Conferencia de la ONU en 1977, se recomienda uniformizar criterios y establecer una terminología adecuada e integradora de todos los componentes del problema. Después de esta reunión, se concreta y redefine el término Desertificación (Baumer, 1987).

Etimológicamente, se entiende por desertificación al proceso de degradación del ecosistema en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas del mundo, mediante la acción del hombre. Esta acción, está representada en la sílaba *fi* de la palabra desertificación, que proviene del latín *fieri* = hacer, obrar, producir. Entonces, la desertificación es principalmente una consecuencia del conjunto de acciones antrópicas en estas regiones, la cual se inicia principalmente, con la drástica reducción de la cobertura vegetal natural (Baumer, 1987).

Es importante, resaltar las diferencias entre las terminologías Desertificación y Desertización. Pues, éstos términos en muchos casos generan confusión dado el mal empleo de los mismos.

La desertización, se refiere al avance natural de los desiertos, no interviene la mano del hombre, sino que son fenómenos enteramente naturales, como el caso de los desiertos de China Occidental, Australia y el Sudan dado su ubicación en áreas de grandes subsidencias de la circulación general de la atmósfera y a la dinámica propia de avance de las dunas de arena (Kenneth, 1993). Del mismo modo, existen también, áreas en procesos de aridización natural, como por ejemplo, las regiones áridas de las costas centro norte de Chile, Perú y sur del Ecuador, según estudios paleoclimáticos realizados. Mientras, que la "desertificación" tiene un componente altamente antrópico y se refiere a la activación de los desiertos por efecto de una sobreexplotación de los recursos existentes en los ecosistemas áridos y semiáridos que controlan su expansión, o al paso de una condición árida a otra más árida en una determinada región, como consecuencia de estos efectos.

En este sentido la FAO/UNEP, conceptualiza a la desertificación como a una "expresión integrada de la evolución socioeconómica y de los procesos naturales o causas antrópicas que destruyen el equilibrio entre los recursos naturales (suelo, aire, agua y su expresión integrada, la vegetación), y las demandas humanas en aquellas regiones que soportan una aridez edáfica y/o climática" (Thomas & Middleton, 1995). Sin embargo, para expresar con mayor claridad esta conceptualización, la FAO (1993), en una publicación, donde señala su posición respecto a este problema, la sintetiza como sigue:

" Conjunto de procesos geológicos, climáticos, biológicos y humanos que provocan la degradación de la calidad física, química y biológica de los suelos en las zonas áridas y semiáridas del mundo, poniendo en peligro la biodiversidad y la supervivencia de las comunidades humanas"

En zonas de mayor humedad (v.g. zonas tropicales húmedas), la susceptibilidad de pérdida de la productividad biológica de los suelos, es considerada y catalogada como un riesgo de degradación y, no así, como desertificación (Baumer, 1987).

El MOPU (1990), menciona que el origen principal de la desertificación, es el hombre y sus actividades, que empobrecen los ecosistemas, llegando incluso a transformar en desiertos áreas que antes no se podían clasificar como tales. Asimismo, se señala que los procesos naturales desencadenados por las actividades humanas pueden tener a veces una dinámica propia, que persiste aún cuando desaparece el impacto que les dio origen.

La Desertificación: Enfoque Ecológico

Desde este punto de vista, la desertificación puede ser interpretada como la disminución o destrucción del potencial biológico del suelo (por drástica reducción de la masa microbiana y materia orgánica), el deterioro de la cobertura vegetal, la modificación del hábitat de la fauna silvestre, etc. que culmina con la formación de un desierto (Biswas & Biswas, 1980; Romero & Mayayo, 1992; Cardy, 1994). Según, Mortimore (1987), la desertificación es un proceso que ocurre en una escala de tiempo, de varios años o décadas, y puede ser atribuida a los cambios climáticos de periodos secos largos, a la mano del hombre que agrava los efectos de estos períodos, por si solos ya impactantes sobre la vida natural de los ecosistemas, y al comportamiento de las infrecuentes tormentas.

Por otro lado, un informe de las Naciones Unidas, señala que la desertificación, es un proceso de extensión o intensificación de las condiciones desérticas, que involucra un declinamiento en la productividad de la tierra, lo cual hace que esto sea fundamentalmente un problema humano. La desertificación, cualquiera que sea su intensidad, afecta a toda la comunidad mundial, pues, el decaimiento de la productividad agropecuaria en estas zonas tiene repercusiones incluso a nivel internacional, por la escasez de alimento que se puede generar (UN, 1977).

Hentati (1994), señala que desde la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, realizada en Estocolmo en 1972, la comunidad internacional ha tomado conciencia del serio impacto que la desertificación está ejerciendo sobre los ecosistemas, fundamentalmente en las regiones consideradas como las más pobres del mundo: las regiones áridas y semiáridas que cubren más de una cuarta parte de la superficie del planeta y albergan alrededor de un tercio de la población del mundo (v.g. Africa, India, América Latina y el Caribe, entre otros).

Cabe resaltar que estos ecosistemas áridos, son notables por su diversidad genética, tanto vegetal como animal. Albergan por otro lado, una amplia gama de adaptaciones biológicas, aún mayor que la de las selvas pluviales. Esta riqueza genética y sus adaptaciones a las condiciones ambientales "marginales" de estas áreas, se pueden constituir en beneficios numerosos para el hombre, tanto en la actualidad como en el futuro (Goodall, 1976; PNUD, 1995).

La Sequía y la Desertificación

Se entiende por sequía en este contexto al fenómeno que se produce naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un agudo desequilibrio hídrico, que perjudica a los sistemas productivos introducidos y al ecosistema en general. Es un fenómeno complejo que involucra aspectos climáticos, hidrológicos, ambientales y sociales (Kenneth, 1993; Hartmann, 1994). Existen numerosos trabajos que la conceptualizan según sus características particulares y las ramas científicas que la abordan.

La sequía aunada a las actividades antrópicas, es un factor importante en la activación o intensificación de los procesos de desertificación, así como del avance natural de los desiertos. Suele ser descrita simplemente como una condición ambiental negativa, tanto para el hombre como para los animales y las plantas.

Es un fenómeno que se presenta en periodos cortos y recurrentes (cada 8-10 años), o en ciclos más largos pudiendo durar de 50 a 200 años. En Sudamérica este aspecto es generado principalmente, por los eventos ENSO (El Niño-Southern Oscillation); y, puede estar acompañada por la presencia de vientos desecantes.

La sequía, al igual que la desertificación, puede tener efectos desastrosos sobre los recursos naturales y los agrosistemas insertos, restringiendo o limitando, además, a los sistemas sociales y económicos existentes (Enabor, 1987; García 1988a). Así, los mismos autores mencionan una serie de efectos ecológicos, como sociales y económicos que son productos de la sequía, por ejemplo, pérdida de biomasa aérea de la cobertura vegetal, escasez de forrajes, disminución de la producción de los cultivos, mortandad de animales, escasez de agua para consumo, favorecimiento de los procesos erosivos, migraciones humanas, desnutrición y hambre generalizada en la población, y desequilibrio en el mercado alimentario, con los consecuentes efectos en la magra economía de los países involucrados, que pueden desencadenar incluso conflictos entre países, tal como se pudo observar en el continente Africano.

Según los trabajos, de Torres (1976), Gandia & Melia (1993), Hurtado (1993), Kenneth (1993), Heras (1994), Thomas & Middleton (1995) y Michel (1996), entre otros, se reconocen diferentes tipos de sequías, conforme al enfoque de estudio que se le dé, por ejemplo, sequía permanente, sequía contingente, sequía atmosférica, sequía agrícola, sequía ecológica, etc.

Procesos de Desertificación

CONAZA & SEDESO, 1994 y Ortiz et al, 1994, describen la desertificación como un fenómeno que está constituido por componentes sociales, económicos, físicos, biológicos y climáticos que lo hacen complejo. Su activación y desarrollo, según los factores que intervienen en la misma, puede ser lento o acelerado y se manifiesta en procesos con distintos niveles de importancia, así tenemos:

- **Procesos primarios;** como ser, la degradación de la cobertura vegetal, la erosión hídrica y/o eólica, y la salinización o sodificación. Los mismos se manifiestan de acuerdo a las características del medio y el impacto antrópico. Subordinados a ellos están los procesos secundarios.
- **Procesos secundarios;** corresponden a la degradación física del suelo, como ser, compactación, encostramiento y afloramiento de horizontes subsuperficiales; a su

degradación biológica o disminución y pérdida de materia orgánica; y a la degradación química que se manifiesta por la pérdida de nutrientes o fertilidad y la concentración de sustancias tóxicas.

Riquier (1978), citado por Baumer (1987), ya identifica estos procesos de desertificación en trabajos realizados en el Africa. Por otro lado, Duek (1982), Ortiz *et al* (1994) y Thomas & Middleton (1995), ratifican a los mismos.

Factores de la Desertificación

Los procesos de desertificación, se inician debido a la acción de diversos factores, tanto antrópicos como naturales que inciden en un ecosistema "marginal" dado, pudiendo generar una situación insostenible del mismo. Por ejemplo, en la Figura 2.1, se esquematiza a los principales factores responsables del avance del desierto en Kenya.

Los principales factores que inducen a la desertificación se resumen en los siguientes aspectos:

- 1) Manejo inadecuado de los recursos naturales (suelo, agua, energía, flora y fauna);
- 2) Presión excesiva del uso de la tierra (sobrepastoreo, labranza de tierras "marginales", inapropiada irrigación).

También son importantes los factores no climáticos, como la formación geológica, la estructura o textura del suelo, la topografía y los tipos de vegetación presentes. Ante todo, el mayor riesgo de desertificación está en función de la presión de uso de la tierra, debido a implicaciones de carácter económico y social, el pastoreo, las actividades agrícolas cuando es mecanizada y la sobrepoblación humana como en el caso de algunos países africanos (UN, 1977).

Biswas & Biswas (1980) y Romero & Mayayo (1992), concluyen que las causas de la desertificación, son tanto de origen natural, como, humano; y, hacen una descripción detallada de las mismas, coincidiendo en varios puntos con otros autores.

Baumer (1987), explica que la desertificación comienza generalmente con la extensión incontrolada de los cultivos en zonas con una ecología frágil y suelos pobres, no convenientes para una agricultura dadivosa con rendimientos sostenidos; así también, por el crecimiento del pastoreo, o por el uso combinado de ambos. Esta ampliación de los cultivos implica:

- Una rápida pérdida de fertilidad del suelo, que obliga a practicar una agricultura itinerante.
- La erosión del suelo, principalmente por el viento, debido a que los cultivos no son una protección permanente, como lo es, la cobertura vegetal natural del lugar.
- La reducción de las zonas de pastoreo, que provoca una mayor concentración de ganado por unidad de área e implica el sobrepastoreo.

También cabe resaltar la diferencia que hace Baumer (1987), entre la degradación de los suelos y la desertificación, pues, a pesar de que ambas se pueden generar por los mismos factores (Climáticos, pedológicos, topográficos o humanos), éstas presentan diferencias importantes. Así, tenemos que la primera no es un proceso continuo, puede ocurrir durante periodos relativamente cortos, es reversible y se pueden presentar bajo cualquier condición climática; en cambio, la desertificación es un proceso continuo, se produce en periodos que pueden ser largos, se torna irreversible rápidamente, y no se produce más que en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas. Sin embargo, cuando la degradación de las aptitudes del suelo se torna continua, se puede concluir en la desertificación (esta afirmación no involucra a las zonas húmedas).

Finalmente, Ortiz et al (1994), indican como factores importantes que inciden directa o indirectamente sobre la desertificación a los siguientes: Falta de concientización, uso irracional de los recursos, sobrepoblación, mal uso del suelo, introducción de tecnologías inadecuadas, presiones socioeconómicas y políticas, y tradiciones culturales adoptadas, por parte de las comunidades antrópicas que habitan en las regiones secas del mundo. La mala distribución de tierras, al igual que la indigencia, son también factores iniciales importantes.

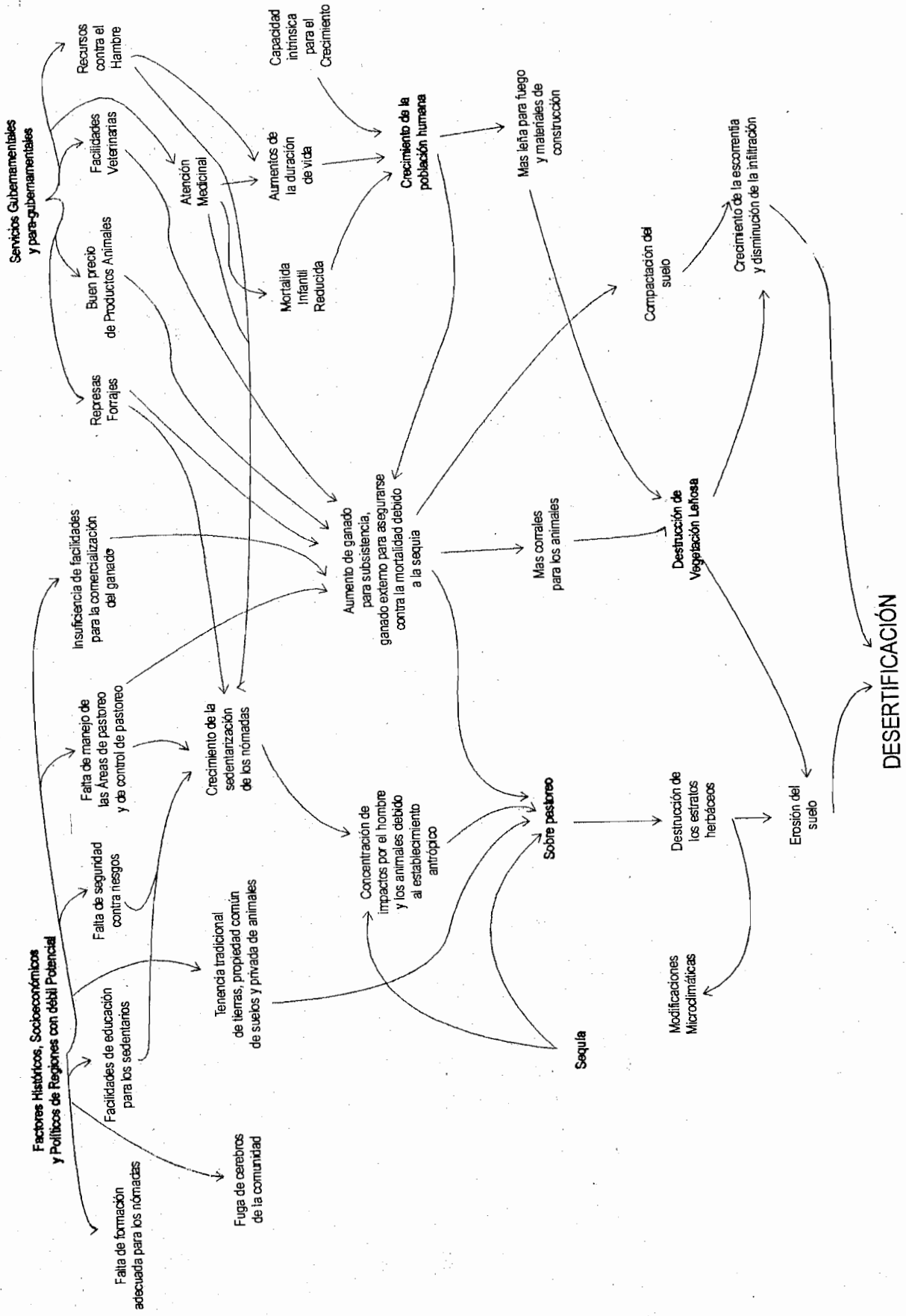


Figura 2 1 . Factores responsables del avance del desierto en Kenya (Extraido de Lamprey, 1978) .

Indicadores de Desertificación

Baumer (1987), Mortimore (1987) y Thomas & Middleton (1995), señalan como indicadores del inicio de los procesos de desertificación a los siguientes parámetros fácilmente observables:

- * Desaparición o degradación permanente de la vegetación.
- * Señales de erosión del suelo por el viento.
- * Formación de dunas o su reactivación.
- * Deseccación de los perfiles del suelo.
- * Disminución del nivel de aguas subterráneas.
- * La salinización de los suelos bajo irrigación, por el inadecuado sistema de drenaje.
- * Presencia de cárcavas y "bad lands", producto de la erosión hídrica.
- * La disminución de la productividad biológica del suelo (microorganismos y materia orgánica), que puede ser observada a través de cambios en el mismo y en la vegetación.
- * El deterioro del estatus de los nutrientes del suelo.
- * La sustitución de pasturas palatables por no palatables.
- * La deforestación, la cual puede o no, contribuir directamente con la desertificación en el estricto sentido.
- * Reducción permanente de los rendimientos de las cosechas.
- * Fracasos culturales cada vez más numerosos.

- * Perjuicios a los cultivos por el viento, que excava las raíces o hiere el follaje.
- * Ablación de la capa superficial del suelo y generación de tormentas de polvo.
- * Dificultad de la reimplantación de sistemas tradicionales que funcionaban bien bajo los planes económicos y sociales anteriores.
- * Crisis dentro - energética.
- * Condiciones de vida más duras para el hombre, las plantas y los animales.

Hasta el presente el hombre es responsable de la desertificación de un área similar a la de la superficie de la China. Se calcula que desde 1982 hasta 1990, la cantidad de tierras transformadas en desiertos ha pasado de un 9.4% a un 25%. Se considera que el desierto del Sahara, además de los procesos naturales de desertización, también es, producto del sobrepastoreo, la mala irrigación, la deforestación y la transhumancia; y, la expansión del mismo sigue de manera acelerada. Este proceso, es también, responsable de la hambruna que hoy en día vive esa parte de África (Lamprey, 1978; Baumer, 1987; Romero & Mayo, 1992).

Los mismos autores también mencionan de que se cree que cada año entre 50.000 y 70.000 km² de tierras fértiles dejan de ser productivas, principalmente debido a la desertificación.

Presentan como efectos más importantes de la desertificación a los siguientes:

- 1) La reducción de la capacidad del mundo de producir alimentos, causando por ende, desbalances en los mercados y reservas internacionales de los mismos.
- 2) Migraciones humanas masivas con sus correspondientes repercusiones sociales, políticas y económicas.
- 3) El incremento de tormentas de arena que llevan a la circulación global de masas de aire, cantidades adicionales de partículas cuyo impacto en el clima global aún se desconoce.
- 4) La pérdida de biodiversidad.

Finalmente, el PNUD (1995), señala que en el mundo, más de 900 millones de personas viven bajo la amenaza de la desertificación y la sequía. Desde 1950, el 11% de la superficie con vegetación del planeta (aproximadamente 1200 millones de hectáreas) ha sufrido una degradación de la tierra que va de moderada a extrema. El daño a un nivel del 75%, ha ocurrido en las tierras secas que cubren un tercio de la superficie terrestre del mundo y están distribuidas en todos los continentes. Actualmente, el 70% de estas tierras secas presenta degradación en alguna medida.

A pesar de la implementación de algunas medidas de lucha contra la desertificación en los países afectados, ésta continua avanzando a paso acelerado. Durante los años '90, se perderá más tierra debido a la degradación que durante el periodo 1960-1980 (PNUD, 1995).

EL ALTIPLANO SUR

¿UN ECOSISTEMA RESILIENTE?

El Altiplano en Bolivia ocupa una superficie de 178.662 Km² (16.37% del territorio nacional), se subdivide en tres regiones con características ecológicas y físicas particulares (clima, vegetación y suelos), ellas son: Altiplano Norte con 13.600 Km², Altiplano Central con 91.079 Km² y Altiplano Sur con 73.983 Km².

El Altiplano Sur, se encuentra ubicado al sudoeste del país, en el Departamento de Potosí (19°-21°LS y 66°-69°LW), y corresponde al 62.58% de la superficie del mismo (Figura 3.1).

El Altiplano Sur, constituye una unidad ecológica, con particularidades físico-ambientales propias, dada sus características de génesis que lo conformaron (origen volcánico, relictos de un antiguo mar, influencia anticiclónica e influencia altitudinal, entre otros factores, que determinó por otro lado, la presencia de las formas de vida actuales), donde además, se han instalado sistemas artificiales. La reducción de precipitaciones constituye la diferencia más importante respecto al Altiplano Central y Norte (de aproximadamente una media anual de 850 en el Norte a 50 mm en el Sur).

Dada la gran extensión del Altiplano Sur, en el presente capítulo solo nos abocamos a caracterizar, a manera de introducción, el marco regional del sistema donde fueron ubicadas nuestras áreas de estudio. Sin embargo, debido a la homogeneidad general de la región y la distribución de nuestras comunidades campesinas de estudio, en los márgenes Este, Oeste y Sur del Salar de Uyuni, mucha de la información presentada, se puede generalizar para todo el Altiplano Sur.

El siguiente acápite (La Dimensión Ambiental), de acuerdo al enfoque de sistemas complejos que se le dá a la investigación, corresponde a un componente del sistema general de estudio, el Subsistema Físico o Natural, el cual es presentado como el espacio geográfico, donde inciden tecnologías de explotación introducidas en los últimos 25 años, resaltando o deduciendo, por otra parte, las limitaciones que restringen su excesivo uso.

Dimensión Ambiental (subsistema físico o natural)

Aspectos Físicos

Geología

La caracterización geológica se realiza en base a diversos trabajos regionales, tales como los de, Ballivian & Risacher (1981) que enfocan sus estudios hacia la geología y génesis del salar de Uyuni, valorizándolo desde un punto de vista económico y sus potencialidades; el proyecto ERTS-GEOBOL (1982) que constituye una de las fuentes más importantes de información sobre la geología de la región, dado los estudios realizados durante muchos años, inicialmente con fines mineralógicos y luego petroleros. Montes de Oca (1989), así como, el Mapa Geológico del Dpto. de Potosí (GEOBOL, 1990), presentan una introducción de la geología del Altiplano Sur muy generalizada, dado la escala en la que trabajan. Finalmente, Claire-Pereira et al (1991), presentan trabajos hidrogeológicos del Departamento, proporcionando información importante sobre los reservorios o acuíferos existentes en esta región.

Estratigráficamente, según la información de ERTS-GEOBOL (1982), en el marco regional del presente estudio, se evidencia la presencia del Paleozoico, el Mesozoico y el Cenozoico, representados respectivamente por el Silúrico, el Cretácico y, el Terciario y Cuaternario (Figuras 3.2, 3.3 y 3.4), cada periodo presenta subdivisiones que denotan una heterogeneidad a meso y microescala.

A continuación se describen sucintamente los periodos, resaltando los elementos rocosos de mayor susceptibilidad a la meteorización física, que los constituyen. Por ser éstos, factores importantes en la generación de la degradación del medio, por los procesos erosivos principalmente.

Silúrico (S): Se encuentra distribuido principalmente hacia el sector de la Cordillera Oriental, en la región Altiplánica existen sólo algunos afloramientos, como por ejemplo, en el cerro Cosuña (Figura 3.2). Esta constituido por diamictitas, lutitas y areniscas.

Cretácico (K): Corresponde a rocas sedimentarias o sedimentos clásticos, constituidos por conglomerados, areniscas calcáreas y calizas con intercalaciones de arcillitas y margas o areniscas y limolitas. El mismo, al igual que el Silúrico, se encuentra solo distribuido hacia la Cordillera Oriental (Figura 3.2).

Terciario (T): La secuencia litológica del sistema Terciario corresponde en su mayor parte a unidades de facies continentales y efusiones de rocas ígneas, asimismo dentro de este sistema se considera a los cuerpos intrusivos. Se encuentra distribuido principalmente hacia la Cordillera Occidental y Oriental, áreas de mayor actividad volcánica en el pasado (Figuras 3.2 y 3.4), en la región altiplánica se lo observa asociado con la presencia de antiguos volcanes (Figura 3.3).

Los materiales efusivos corresponden a sedimentos clásticos (T), materiales piroclásticos (tev), lavas andesíticas (TL) e ignimbritas (Tig).

Cuaternario (Q): Corresponde al período mejor representado y de mayor extensión en la región. Se distribuye principalmente en los sectores deposicionales de la Cordillera Occidental, Oriental y el Altiplano en general.

Está constituido por los depósitos aluviales (Qa), depósitos fluviolacustres (Qfl), depósitos coluvio-fluviales ((Qcf), depósitos de abanicos aluviales (Qaa), los salares (Qs), los estratos volcánicos (Qev), las calizas lago Minchin (Qc), y lavas andesíticas y dacíticas (QL) (Figuras 3.2, 3.3 y 3,4).

Cabe resaltar la presencia de las siguientes unidades:

Calizas Minchin: relictos de rocas calcáreas de origen orgánico procedentes del antiguo lago Minchin. Se observan principalmente en los bordes del salar de Uyuni o áreas aledañas.

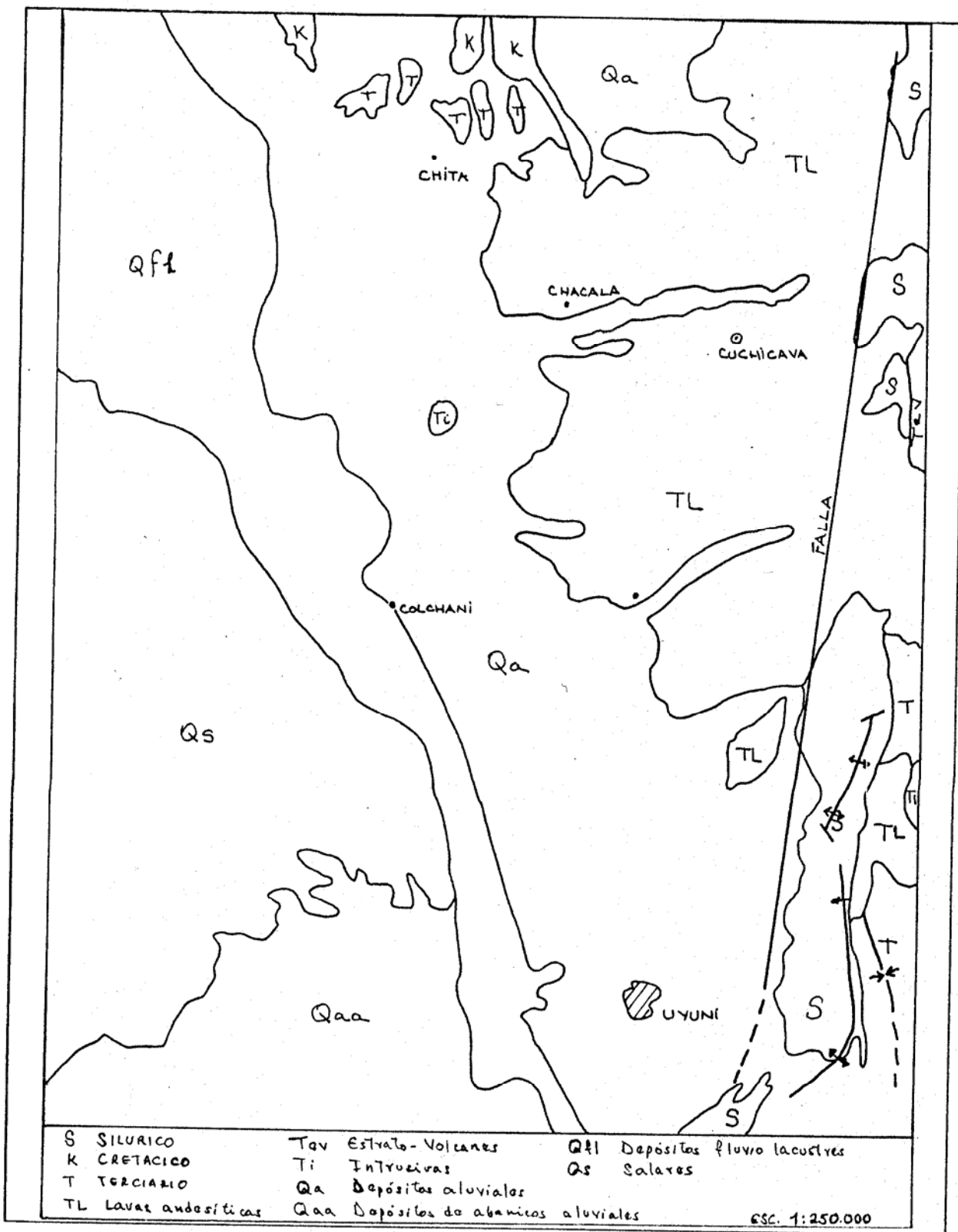


Figura 3.2: Mapa Geológico del Area integrada de Chacala.

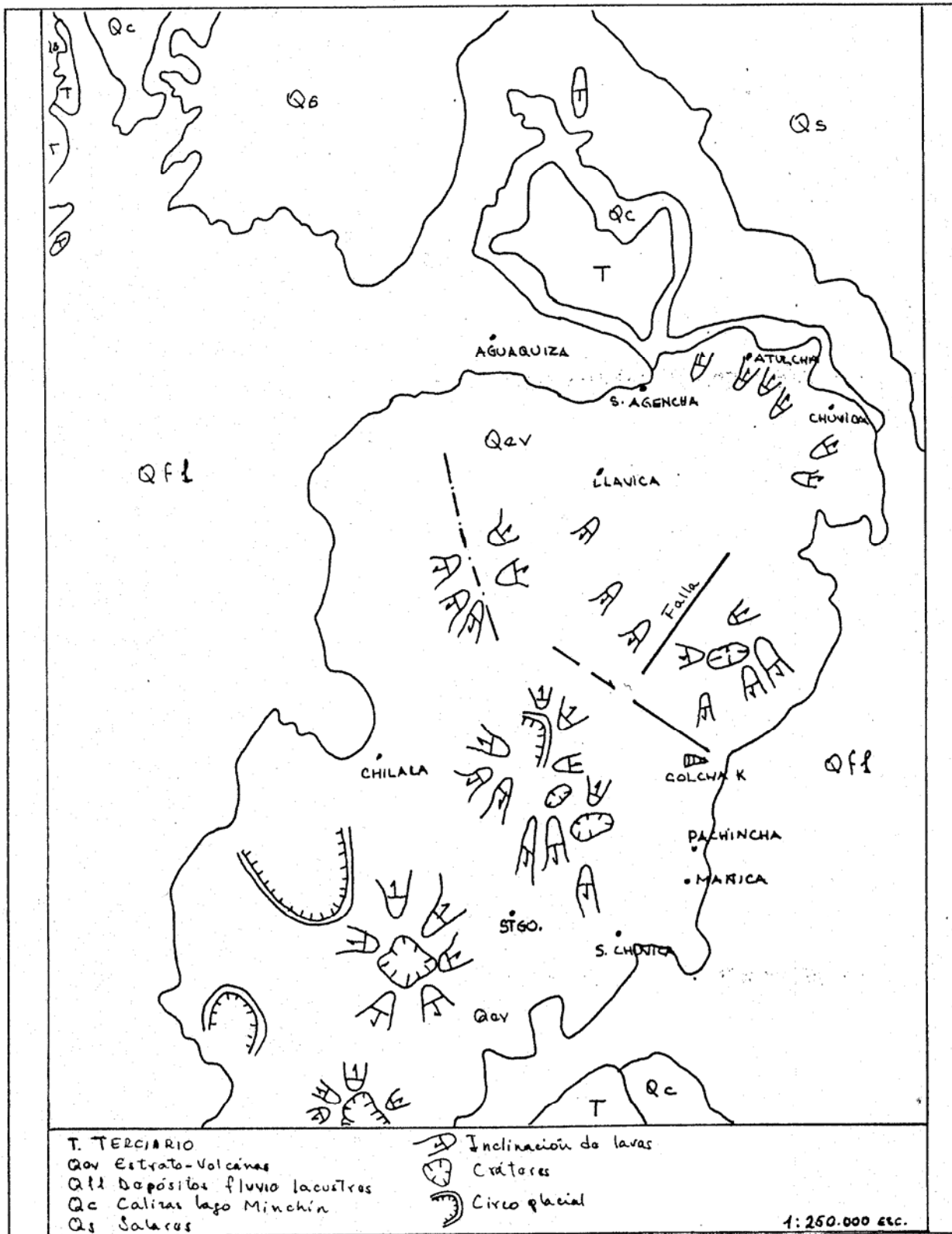


Figura 3.3: Mapa Geológico del Area integrada de Mañica.

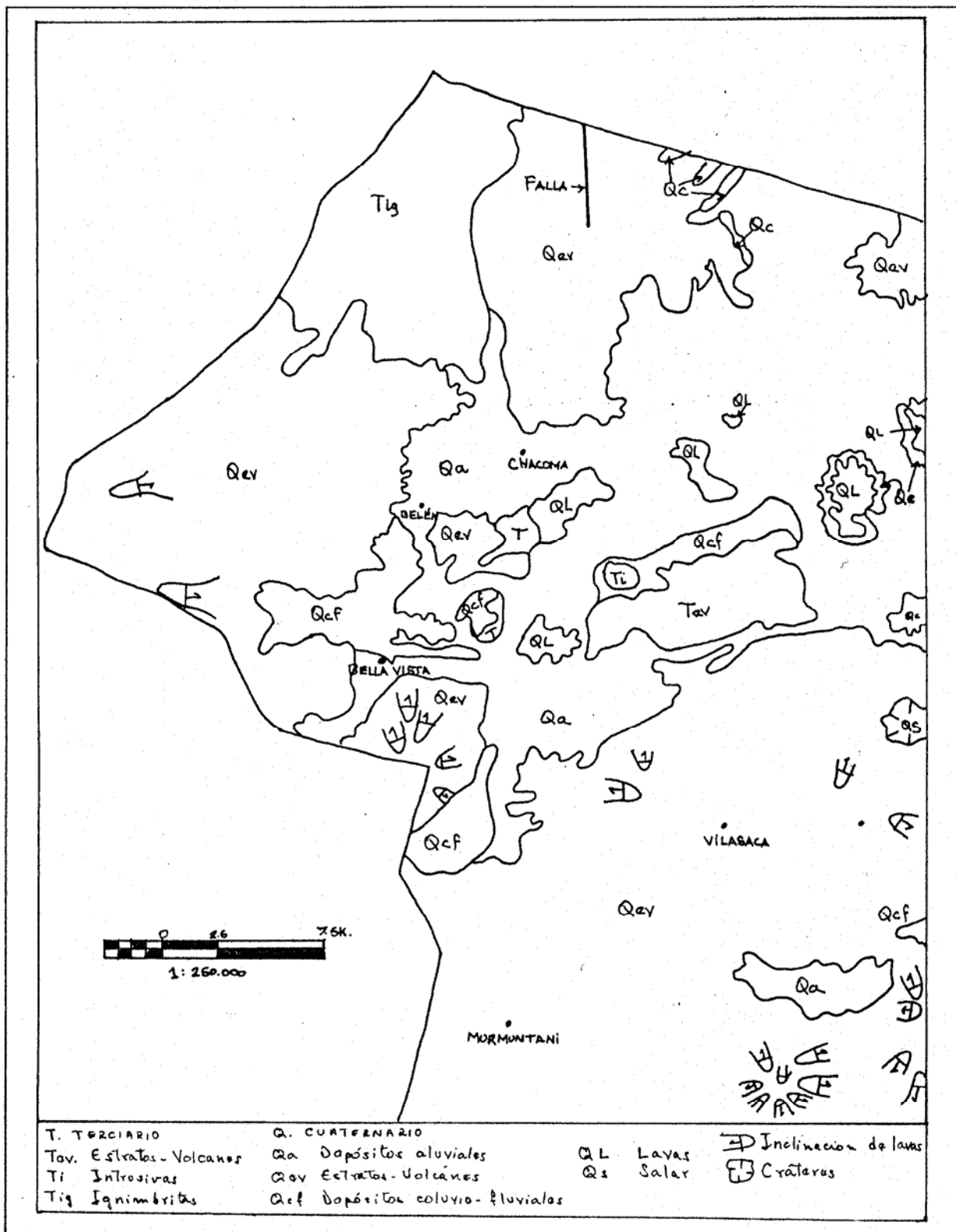


Figura 3.4: Mapa Geológico del Area integrada de Bella Vista

Sedimentos Cuaternarios no consolidados: estos sedimentos están constituidos por, depósitos de grava, arenas, arcillas, limos, tilitas, sal y lentes de turba lignítica. Se encuentran ampliamente distribuidos en toda la unidad altiplánica.

Las características litológicas, principalmente del Cuaternario, constituye un factor importante en los procesos erosivos, tanto eólico como hídrico. Por ejemplo, sedimentos no consolidados predominantes en las llanuras aluviales y llanuras eólicas entre otras formaciones deposicionales, así como, las calizas, las lavas andesíticas y dacíticas, areniscas, rocas ignimbritas, etc., se caracterizan por su alta susceptibilidad a los procesos de desertificación anteriormente indicados. Por otro lado, también juega un papel importante la acción de los cambios de temperatura durante la noche y el día en los procesos de geliflucción, que disgrega el material rocoso exponiéndolo principalmente a la acción de la erosión eólica.

Fisiografía y Suelos

Se toma como base para la descripción los informes del proyecto ERTS-GEOBOL (1982), pues este material constituye el más completo para la región. Esta información se complementa con el trabajo de campo y los resultados de los análisis de laboratorio realizados a los suelos de las áreas estudiadas. Por otro lado se consultan los informes del IBTA y del proyecto CIID-CANADA.

La variabilidad de algunos parámetros empleados en la descripción de las características paisajísticas, se presentan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1: Algunos parámetros empleados en la descripción del paisaje.

PROFUNDIDAD DE LOS SUELOS (cm)		PENDIENTE (°)	
Muy poco profundos	0 - 30	Llano a casi llano	0 - 2
Poco profundos	30 - 60	Suavemente inclinado	2 - 6
Moderadamente profundos	60 - 90	Inclinado	6 - 13
Profundos	90 - 150	Moderadamente escarpado	13 - 25
Muy profundos	> a 150	Escarpado	25 - 55
		Muy escarpado	> a 55

Continuación...

pH		SUBCLASES DE LA CAPACIDAD DE USO	
Fuertemente alcalina	> 8.0	s	Limitación por suelo
Moderadamente alcalina	7.6 - 8.0	t	Limitación por topografía
Suavemente alcalina	7.1 - 7.5	e	Limitación por erosión
Neutra	6.6 - 7.0	c	Limitación por clima
Suavemente ácida	6.0 - 6.5	h	Limitación por humedad
Moderadamente ácida	5.3 - 5.9		
Fuertemente ácida	4.5 - 5.2		
Muy fuertemente ácida	< 4.5		

FUENTE: ERTS-GEOBOL (1982)

Se distinguen las siguientes unidades fisiográficas (Figuras 3.5, 3.6 y 3.7):

Cordillera Occidental o región volcánica (V)

Presenta un paisaje volcánico ondulado y caracterizado por elevaciones y planicies escalonadas, con picos que se aproximan a los 6000 m *snm*. Esta unidad no forma una cordillera como tal, dada su discontinuidad, sino, que presenta franjas montañosas cortas, sobre una meseta con altitudes que varían entre los 3670 y 4600 m *snm*. Se encuentra a lo largo de la frontera entre Bolivia y Chile, no obstante, se observan penetraciones hacia el interior del altiplano (sector Este), por ejemplo, la Cordillera de Lipez (Figuras 3.5 y 3.6).

Se visualizan los siguientes paisajes y características edafológicas:

Paisaje de Conos, Domos y Flujos de Lava (V.1.1); Está formado por suelos muy poco a poco profundos, en pendientes inclinadas a escarpadas, presentan colores pardo y son de textura arenosa, franco arenosa y franco arcillosa con presencia de grava. Se puede observar también abundante material rocoso de origen volcánico en la superficie. Taxonomía: *Orthents* y capacidad de uso, VIIc y VIIIcste.

Mesetas de Lava (V.2.1); Formado por suelos, en pendientes suavemente inclinadas a inclinadas, son muy poco a poco profundos, colores pardo rojizo y pardo amarillentos, y de texturas franco arenosos a arenosos franco. Dominan los afloramientos de lava. Taxonomía: *Orthents* y capacidad de uso, VIIc y VIIIcs.

Llanura Aluvial y Piedemonte; Se distinguen dos subunidades, la primera (V.3.1), presenta suelos poco a moderadamente profundos, en pendientes suavemente inclinadas a inclinadas, son de colores pardos a pardo rojizos, y textura franco arenosos, francos y franco arcillo arenosos, con grava. Presentan reacción neutra a fuertemente alcalina. Taxonomía: *Ochrepts* y *Psamments*, y capacidad de uso, VI y VIIcs.

La subunidad V.3.2, presenta suelos poco profundos a profundos, en pendientes llanas, son de colores pardo grises a gris verdes, pobremente drenados, textura franco limosos a arcillo limosos. Se hallan afectados por el alto contenido de sodio y sales. Presentan reacción fuertemente alcalina. Taxonomía: *Argids* y *Orthids*, y capacidad de uso, VIIcs.

Altiplano (A)

Presenta esencialmente un relieve plano, a veces interrumpido por serranías aisladas o por estructuras volcánicas que aparecen como formas positivas. Es importante en esta unidad la presencia de salares de gran magnitud (Salar de Uyuni), y de rocas calcáreas. Esta limitada por el Macizo de los Andes al Este y el Complejo Volcánico Occidental por el Oeste.

Esta planicie altiplánica es de origen lacustre (producto de los antiguos lagos cuyas secuencias geológicas son el Ballivian, Minchin y Tauca). Entre los agentes geomórficos que han intervenido en la modelación del relieve, tenemos a los endógenos (actividad volcánica intensa de los últimos periodos geológicos) y exógenos (procesos erosivos y acción glacial pleistocénica).

Se observan los siguientes paisajes y características edafológicas (Figuras 3.5 y 3.6):

Paisaje de Serranías (A.2.1); Los suelos se encuentran en pendientes escarpadas a suavemente inclinadas con afloramientos rocosos, son muy poco profundos a profundos, de colores rojo amarillentos y pardo rojizos. Presentan una textura franco y franco limosos, con gravas en la superficie y en profundidad. Reacción ligera a fuertemente alcalina. Taxonomía: *Orthents* y *Andepts* y capacidad de uso, VII-VIIIstec y VIc.

Llanura Aluvial y Piedemonte; Se distinguen tres subunidades, la primera (A.4.2), formada por suelos muy poco profundos a poco profundos, en pendientes suavemente inclinadas; son de

color pardo amarillentos y de textura franco arenosos, franco arcillo arenosos a francos. Presentan abundante grava y piedras en la superficie y en profundidad, tienen un pH neutro a alcalino. Taxonomía: *Orthids* y *Ochrepts* y capacidad de uso, VII-VIIIhsc y VIc.

La segunda subunidad (A.4.3), presenta suelos moderadamente profundos a profundos, se encuentran en pendientes casi planas a inclinadas, están afectados por la presencia de sales. Tienen colores pardos y una textura franco arenosos a arcillosos; reacción fuertemente alcalina. Taxonomía: *Argids*, *Orthids* y *Orthents*, y capacidad de uso, VIIsc y VIIIsc.

Y la tercera subunidad (A.4.4), esta formado por suelos sobre pendientes planas a casi planas, de características poco a moderadamente profundos; son de colores pardo oscuros a pardo grisáceos, y franco arenosos a areno francosos, con grava. Taxonomía: *Orthents* y *Psamments*, y capacidad de uso, VI-VIIcs.

Cordillera Oriental (C)

Presenta una topografía con mayor disección, la cadena montañosa es continua, y en el sector corresponde a las últimas estribaciones de la Cordillera de los Frailes (Figura 3.5).

La delimitación de esta unidad no es muy clara, debido a la presencia de un amplio piedemonte entre la misma y el Altiplano, el cual según los informes del proyecto ERTS-GEOBOL (1982), es producto de procesos de denudación a partir de la primera. No obstante, otros autores consideran que el piedemonte es parte de los depósitos de materiales cuaternarios, constituyentes del Altiplano, por lo cual, el piedemonte correspondería a esa unidad morfoestructural (Montes de Oca, 1989; Claire-Pereira et al, 1991).

Se observan los siguientes paisajes y características edafológicas:

Paisaje de Conos y Mesetas de Lava; Presenta dos subunidades, la primera (C.4.1), constituida por suelos muy poco profundos a muy profundos, en pendientes escarpadas a suavemente inclinadas, son de colores pardo oscuros a pardo amarillentos y pardo rojizos, y tienen una textura franco arenosos, francos a franco arcillo arenosos, con gravas en la superficie y en profundidad. Reacción suavemente ácida a

fuertemente alcalina. Taxonomía: *Orthents*, *Psamments* y *Fluvents*, y capacidad de uso, VII-VIIstce, VIIIsce y Vice.

La subunidad (C.4.2), esta formada por suelos en pendientes inclinadas a muy escarpadas, con afloramientos de material volcánico. Son superficiales a profundos, colores pardo grisáceo a pardo pálido, textura franco arenosos, francos y franco arcillo arenosos. Reacción neutra a fuertemente alcalina. Taxonomía: *Orthents* y *Andepts*, y capacidad de uso VIIc y VIIIs.

Hidrografía

Sobre los recursos hídricos de la región, la información existente es muy escasa, no dando mayores luces que la información registrada en campo durante la presente investigación. Para una mayor complementación, se emplean los mapas topográficos del Instituto Geográfico Militar.

El área pertenece a la cuenca endorreica del Altiplano Sur, particularmente a las subcuencas del Salar de Uyuni y del Salar de Coipasa (Montes de Oca, 1989; CORDEPO, 1990; Claire-Pereira et al, 1991).

Los principales afluentes del Salar de Uyuni son los ríos Grande, Colcha K, Salado y Cosuña, entre otros, que mayormente son estiales, cuyo aporte solamente es en la época de lluvia. El río Cancosa dentro el área de estudio es el principal afluente al Salar de Coipasa.

Los ríos permanentes que surcan el área son pocos, tienen un curso corto y muchos de ellos no llegan a su desembocadura final, pues, se infiltran debido a los suelos arenosos. Sin embargo, los cursos estiales son abundantes y el aporte en el periodo lluvioso, es importante en la acumulación de agua en los salares.

En los sectores donde es posible, se aprovechan estos recursos hídricos para la implementación de cultivos con riego. No obstante, en general hay riesgo de que las aguas sean salobres y originen problemas de salinidad en las áreas de cultivo.

La presencia de la napa freática, se estima en una profundidad de 2 a 8 metros (Claire-Pereira et al, 1991).

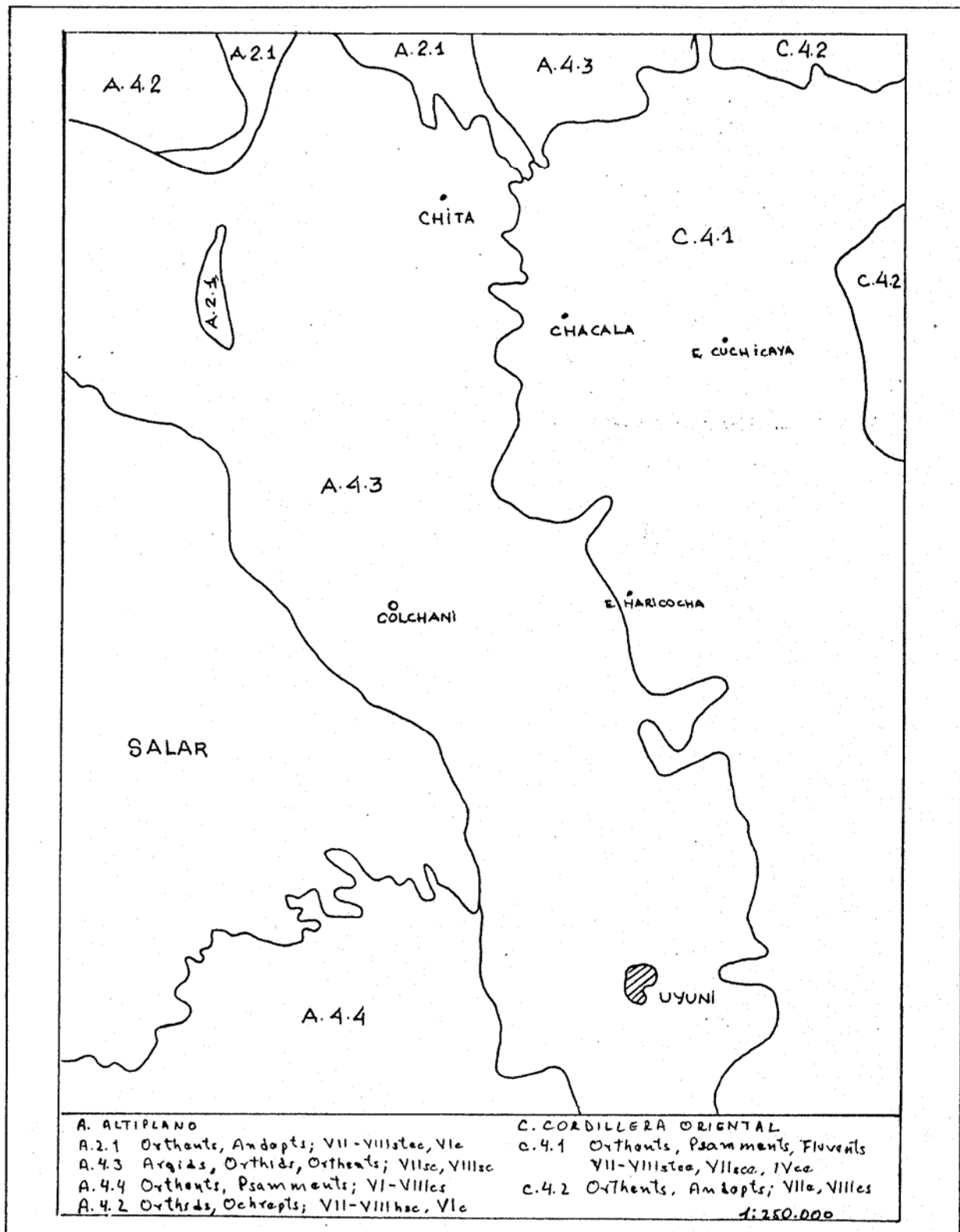


Figura 3.5: Mapa, Fisiografía y Suelos Area integrada de Chacala.

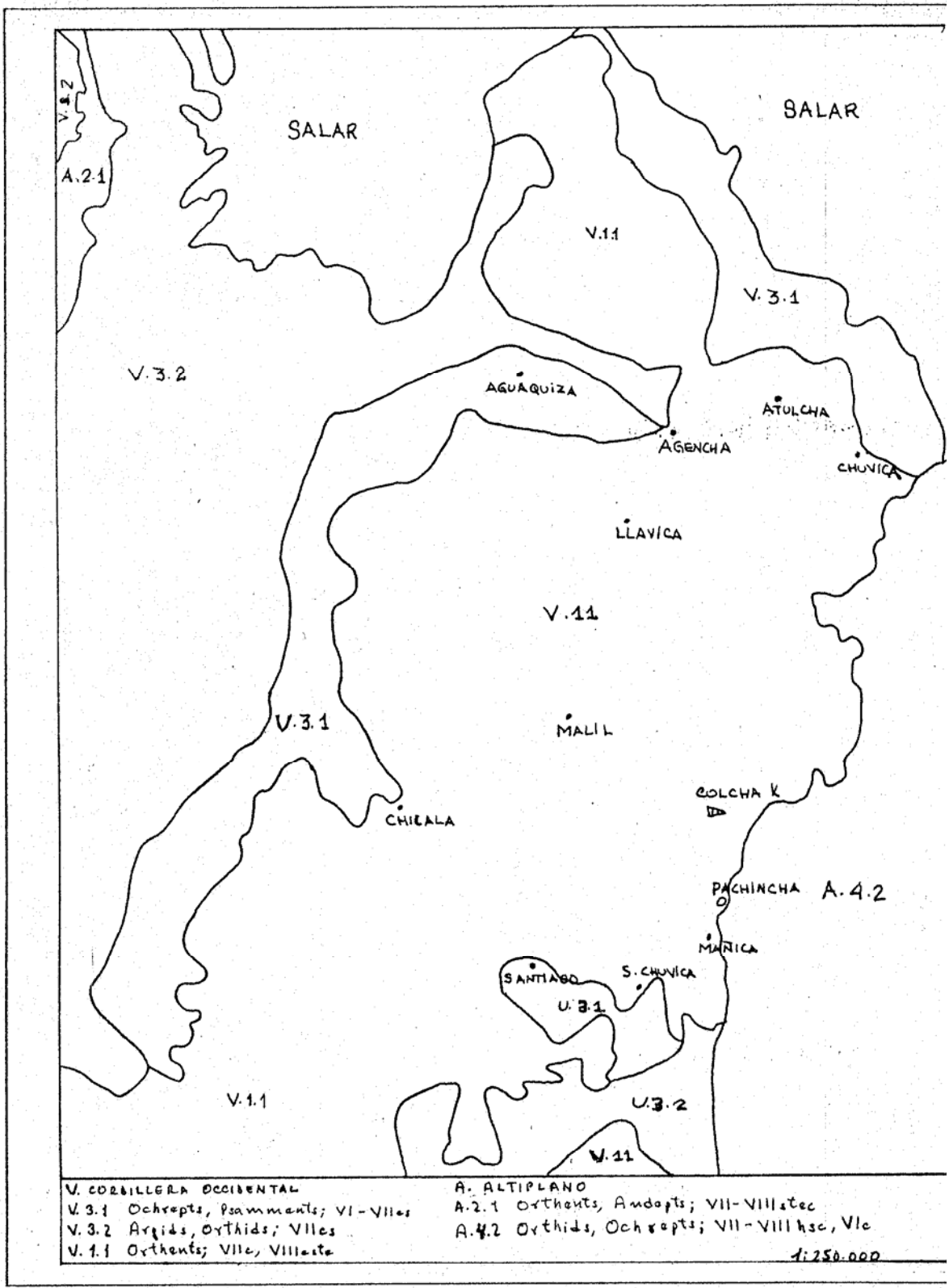


Figura 3.6: Mapa, Fisiografía y Suelos Area integrada de Mañica

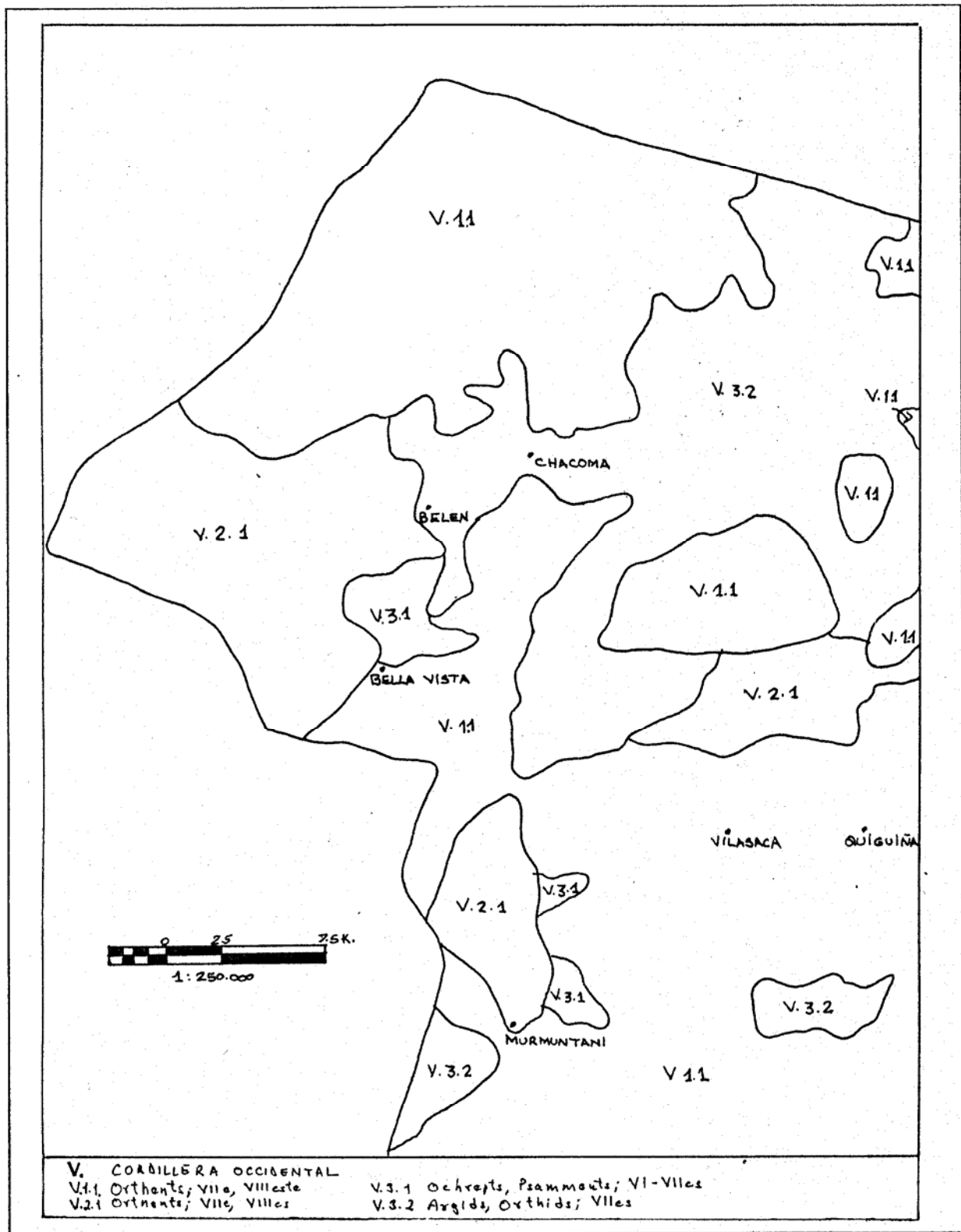


Figura 3.7: Mapa Fisiografía y Suelos Area integrada Bella Vista.

La presencia de vertientes de agua dulce es importante en el área, pues, el consumo humano depende íntegramente de ellas. Actualmente se está aprovechando con mayor intensidad este recurso en programas de microriego, además, que todos los asentamientos humanos en la región han dependido de la presencia de ellas.

Recursos hídricos subterráneos

La presencia de estos recursos hídricos depende de las condiciones geológicas, morfotectónicas y estructurales de las diferentes formaciones, así como, del aporte real de agua por las precipitaciones (Claure-Pereira et al, 1991; Pourrut & Covarrubias, 1995). Es decir, de la capacidad de almacenamiento y recarga periódica a partir de aguas pluviales o escorrentía proveniente de zonas altas.

Un aspecto importante para la verificación de la existencia de acuíferos, es la caracterización hidrogeológica a partir de sus condicionantes, lo cual nos permite inferir, los distintos grados y tipos de permeabilidad, como, porosidad derivada de la litología, microfracturamientos y macrofallamientos (Pourrut & Covarrubias, 1995).

En los trabajos realizados por Claure-Pereira et al (1991), sobre los recursos hídricos subterráneos del Departamento de Potosí, se presenta una caracterización sobre estos aspectos. Según estos autores, todas las formaciones geológicas rocosas, excepto las mesozoicas, presentan una permeabilidad primaria muy baja. Estas formaciones no pueden constituirse en depósitos interesantes de agua, a no ser que los fenómenos orogénicos hayan deformado y fracturado el macizo en alto grado, dando origen a zonas con permeabilidades altas. Las formaciones rocosas pueden ser depósitos considerables de agua cuando presentan fisuras permeables originadas por los movimientos de plegamiento y rotura. Estos depósitos coinciden, generalmente, con sinclinales de dimensiones grandes y afectados por un fracturamiento intenso.

Las formaciones Holocenas y Pleistocenas son las más aptas para constituirse en zonas con un alto potencial hidrogeológico. En estas formaciones están incluidas también, los estrato-volcanes y las ignimbritas, que se caracterizan por presentar almacenamientos de acuíferos importantes. Esta aptitud, se debe al estado de fracturamiento y la estructura esponjosa de los estrato-volcanes, así como, al

fracturamiento con fisuras permeables de las ignimbritas, que les da esta capacidad de almacenaje.

En la Figura 3.8, extraído de Claure-Pereira et al, (1991), se muestran las zonas con acuíferos importantes en el Dpto. de Potosí. Las mismas han sido clasificadas de acuerdo a la manifestación superficial en: Acuíferos con Manantiales (M) y Acuíferos con pozos (P). Como se puede ver en el mapa, los acuíferos con Manantiales, en la región del Altiplano Sur, están asociados a formaciones montañosas principalmente del Terciario y del Cuaternario en menor proporción, sin embargo, los acuíferos con Pozos, lo están a las formaciones deposicionales Cuaternarias.

Clima

Las características climáticas regionales, tienen un comportamiento típico de zonas áridas o semiáridas, condicionando en gran medida, tanto a los sistemas naturales como artificiales instalados en la región.

Dada la gran importancia de estas variables, dentro del subsistema físico, una caracterización regional completa de la misma es presentada en el siguiente Capítulo.

Se cuenta con registros climatológicos de más 10 años obtenidas de las 9 estaciones meteorológicas instaladas en el Altiplano Sur por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), cabe resaltar que las estaciones son muy pocas para el área de aproximadamente 74.000 Km² con que cuenta el Altiplano Sur. Los parámetros evaluados son, temperatura, precipitación, vientos, radiación, humedad relativa, nubosidad, insolación y presión atmosférica entre otros.

En general las características climáticas predominantes, identifican al área como una zona árida o semidesértica de clima frío y seco.

Según la clasificación climática de Köppen el clima regional correspondería a Polar de alta montaña (EB), Tundra (ET) y Estepa con invierno seco y frío (Bswk). Por otro lado, según la clasificación de Thornthwaite, la zona sería Arida o Desértica.

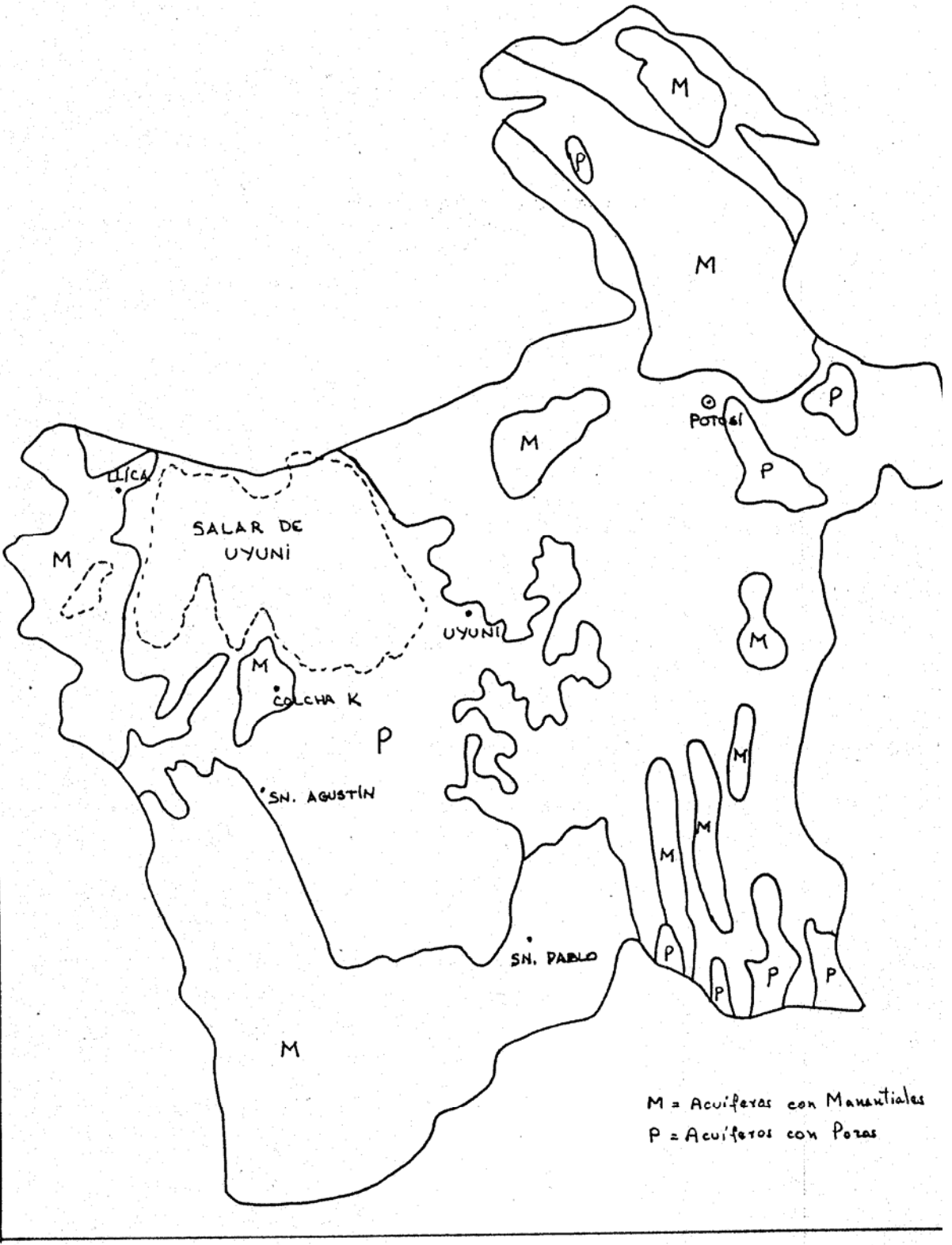


Figura 3.8: Mapa de Acuíferos del Departamento de Potosí.

Las precipitaciones, al igual que las temperaturas, presentan una variación descendente desde Río Mulatos hasta Laguna Colorada, evidenciando un claro gradiente pluviotérmico Norte Sur.

En el mapa de Isoyetas (Figura 3.9), se puede observar que las precipitaciones varían desde los 250 mm en el extremo Norte, hasta menos de 100 mm anuales en el extremo Sur. Lo mismo ocurre del Este hacia el Oeste, variando en este caso de más de 250 mm a menos de 150 mm anuales, tal condición es claramente percibida por las formaciones vegetales naturales, que se manifiestan según este gradiente.

La distribución anual de las variables climáticas se ajustan a las particularidades y condicionamientos macroclimáticos que se manifiestan con distintas intensidades durante el año, generando estaciones climáticas anuales, sobresaliendo principalmente el verano e invierno austral. Es decir, mayores temperaturas, precipitaciones, radiaciones, etc. en el verano (Diciembre - Febrero), respecto al invierno (Junio - Agosto), donde ocurre lo inverso.

Dadas las condiciones de aridez del Altiplano Sur, éste presenta oscilaciones térmicas importantes durante el ciclo diario, que pueden sobrepasar incluso 25°C, aspecto tal, que favorece la presencia de heladas nocturnas casi diarias durante todo el año, sin observarse un periodo definido o estable libre de heladas. Por otro lado, las precipitaciones se caracterizan por ser erráticas e impredecibles (Coeficiente de Variación mayor al 50%), pudiendo presentarse ausencia total en los 12 meses del año, o llover durante todo el año. Hay una clara influencia de los eventos ENSO en el clima del Altiplano Sur (Ronchail, 1995; Ortlieb, 1995b; Graf, 1996).

La presencia de nevadas en los meses de Julio o Agosto, está relacionada con los vientos alisios cargados de humedad que logran traspasar la Cordillera Central, lo cual no es evidente todos los años.

Finalmente los flujos de los vientos son muy intensos durante casi todo el año, pues, pueden alcanzar velocidades que superan los 25 m/s. La dirección predominante es del Noreste al Sureste, no obstante en los meses de Agosto a Diciembre los que predominan son los del Noroeste y Oeste.

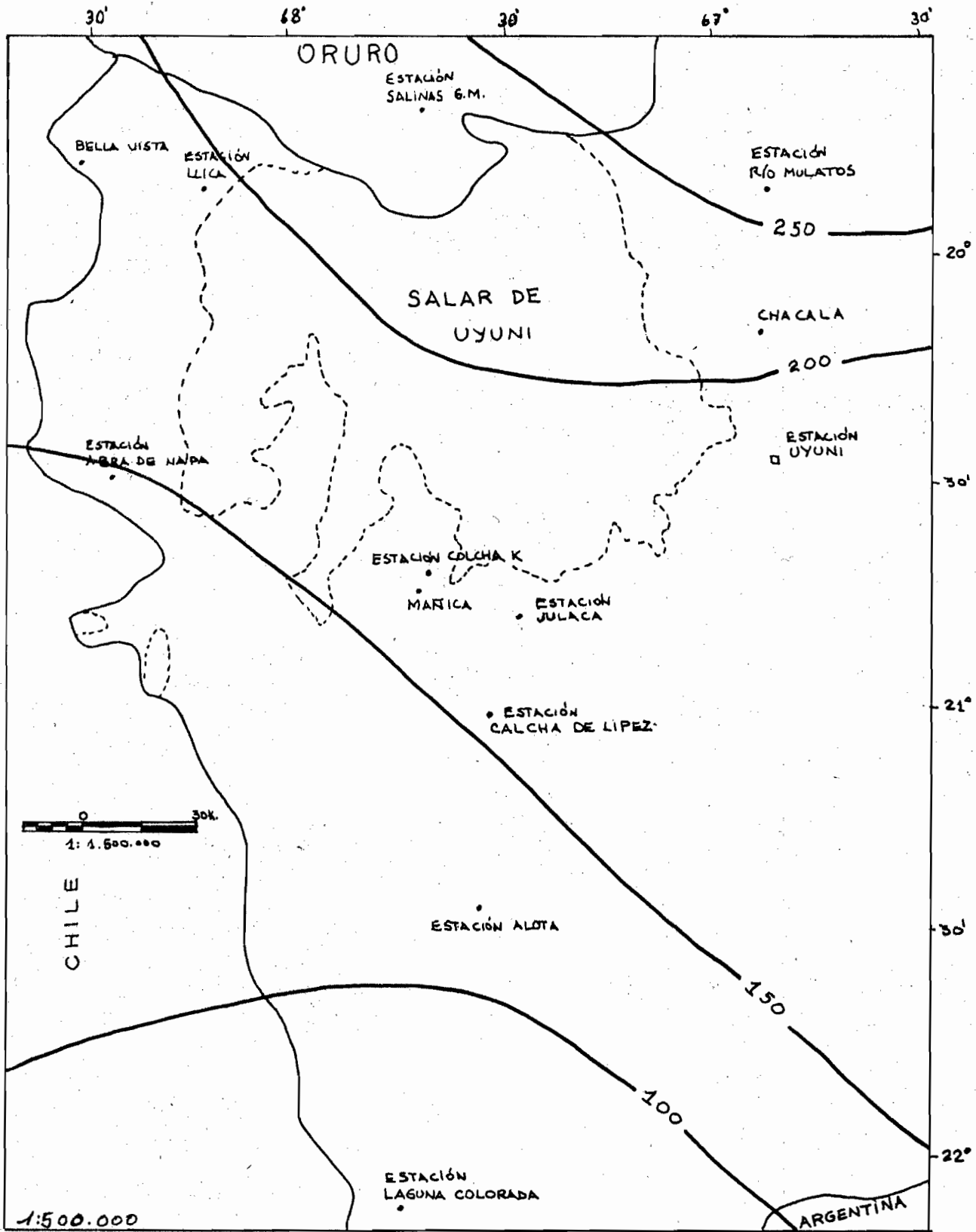


Figura 3.9: Mapa aproximado de Isoyetas del Altiplano Sur.

Características Ecológicas

Ecorregiones

Una de las clasificaciones más usadas en Bolivia, sobre las ecorregiones existente, es la de Ellenberg (1981), que zonifica al país en 12 regiones ecológicas diferentes, de acuerdo a características vegetacionales, climáticas y orográficas principalmente. Así, según esta clasificación, el Altiplano Sur correspondería a la Puna semiárida y árida y al Piso altoandino semiárido y árido sin cultivos de secano, sin embargo, esta última unidad se contradice dado la amplia presencia de cultivos, principalmente de quinua en gran parte de la superficie demarcada como tal.

Según Cabrera (1968, 1994), nuestra región de estudio, correspondería a parte de la provincia Altoandina y Puneña del dominio Andino, y según Troll (1968), a la Puna seca y Puna desértica o Espinosa, aspecto que coincide con lo publicado por Cabrera en 1968. En la Figura 3.10, se presenta un perfil ecológico, adaptado de Troll (1987), que involucra la región de estudio. ERTS-GEOBOL (1982) y Ribera et al (1993), incluyen al Altiplano Sur en sus clasificaciones ecológicas de, Matorral desértico montano templado, y Semidesierto Altoandino y Puna desértica.

Vegetación y Flora

La cobertura vegetal se caracteriza por presentar un mosaico de formaciones mixtas de matorral mayormente siempreverde, gramíneas en macolla y otras formas de vida, como caméfitos pulvinados, suculentas, hemicriptófitas, pterófitos y otras, presentando muchas de las especies caducidad debido a estrés hídrico y/o térmico.

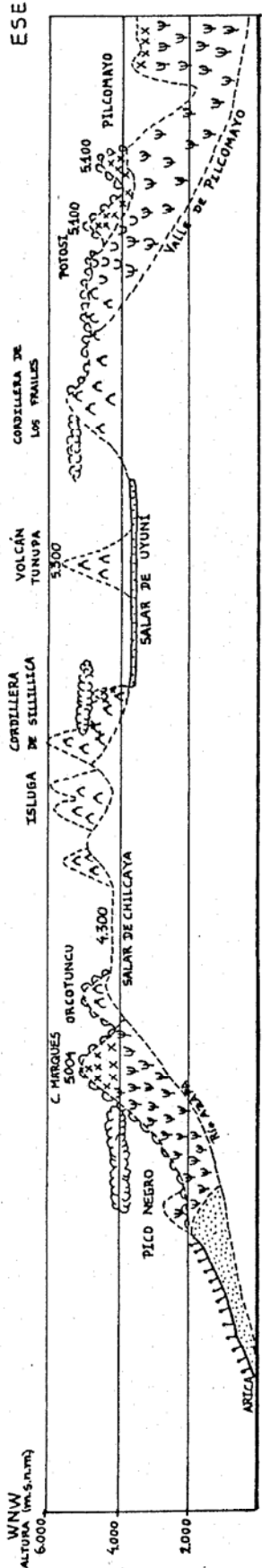
La vegetación está caracterizada principalmente por, una asociación denominada Tholar o Tolar (constituida por *Parastrephia spp*, *Baccharis spp*, *Fabiana spp*, *Adesmia spp*, *Tetraglochin sp*, etc.); Cactáceas (*Tephrocactus spp*, *Trichocereus poco*, *Oreocereus trolli*, *Lobibia sp*); Caméfitos pulvinados (*Anthobryum triandrum*); subarbustos (*Junelia seriphioides*); gramíneas perennes (*Stipa ichu*, *S. venusta*, *Festuca orthophylla*, *Cortaderia sp*); y, bofedales, caracterizados por vegetación herbácea graminoide en grandes cojines compactados, con varias especies como ser, *Oxychloe andina*, *Plantago tubulosa*, *Hypsela sp*, *Mulhembergia sp*, *Distichlis humilis* y otros, estos bofedales constituyen

excelentes áreas de pastoreo. Muchas de estas especies forman comunidades vegetales fuertemente asociadas con el sustrato edáfico, convirtiéndose en muchos casos como indicadoras de cierto tipo de suelos, que el saber campesino lo tiene muy en cuenta para sus actividades agropecuarias.

La distribución de las especies, está en función de las características del relieve, así como del microclima y las características edáficas, que regulan la distribución de las mismas. Así por ejemplo: En las llanuras deposicionales, la cobertura vegetal se caracteriza por la presencia de extensos matorrales siempreverdes altiandinos con especies psamófilas como *Lampaya medicinalis* y *L. castellani*, y gramíneas en macolla como *Festuca orthophylla* y *Stipa ichu*; en áreas menos arenosas se presentan especies arbustivas en grandes extensiones de *Parastrephia lepidophylla*, *P. quadrangularis*, *P. lucida*, *Fabiana densa*, *Baccharis spp*, *Adesmia spp*, *Junellia seriphioides*, *Acantholippia spp*, *Tetraglochin cf. cristatum* y otras. Las mesetas volcánicas u otras formaciones onduladas (colinas), presentan matorrales ralos, con predominancia de especies leñosas y espinosas, como, *Chuquiraga atacamensis*, *Tetraglochin cf. cristatum*, *Junellia seriphioides*, *Ephedra cf. rupestris*, *Adesmia horrida* y *A. spinosissima*, y *Fabiana densa*, entre otras. También se observa en las partes más altas Cactáceas como *Tephrocactus sp*, caméfitos pulvinados como *Azorella compacta*, *Pycnophillum sp* y pequeños árboles como *Polylepis sp* (queñua). Las vegas o bofedales están caracterizados por herbáceas con grandes cojines pulvinados y gramíneas (*Festuca dolichophylla*, *Oxichloe andina*, *Mulhembergia sp*, *Calamagrostis sp*) y diversas herbáceas.

Las diferentes unidades vegetacionales se presentan intercaladas por áreas culturales seminaturales cada vez de mayor extensión (Ver mapas de vegetación y uso de la tierra, del área integrada de las comunidades estudiadas, en el anexo).

Otras caracterizaciones de la vegetación regional se pueden encontrar en Beck (1985), Libermann (1987), Montes de Oca (1989), Morales (1990), Marconi (1992a), Kelleen et al (1993), Ribera et al (1993), Morales (1994), PROBONA-IGM (1995), Calla (1996), etc.. Y estudios sobre el ecosistema Puneño en general, encontramos en los trabajos de Cabrera (1968, 1994), Solbrig (1976), Sarmiento (1975) y Troll (1968, 1980), entre otros.



LEYENDA :

- lllll Desierto
- ψ ψ ψ Matorral xerófilo y estepa xerófila
- ~ ~ ~ Puna normal o húmeda
- ^ ^ ^ Puna seca o xerófitica
- x x x Matorrales mesofíticos y leñosos de Polylophis
- ∪ ∪ ∪ Plantas arrosetadas de montaña
- ☼ ☼ ☼ Fajas de nieve o de nubes sobre regiones áridas

- A : DESIERTO NORCHILENO
- B : ZONA DE VALLE NORCHILENO
- C : CONOS VOLCÁNICOS DE LA C. O.
- D : ALTIPLANO
- E : PUNA ALTA
- F : PUNA DISECTADA POR VALLES
- E : PUNA BAJA

Fig. 3.10 : Perfil Ecológico del Altiplano Sur (Adaptado de Troll, 1987).

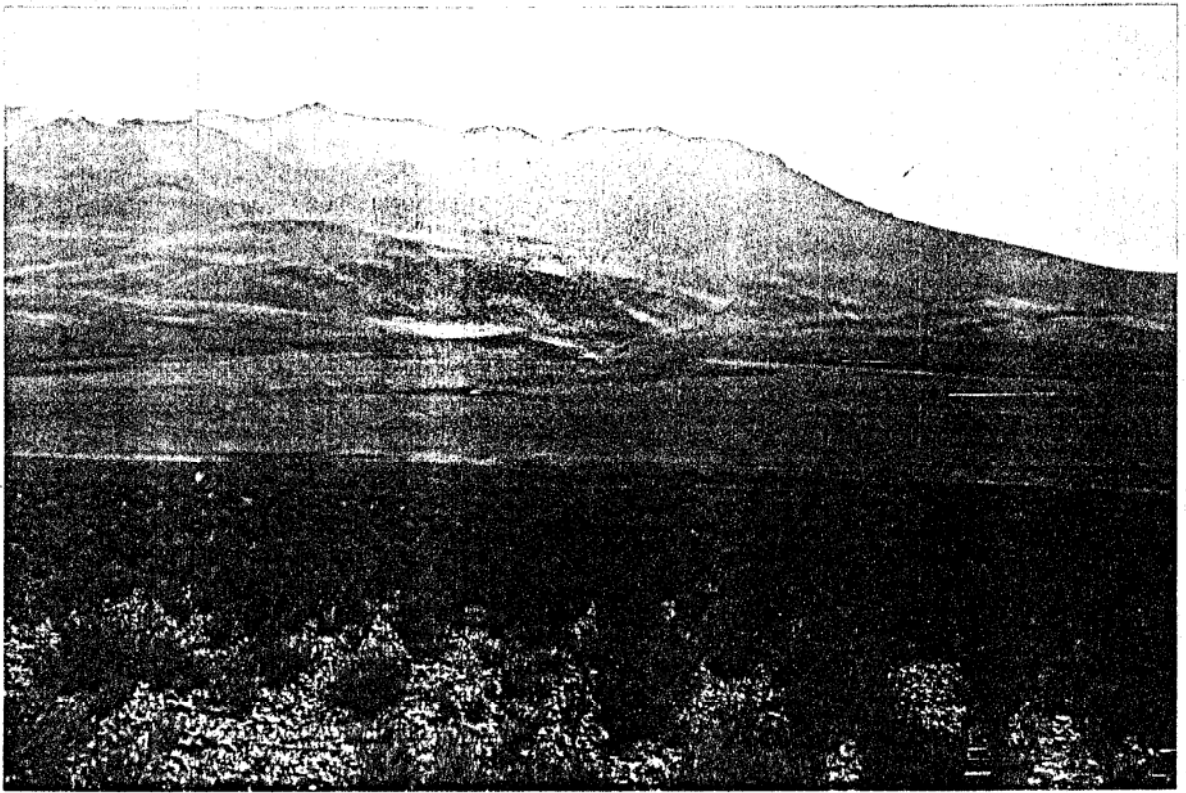


Foto 3.1: Tholar (*Fabiana densa*, *Parastrephia sp*, *Baccharis sp*).

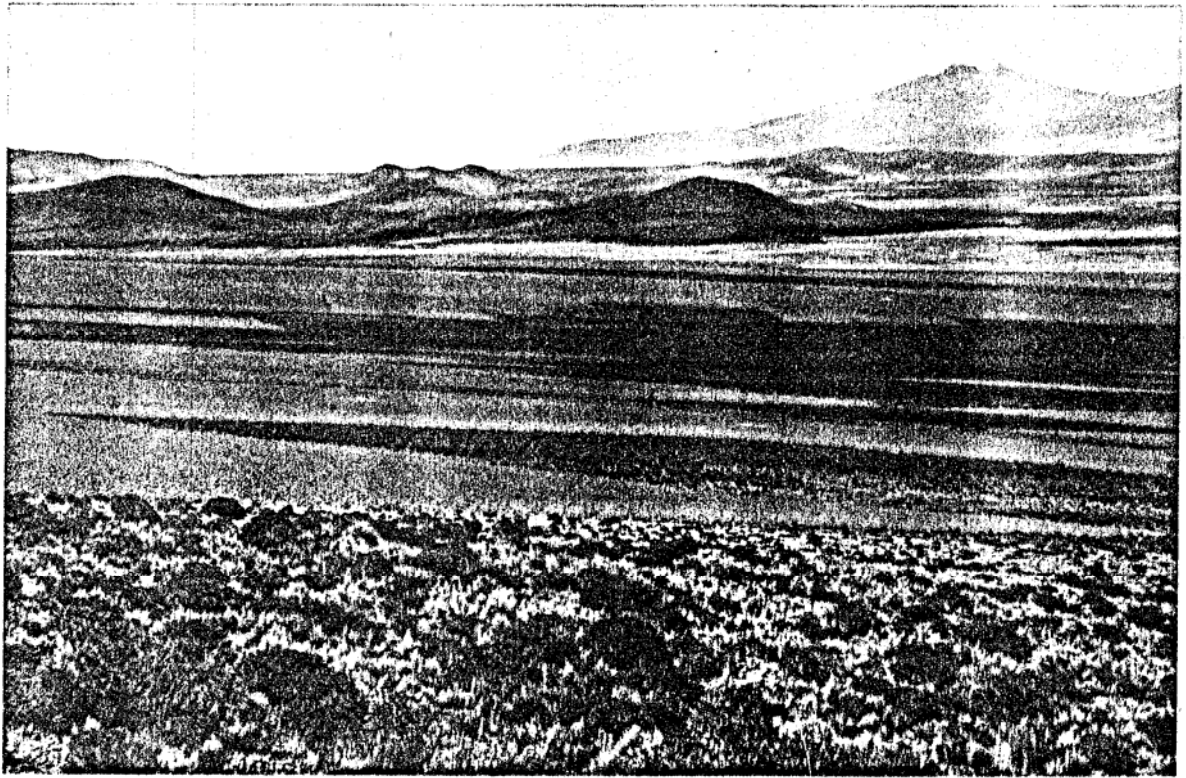


Foto 3.2: Areas de cultivo, pastizal (*Stipa sp*), tholar.

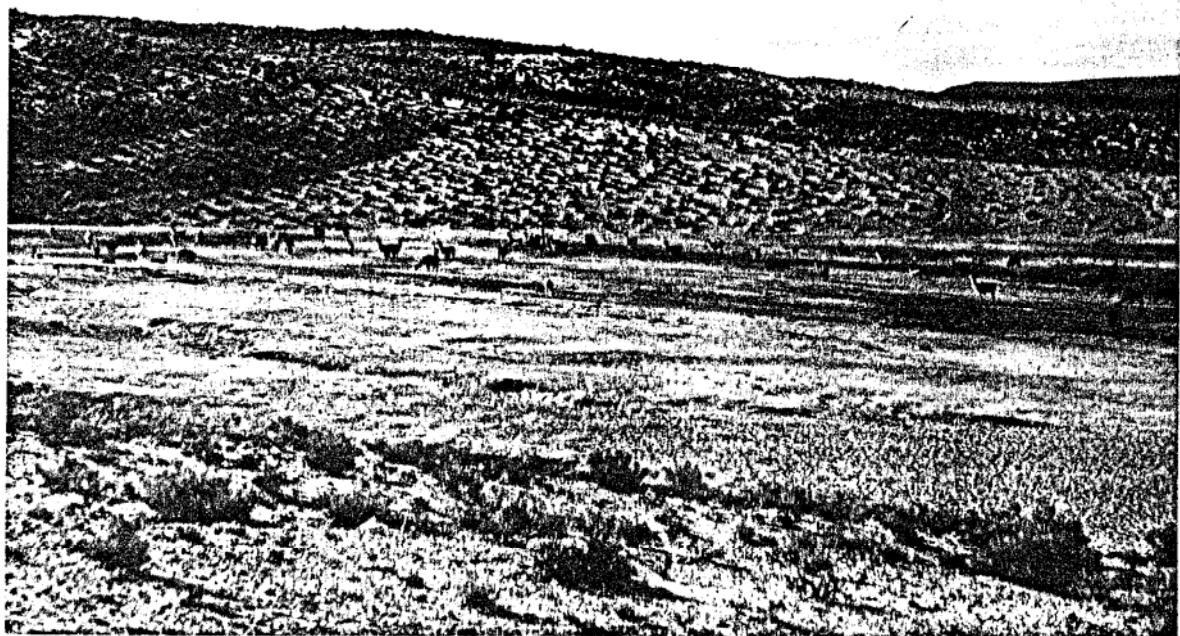


Foto 3.3: Pastizal en areas de dunas (*Festuca sp*), Bofedal.



Foto 3.4: Bofedal (*Oxichloe sp*, *Mulhembergia sp*, *Distichlis sp*).

EL CLIMA EN EL ALTIPLANO SUR

¿CULPABLE O INOCENTE?

Antecedentes Paleoclimáticos

Según estudios paleoclimáticos del pasado reciente, de esta región occidental de Sudamérica (Servant, 1977; Martin et al, 1995; Argollo & Mourguiart, 1995; Graf, 1995, 1996; Ortlieb, 1995a, 1995b), se plantean varias hipótesis al respecto, siendo las más concordantes las siguientes:

Se estima que el clima en general fue seco en esta región Sudamericana, no obstante, se presentaron leves oscilaciones de mayor humedad, con duraciones más o menos largas.

Por ejemplo, hace 5.000 años se produjo un aumento de lluvias (por encima de los valores actuales), en el centro y norte de Chile, así como en el sur de Bolivia. Sin embargo, la región de los Andes Peruanos, incluyendo el área del lago Titicaca, presentaba una humedad algo menor que la actual, pero un poco mayor que la de épocas anteriores (Graf 1996). Cabe recordar que el clima anterior, más o menos hace unos 10.000 años, era seco.

En los siguientes periodos 3.500-3.000 AP, Servant (1978), menciona la presencia de diatomeas lacustres en el Altiplano boliviano, lo cual según Graf (1996), indicaría un clima probablemente más húmedo y frío que el actual. Recientemente a partir de unos 500-1.000 AP, la influencia de El Niño (corriente cálida proveniente del Pacífico Occidental), que fue muy intensa durante el Holoceno, se debilita y este hecho acompaña a la desertización de estas regiones.

Según Graf 1995, este fenómeno de la corriente episódica inversa llamada El Niño, que ocasiona eventos meteorológicos externos en Sudamérica Tropical y Subtropical, se instala definitivamente en un periodo cercano a los 5.000 años AP. Presentando ocurrencias que podían durar desde 10-15 años (meso ENSOS) a 150 años (mega ENSOS) (Martin et al, 1992).

Reconstrucciones paloclimáticas durante los últimos 7.000 años mostraron que algunas perturbaciones del régimen de las lluvias, totalmente comparables a los registrados durante fuertes eventos El Niño actuales, se produjeron repetidas veces (Martin et al, 1995).

La desecación de lagos (Uyuni, Coipasa) y otras fuentes de agua pudo deberse al clima seco reinante en la región altiplánica de Bolivia. Asimismo, la desertización pudo haberse iniciado en el Holoceno Medio (Graf, 1996).

El Clima Actual

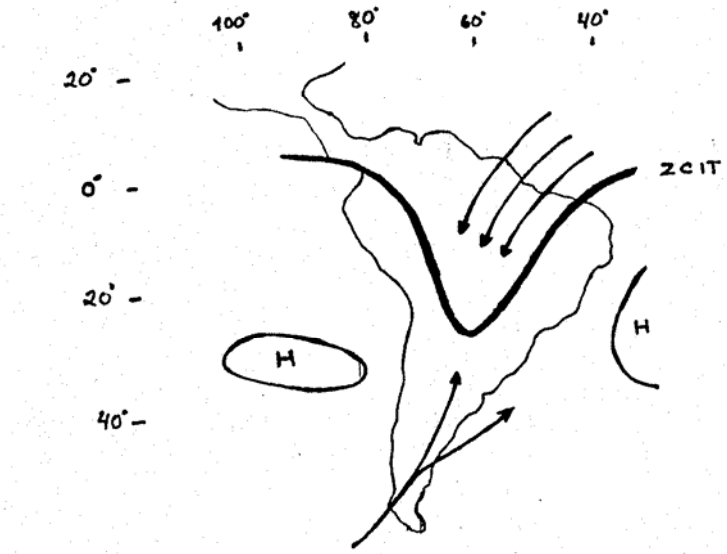
Hoy en día, las extensiones lacustres del Altiplano boliviano (Titicaca, Poopo, Coipasa y Uyuni) son el reflejo de un gradiente pluviométrico muy marcado que existe entre el Noreste (Cordillera Oriental, cuenca del lago Titicaca) y el Sudoeste del mismo (Cordillera Occidental, cuenca del Salado de Uyuni). Las precipitaciones varían desde los 1.200 mm en el lago Titicaca a los 60 mm en la Laguna Colorada, mientras que la evaporación varía inversamente desde los 1.500 mm al Norte, hasta los 2.000 mm en el Sur (Roche et al, 1992; Grosjean, 1994; cit. en Argollo & Mourguiart, 1995).

Estos gradientes climáticos, son producto en parte, de un desplazamiento latitudinal hacia el sur del ecuador, de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) (Figura 4.1), cuyos efectos logran sentirse en los meses del verano austral (Diciembre-Marzo); los vientos del sector Este y la anomalía térmica caliente que constituye el Altiplano en esta época favorecen las penetraciones frecuentes de aire húmedo proveniente de la amazonía, ocasionando precipitaciones de carácter tempestuoso, cada vez más episódicas a medida que se desplaza hacia el Sur (Ronchail, 1989; Argollo & Mourguiart 1995; Martin et al, 1995). Asimismo, según éstos autores opuestamente a esta época, durante la estación seca invernal, la ZCIT se desplaza hacia el Norte del ecuador permitiendo mayores fluctuaciones de los vientos secos de Oeste, que esporádicamente permiten penetraciones de aire húmedo del sector oriental, que provocan lluvias aisladas

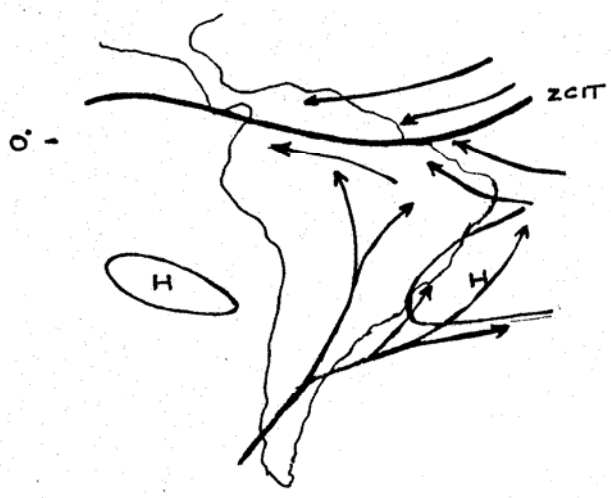
de baja intensidad, normalmente en forma de nieve. La ZCIT se desplaza durante el año, colocándose más o menos en el lugar que recibe más radiación solar (Rummey, 1970; Ronchail, 1989).

Paralelamente a estos desplazamientos de la ZCIT, hacia el Norte y Sur de la línea del ecuador, durante el año, los anticiclones del Pacífico y del Atlántico igualmente sufren cambios, en estos casos, de presión. Así, durante la época invernal, estos son reforzados, el anticiclón del Atlántico se extiende sobre una gran parte del continente Sudamericano y el del Pacífico hasta cerca los 10°S , impidiendo normalmente el ingreso de masas de aire húmedo (amazónico y polar) hacia el Altiplano. En el verano, estos anticiclones, bajan de presión y se retraen, océano adentro alejándose del continente, favoreciendo de este modo, la penetración de masas de aire húmedo provenientes del Este, las cuales precipitan en forma de lluvias. La mayor parte de la humedad sobre el Altiplano la provee el océano Atlántico, siendo en este sentido el rol del Pacífico menos notable (Chernova, 1979).

Respecto a la aridez del Altiplano, Ortlieb (1995a), por su parte indica que ésta puede ser explicada por la interacción de 2 factores: Orográficos y Atmosféricos. La Cordillera de Los Andes constituye una verdadera barrera fisiográfica de más de 4.000 m de altura (con cumbres que sobrepasan los 6.000 m) para las masas de aire húmedo provenientes del dominio Atlántico y Amazónico. Por otro lado, esta región se halla próxima a la costa árida nor-chilena, la cual está expuesta de manera casi permanente a las condiciones de aridez que induce el margen oriental del anticiclón del Pacífico Sur (30°S , 90°W), elemento clave en el sistema atmosférico regional. Finalmente, las aguas frías de la corriente de Humboldt y los fenómenos de surgencia costeros (upwelling), influyen de manera fundamental en el fenómeno de inversión térmica, que induce condiciones de estabilidad atmosférica que inhibe el desarrollo de procesos de formación de nubes y, por ende, favorece el establecimiento de condiciones de sequedad. La inversión térmica es un fenómeno típicamente oceanológico-climático, está controlado por los efectos de la corriente de Humboldt y por la fuerte subsidencia atmosférica ligada a la presencia permanente del anticiclón del Pacífico Sur Oriental (Trewartha, 1966).



a) Verano



b) Invierno

→ Vientos

Figura 4.1: Desplazamiento de la ZCIT. a) En el verano, y b) En el invierno. (Según Schwedtfeger, 1976)

Caracterización Climática Regional

La caracterización climática del Altiplano Sur se realiza en base al análisis de los registros obtenidos de las Estaciones Meteorológicas que se indican en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1: Estaciones climáticas en el Altiplano Sur.

ESTACIÓN	TIPO	AÑOS DE REGISTRO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	ALTITUD	ECORREGIÓN Cabrera, 1968	PROVINCIA
UYUNI	Principal	1943-1994	20°27' LS 66°49' LW	3660	Puna Seca	Antonio Quijarro
COLCHA K	Ordinaria	1979-1994	20°45' LS 67°39' LW	3780	Puna Desértica	Nor Lipez
JULACA	Ordinaria	1975-1984	20°57' LS 67°57' LW	3665	Puna Desértica	Nor Lipez
RIO MULATOS	Ordinaria	1983-1994	19°42' LS 66°48' LW	3815	Puna Seca	Antonio Quijarro
SALINAS DE G-M	Ordinaria	1947-1985	19°38' LS 67°41' LW	3680	Puna Seca	Ladislao Cabrera
LAGUNA COLORADA	Ordinaria	1979-1994	22°13' LS 67°42' LW	4228	Puna Desértica	Sur Lipez
CALCHA DE LIPEZ	Termo - Pluviométrica	1983-1994	21°01' LS 67°34' LW	3670	Puna Desértica	Nor Lipez
ABRA DE NAPA	Pluviométrica	1983-1993	20°33' LS 68°34' LW	3630	Puna Desértica	Daniel Campos
ALOTA	Pluviométrica	1985-1994	21°28' LS 67°39' LW	3609	Puna Desértica	Enrique Baldivieso

Las variables climáticas analizadas son las que se presentan en la Tabla 4.2. La caracterización se realiza por orden de importancia de la variable, que para los fines del presente estudio, se trata de la Temperatura, la Precipitación, los Vientos, la Radiación y la Evaporación. Los valores anuales fueron obtenidos en base a las medias interanuales, en el caso de las estaciones que no cuentan con registros anuales continuos.

En la Figura 4.2, se presenta la ubicación geográfica de las Estaciones Meteorológicas en el Altiplano Sur.

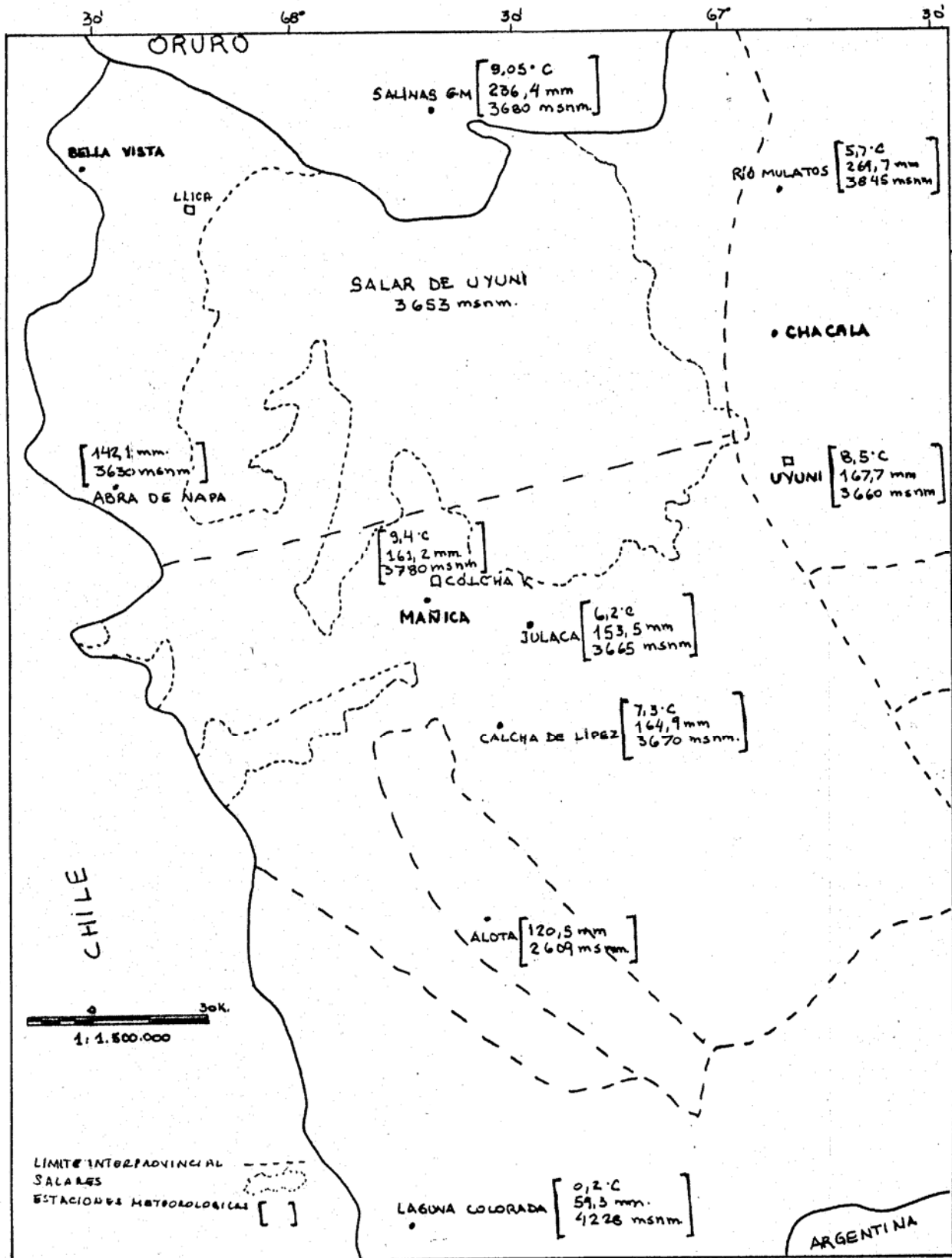


Figura 4.2: Mapa de ubicación de las Estaciones Meteorológicas.

Tabla 4.2: Medias anuales de las distintas variables registradas en cada Estación Meteorológica.

VARIABLE\ESTACION	UYN	C-K	JLC	R-M	SGM	L-C	C-L	A-N	ALT
Temperatura Media (°C)	8.5	9.4	6.17	5.7	9.05	0.19	7.3		
Temp. Media Máx. (°C)	17.6	17.6	16.9	15.7		10.7	19.1		
Temp. Media Mín. (°C)	-3	1.08	-4.2	-2.8		-8.9	-4.6		
Temp. Max. Extr. (°C)	21.6	21.6	20.5	19.3		17.4	22.3		
Temp. Mín. Extr. (°C)	-8.9	-3.1	-11	-7.8		-17	-9.3		
Días Heladas	207	123	249	213		324			
Precipitación Media (mm)	168	161	154	270	236	59.3	165	142	121
Días Lluvia	32.8	36	16	49.6	26.4	15.4	28.1		
Evapotranspiración (mm)	563.8	537.9	494.7	506.1	577.4	356.6	544.1		
Precipitación Máx/24 Hr (mm)	5.7						4.6	3.8	3.3
Evaporación/Día (mm)	4.9								
Humedad Relativa (%)	33.5	36.7	45.2	32.2		36.1	32.7		
Insolación (Hr)	8.9		9.1						
Radiación Solar (cal/cm2/día)	431	507		430		478	490		
Presión Atmosférica (mb)	654								
Nubosidad (Octavos)	2.9	1.52		3.01		2.1	1.9		
Días Despejados	72.7								
Días Poco Nubosos	190								
Días Nubosos	76.6								
Días Cubiertos	12.3								
Vientos (Nudos)	NW-9	NW-4	N-12	NW-6					

UYN: UYUNI, C-K: COLCHA K, JLC: JULACA, R-M: RTO MULATOS, SGM: SALINAS DE GARCÍ MENDOZA, L-C: LAGUNA COLORADA, C-L: CALCHA DE LIPEZ, A-N: ABRA DE NAPA, ALT: ALOTA

Balance Hídrico

El balance hídrico del Altiplano Sur es negativo, dado las características orográficas y climáticas del mismo que favorecen a este balance negativo. Es decir, presenta una evapotranspiración muy elevada respecto a las precipitaciones.

Se emplea el método de Thornthwaite distribuido para la estimación del balance hídrico. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla 4.3: Balance Hídrico, según método de Thornthwaite distribuido, del Altiplano Sur.

ESTACION	PRECIP. (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	DEFICIT (mm)	IA	IH	IM	CLASIFICACION
SALINAS G-M	236.4	577.4	175.0	401.6	69.52	0.0	-41.71	E w ₂ d B'₁ a'
RIO MULATOS	269.6	506.1	239.7	265.9	52.54	0.0	-31.52	D w ₂ d C'₂ a'
UYUNI	167.7	563.8	156.9	400.4	71.02	0.0	-42.61	E w ₂ d C'₂ a'
COLCHA K	162.2	537.9	135.9	401.4	74.62	0.0	-44.77	E w ₂ d C'₂ a'
JULACA	153.5	494.7	123.0	370.3	74.85	0.0	-44.91	E w ₂ d C'₂ a'
CALCHA LIPEZ	164.6	544.1	153.7	387.0	71.12	0.0	-42.67	E w ₂ d C'₂ a'
LAG. COLORADA	59.3	356.6	59.3	295.0	82.72	0.0	-49.63	E w ₂ d C'₁ a'

ETP: EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL, ETR: EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL, IA: INDICE DE ARIDEZ, IH: INDICE DE HUMEDAD, IM: INDICE HÍDRICO ANUAL.

Como se puede apreciar en la Tabla 4.3, el balance hídrico presenta un gradiente Noreste - Sudoeste (las Estaciones están ordenadas en orden latitudinal). Por ejemplo, Salinas de Garci Mendoza que se ubica en el extremo Norte presenta una relación PP/ETP de 0.41, valor que va disminuyendo según nos alejamos hacia el sur, donde encontramos el caso de Laguna Colorada que presenta una PP/ETP de 0.16. No obstante, el mayor valor lo presenta Río Mulatos, que se encuentra ubicado en el extremo Noreste, la relación PP/ETP es 0.53. Aspecto tal, que según la clasificación climática de Thornthwaite, Río Mulatos corresponde a un clima semiárido, en comparación con las condiciones áridas de las demás comunidades. Esta condición está también corroborada por los índices de aridez del PNUMA y DANTIN-REVENGA (ver Tabla 4.4)

Tabla 4.4: Indices de Aridez.

ESTACIONES	THORNTHWAITTE IA = 100D/ETP	PNUMA I = P/ETP	DANTIN-REVENGA I = 100t/P
UYUNI	71.02 (Arido)	0.297 (Semiárido)	5.07 (Arido)
COLCHA K	74.62 (Arido)	0.299 (Semiárido)	5.83 (Arido)
JULACA	74.85 (Arido)	0.310 (Semiárido)	4.02 (Arido)
RIO MULATOS	52.54 (Semiárido)	0.532 (Seco Subhúmedo)	2.11 (Semiárido)
CALCHA DE LIPEZ	71.12 (Arido)	0.302 (Semiárido)	4.41 (Arido)
SALINAS DE G-M	69.52 (Arido)	0.409 (Semiárido)	3.83 (Arido)
LAGUNA COLORADA	82.72 (Arido)	0.166 (Arido)	6.20 (Desértico)

En general, no existe una estación donde se presente algún exceso de agua, es más, la escasez de la misma esta presente durante todo el año. Una condición de mayor humedad ocurre en el mes de Enero, y Febrero o Marzo, según aspectos topográficos del lugar que generan condiciones

microclimáticas favorables. La ausencia de humedad en invierno es notoria, así como, la gran incidencia de la evapotranspiración en los meses del verano (más del 40% del total anual).

La distribución de la humedad mensual (en el año) se presentan en la Tabla 4.5. Como se puede apreciar en el mismo, los meses húmedos varían de 0 a 2 y los extremadamente secos de 4 a 8, que se presentan entre los meses de Abril a Noviembre. Los criterios considerados para establecer esta categorización, son las relaciones de la precipitación con la evapotranspiración potencial, según el método de Thornthwaite distribuido, las cuales son: Meses donde precipitación es mayor que la ETP, se consideran húmedos; cuando el valor de la precipitación se encuentra entre el valor de la ETP y la $\frac{1}{2}$ ETP, se consideran como meses secos; si el valor de la precipitación se encuentra entre el valor de la $\frac{1}{2}$ ETP y la $\frac{1}{10}$ ETP, se consideran como meses muy secos; y, finalmente, cuando el valor de la precipitación es menor que la $\frac{1}{10}$ ETP, se considera al mes como extremadamente seco (ver Figuras 4.3 - 4.9). Por otro lado, cuando la precipitación de un mes es mayor de los 100 mm, se considera como superhúmedo (Cochemé & Franquin, 1967).

Tabla 4.5: Estado de los meses a lo largo del año en cada Estación (Según método Thornthwaite distribuido).

ESTACION	HUMEDOS	SECOS	MUY SECOS	EXTREMADAMENTE SECOS
SALINAS DE G-M	2	1	1	8
RIO MULATOS	2	2	4	4
UYUNI	1	2	2	7
COLCHA K	1	2	1	8
JULACA	2	0	2	8
CALCHA DE LIPEZ	1	2	2	7
LAG. COLORADA	0	1	4	7

En la secuencia de Figuras 4.3 - 4.9, se presentan los balances hídricos de cada región.

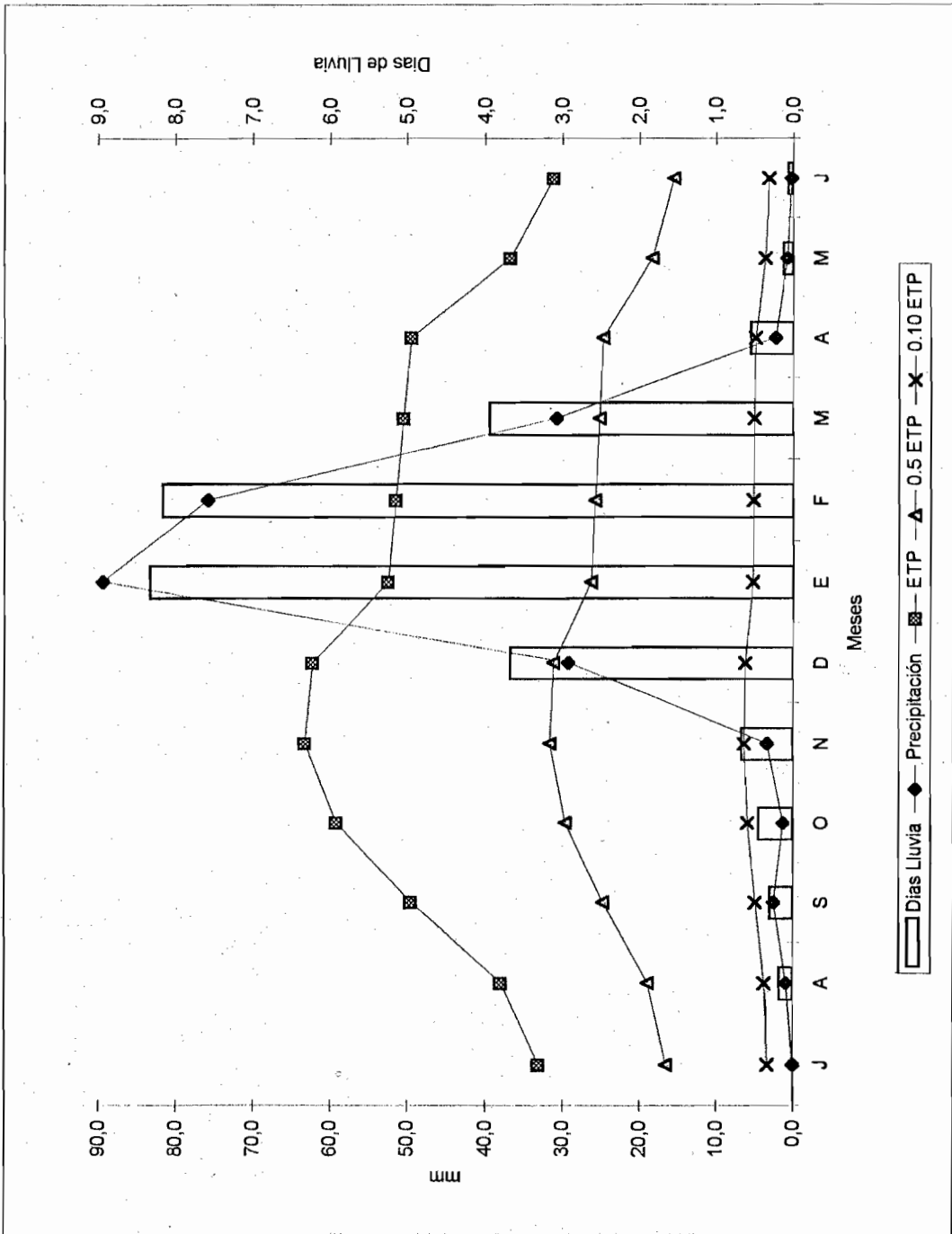


Figura 4.3: Balance Hídrico de Salinas de Garci Mendoza.

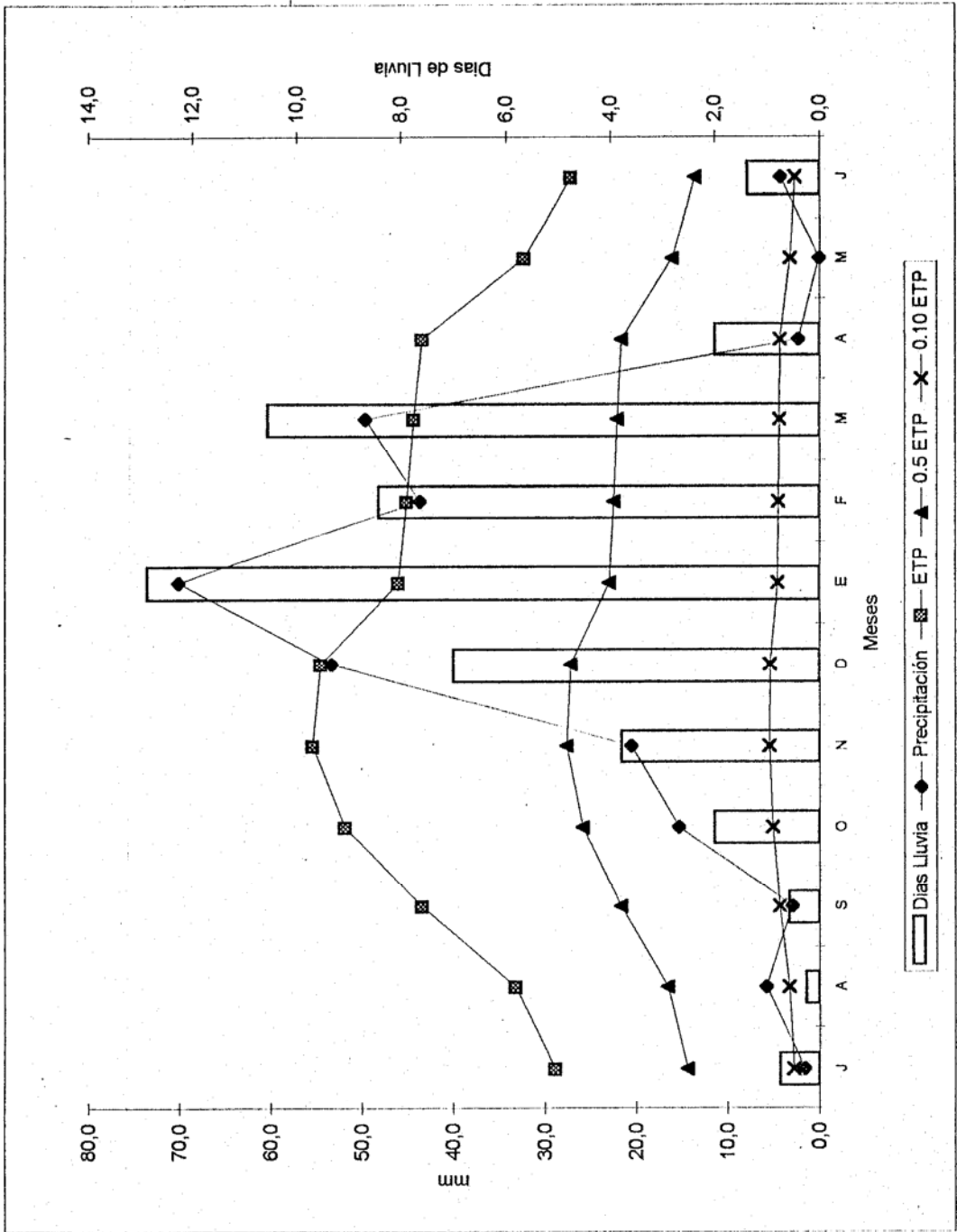


Figura 4.4: Balance Hídrico de Rio Mulatos.

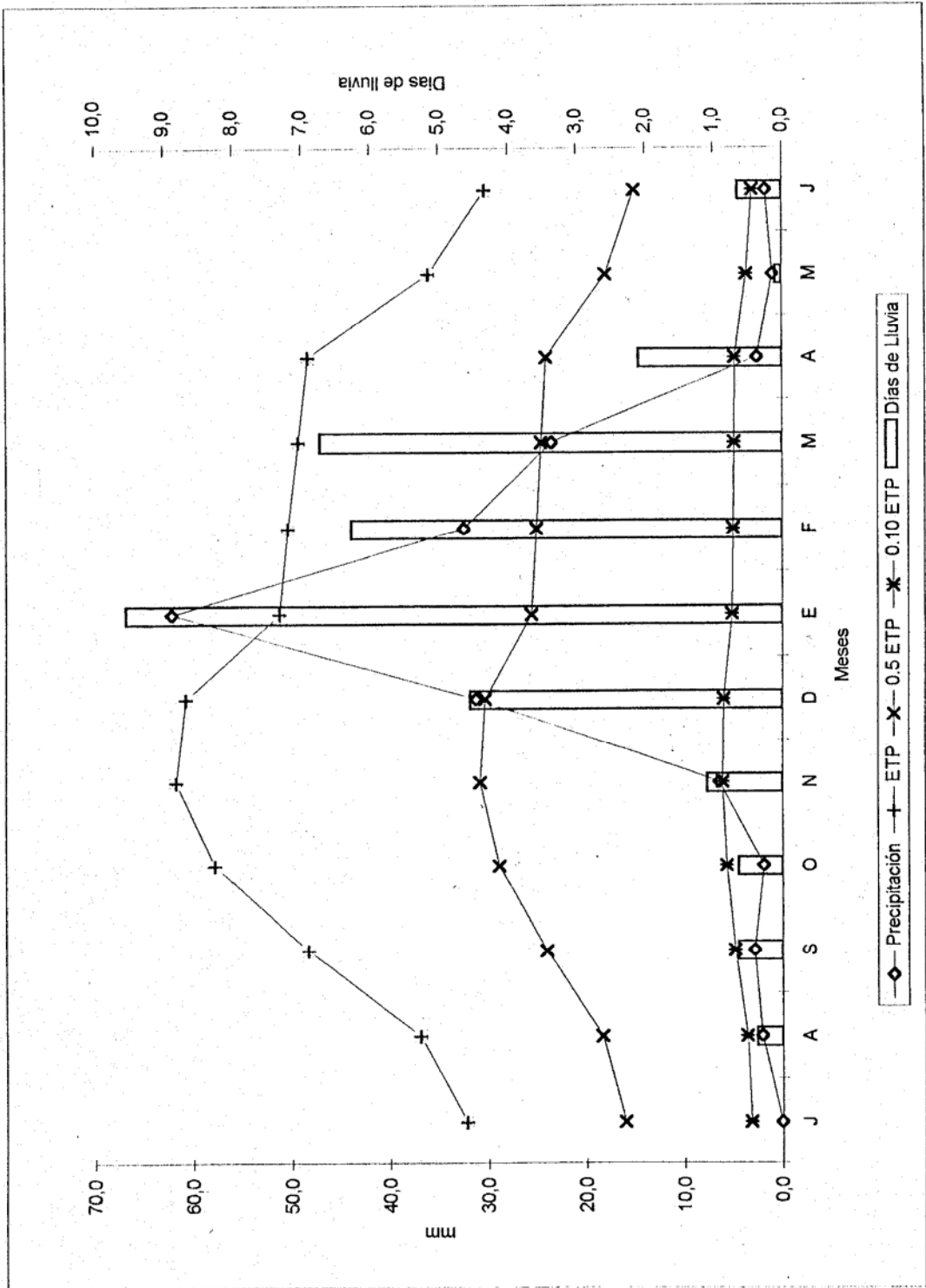


Figura 4.5: Balance Hídrico de Uyuni

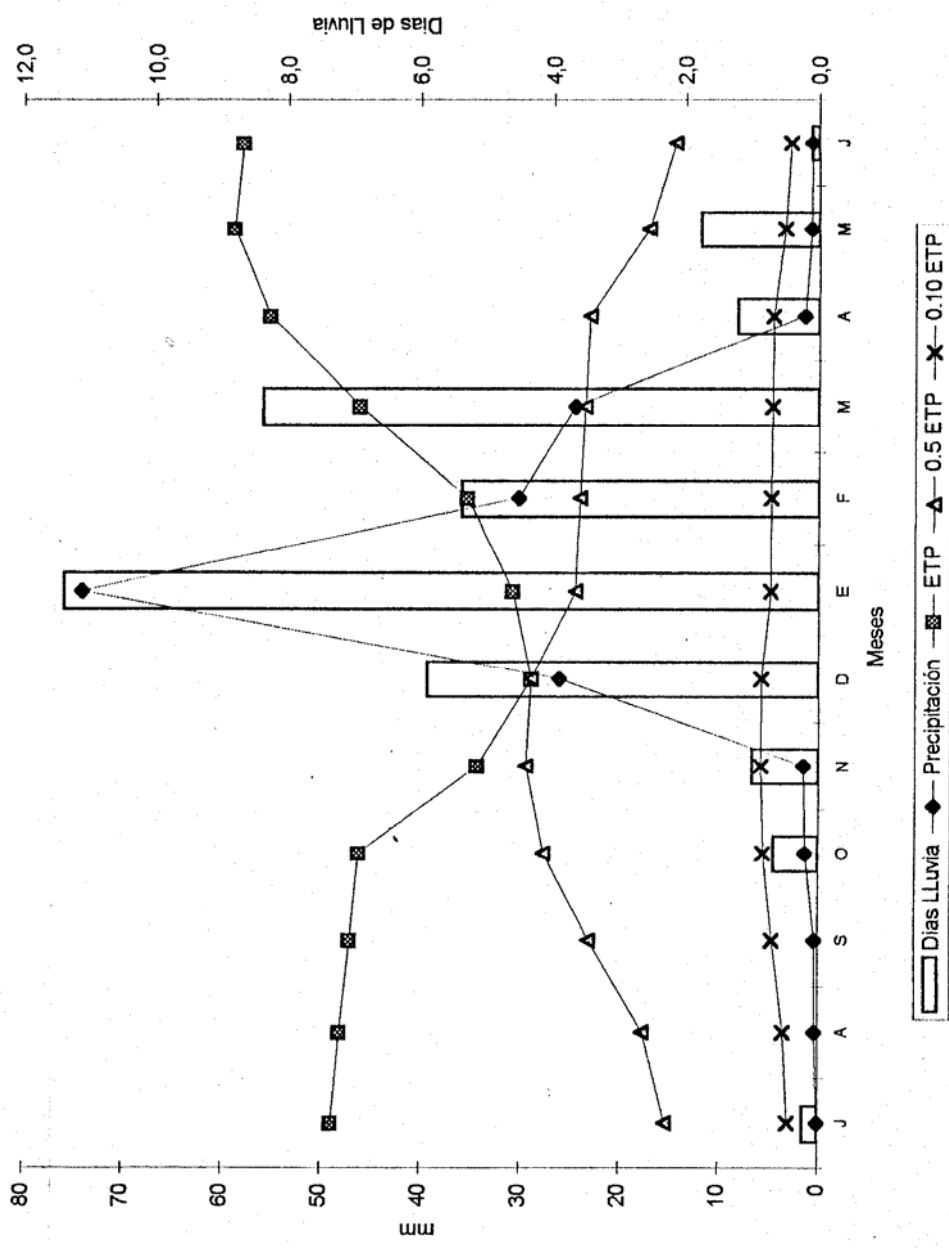


Figura 4.6: Balance Hídrico de Colcha K.

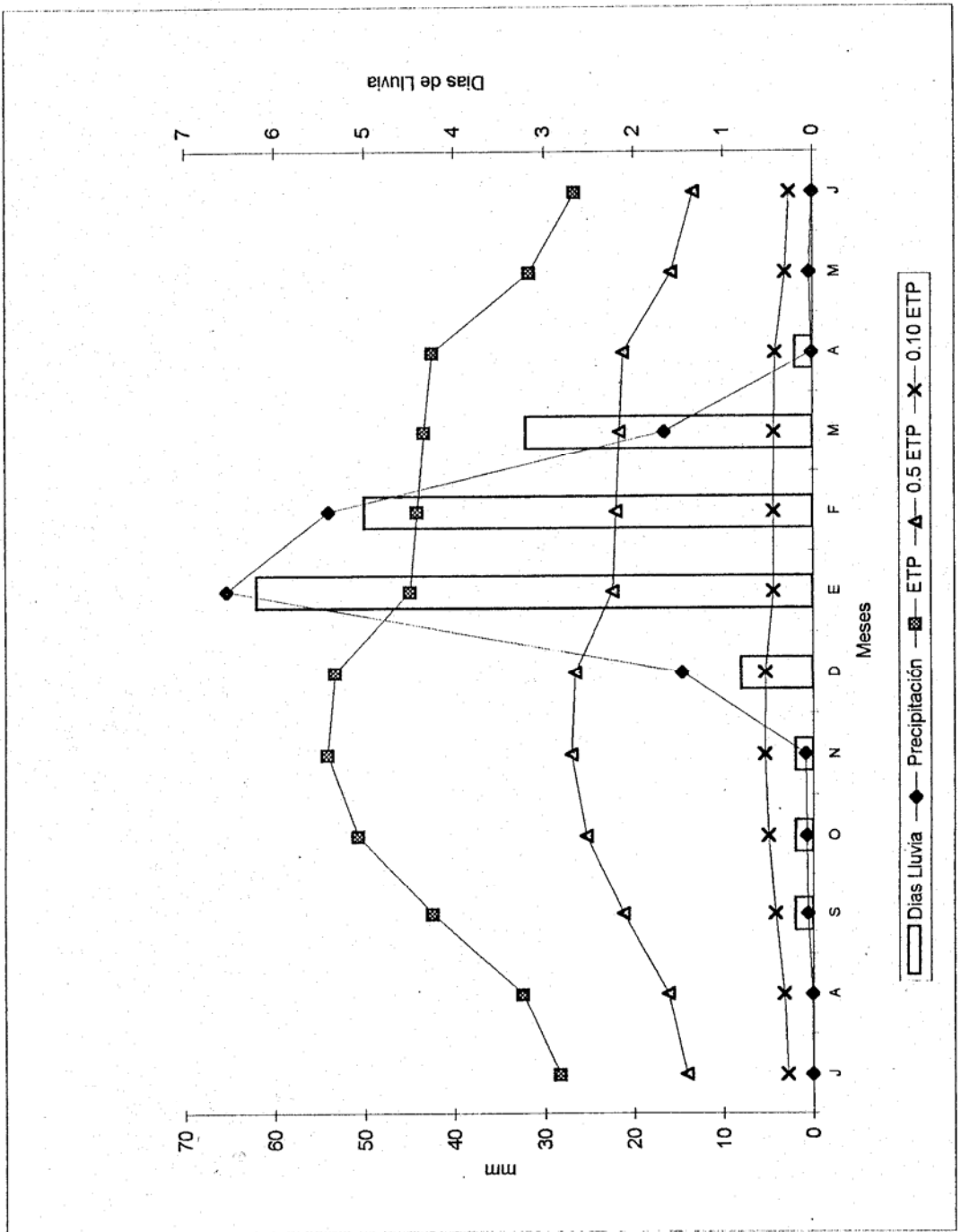


Figura 4.7: Balance Hídrico de Julaca.

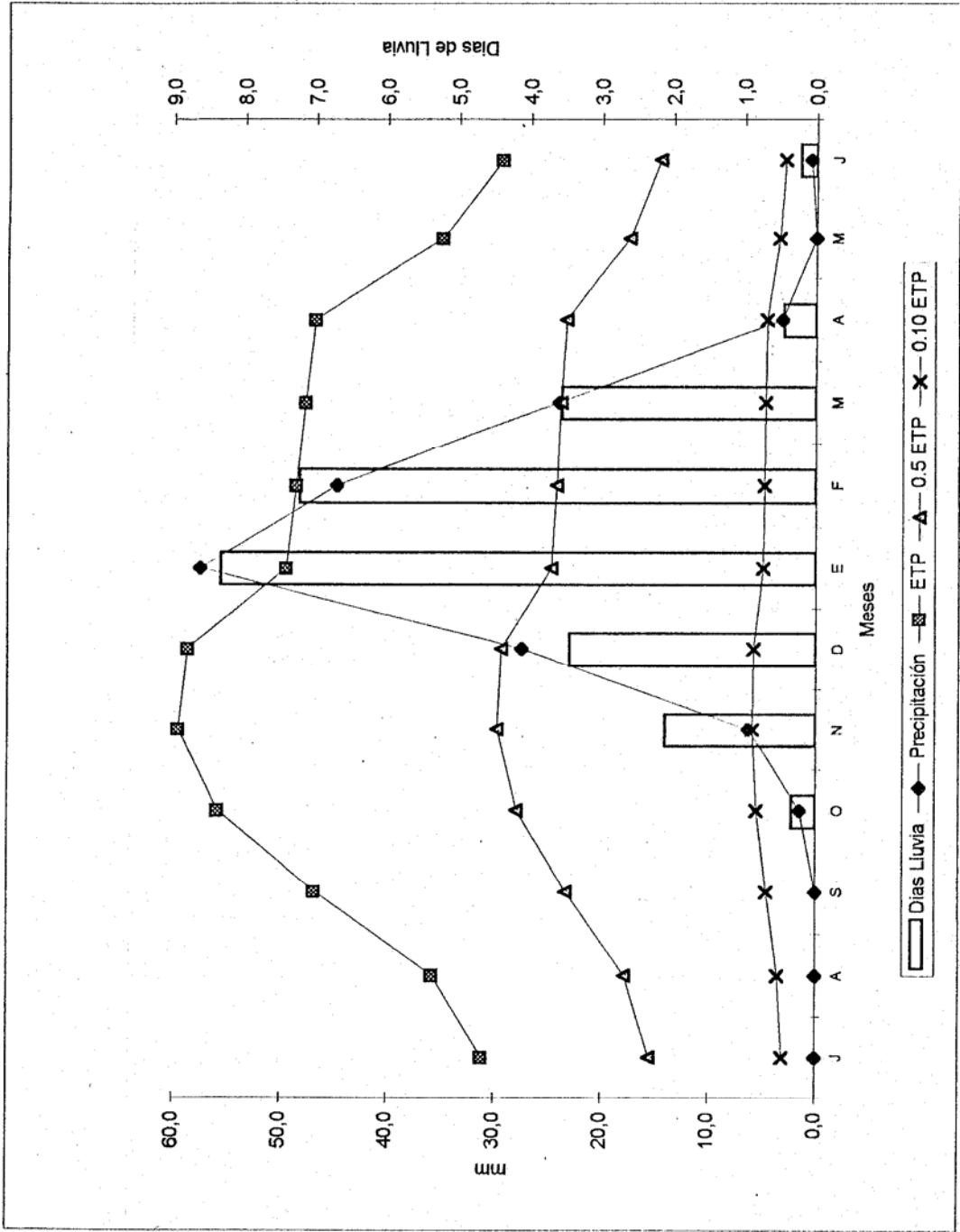
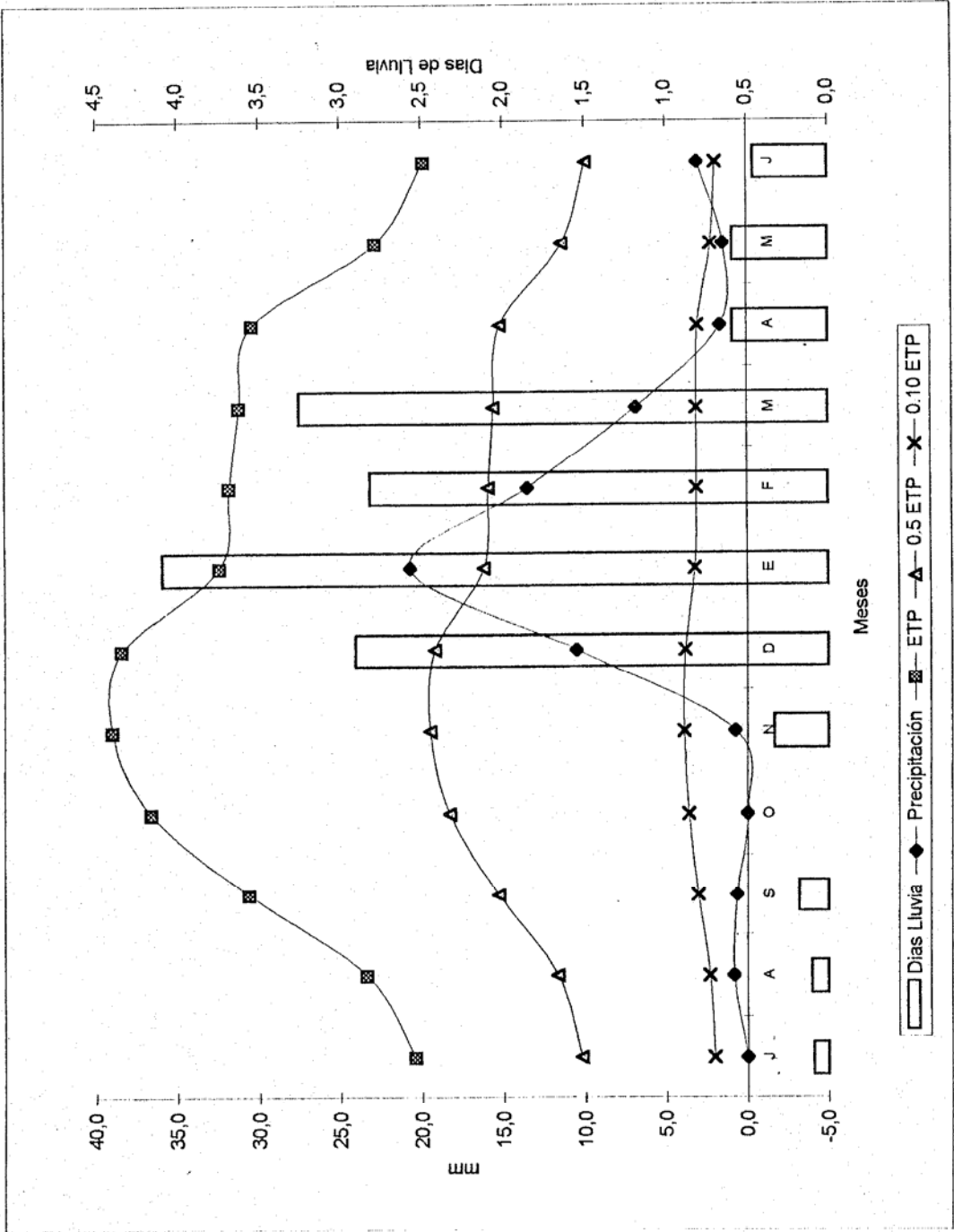


Figura 4.8: Balance Hídrico de Calcha de Lipez.



Temperatura

La temperatura en el Altiplano Sur está en función principalmente de la latitud y altitud, luego de otros factores, como la nubosidad, la vegetación, exposición, etc. (Hartmann 1994). Así también, se ve influenciada por las circulaciones atmosféricas generales.

En la Figura 4.10, se muestra la correlación entre la altura y la temperatura, las estaciones meteorológicas se ubican alrededor de una pendiente inversa que nos indica que a medida que aumenta la altura disminuye la temperatura. Se denota también una ligera particularidad de las estaciones de Salinas de Garci Mendoza y Colcha K, dado por las condiciones topográficas presentes en las mismas.

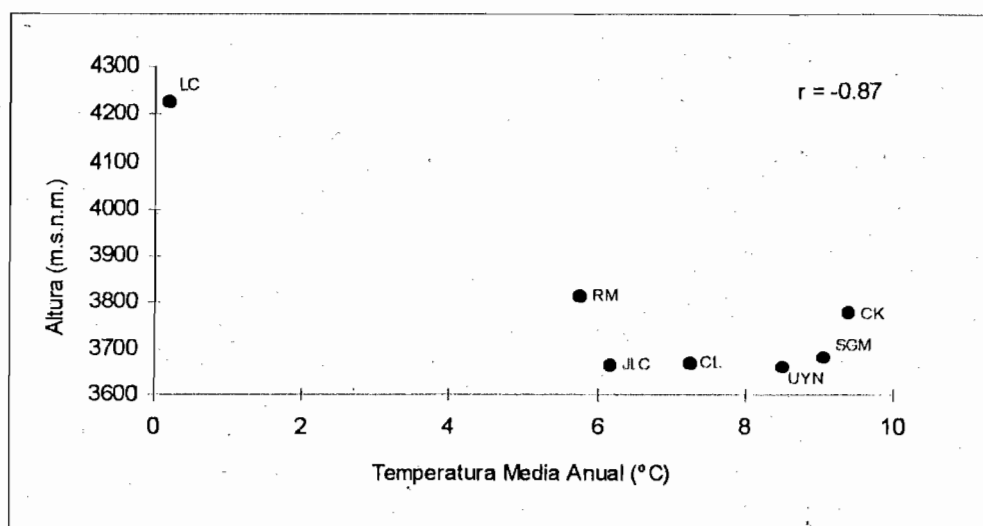


Figura 4.10: Correlación entre Altitud y Temperatura (LC: Laguna Colorada, RM: Río Mulatos, JLC: Julaca, CL: Calcha de Lipez, UYN: Uyuni, SGM: Salinas de Garci Mendoza, CK: Colcha K).

Las temperaturas en esta amplia región varían desde los 0.2°C en el extremo Sur (Laguna Colorada) hasta 9.05°C en el extremo Norte (Salinas de Garci Mendoza). Demarcando un claro gradiente Norte-Sur. Debido a las condiciones áridas, la amplitud térmica diaria es importante, pues la temperatura puede variar en más de 25°C en un día.

Existe una marcada estacionalidad de las temperaturas, presentándose los mayores valores en los meses de Octubre a Abril, rango que se reduce considerablemente en el caso de Laguna colorada, donde los meses cálidos corresponden a Diciembre - Marzo. El mes más cálido corresponde a Enero, con la excepción de Salinas de G-M y Río Mulatos cuyo mes cálido es Diciembre, y el mes más frío corresponde a Junio y/o Julio. La temperatura máxima extrema media se presentan en Calcha de Lipez y corresponden a 22.3°C, mientras que lo opuesto, ocurre en Laguna Colorada donde se tiene un registro de -17°.

Según los registros climáticos tomados desde 1943 hasta 1994, se puede observar que los años más cálidos no coinciden entre estaciones, uno por la diferencia de años de registros entre las mismas, y otro, por el carácter regional de este aspecto y dada las distancias geográficas que las separan. Sobresalen por ser más cálidos los años 1983, 1984, 1986 y 1991, y los más fríos 1977, 1981, 1992 y 1993, posiblemente fueron influenciados por los eventos ENSO.

Es importante resaltar, la ocurrencia de heladas en el Altiplano Sur, pues ella, según varios estudios, tales como los de Bootsma (1976), Laughlin & Kalma (1987) y Le Tacon et al (1992), se ha demostrado que las mismas son limitantes en la producción agrícola, así como de la producción microbiana del suelo.

La influencia del relieve sobre las incidencias de las heladas es notoria, debido a los movimientos descendentes de los vientos catabáticos que se deslizan por las laderas hacia las partes más bajas, zonificando la presencia de las heladas en áreas determinadas. Este aspecto, es de conocimiento innato por parte de los campesinos que han identificado a las laderas como áreas de menor riesgo a las heladas y a las pampas o fondos de valles, como las más susceptibles. Las heladas predominantes son de carácter radiativo, es decir, que se producen por efecto de la irradiación que produce enfriamiento debido a la mala retención de calor por parte de las superficies, generalmente descubiertas de vegetación y arenosas que favorecen un elevado albedo (SENAMHI 1993).

También se observan variaciones de los efectos de las heladas, según el tipo de suelos, así tenemos, que los suelos pedregosos son más calientes, los limo-arenosos son más fríos y los arcillosos son intermedios (Le Tacon et al, 1992).

El número de días con heladas que se presentan anualmente en el Altiplano Sur varía de 324 en Laguna Colorada a 123 días en Colcha K. Ocurren con mayor frecuencia en los meses de Mayo a Septiembre (más de 25 días/mes), siendo Junio, Julio y Agosto los que presentan el mes completo. Sin embargo, las que se presentan en los meses de Enero y Febrero, a pesar de ser blancas o suaves, son las más peligrosas para la agricultura, puesto que la mayoría de los cultivos se hallan en la etapa fenológica más sensible, que es la floración (los campesinos clasifican a las heladas en blancas y negras según su intensidad). La irregularidad de la presencia de heladas, no permite la determinación de un periodo libre de heladas durante el año.

Precipitación

Una de las características de las zonas áridas es la irregularidad de las precipitaciones, en cuanto a su frecuencia e intensidad (Ortlieb, 1995b). Así también, su variabilidad interanual, que es superior al 50% (Barry & Chorley, 1987).

Regionalmente las precipitaciones varían mucho en el Altiplano (Graf, 1996). Se considera que este hecho se debe a la influencia de tres factores principales:

- La incidencia de los vientos occidentales, normalmente secos.
- La convección tropical.
- La incidencia de los vientos orientales o alisios, los que a su vez dan lugar a una sucesión de épocas secas con épocas húmedas anualmente.

En todo el Altiplano Sur la época de lluvias se extiende desde los meses de Diciembre a Marzo, variando el volumen precipitado de una región a otra, en un orden claramente perceptible del Noreste al Sudoeste: Salinas de G-M, Uyuni, Julaca, Laguna Colorada (gradiente Norte-Sur); Río Mulatos, Salinas de Garci Mendoza, Abra de Napa (gradiente Este-Oeste). Así también, la presencia de meses secos continuos, los cuales además de seguir este gradiente, varían considerablemente, al igual que las precipitaciones, de un año a otro, según fenómenos de desorden a nivel de las circulaciones atmosféricas, como el caso de El Niño y otros que generan estas condiciones (Anticiclón del Pacífico Sur,

Convección Tropical y los vientos Alisios) que a su vez está influenciados por las características topográficas orográficas de la región (Roche et al, 1992; Martin et al 1995; Graf, 1996).

El gradiente latitudinal al relacionarse con el coeficiente de variabilidad interanual de las precipitaciones, n presenta una influencia clara sobre la segunda, como se pued apreciar en la Figura 4.11, sin embargo, si influye en la precipitaciones.

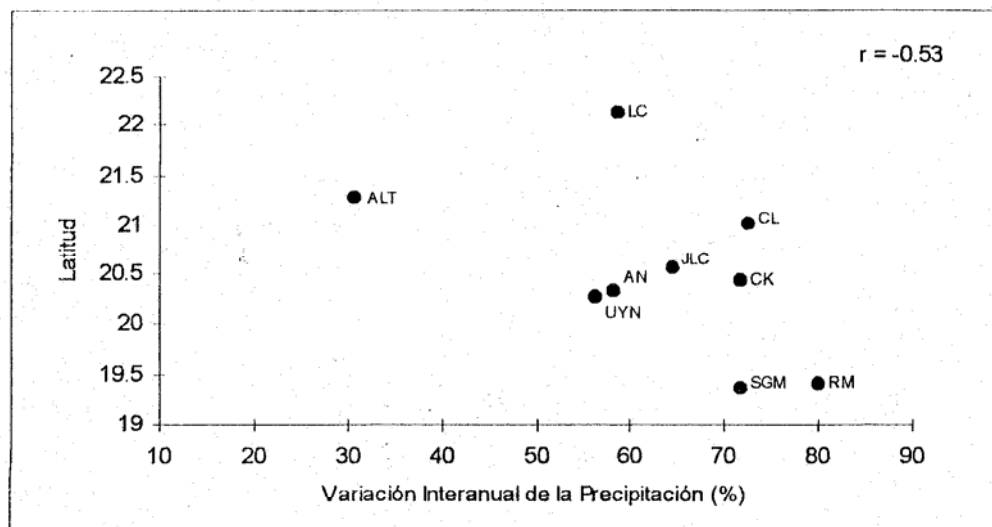


Figura 4.11: Correlación de la Latitud y el Coeficiente d Variación Interanual de la Precipitación (LC: Laguna Colorada RM: Río Mulatos, JLC: Julaca, CL: Calcha de Lipez, UYN: Uyuni SGM: Salinas de Garci Mendoza, CK: Colcha K, ALT: Alota, AN: Abr de Napa).

Los registros pluviométricos en las 9 estaciones instalada en todo el Altiplano Sur, muestran variaciones interanuale amplias, por ejemplo, Uyuni de 30.6 (1980) a 416.1 mm(1984) Salinas de Garci Mendoza de 0 (1964) a 689 mm (1984), Colch K de 23.7 (1980) a 446.9 mm (1984), Julaca de 21.7 (1983) 430 mm (1955), Río Mulatos de 20.1 (1983) a 750.8 mm (1984) Calcha de Lipez de 8.7 (1983) a 507 mm (1984), Lagun Colorada de 19.8 (1985) a 102.6 mm (1992), Abra de Napa d 63.9 (1988) a 235 mm (1984) y por último Alota de 28.3 (1990 a 166 mm (1986), esto según el periodo de registros de cad estación pluviométrica. En la Figura 4.12, se presenta e coeficiente de variación interanual de las precipitaciones.

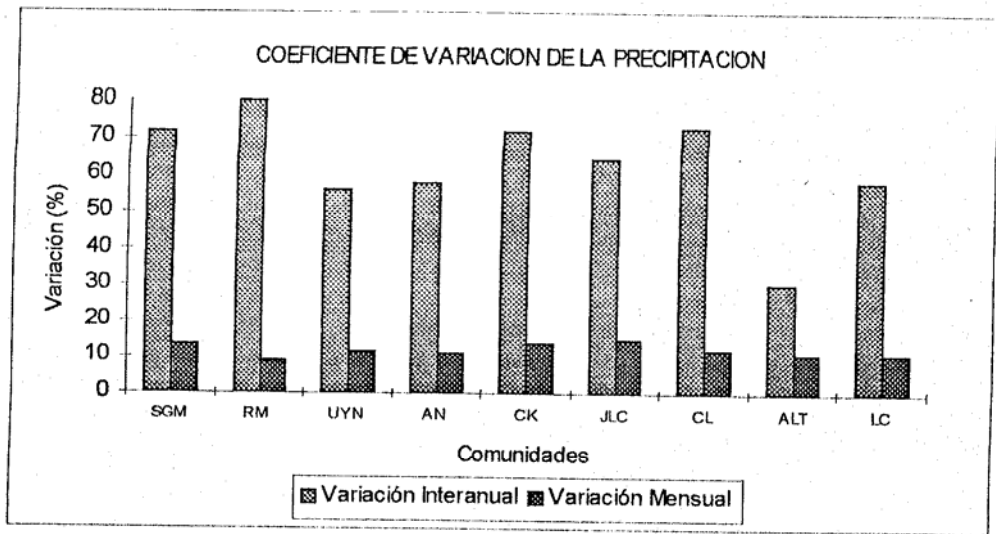


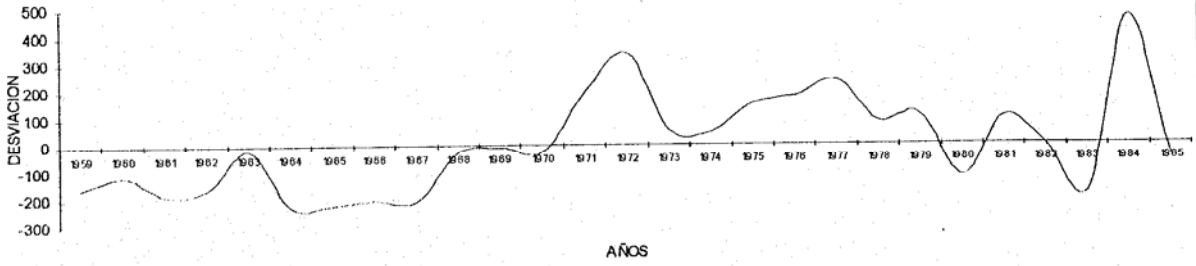
Figura 4.12: Coeficiente de Variación de la Precipitación en Salinas de G-M (SGM), Río Mulatos (RM), Uyuni (UYN), Abra de Napa (AN), Colcha K (CK), Julaca (JLC), Calcha de Lipez (CL), Alota (ALT) y Laguna Colorada (LC).

Esta variación interanual de la precipitación también puede deberse a la influencia de los eventos ENSO, que como pudo observarse en los registros, después de un periodo ENSO o de sequía, se presentan años lluviosos como recompensa a la deficiencia hídrica producida por el ENSO, lo cual puede ser significativo, como lo ocurrido en 1984, donde las lluvias fueron anormalmente abundantes en todo el Altiplano, después de la sequía, también la más intensa, de 1982-1983 (periodo de ocurrencia de un ENSO importante).

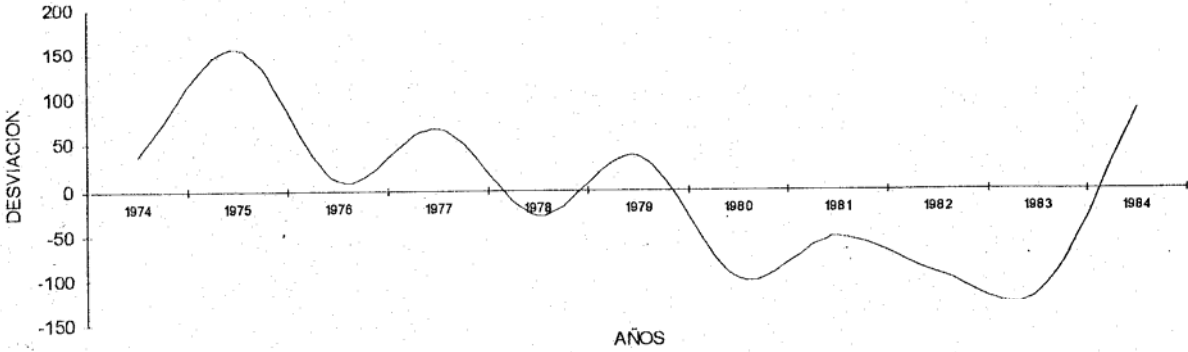
En general, la media de las precipitaciones varía entre 269.6 mm en Río Mulatos a 59.3 mm en Laguna Colorada (gradiente Noreste - Sudoeste). El mes más lluvioso es Enero y los más secos son Mayo - Septiembre. Cabe resaltar que los años que presentaron las sequías más prolongadas, de 8 a 12 meses continuos, no fueron precisamente los años que registraron las medias anuales de precipitación más bajas. Así tenemos por ejemplo, a 1982, 1987 y 1992 entre los más recientes.

Respecto a registros de nevadas no se cuentan con datos puntuales, no obstante, se tiene conocimiento que las precipitaciones durante el invierno suele ocurrir en forma de nieve, lo cual tampoco es regular. En la Figura 4.13, se presentan las desviaciones positivas y negativas de las precipitaciones alrededor de la media.

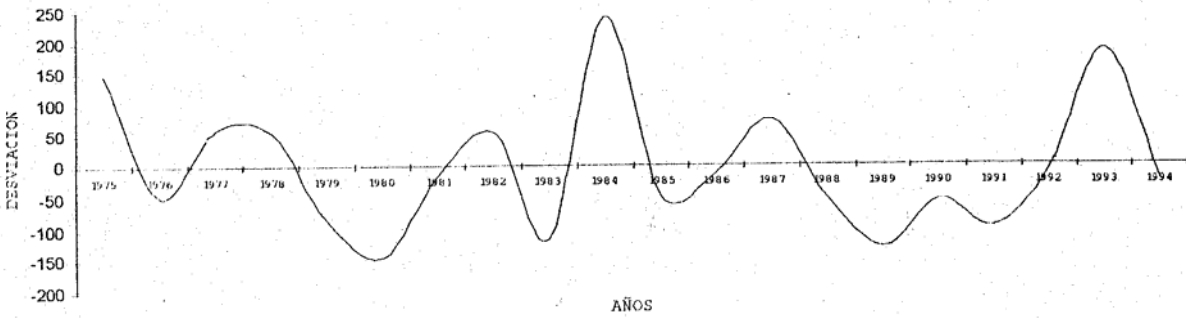
DESVIACION DE LA PRECIPITACION ALREDEDOR DE LA MEDIA (230 mm) 1959-1985
(SALINAS DE G-M)



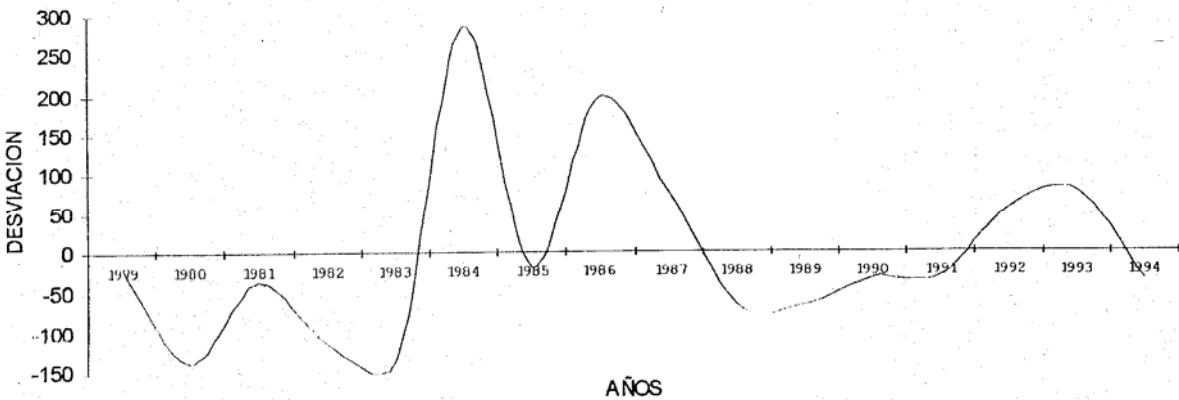
DESVIACION DE LA PRECIPITACION ALREDEDOR DE LA MEDIA (138.7 mm) 1974-1984 (JULACA)



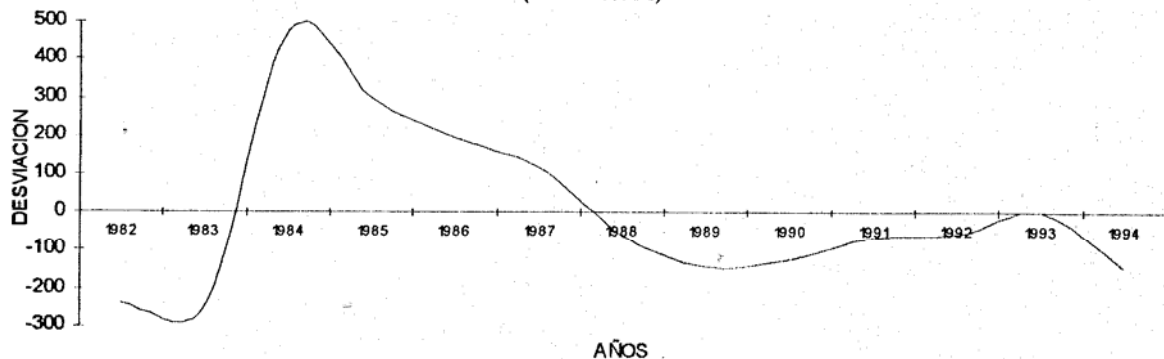
DESVIACION DE LA PRECIPITACION ALREDEDOR DE LA MEDIA (175.8 mm) 1975-1994 (UYUNI)



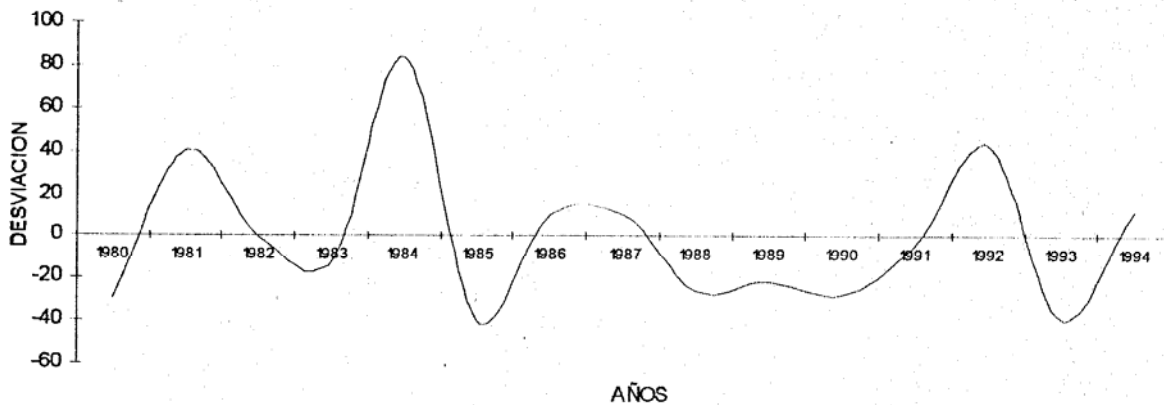
DESVIACION DE LA PRECIPITACION ALREDEDOR DE LA MEDIA (161 mm) 1979-1994 (COLCHA K)



DESVIACION DE LA PRECIPITACION ALREDEDOR DE LA MEDIA (274 mm) 1982-1994
(RIO MULATOS)



DESVIACION DE LA PRECIPITACION ALREDEDOR DE LA MEDIA (60 mm)
1982-1994 (LAGUNA COLORADA)



DESVIACION DE LA PRECIPITACION ALREDEDOR DE LA MEDIA (165 mm) 1983-1994 (CALCHA DE LIPEZ)

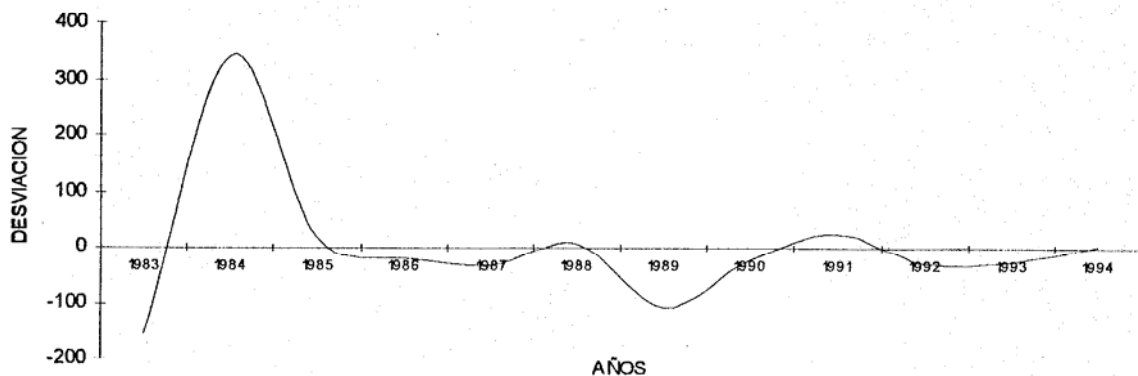


Figura 4.13: Desviaciones de la Precipitación alrededor de la media en 7 estaciones del Altiplano Sur.

Vientos

Los vientos del Altiplano, en general, provienen principalmente del occidente, producto del anticiclón del Pacífico Sur. Son vientos secos que ocasionan la aridez en las costas del Norte de Chile. Ocasionalmente los vientos orientales logran cruzar la Cordillera Oriental y llegar hasta el Altiplano, siendo generalmente los causantes de las nevadas que se presentan durante los meses de Julio y Agosto (invierno austral).

La siguiente ilustración (Figura 4.14), muestra la distribución de vientos occidentales y orientales que ocurre en la tropósfera en esta región de América del Sur (Graf, 1995). Se presentan solo los gráficos de La Paz y Antofagasta, latitudes externas más próximas a nuestra área de estudio.

El sistema general de circulación, en estas latitudes en la mayoría de los casos, está dominado por vientos del Oeste entre los 10 a 15 Km. de altura (nivel de Jets), así también existen ciclones que cruzan el Continente en el mismo sentido. Sin embargo, en el verano, tal como los casos de La Paz y Lima, se observa una verticalidad de la dirección de los vientos, es decir, hay circulación colectiva o vertical, cual ocasiona con frecuencia fuertes precipitaciones pluviales (Graf, 1995), esto no ocurre en el caso de Antofagasta, donde no se observan cambios de los vientos durante todo el año.

Entonces, los vientos del Altiplano Sur, se ven en cierto modo involucrados, por los de sus latitudes vecinas y por la interferencia de las altas elevaciones orográficas (cordones volcánicos y cadenas de montañas aisladas), que en general regulan la dirección de los mismos. Hay una influencia orográfica de los vientos hasta los 1500 m, Barry & Chorlton (1987).

Predominan los vientos de dirección N, NW y W con velocidades que varían desde los 4 a 12 m/s, se presentan en los meses de Septiembre a Diciembre. Los vientos del NE, SE y S, también son importantes y ocurren en los meses de Enero a Abril, tienen velocidades de 2 a 12 m/s.

En el campo agrícola los vientos más perjudiciales son los que soplan de Septiembre - Octubre por que producen el enterrado de las plántulas germinadas de quinua, ocasionando pérdidas.

considerables. Por otro lado, están los vientos de Abril que producen daños, más bien, a las cosechas.

En las Figuras 4.15 - 4.19, se muestra la frecuencia y velocidad de los vientos, de las estaciones con que cuentan con esta información.

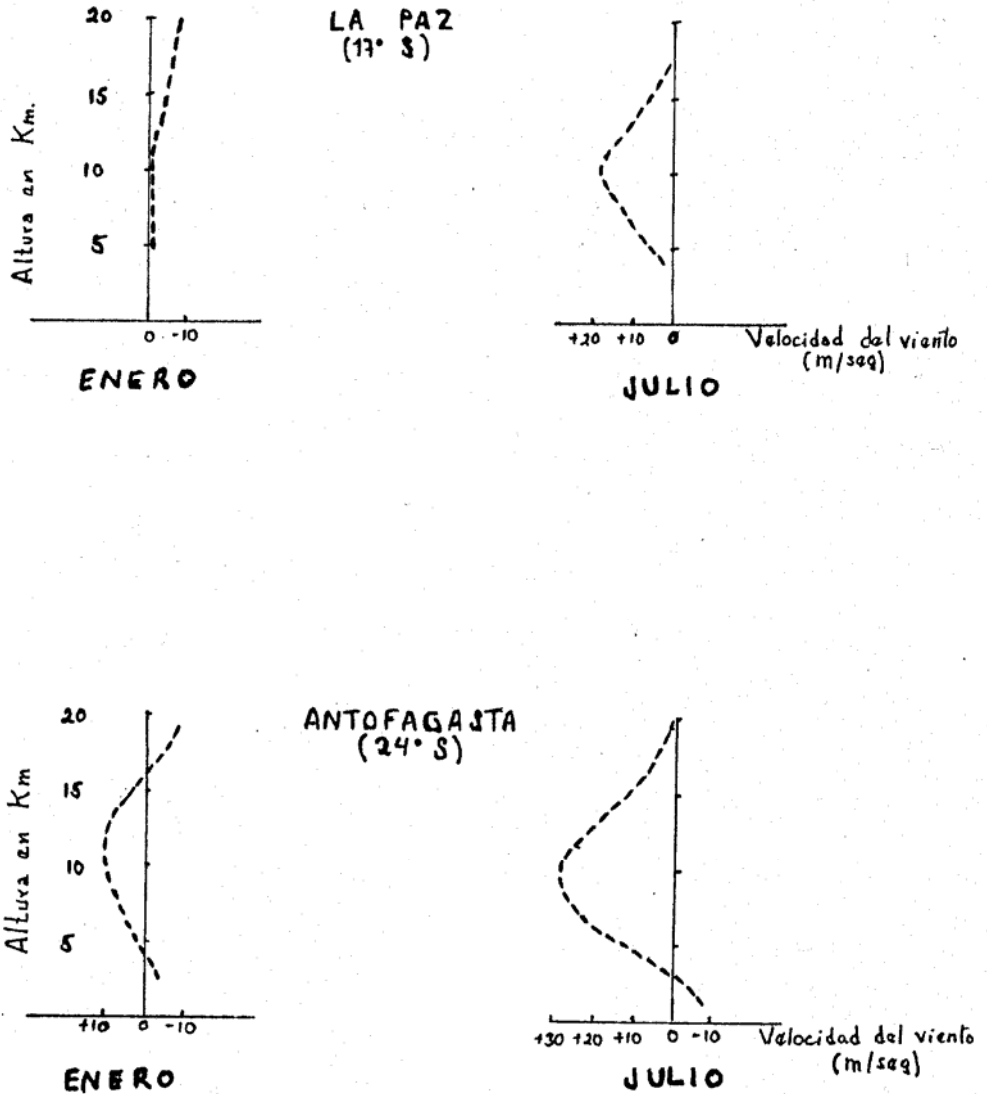


Figura 4.14: Distribución de los vientos occidentales (W) y orientales (E) dominantes en la Tropósfera (Según Graf, 1995).

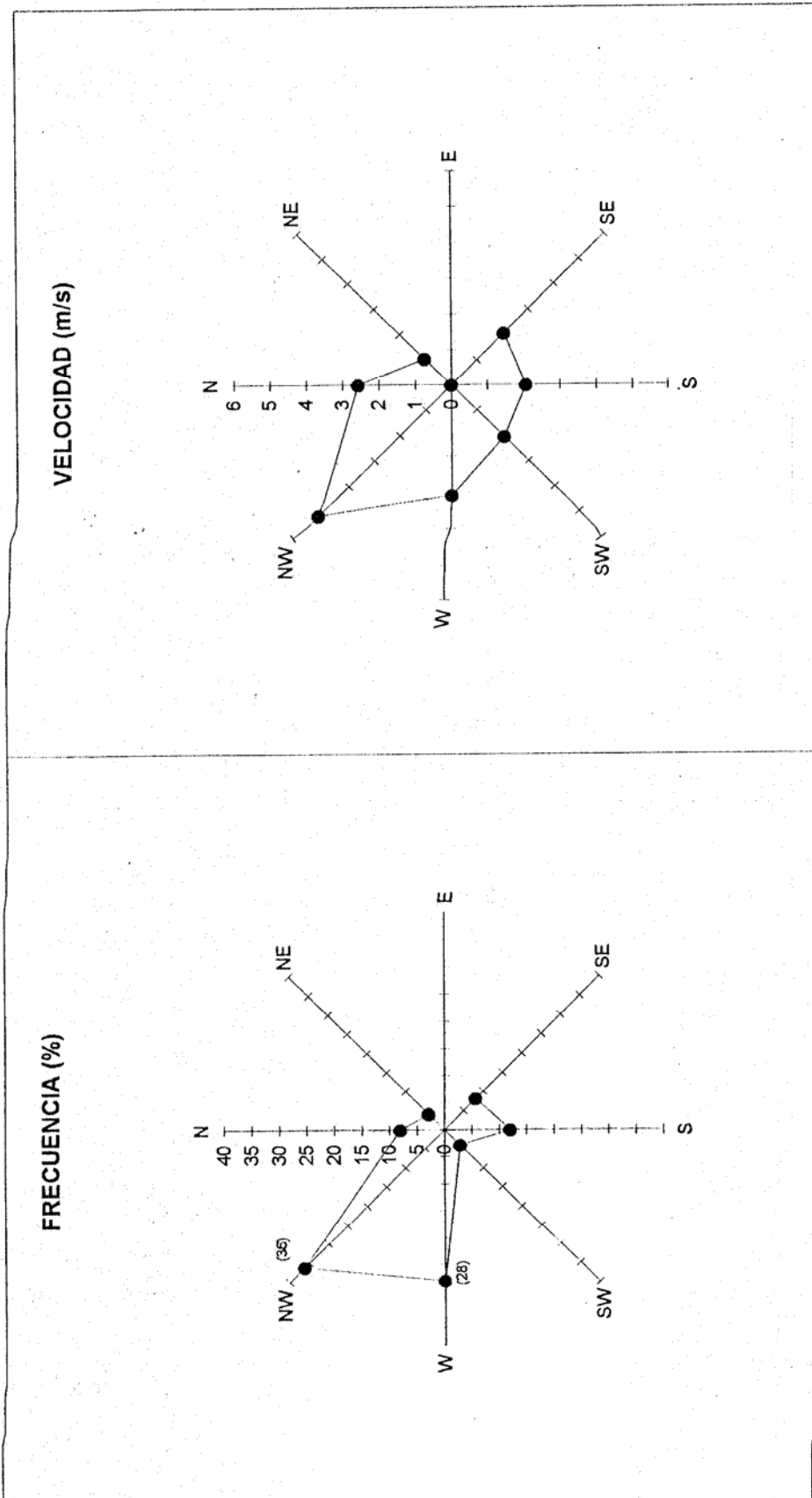


Figura 4.15: Frecuencia y Velocidad de los Vientos de superficie. Salinas de Garci Mendoza.

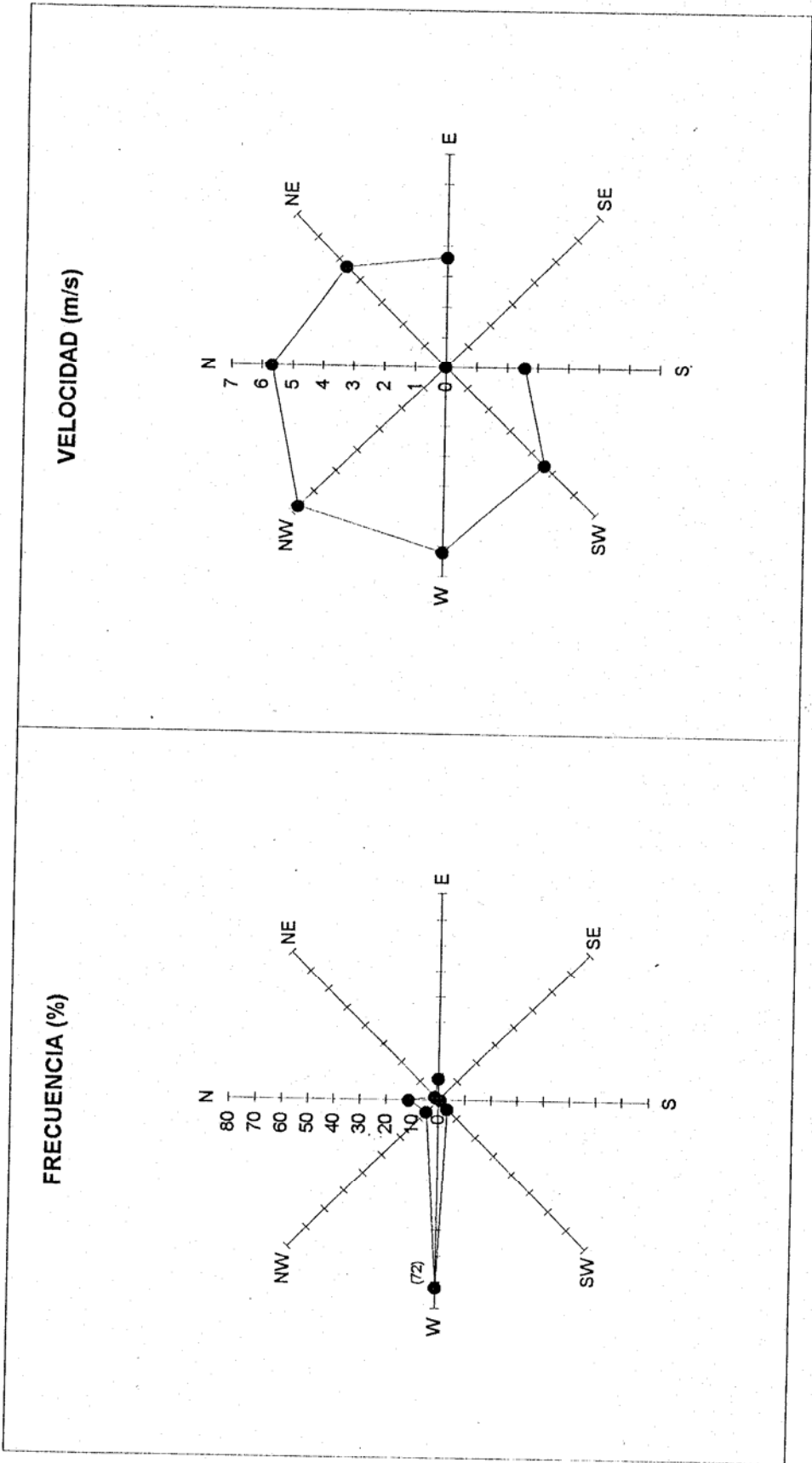


Figura 4.16: Frecuencia y Velocidad de los Vientos de superficie. Rio Mulatos.

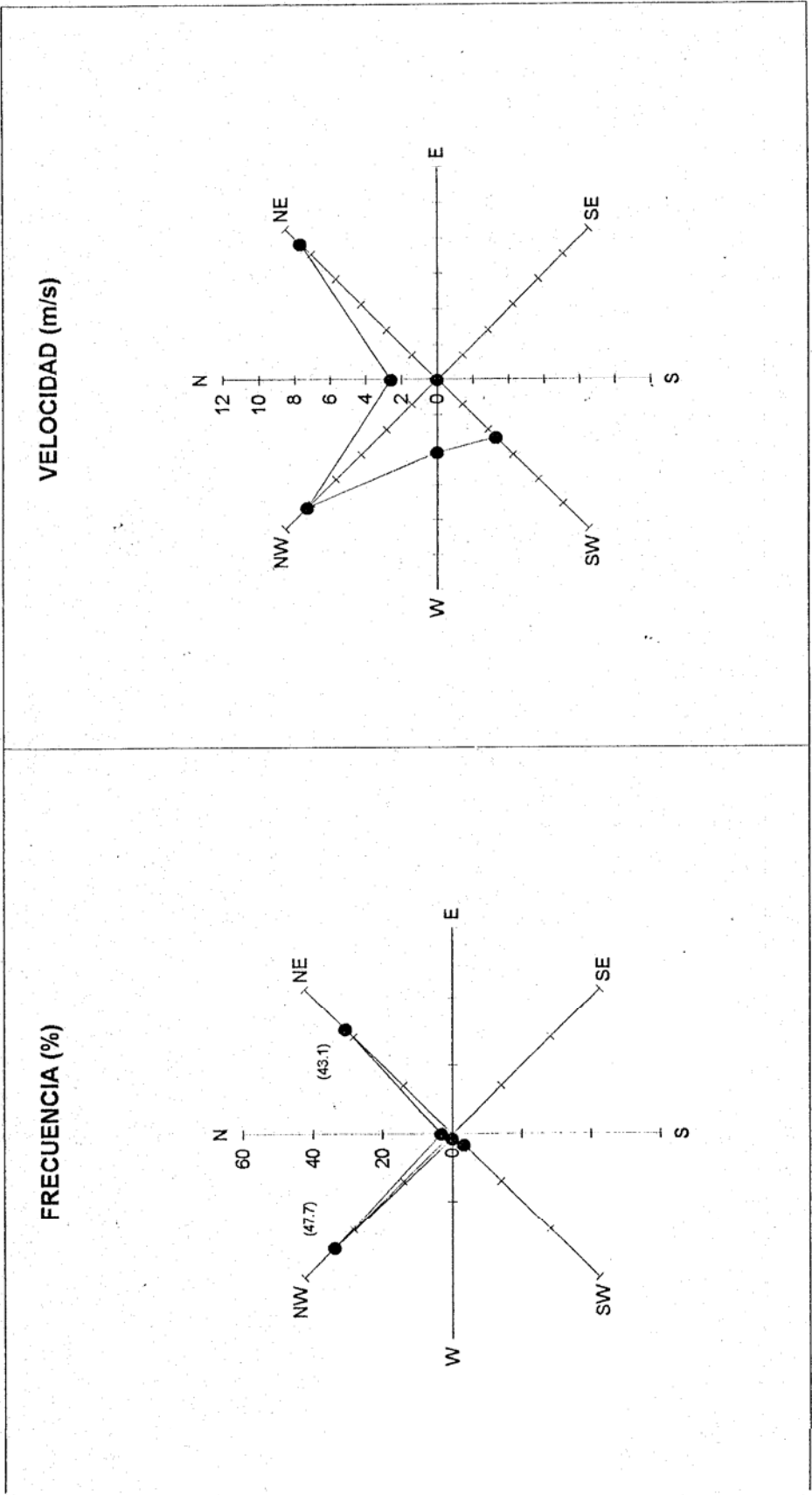


Figura 4.17: Frecuencia y Velocidad de los Vientos de superficie. Uyuni.

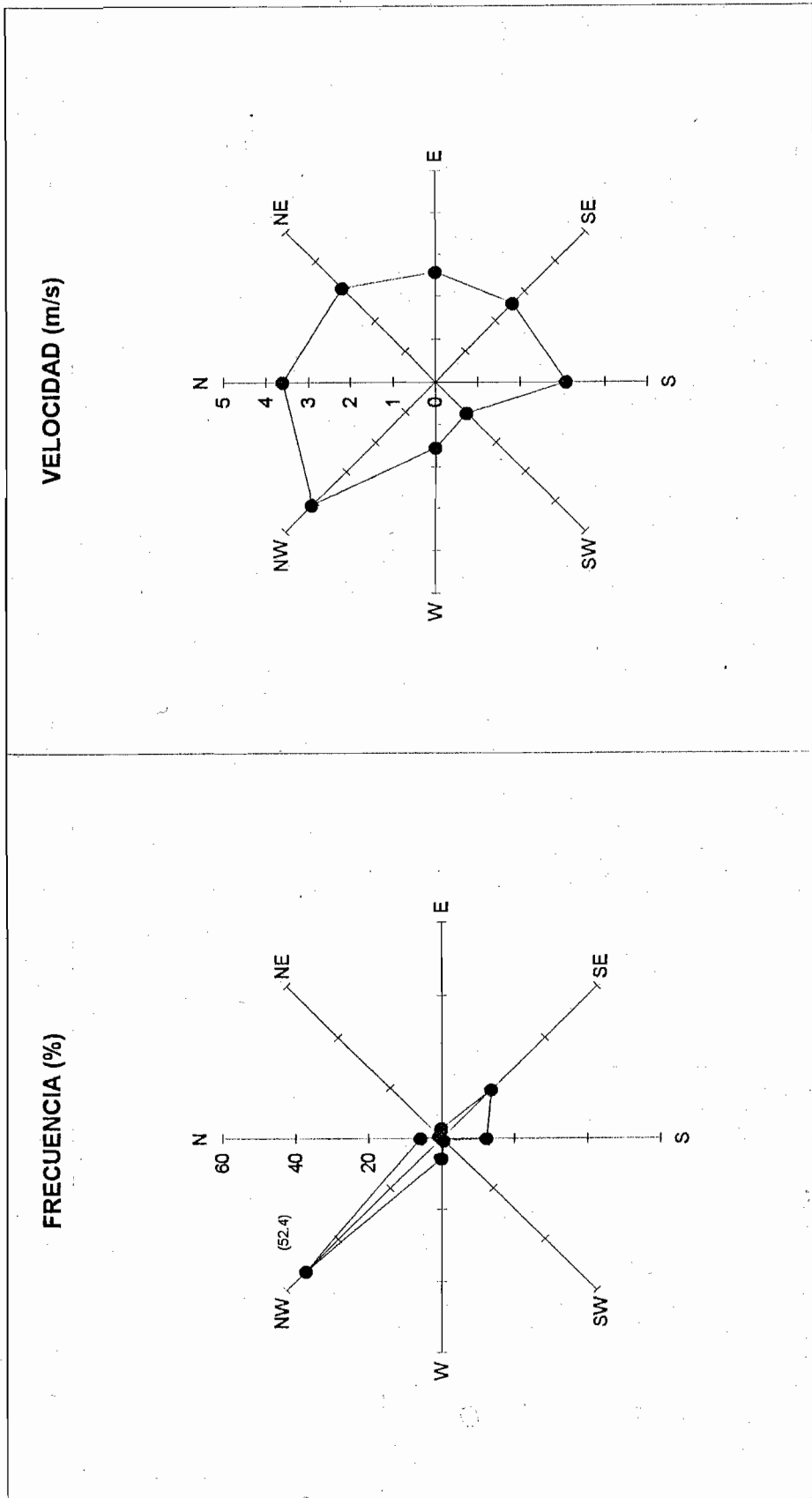


Figura 4.18: Frecuencia y Velocidad de los Vientos de superficie. Colcha K.

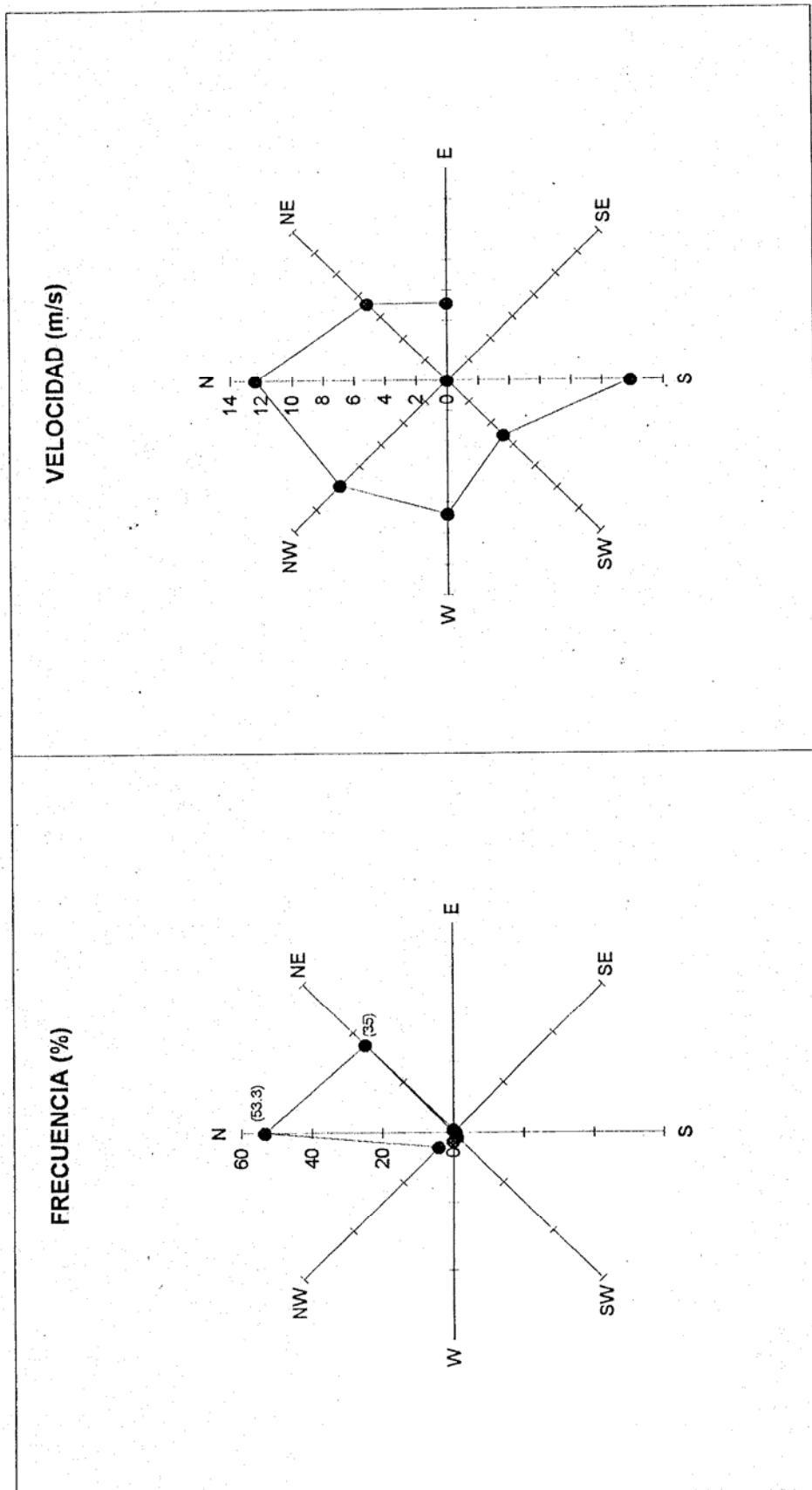


Figura 4.19: Frecuencia y Velocidad de los Vientos de superficie. Julaca.

Otras variables climáticas

Humedad Relativa

En general los valores de humedad relativa en el Altiplano Sur son bajos, debido a la altitud y la sequedad del ambiente. Así tenemos, que la media varía entre 32 a 45%, que se presentan en Río Mulatos y Julaca respectivamente.

Los meses que presentan el mayor valor son Enero y Febrero y los opuestos Octubre y Noviembre, con el valor mínimo de 18% en Río Mulatos y el máximo de 55% en Julaca.

Insolación

La cantidad de horas luz/día (por radiación directa), varía de 8.9 a 9.4 horas, presentando los valores máximos los meses de Octubre y Noviembre, y los mínimos de Enero a Marzo. Estos valores coinciden con la época de ausencia de lluvias y presencia de las mismas, respectivamente.

Radiación

La radiación presente en el Altiplano Sur, está en función al movimiento del sol por estas latitudes, cuyo valores mayores corresponden al verano austral, debido a la posición casi perpendicular del sol sobre el trópico de Capricornio y el menor espesor de masa atmosférica que atraviesan los rayos solares.

La media de radiación varía entre 430 cal/cm²/día en Río Mulatos a 507 cal/cm²/día en Colcha K. Los valores más altos ocurren en los meses de Noviembre y Diciembre (639 cal/cm²/día en Colcha K), y el mes con menor radiación corresponde a Junio (338 cal/cm²/día en Uyuni). Como se puede ver los valores de radiación en general son altos, y es una característica propia de esta región del país, lo cual favorece en el aporte energético a los cultivos de quinua. Estos valores están influenciado por la altitud, el menor espesor de la capa atmosférica que es atravesada por los rayos solares, y a su vez por una atmósfera transparente, con poco vapor de agua y material particulado.

Nubosidad

Esta variable se halla muy relacionada con la humedad relativa y la radiación. Pues, el incremento o disminución alguna de ellas influye en los valores de dichas variables. Por ejemplo, a mayor nubosidad menor radiación y mayor humedad relativa o viceversa.

En el Altiplano Sur se cuenta con una media que varía de 1 a 3 octavos. Siendo los meses con mayor nubosidad Diciembre, Enero y Febrero, y los más despejados Mayo y Agosto. En general, la formación de nubes se ve desfavorecida por la ubicación de esta región, próxima a áreas de subsidencias y la altitud de la misma.

Aspectos radiativos del Altiplano Sur

Dada la gran importancia de las características e influencia de la Radiación Solar en el Altiplano boliviano, hacemos acápite respecto a ella.

Como pudimos ver anteriormente, la radiación global en el Altiplano Sur, presenta valores muy altos, respecto a otras áreas del país. Esta alta radiación se explica por la altitud de la zona (media 3.800 m snm) y el clima seco durante una gran parte del año.

Según Vacher et al (1993), el menor espesor de la atmósfera, la presión atmosférica baja (alrededor de 650 mb) y reducida presión parcial de vapor de agua (< 6 mb) disminuyen la absorción de la radiación por la atmósfera, por lo que los cielos en el Altiplano se presentan la mayor parte del año sin la presencia de nubes, esto es más notorio en invierno.

Los cocientes elevados de la radiación solar frente a la radiación solar al tope de la atmósfera corroboran la alta transparencia del aire en el Altiplano.

Se puede observar una clara variación estacional con mínimo en Junio (234 cal/cm²/día en Uyuni) y un máximo en Noviembre (639 cal/cm²/día en Colcha K), lo cual corresponde a la variación de la radiación solar que entra en la atmósfera. Recordemos que el sol tiene su máxima inclinación el 21 de Junio y pasa 2 veces vertical al Altiplano, el 24 de Noviembre y el 17 de Febrero, pero es

última fecha corresponde a la temporada de lluvia (Vacher et al, 1993). No obstante, la amplitud de la variación estacional es reducida, debido a la coincidencia de la época lluviosa con el verano y de la época seca con el invierno.

Así también, los mismos autores, indican que los valores altos de la radiación atmosférica en el Altiplano, corresponden por una parte a la aridez del clima (más de 8 meses secos al año), lo que determina una humedad muy baja del aire. Además, datos de radiosondeo indican una reducción de 40% de la presión de vapor de agua entre los 4.000 a 5.000 m *snm*, y de 60% entre los 5.000 a 6.000 m *snm*.

La radiación global elevada durante toda la temporada agrícola favorece la fotosíntesis de los cultivos, sin embargo, el aumento de la proporción de U.V. con la altura, puede provocar algunos tipos de estrés (Levitt, 1980). Por otro lado, la alta radiación solar, también incrementa significativamente la evapotranspiración.

Efecto de los eventos ENSO sobre el clima del Altiplano Sur

Después de haber realizado la caracterización climática regional y para tratar de comprender el por qué de las variaciones erráticas de los diferentes parámetros analizados, principalmente las precipitaciones, confrontamos estos aspectos con los fenómenos océano-atmosféricos que se presentan en el Pacífico ecuatorial oriental e influyen considerablemente sobre el clima, no sólo regional, sino también intercontinental. Tal es el caso de los eventos ENSO (El Niño-Southern Oscillation).

Según Martin et al (1995), en situación "normal", las aguas de superficie del Pacífico ecuatorial oriental son notablemente frías, a pesar de ser una región tropical. Sin embargo, esta situación puede ser fuertemente perturbada durante eventos el Niño que se producen durante las fases bajas de la Oscilación Austral. Este fenómeno ocurre por el advenimiento de aguas oceánicas calientes del Pacífico Occidental-Central que se mezclan con las aguas frías de este sector del Pacífico, ocasionando alteraciones climáticas importantes.

Ronchail (1989) y Hartmann (1994), por su parte indican que, una situación normal en el Pacífico, es la siguiente: Los vientos alisios que soplan sobre el Océano llevan aguas de superficie calientes, desde el Este hacia el Oeste, lo cual

produce una pendiente térmica en este mismo sentido genera una acumulación de calor y fuerte evaporación en el Pacífico Oeste; mientras que en el Pacífico Este las aguas mantienen más frías debido, por otro lado, a la corriente gélida de Humboldt. Esta diferencia de temperaturas en ambos lados del Océano, genera también, una diferencia de presión atmosférica, que puede ser medida con el Índice de Oscilación del Sur (IOS): $IOS = \text{Presión en Tahití} - \text{Presión en Darwin}$

Dicha diferencia de presión en ambos lados del Océano genera la formación de una célula de circulación de Walker, ascendencia en la parte Oeste del Pacífico donde la presión es baja y subsidencia en su parte oriental donde la presión es alta (Figura 4.20).

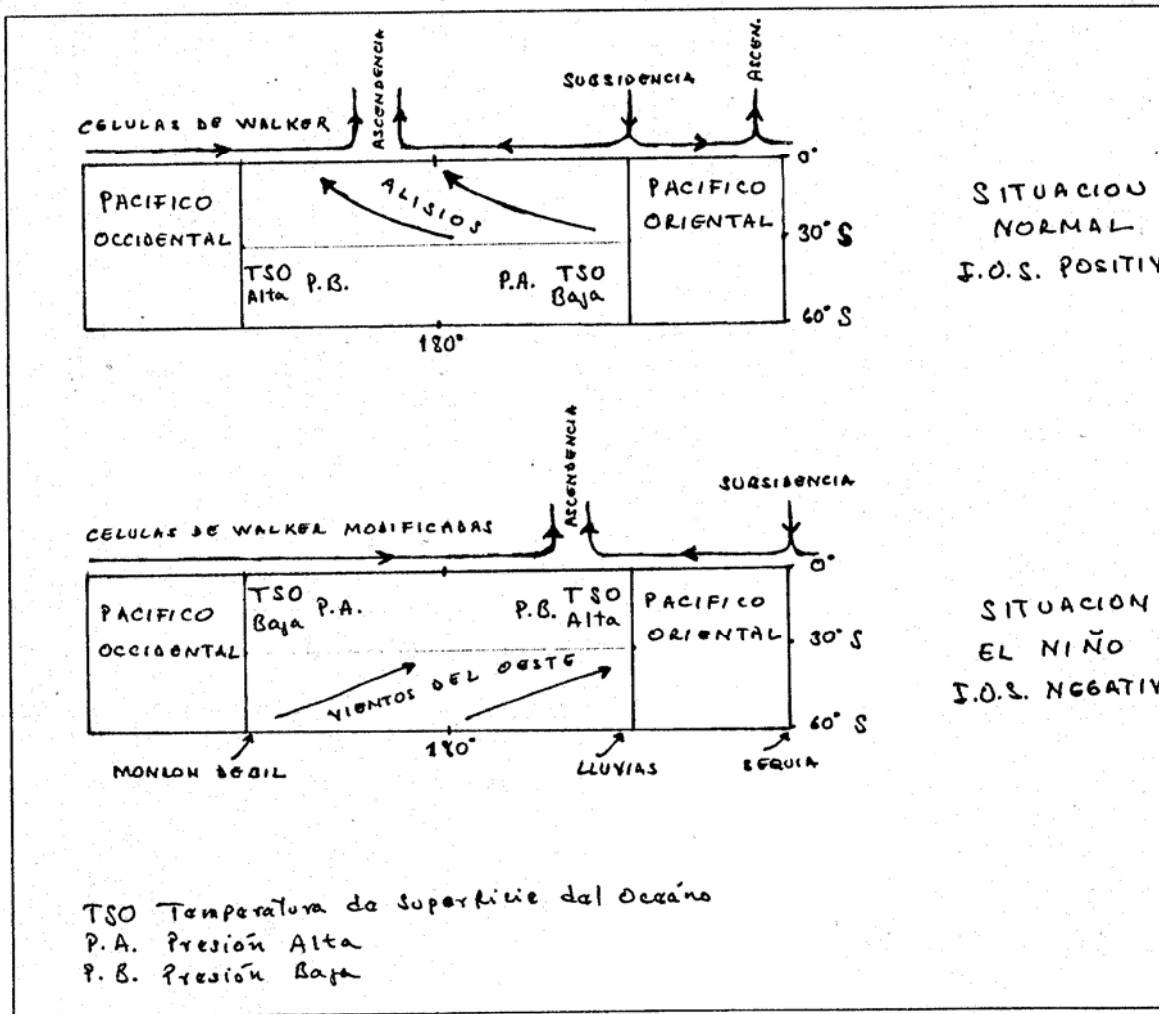


Figura 4.20: Esquematación de la situación Normal y Anormal clima sobre el Pacífico Sur (Modificado de Ronchail, 1995).

Esta anomalía térmica positiva en el Pacífico Oriental, genera la situación "El Niño". Pues, para establecer un nivel horizontal de las temperaturas en la superficie del Océano, ciertos años se produce una contra corriente oceánica, llamada "El Niño" que ocurre en el verano, en la época de Navidad (de ahí su nombre).

En una gran parte del Continente Sudamericano (región tropical y Subtropical), esta modificación de las temperaturas de superficie del océano, ocasiona perturbaciones en el régimen de lluvias y vientos, que según Martin *et al* (1995), son generados por los siguientes mecanismos:

- ◆ El desplazamiento hacia el Oeste de la Zona de Convección normalmente centrada en la amazonía (Wyrтки, 1982, cit. en Martin *et al*, 1995) que ocasiona abundantes lluvias en el Norte del Perú y un déficit de las mismas en la Amazonía oriental;
- ◆ El fortalecimiento del chorro subtropical o Jets Stream (Kousky *et al*, 1984) que ocasiona la formación de una zona de bloqueo. Entonces, este bloqueo provoca:
 - a) Lluvias anormalmente abundantes en la zona de bloqueo
 - b) Un déficit de las precipitaciones al Norte de éste
 - c) La interrupción de la penetración del aire amazónico en los Andes Centrales

Este aspecto, en el caso particular de Bolivia, se esquematiza en la Figura 4.21.

Según Ronchail (1989), en un período "El Niño", los vientos alisios se tornan débiles o son reemplazados por vientos del Oeste. Este transporte genera una anomalía positiva de temperatura de la superficie del Océano en su parte oriental y, en consecuencia una anomalía negativa de presión. El IOS se vuelve negativo y se modifica la circulación de Walker sobre el Pacífico. Entonces, se presenta una ascendencia en la parte Este del Pacífico que genera fuertes lluvias, inundaciones y desordenes ecológicos en las costas del norte de Chile, Perú y sur de Ecuador, y subsidencias en partes de la región Amazónica y el Pacífico Oeste.

En Bolivia se presentan sequías en la región andina y parte norte de los llanos, mientras que en los llanos del sur del

país se registran fuertes lluvias e inundaciones, ligado al bloqueo de los frentes fríos sobre esta región por el Jet subtropical del Oeste (ver Figura 4.21).

Al respecto Ortlieb (1995b), indica que los eventos de El Niño, en la costa Pacífica de América del Sur, se caracterizan por excesos de precipitaciones en el Norte del Perú y en Chile central, mientras que se observa déficits de pluviometría en el Altiplano del Sur del Perú y Bolivia. Asimismo este autor, afirma que el clima de la región del Altiplano boliviano está parcialmente controlado por el sistema ENSO.

Opuesto a este fenómeno climático de El Niño, existe otro que es menos frecuente, pero no menos importante, por los disturbios ambientales que genera, se trata de la anomalía térmica negativa del Pacífico Oriental, situación "Anti Niño o Niña". Sus efectos son inversos a los que ocurren durante El Niño, es decir produce fuertes lluvias en el Altiplano, y sequía en los llanos del sur del país debido al bloqueo de las masas de aires polares que normalmente provocan la lluvias invernales en los llanos bolivianos (Ronchail, 1989, 1995).

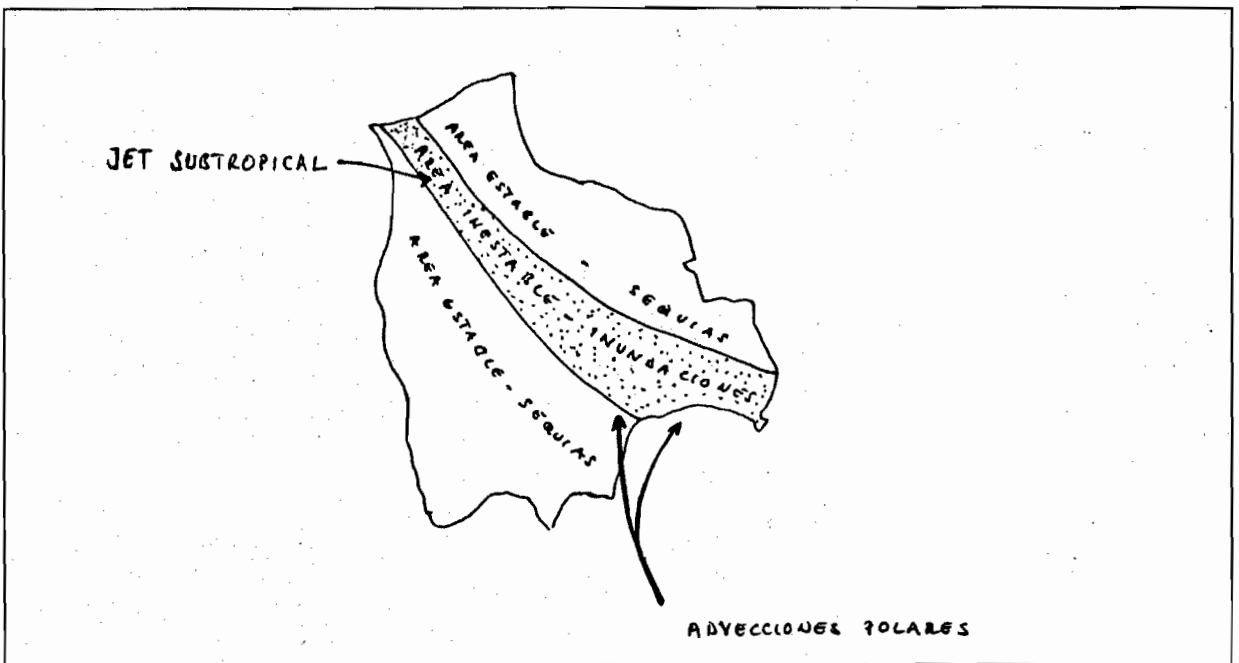


Figura 4.21: Situación El Niño. Fortalecimiento del Jet Subtropical (Adaptado de Martin et al, 1995).

En la Tabla 4.6, se presentan las relaciones entre los eventos ENSO y las precipitaciones de las 9 estaciones presentes en el Altiplano Sur. Los eventos NIÑO se refieren a los ocurridos en Sudamérica y, los ENSO son globales.

Los eventos ENSO, en general, no influyeron en gran manera sobre el carácter de las precipitaciones del Altiplano Sur, pues, las mismas se mantuvieron por encima de la media normal cuando se presentó dicho evento (eventos: 1952/1953, 1972/1973, 1976/1977, 1986/1987, 1991/1992). Sin embargo, los eventos ocurridos en 1957/1958 1965/1966 y 1982/1983, presentaron una influencia muy fuerte sobre el clima, pues las precipitaciones estuvieron muy por debajo de la media normal (Ronchail, 1995; Ortlieb, 1995b). Según Miranda (1996), estos eventos influyen más en la distribución de la precipitaciones, que en la cantidad misma de lluvias.

Por otro lado los eventos aislados del NIÑO, que no precisamente tienen que coincidir con los ENSO generales, pero que sin embargo, normalmente ocurren juntos, variando la intensidad entre uno y otro (ver Tabla 4.6), presentan mayores interferencias en las precipitaciones regionales. Así tenemos que los eventos NIÑO-ENSO ocurridos en 1957/1958 y 1982/1983 afectaron considerablemente a las precipitaciones, produciendo sequías importantes en el Altiplano Sur, con redundancias negativas en la producción agrícola (mucho mayor en 1982/1983 que en 1957/1958, por el hecho de la intensificación de los cultivos en los últimos decenios). Los eventos ocurridos en 1972/1973 y el NIÑO aislado ocurrido en 1992, no afectaron significativamente en el carácter de las precipitaciones. cabe aclarar que cuando mencionamos al evento ENSO, nos referimos principalmente al IOS (Indice de Oscilación del Sur).

Según Ronchail (1995), en trabajos realizados sobre la influencia de estos eventos en el clima de Bolivia, el periodo 1952-1972 se caracteriza por ser más seco de lo normal y los años posteriores por ser más húmedos, se detecta una tendencia pluridecenal de precipitaciones mayores a la media anual, además de una variación interanual relacionada al ENSO negativo, que incide en una deficiencia hídrica muy marcada en el Altiplano y que es seguida por un periodo húmedo en todo el país. En general, los cambios de la temperatura de superficie de los océanos, sus efectos sobre la circulación atmosférica y las interacciones entre circulaciones tropical y polar que caracterizan a Bolivia, podrían explicar estas variabilidades.

Tabla 4.6: Relación de las precipitaciones con los eventos NIÑO y ENSO, en el Altiplano Sur.

AÑO	PRECIPITACION									NIÑO	ENSO
	UYN	C-K	JLC	R-M	C-L	L-C	SGM	A-N	ALT	Quinn, 1993	
1943	122.1									m	m
1944	116.1										m
1945	88.3										
1946	213.1		136								
1947	177.9		230				215				
1948	129.3		84.8				244.5				
1949			293				441				
1950			83.2				101.5				
1951			78.9				170			m	m
1952			161				226				F
1953			211							m	F
1954			278.1								
1955			430*				465.6				
1956			90.6				196.4				
1957			96.3							F	F
1958			89.9							F	F
1959			51.9				71				
1960							113.7				
1961							45.2				
1962							64.1				
1963							211.3				
1964							0*				
1965							4			m	F
1966							24				F
1967							17.9				
1968							205.4				m
1969							220.6			m	m
1970							204.8				
1971							419.1				
1972							565			F	F
1973							287.5			F	F
1974			177				277.4				
1975	323.5		295				378.5				
1976	129.1		148				406			m	F
1977	233.9		206				464				F
1978	228.8		111				316.1				
1979	91.8	142.9	174				342				m
1980	30.6*	23.7*	37.5			30.5	109				m
1981	162.5	127	85.5			100.8	331.5				
1982	230	46	43.5	32.7		59.1	223			MF	MF
1983	61.7	25.6	21.7*	20.1*	8.7*	48.2	48			MF	MF
1984	416.1*	446.9	227	750.8*	507*	144	689*	355*			
1985	129	142		556	184	19.8*	179.1	156	128.8		
1986	166.2	358		471.5	145	69.9		189	166*		F
1987	248.2	237		388.9	133	70.2		115	124	m	F
1988	125.9	96.1		213.7	171	33.9		63.9*	135		
1989	49.1	95		131.4	55.5	38.6		88.9	111.8		
1990	123.1	127		151.3	144	32.3		108	28.3*		
1991	79.4	130		206	189	54.8		110	150		F
1992	170.4	217.1		219.6	135.6	102.6*		124	101.2	F	F
1993	364	238.6		274.2	138.1	20.7		111.7	123		
1994	153	126		128.5	168	72			123		
MEDIA	169.1	161	154	269.3	160.3	236.5	59.83	142.1	120.6		

UYN: UYUNI, C-K: COLCHA K, JLC: JULACA, C-L: CALCHA DE LIPEZ, SGM: SALINAS DE GARCÍ MENDOZA
L-C: LAGUNA COLORADA, A-N: ABRA DE NAPA, ALT: ALFTA. EVENTOS NIÑO Y ENSO (m: MEDIANA, F: FUERTE, MF: MUY FUERTE). * VALORES MAXIMOS Y/O MINIMOS.

Tabla 4.7: Eventos ENSO (NIÑO e IOS), desde 1900, según Quinn (1993) y Miranda (1996).

Según Quinn 1993:			Según Miranda 1996:	
AÑO	NIÑO	ENSO	NIÑO	IOS
1899	F	MF	12/38-05/39*	07/39-05/42
1900	F	MF	12/39-07/40	11/43-11/44*
1901		F	11/40-07/41	03/46-04/47*
1902	m	F	12/41-04/42	02/48-09/49
1904	m	F	12/43-07/43	04/51-03/52
1905	m	F	02/44-07/44	10/52-01/54*
1907	m	m	12/46-04/47	03/57-05/58
1911	m	m	01/48-08/48*	01/65-07/66*
1912	m	m	12/48-06/49	10/68-04/70*
1913		F	02/51-09/51*	03/72-04/72
1914	m	F	01/53-08/53	01/77-04/78
1915	m	F	01/57-06/58*	04/82-09/83*
1918	m	F	02/65-04/66*	09/86-02/88*
1919	m	F	01/69-07/69	01/91-07/92*
1920		F	01/72-03/73*	01/94-05/95
1923	m	m	02/76-05/77*	
1925	MF	F	09/82-09/83	
1926	MF	F	12/86-07/87	
1929		m	10/91-08/92	
1930	m	m	01/93-08/93	
1931	m	m	01/94-05/94	
1932	F	m	12/94-04/95	
1939	m	m		
1940	F	MF		
1941	F	MF		
1943	m	m		
1944		m		

Continúa en la Tabla 4.6

Intensidad = m: Mediana, F: Fuerte, MF: Muy Fuerte. * Eventos muy importantes

SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRES COMUNIDADES DEL SALAR DE UYUNI (ALTIPLANO SUR)

¿INSOSTENIBILIDAD ECOLOGICA?

En el presente Capítulo, se analizan los subsistemas o componentes Socioeconómico y Agropecuario, centrándonos en las comunidades elegidas como estudios de caso. El subsistema Socioeconómico, muestra las condiciones actuales de vida de la población, el proceso histórico del uso de los recursos naturales por las comunidades involucradas, los impactos del cambio tecnológico y los procesos migratorios desencadenados como consecuencia del problema de la desertificación. El subsistema agronómico, expone la evolución del mismo, las tecnologías empleadas y las actividades agrícolas y ganaderas más importantes. Empero, debido a que estos dos subsistemas están muy interrelacionados entre si resulta un tanto artificial establecer separaciones netas.

Comunidades de Estudio

Dada la gran extensión del Altiplano Sur, la presente investigación centra sus esfuerzos en estudios de casos. Para el efecto, se seleccionan comunidades representativas del mismo (alrededor del Salar de Uyuni), en base a criterios *a priori*, tales como: vulnerabilidad a la desertificación, dadas sus condiciones físicas, climáticas, biológicas y sociales; e importancia agrícola, por ser la región del Salar de Uyuni la principal zona productora de Quinua del país. Las comunidades elegidas son: Chacala, Mañica y Bella Vista (Figura 5.1).

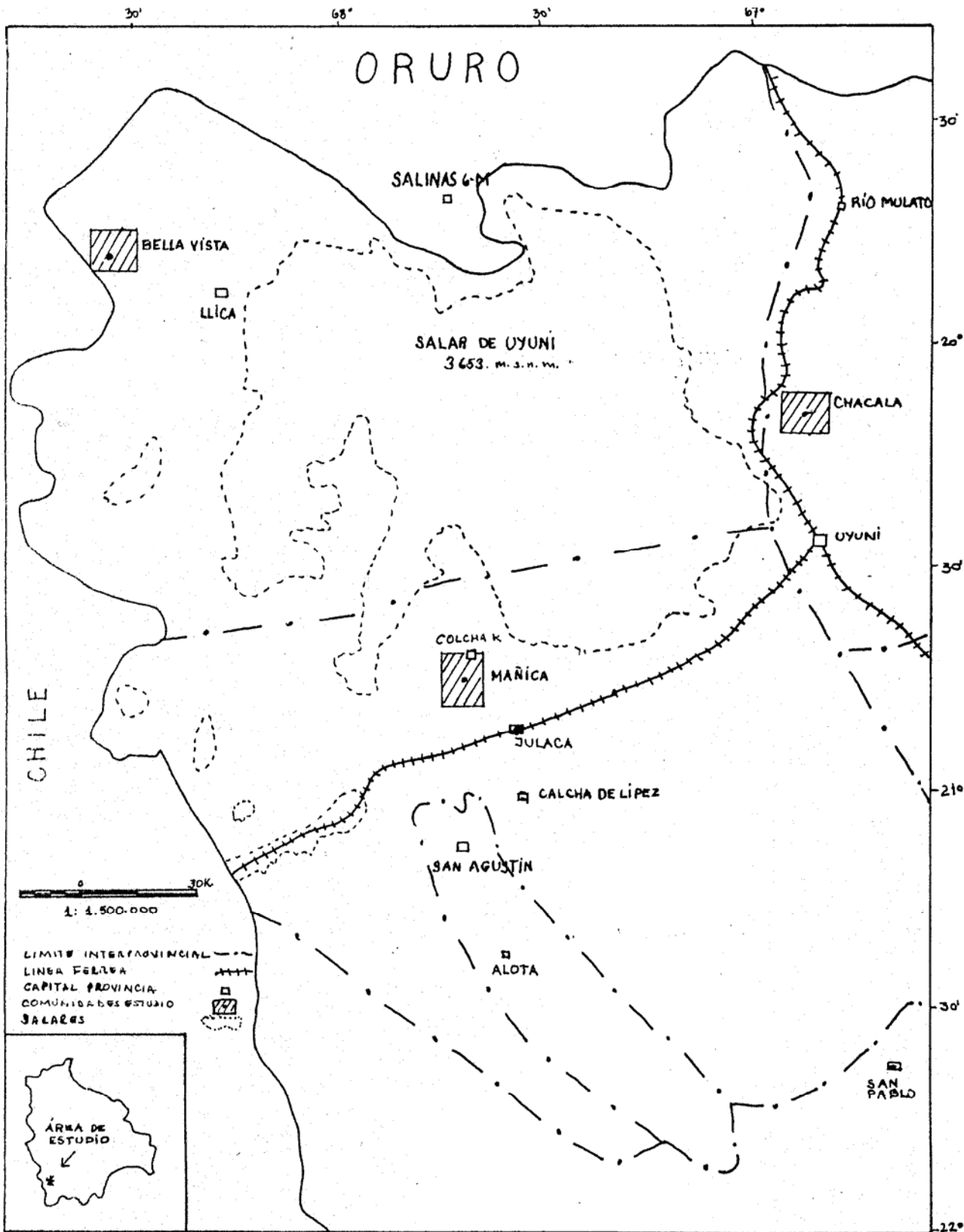


Figura 5.1: Mapa de ubicación de las Areas de Estudio

Políticamente se sitúan en el Departamento de Potosí (Provincias A. Quijarro, Nor Lipez y D. Campos). La ubicación geográfica de cada comunidad es la siguiente:

Chacala:	20°10' LS y 66°52' LW
Mañica:	20°48' LS y 67°40' LW
Bella Vista:	19°48' LS y 68°33' LW

Muestreo

La presente información, que nos permite analizar e interpretar a los subsistemas Socioeconómico y Agropecuario, es el resultado de una convivencia interactiva, durante el ciclo productivo de 1996, entre el investigador y los pobladores de las comunidades indicadas. Inicialmente este contacto, nos permite diseñar las entrevistas, así como, el posterior muestreo poblacional, asegurando la representatividad del mismo.

Se realizan entrevistas semiestructuradas familiares aproximadamente al 25% de las familias de cada comunidad, mediante un muestreo estratificado y aleatorio (Chacala 30 familias y 15 familias respectivamente en Mañica y Bella Vista), por otro lado, en reuniones comunales con las principales autoridades y pueblo asistente, se discute la problemática y procede con el llenado de las boletas comunales especialmente diseñadas para el efecto (las boletas de las entrevistas familiares y comunales se presentan en el Anexo 3). En la unidad familiar son entrevistados indistintamente el padre o la madre de familia, esto con el fin de tener ambos puntos de vista sobre la problemática en análisis. No obstante, en el procesamiento de las entrevistas no se hace distinción de género por no existir ambivalencia en las respuestas.

Las entrevistas con los técnicos de las distintas instituciones que trabajan en la región (IBTA, PROQUIPO, ANAPQUI) nos favorece en el dilucidamiento de algunas dudas de interpretación.

Los datos poblacionales de, número de habitantes por grupos de edades, idiomas hablados y porcentaje de analfabetismo, son obtenidos del Censo 1992, procesado por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Finalmente se realizan visitas a las principales instituciones nacionales involucradas en el desarrollo del Altiplano Sur, tanto en la ciudad de Potosí como en La Paz.

Dimensión Socioeconómica (subsistema socioeconómico)

Breve reseña histórica contemporánea de los asentamientos y actividades humanas principales.

Las comunidades analizadas, acogen a una población cuyos orígenes se remontan a pueblos aymaras que emigraron a la región, en la época de los años 1840-1850 desde regiones septentrionales del país. Originalmente basaron su economía en actividades netamente pastoriles y posteriormente, a fines de siglo, fueron evolucionando, hacia actividades agropastoriles, debido a la presencia importante de nuevas migraciones, en este caso de poblaciones quechuas provenientes de Huanchaca y Pulacayo, principales minas de la época (IBTA, 1992; CORDEPO, 1990). Estas nuevas migraciones influyen considerablemente en el idioma y la cultura local, llegando incluso, a mudar el aymara por el quechua un gran porcentaje de la población. Sin embargo, en el sector fronterizo con Chile aún encontramos pueblos netamente aymara parlantes (v.g. Bella Vista).

La ganadería de llamas y ovejas que era la principal actividad económica, ocupaba las pampas y las ladera altas. Empero, el número del hato ganadero era muy variable y estaba en función de la capacidad del propietario para su mantenimiento. Cabe resaltar que las áreas de pastoreo fueron y siguen siendo comunales, no existiendo una regulación estricta sobre el uso de las mismas.

En el rubro agrícola, empleaban tecnologías de producción netamente tradicionales, las zonas productivas estaban distribuidas, según la disponibilidad y permisibilidad de la topografía, en las laderas, tanto bajas como medias. En pequeñas parcelas familiares se desarrollaba una agricultura de subsistencia, cuyo excedente era destinado para el trueque con otros productos externos al área, así mismo, para diversificar e intensificar su producción cultivaban en andenes o terrazas donde era posible aplicar pequeños sistemas de riego.

Empleaban abonos orgánicos (guano de llamas y ovejas) en el momento de las siembras, y el control de plagas era sólo restringido al combate de roedores y algunas aves, mediante el **pizado** (cubrimiento del cultivo con paja en la etapa de emergencia del mismo), práctica que actualmente se ha sustituido por los pesticidas. Las heladas eran controladas con el ahumado de la parcela.

Dado el movimiento del ganado tenían que proteger las parcelas destinadas a los cultivos, mediante la construcción de muros de piedras (**Pircas**), que además también tenían efectos protectores contra las heladas y los vientos, la extensión de estas pircas variaba según la disponibilidad de la mano de obra familiar capaz de sostener y hacer producir estos terrenos.

Los implementos agrícolas usados eran la **liukana**, empleado en la roturación del terreno o el barbechado, la **taquiza** para la excavación de hoyos en la siembra, y la **huajtana** se usaba para el trillado manual de la quinua, principal producto de la dieta alimenticia de la región.

Posteriormente, en las décadas de los años '50 y '60, ocurre un incremento en la demanda de producción de quinua, debido al ingreso de este producto en el mercado internacional (inicialmente a los países vecinos, sobre todo Perú) y a la demanda misma del mercado nacional. Este fenómeno redundaba en la región, e inicia el proceso de transición de pueblos netamente ganaderos a pueblos productores de quinua. Los cultivos bajan a las pampas y la ganadería se relega solo a los bofedales, las laderas altas y las parcelas en descanso; como consecuencia, el número del hato ganadero familiar disminuye notablemente por la alta mortalidad de los mismos dada la escasez de áreas para el pastoreo. Así también, extensiones grandes de tierras comunales, se convierten en parcelas privadas para la producción de quinua.

Ante esta creciente demanda del mercado y con las tecnologías tradicionales de producción era muy difícil aumentar los rendimientos del cultivo de quinua; el trabajo familiar tampoco abastece y se vuelve muy pesado para el campesino producir en mayores cantidades. Inicialmente se colaboraban mediante las **minkas** o **aynis** (trabajos de reciprocidad comunal), no obstante, surge una competencia productiva que restringe estas actividades mancomunadas solo a actividades de interés de la comunidad en conjunto, como ser trabajos en la escuela, arreglos de caminos, mejoramiento de los canales de riego, y trabajos en las parcelas agrícolas de la cooperativa (solo los socios y donde existe), entre otros. A pesar de ello, la frontera agrícola crece.

En la década de los años '70, con la apertura de caminos comunales y troncales en la región, como no podía ser de otra manera, el tractor es introducido a la zona por campesinos de Salinas de Garci Mendoza (Departamento de Oruro), provocando admiración, por su capacidad de trabajo entre los comuneros y

así es rápidamente incorporado en sus actividades desplazando de este modo a las técnicas tradicionales a un segundo plano, por no satisfacer sus expectativas de producción, en comparación con las bondades que el tractor les brindaba. La frontera agrícola se dispara.

La mecanización agrícola en el cultivo de la quinua, ocurre progresivamente desde el Altiplano Norte, luego el Altiplano Central y finalmente el Altiplano Sur. En la década de los años '60 es introducido el tractor en la región de Salinas Garci Mendoza, zona septentrional del Salar de Uyuni (Lieberman, 1987).

Dado los buenos rendimientos de la quinua y la ampliación de su mercado, a mediados de los años '80 un proyecto del gobierno en conjunto con la Comunidad Europea (Programa Autodesarrollo Campesino, PAC-CE), financia la mecanización casi total de las actividades agrícolas, con el fin de incrementar la producción en la región de Salinas. Sin embargo, la fragilidad del ecosistema a este cambio tecnológico fue irresponsablemente ignorada; como consecuencia se produce un dramático impacto ecológico y social en dicha región, el cual es estudiado por Lieberman (1987).

En estos periodos las herramientas empleadas principalmente en la roturación de suelos y el trillado, como la liukana y la huajltana, se ven desplazadas por el arado de disco y el mismo tractor, que también es usado para la trilla. Se introducen luego arados de cincel, sembradoras y trilladoras mecánicas.

Paralelamente, la degradación del medio, la introducción de plagas, los costos de producción y la baja de rendimientos crecen exponencialmente. Así también, se desplazan variedades tradicionales de quinua por las de mayor apetencia y demanda en el mercado. Sin embargo, en esta última década, debido a las corrientes ambientalistas, el mercado internacional está exigiendo la producción de quinua biológica y pagando mejores precios. Tal aspecto está redundando en el retorno de prácticas tradicionales en este cultivo, sin embargo, este proceso no es fácil, pues, en las laderas, donde se practica el cultivo biológico, no abastecen las crecientes demandas internacionales, y en las pampas es casi imposible el desarrollo de esta práctica por el grado de artificialización y degradación de las mismas.

A continuación se describen características de interés de cada comunidad en particular (ver también Figura 5.1).

Comunidad Chacala

Esta comunidad originariamente Aymara-Quechua, fue fundada en 1840 al margen del río Cosuña, el cual constituye el principal aportador de recursos hídricos para las diferentes actividades agropecuarias desarrolladas en la zona.

El pueblo se halla ubicado en una pequeña depresión rodeada por colinas, que lo protegen de los vientos fuertes y el frío de la pampa, área que corresponde a las últimas estribaciones del piedemonte de la Cordillera de Los Frailes y al margen oriental del Salar de Uyuni.

Inicialmente, la comunidad contaba con 6 familias dedicadas fundamentalmente a la ganadería. Diversifican su actividad económica con el cultivo de la quinua, aproximadamente a inicios de la década de los años '30, como efecto de los buenos resultados obtenidos en la producción, dado los altos rendimientos de la misma en la región. No obstante, las actividades agrícolas previamente eran solo para subsistencia, pues, cultivaban quinua, papa y haba en pequeñas cantidades, en laderas, andenes en los márgenes del río y en la pampa, sin fines comerciales.

Dada la mayor proximidad de esta comunidad hacia los valles interandinos, existía el uso y manejo de diferentes pisos ecológicos con fines agrícolas por algunas familias campesinas, lo cual producía un mayor movimiento poblacional entre estas dos ecorregiones, tanto para el intercambio de productos (sal, charque de llama, lana), como para la complementación de actividades agrícolas (cultivo de maíz, papa) que no eran posibles en el Altiplano Sur.

Comunidad Mañica

Comunidad originariamente Quechua, fundada en el año 1886. Se instalan en el lugar dada la presencia de vertientes naturales, que son empleadas en la irrigación de sus cultivos y el consumo humano, por la buena calidad de sus aguas.

El pueblo se halla ubicado al pie del cerro Llipi en el margen sud occidental del salar de Uyuni, presenta una exposición de sus tierras hacia el oriente.

Inicialmente se funda con 4 familias, cuya principal actividad era la ganadería de camélidos y ovinos. El cambio posterior orientado hacia una ampliación de la actividad agrícola con fines comerciales, se debe a las buenas condiciones para la producción que ofrecía el medio, y al mercado creciente de los cultivos, principalmente el de quinua.

Dada la cultura quechua de esta comunidad, la cual se caracteriza por una habilidad innata para el comercio, la producción de quinua se intensifica rápidamente, a la vez que surgen organizaciones de productores, que dinamizan esta actividad y, por otro lado, facilita los accesos a créditos agrícolas.

Otro factor importante, tal vez el principal, en la intensificación de la agricultura, es la ausencia de bofedales o áreas óptimas para el pastoreo en estas zonas, lo cual no favoreció al desarrollo de una ganadería intensiva, como ocurrió en las otras comunidades.

Comunidad Bella Vista

La comunidad fue fundada en el año 1928, con una población originariamente aymara, correspondiente a 10 familias, que se asentaron dispersamente en el lugar (estancias), igualmente por la existencia de fuentes de agua naturales, que les permitía realizar sus actividades agrícolas. Previamente, estas familias vivían en estancias dispersas por los alrededores, luego a inicios de los '60 deciden congregarse en un solo lugar y organizan de este modo al pueblo a los pies de la Cordillera Sillajguay, en los márgenes del río Cancosa (extremo noroccidental del salar de Uyuni).

La actividad inicial fue la ganadería y la agricultura, pero la segunda en menor proporción. Luego, desde la década de los años '60 la actividad agrícola se intensifica con el cultivo de quinua, que era comercializada en el vecino Departamento de Oruro, estos cultivos estaban ubicados principalmente en las laderas del Cerro Irpa. En los últimos años esta región presenta problemas serios por la destrucción casi total de su cobertura vegetal natural, suelos que al quedar desnudos son víctimas de los procesos erosivos.

Características Poblacionales

Demografía

En general, la región cuenta con una población escasa y dispersa, estando las mayores concentraciones en las capitales de provincia.

Nuestras comunidades estudiadas, según los datos del último Censo realizado en 1992, presentan una población de: 267 habitantes en Chacala, 186 en Bella Vista y 150 en Mañica. Cabe aclarar que los datos del censo no consideran a los habitantes que se encontraban fuera de la comunidad cuando se realiza el mismo.

De acuerdo a los datos anteriores, si cada familia estuviera formada por 4 integrantes (cifra mínima), tendríamos 66.75 familias en Chacala, 46.5 en Bella Vista y 37.5 en Mañica. Sin embargo, tales cifras difieren de las obtenidas en las entrevistas realizadas durante el trabajo de campo (115, 55 y 45 familias en Chacala, Bella Vista y Mañica respectivamente), por otro lado según estudios del INE (1992), es sabido que el promedio del número de integrantes familiares, para las zonas rurales de Bolivia es 7.2 habitantes/familia.

En este sentido, las cifras proporcionadas por el censo son bajas, lo cual puede deberse a la coincidencia de la fecha en que se realizó el censo con la época de poca actividad agrícola y alta migración poblacional. Si ésto fuera así, podríamos deducir, a partir de esta información, el porcentaje que migró ese año temporalmente, el cual al parecer es alto (alrededor del 50% de la población).

En las Figuras 5.2, 5.3 y 5.4, se presenta la distribución poblacional por sexo y grupo de edades, según los datos del censo 1992.

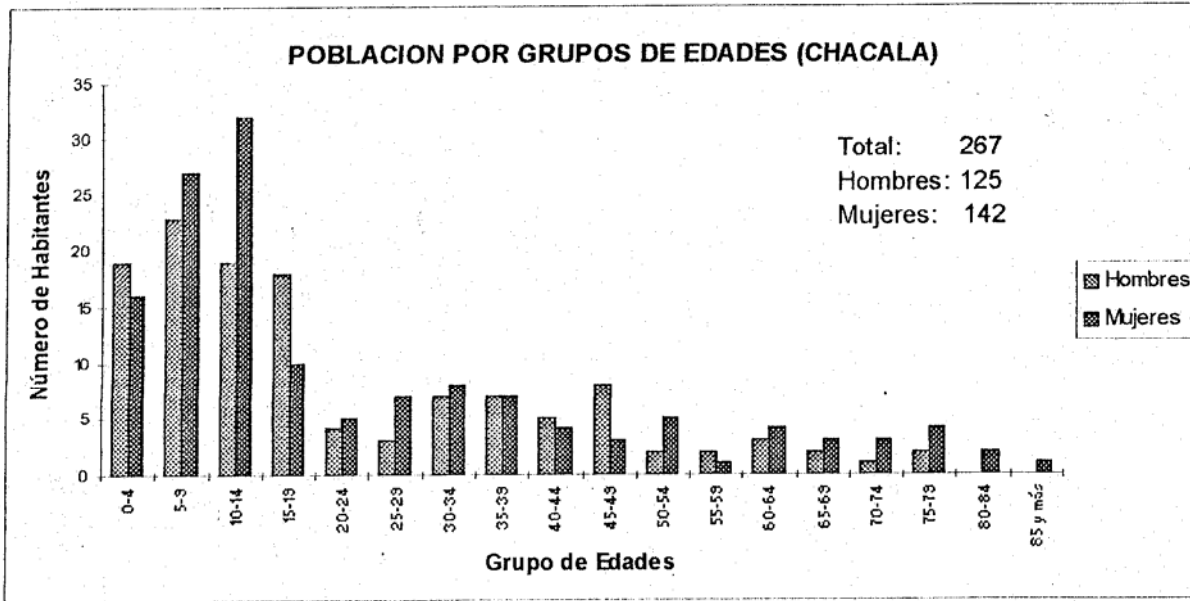


Figura 5.2: Distribución de la población por grupo de edades sexo en la Comunidad de Chacala (Censo 1992).

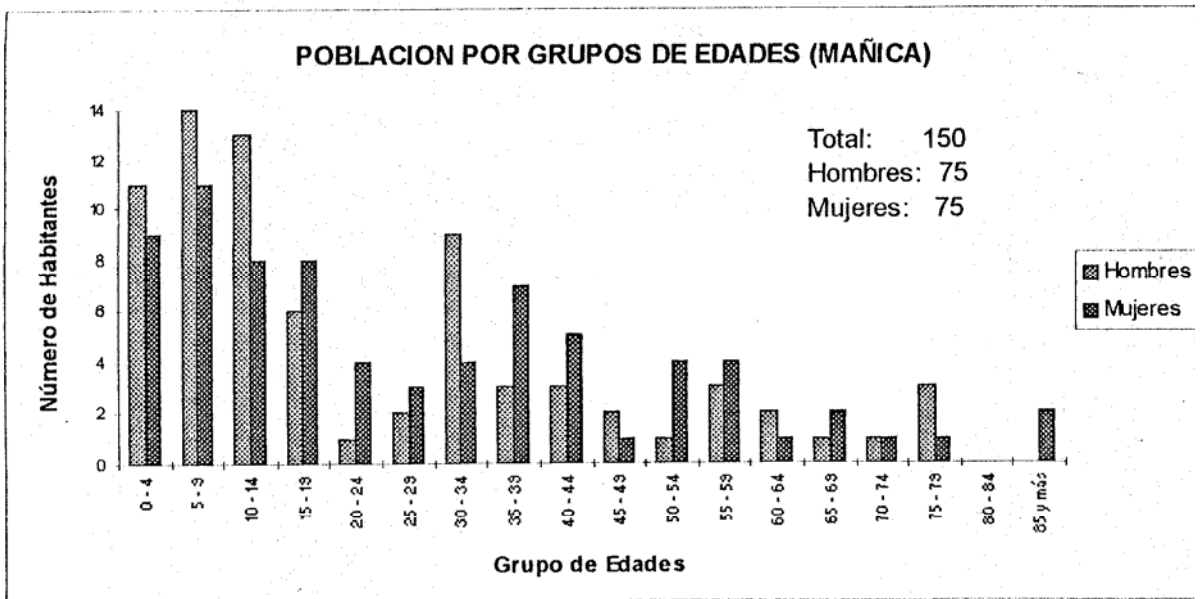


Figura 5.3: Distribución de la población por grupo de edades sexo en la Comunidad de Mañica (Censo 1992).

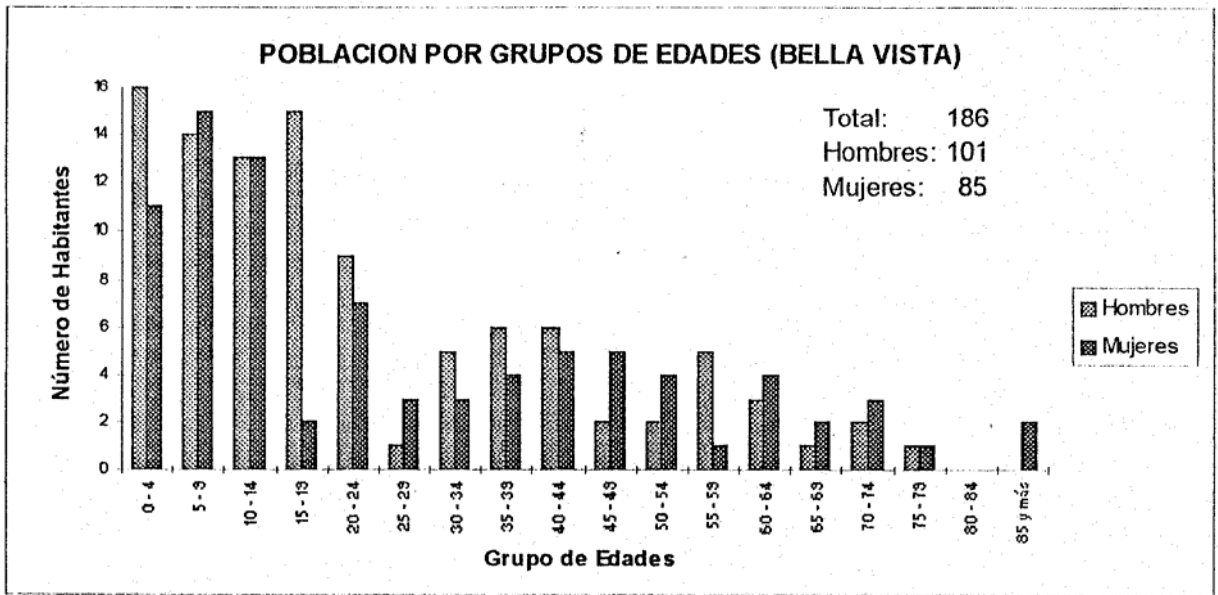


Figura 5.4: Distribución de la población por grupo de edades y sexo en la Comunidad de Bella Vista (Censo 1992).

Idiomas Hablados

La gran mayoría de la población, es bilingüe, hablan su idioma nativo (aymara o quechua) y el castellano. En las Figuras 5.5, 5.6 y 5.7, se presenta el porcentaje de la población que habla uno u otro idioma, sin embargo, cabe señalar que casi la totalidad de la población habla el castellano, excepto los ancianos que mantienen su lengua nativa, pero entienden el castellano. Por ejemplo, en la comunidad de Chacala, podemos observar, que el 49% de la población solo habla castellano, y el 43% y 8% habla quechua y aymara respectivamente, además del castellano. No es muy frecuente encontrar personas trilingües, pero si las hay. La misma explicación corresponde para las otras comunidades.

Actualmente, se observa que los idiomas originarios se están hablando cada vez menos, principalmente por la población joven e infantil, debido a que la educación en los centros escolares solo es en castellano. Tal aspecto, hace que ascienda el porcentaje de la población que habla solamente este idioma en los últimos años. Esta transculturización lingüística, se debe además, a los movimientos migratorios de la población por motivos de trabajo, y por otro lado, al mayor contacto con el mundo exterior, dada una creciente apertura por la comercialización de la quinua.

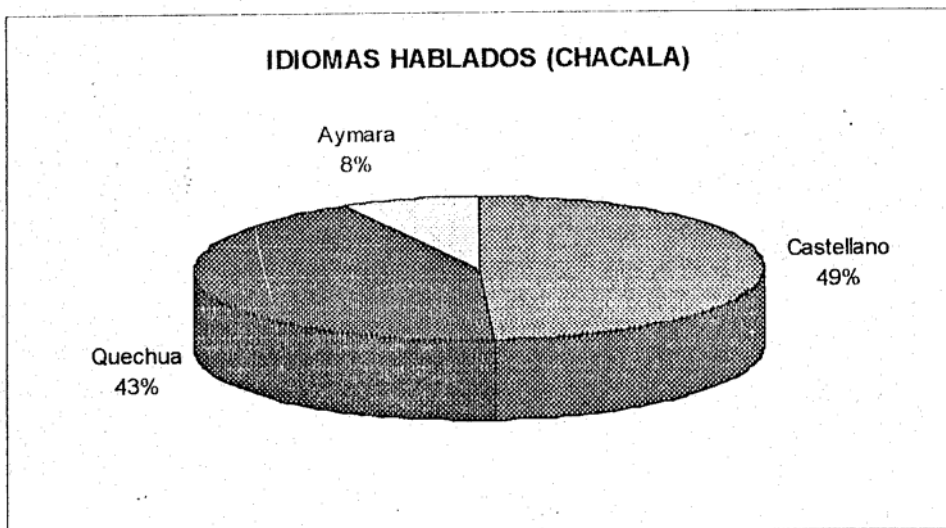


Figura 5.5: Porcentaje poblacional según idioma hablado en la Comunidad de Chacala (Censo 1992).

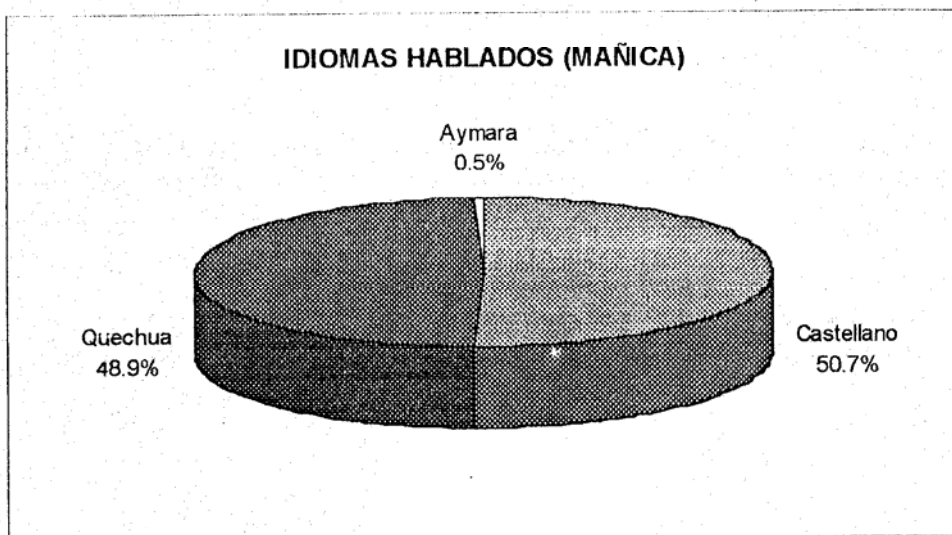


Figura 5.6: Porcentaje poblacional según idioma hablado en la Comunidad de Mañica (Censo 1992).

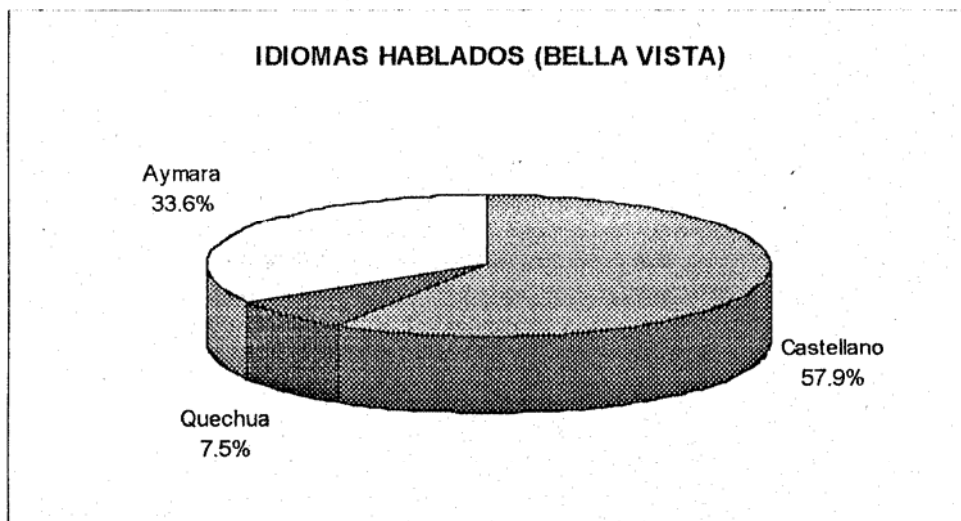


Figura 5.7: Porcentaje poblacional según idioma hablado en la Comunidad de Bella Vista (Censo 1992).

Educación

La población escolar de la región, está inserta en los programas nacionales de educación, por lo que el Estado está a cargo de los centros educativos existentes en cada comunidad. Tales centros, cuentan con infraestructuras elementales y cubren solamente ciclos primarios, excepto Chacala que cuenta también con secundaria, teniendo los demás estudiantes que salir a las capitales de provincia a concluir la secundaria, y luego los que están en posibilidades a la capital del Departamento a profesionalizarse.

Dado que la educación es gratuita y obligatoria, toda la población infantil participa de la misma, lo cual incide en una disminución importante del analfabetismo, como se puede apreciar en las Figuras 5.8, 5.9 y 5.10. El grupo de analfabetos corresponde principalmente al de los ancianos. No obstante, por el endurecimiento de las condiciones de vida y la escasez de fuerza de trabajo, debido a la consecuente emigración, se presenta una deserción escolar considerable, pues, los niños y jóvenes tienen que cumplir mayores funciones familiares, tales como, el cuidado del hogar mientras los padres salen a trabajar, el pastoreo del ganado y/o colaborar en las distintas labores agrícolas. Aspecto tal, restringe considerablemente el tiempo dedicado a los estudios, lo cual produce pérdida del año escolar y posterior abandono del centro educativo.

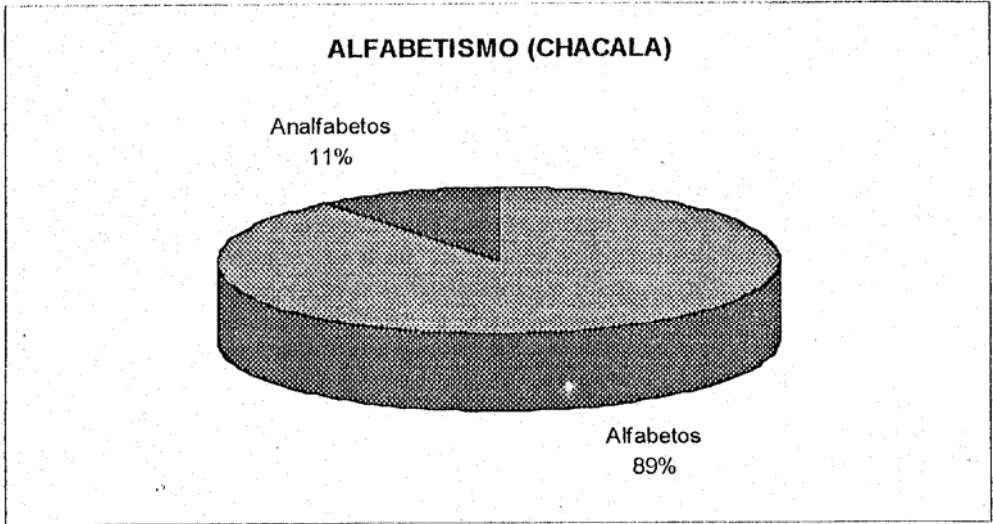


Figura 5.8: Porcentaje de alfabetismo en la Comunidad de Chaca (Censo 1992).

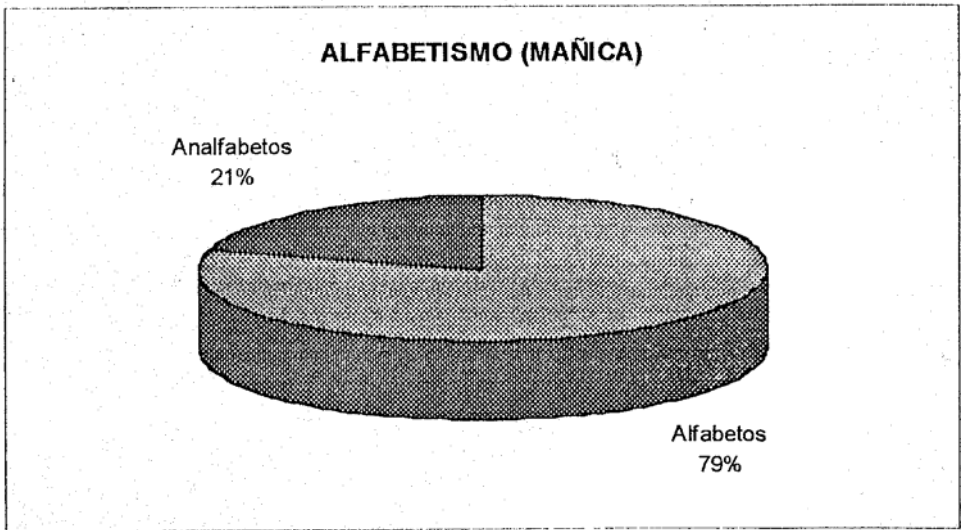


Figura 5.9: Porcentaje de alfabetismo en la Comunidad de Mañi (Censo 1992).

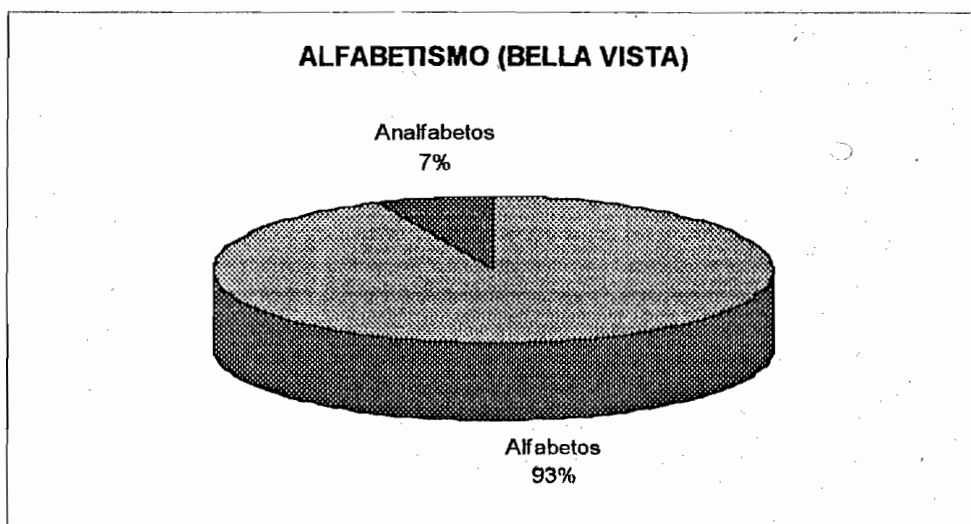


Figura 5.10: Porcentaje de alfabetismo en la Comunidad de Bella Vista (Censo 1992).

Salud

Ninguna de las tres comunidades cuentan con un buen servicio de salud, pues carecen de infraestructuras y equipamientos adecuados. Existe, una posta sanitaria de primeros auxilios, sólo en Bella Vista, y recientemente se construyó otra en Chacala, la comunidad de Mañica no cuenta con servicios médicos. Generalmente, en casos de mayor necesidad acuden a los hospitales de capitales de provincia.

Sin embargo, todas las comunidades cuentan con un Jampiri o Yatiri (médico naturista o curandero), el cual atiende las necesidades de los comuneros y también hace de partero.

Entre las principales enfermedades que aquejan a los comuneros, están, la tos pulmonar, resfríos, bronquitis, reumatismo, diarrea, conjuntivitis, cistitis y problemas estomacales y de piel.

La principal causa de mortalidad infantil se debe a la diarrea y afecciones pulmonares por los intensos fríos.

Servicios Básicos

En todas las comunidades se dispone de una red de distribución de servicio domiciliario de agua, proveniente de vertientes. La misma, que es depositada en tanques y luego redistribuida por cañerías. No se realiza ningún tipo de tratamiento a las aguas por ser estas de buena calidad.

Sin embargo, en las épocas de estiaje existe un control del uso de las mismas, para lo cual se cuenta con un comité de aguas, que además, vigila y regula el uso del agua para microriego.

El proyecto YACUPAJ (ONG) construye con la colaboración comunal letrinas, en todas las comunidades, en algunos casos domiciliarias y en otros públicas. No obstante, principalmente las letrinas domiciliarias, son empleadas como depósitos, por la falta de costumbre del empleo de las mismas y lo que ello implica. La ONG CARE, es la que colabora en la construcción de letrinas en Bella Vista.

Respecto, a la disponibilidad de energía eléctrica, ninguna de las comunidades cuenta con este servicio. Emplean mecheros rústicos para el alumbrado domiciliario. En la comunidad de Mañica, las instalaciones de la CECAOT, cuentan con su propio generador, que en ocasiones festivas presta este servicio a los demás comuneros.

En el aspecto de comunicación, todas las comunidades cuentan con un radio y/o telégrafo. El servicio de transporte es muy irregular, se carece del mismo en Bella Vista y Chacala, donde se aprovecha el paso ocasional de alguna movilidad por el sector, mientras que en Mañica, se cuenta con un servicio semanal estable. Los caminos son transitables durante todo el año, excepto el cruce del salar en la época de lluvias.

Tabla 5.1: Servicios Básicos.

COMUNIDAD	CENTROS EDUCATIVOS	CENTROS DE SALUD	DISTRIBUCION DE AGUA DOMICILIARIA	ENERGIA ELECTRICA	MEDIOS DE COMUNICACION	MEDIOS DE TRANSPORTE
CHACALA	PRIMARIA Y SECUNDARIA	POSTA SANITARIA	SI	NO	EQUIPO DE RADIO	IRREGULAR
MAÑICA	PRIMARIA	NO	SI	NO	EQUIPO DE RADIO	REGULAR
BELLA VISTA	PRIMARIA	POSTA SANITARIA	SI	NO	TELEGRAFO	IRREGULAR

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Organización Institucional

A nivel de organización, las comunidades cuentan con autoridades, que regulan las actividades de las mismas, estas son, en orden de importancia: Corregidor (representante del gobierno nacional), Agente Municipal, Presidente de la OTB (Organización Territorial de Base), Junta de Auxilio Escolar, Comité de Aguas, Registro Civil y Comité de Salud, además de otras organizaciones como Club de Madres, Sindicatos Agrarios y Cooperativas o Asociaciones. La principales autoridades son elegidas anualmente, en asambleas comunales, excepto al corregidor, ya que éste es nombrado por el gobierno de turno.

Por otro lado, los comuneros se agrupan en dos categorías laborales, que son los activos y los reservados. Los comuneros activos son aquellas personas, al menos una por familia, que asisten regularmente a todas las reuniones comunales, donde se deciden aspectos importantes para el desarrollo de la comunidad, además, participan en los trabajos comunales, como ser arreglos de caminos, canalizaciones de cursos de aguas, arreglos en las escuelas, etc.. Mientras, que el grupo de los reservados, son aquellas personas, que ya cumplieron con la comunidad, normalmente son los ancianos o los más adultos, que se retiran de los trabajos comunales, no obstante, envían un reemplazante cuando es posible. Para ser aceptada o considerada como integrante de la comunidad una familia, ésta debe tener un representante activo.

Así, la comunidad de Chacala cuenta con 90 comuneros activos, 21 reservados y 4 beneméritos (excombatientes de la guerra del Chaco); Bella Vista, 40 activos y 15 reservados; y Mañica, 44 activos y 1 reservado. Cada comunero representa a una familia. Mayor información al respecto se puede encontrar en los informes de Laguna (1995), correspondientes a su tesis doctoral sobre la organización comunal en el Altiplano Sur (en curso).

Respecto a las Instituciones que trabajan en la zona, estas son: El IBTA, con el Programa Quinua; PROQUIPO (Programa Quinua Potosí); Asociaciones de productores y comercializadoras de Quinua como, ANAPQUI, APROQUI, SOPROQUI, CECAOT, etc.. Muchas de estas instituciones son relativamente recientes y otras surgen con el auge de la producción de quinua en los años '70, y luego se retiran. Antes estuvieron, CORDEPO (Corporación de Desarrollo del Departamento de Potosí), el proyecto YACUPAJ, CARE y el FDC (Fondo de Desarrollo Campesino).

Indices de Pobreza

En este aspecto, sólo se cuenta con información provincial, proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, el cual en base a los datos obtenidos en el censo de 1992, elabora el Mapa de pobreza de Bolivia. En el mismo se puede observar que las provincias, A. Quijarro, Nor Lipez y D. Campos, donde se encuentran respectivamente, Chacala, Mañica y Bella Vista, corresponden al grupo III, es decir, que del 28.1 al 42% de la población es pobre. Se usan como indicadores de pobreza; a las condiciones de acceso a los servicios básicos, tales como salud, educación y vivienda; al destino de la producción; y, al aislamiento de la población, con respecto a otros centros poblados; entre otras variables de carácter netamente sociológico.

Por otro lado, las condiciones adversas medioambientales del Altiplano Sur, como la escasez general de recursos naturales para el uso humano e irregularidades climáticas, constituyen factores importantes generadores de pobreza, a pesar de la adaptación de las comunidades campesinas a las mismas. En general, de acuerdo a los indicadores sociales de pobreza, podría decirse que la misma en la región es una "pobreza tradicional", a la que las comunidades indígenas se han adaptado y han aprendido a convivir con ella, satisfaciendo sus necesidades con los pocos recursos que les brinda la naturaleza. No se puede comparar este tipo de pobreza con la que se observa en las ciudades. En la Tabla 5.2, se muestra las condiciones de pobreza en las tres provincias mencionadas.

Tabla 5.2: Características de la pobreza en las provincias A. Quijarro, Nor Lipez y D. Campos, según Censo 1992.

PROVINCIA	Total Hogares	Hogares Pobres	Incidencia (%)	Intensidad (%)
A. QUIJARRO	9040	6479	71.7	42.8
NOR LIPEZ	1916	1735	90.6	43.3
D. CAMPOS	1172	959	81.8	37.4

FUENTE: INE 1992

La incidencia, se refiere al porcentaje de hogares pobres; y, la intensidad, al nivel promedio de insatisfacción de las necesidades básicas de los hogares pobres en relación a los niveles mínimos de vida.

Dimensión Productiva (subsistema agronómico)

Relaciones entre los agentes sociales y los agentes productivos

Dada la importancia del manejo de este subsistema, por los agentes sociales organizados en las distintas comunidades, presentamos las interrelaciones y flujos existentes entre los mismos. En este sentido, el marco social actual en el que se desarrolla este subsistema es analizado inicialmente.

A manera de resumen, en la Tabla 5.3, se muestran aspectos generales de las comunidades y su población, los mismos que ya fueron considerados con anterioridad, en el subsistema socioeconómico.

Tabla 5.3: Generalidades de las Comunidades y su población.

COMUNIDAD	AÑO DE FUNDACION	POBLACION ORIGINARIA	Nº DE FLIAS FUNDADORAS	Nº DE FLIAS ACTUALES	ACTIVIDAD INICIAL	ACTIVIDAD ACTUAL
CHACALA	1840	Aymara	6	115	Ganadería	Agricultura y Ganadería
MAÑICA	1896	Quechua	4	45	Ganadería	Agricultura y poca Ganadería
BELLA VISTA	1928	Aymara	10	55	Ganadería	Agricultura, Ganadería y Minería

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Como nos lo recuerda la Tabla 5.3, el sistema más antiguo de producción, entre las tres comunidades, se inicia en 1840 en Chacala. Siendo la principal actividad la ganadería extensiva de llamas y ovejas, característica que será compartida luego, con las comunidades de Mañica y Bella Vista, según éstas vayan surgiendo en el Altiplano Sur.

La fuerza laboral que mueve a la producción agropecuaria, está constituida por los siguientes agentes activos: Chacala cuenta con 90 familias activas, Mañica con 44 y Bella Vista con 40.

Como puede apreciarse en la Tabla 5.4, la principal actividad económica después de la agricultura, es la ganadería, la minería y otros, como ser, trabajos de obreros, comerciantes y maestros.

Tabla 5.4: Proporción de la actividad familiar complementaria a la agricultura, en las tres Comunidades.

COMUNIDAD	ACTIVIDAD	
CHACALA	Ganadería	52%
	Otro	22%
MAÑICA	Ganadería	27%
	Otro	12%
BELLA VISTA	Ganadería	57%
	Minería	43%
	Otro	29%

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

La variación de los porcentajes de la actividad ganadera, está en función, principalmente de las condiciones ecológicas reinantes en cada comunidad y a la mayor transcendencia del cultivo de quinua en la economía comunal. Por ejemplo, en la comunidad de Mañica, la ganadería solo representa el 27% en la actividad familiar, mientras que el cultivo de quinua constituye el mayor ingreso económico, por lo que dedican también mayores esfuerzos a su producción. Por otro lado, juega un rol importante el asesoramiento externo que reciben para la producción de quinua por parte de instituciones de investigación agrícola, así como, el mayor contacto con entes comercializadores (como ocurre también en Chacala), que en cierto modo garantiza la producción y comercialización de la misma. Tal aspecto, no ocurre en Bella Vista, donde existe un mayor abandono por parte de estos entes, lo cual pone en situación más desesperante a los comuneros, dada su impotencia de hacer frente a las inclemencias climáticas, la disminución de los rendimientos de los cultivos y a la mayor lejanía hacia centros de comercialización. Por tal motivo, tienen que compensar las pérdidas en sus cultivos con la actividad ganadera y minera, las cuales son de mayor relevancia respecto a Mañica y Chacala.

El alto porcentaje de la ganadería, tanto en Chacala como en Bella Vista respecto a Mañica, se debe a que en ambas comunidades existen mayores áreas aptas para el pastoreo, lo cual es una limitante en Mañica. Favorece este hecho la presencia de bofedales y la mayor superficie territorial de Chacala y Bella Vista.

La tenencia de la tierra a nivel familiar, en general, es de carácter comunal, cuyo otorgamiento o repartición está dado de acuerdo a la disponibilidad de tierras en cada comunidad, siendo una característica compartida por todas las comunidades del Altiplano. Estas tierras son tomadas por posesión (el campesino elige un área y solicita a la

comunidad su otorgamiento, la cual le concede el derecho de uso), posteriormente las mismas son transferidas a las siguientes generaciones por herencia, si es que ya no se cuentan con más tierras comunales para la repartición. Este otorgamiento de tierras en las comunidades tiene procedimientos y reglas, las mismas que deben ser cumplidas por todos los comuneros.

En la Tabla 5.5, se presentan las características de la unidad agropecuaria familiar, su forma de adquisición, crecimiento, distribución y estado productivo actual de la misma.

Tabla 5.5: Características de la Unidad Agropecuaria Familiar.

COMUNIDAD	TENENCIA DE LA TIERRA	FORMA DE ADQUISICION		N° DE HECTAREAS PROMEDIO POR FAMILIA		ZONAS DE PRODUCCION EMPLEADAS ACTUALMENTE (%)		(% DE LA POBLACION QUE SEMBRÓ ESTE ÚLTIMO AÑO
				ANTES	AHORA			
CHACALA	PROPIA (100%)	POSESION	90%	3.87	6.75	PAMPA	89.4	100% de los comuneros activos
		HERENCIA-POSES.	10%			LADERA	8.13	
						ANDENES	2.44	
MAÑICA	PROPIA (100%)	POSESION	87%	1.5	5.75	PAMPA	94.2	100% de los comuneros activos
		HEREN. POSES.	13%			LADERA	1.74	
						ANDENES	4.07	
BELLA VISTA	PROPIA (100%)	HERENCIA	43%	5.1	12.5	PAMPA	71.4	50% de los comuneros activos
		HEREN. POSES.	36%			LADERA	24.5	
		POSESION	21%			ANDENES	4.08	

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

La pampa es actualmente la principal zona de producción en la región, por lo que es utilizada principalmente en el cultivo de quinua, las laderas ocupan el segundo lugar como zonas de producción en la comunidades de Chacala y Bella Vista, debido a las características topográficas de ambas comunidades respecto a Mañica donde es más difícil el cultivo de las mismas, dado sus mayores pendientes. Los andenes se refieren a las pequeñas terrazas construidas en las márgenes de los ríos o vertientes, donde se cultiva haba, cebada y otras hortalizas con irrigación.

El complejo agrario

El complejo agrario en las comunidades estudiadas presenta niveles de organización, teniendo cada uno de ellos pesos distintos. Estos niveles son:

- El cultivo a nivel de la parcela
- La producción a nivel de la explotación
- El sistema agrario a nivel de la comunidad y la región

El cultivo a nivel de la parcela

Los comuneros tienen zonificadas sus zonas productivas de acuerdo a: el gradiente altitudinal (que va desde los 3640 hasta los 4200 msnm), la cobertura vegetal (tholar, pajonal, matorral espinoso bajo) y los aspectos climáticos (heladas y vientos), que son condicionantes en el momento de la toma de decisión para la instalación de sus parcelas de cultivo. Así, tiene como áreas o zonas de producción a las siguientes unidades:

Laderas Altas

Corresponden a las laderas de los cerros ubicados en los alrededores de las comunidades: en Chacala el sector oriental, en Mañica y Bella Vista el sector occidental. Cuyas pendientes varían entre los 25-40°, 30-50° y 25-45°, respectivamente en las tres comunidades. Los rangos altitudinales están entre los 3750 a 4200 m snm, siendo Bella Vista la región donde se observan cultivos a mayores altitudes, dado que las laderas se inician a partir de los 3800 m snm (ver mapas de vegetación y uso de la tierra, en el anexo).

En general, la denominación de ladera alta o baja, está más en función de la ubicación de éstas en la pendiente del cerro, es decir, denominan ladera baja a la parte inferior de la pendiente y ladera alta a la parte superior de la misma, y no así a valores numéricos de altitud.

El principal cultivo que se observa en las laderas altas, es el de la papa. Empero, en el sector de Mañica, además de éste, se observan pequeñas extensiones de cultivos de quinua biológica, destinada a la exportación hacia los países desarrollados.

Son elegidas estas áreas, debido a que los cultivos se hallan mejor protegidos contra los efectos de las heladas, en este caso la papa amarga, que es menos resistente que la quinua a estos fenómenos naturales (observaciones de los campesinos). En el caso de la quinua biológica de Mañica, la protección es también contra el ataque de plagas, pues dada la altitud, es menor la incidencia de las mismas sobre el cultivo. Estas áreas también son empleadas para el pastoreo de llamas.

En la región de Chacala la presencia de dunas estabilizadas es importante, por otro lado, también se puede observar suelos muy superficiales o decapitados debido a la deflación producida por la erosión eólica. Mientras que, en las regiones de Bella Vista y Mañica, los suelos gravosos o arcillosos son comunes, dada la orientación de las laderas hacia el oriente, por lo que los vientos no depositan arenas, sino más bien, deflacionan, dando el aspecto de suelos barridos.

Laderas Bajas

Son laderas de cerros con pendientes menores a los 25°, situadas entre los 3700 y 3850 m *snm*, igualmente varían según las características topográficas de cada comunidad. La ubicación es similar a las anteriores y pueden constituir una fase antecesora de las laderas altas o bien corresponder a colinas y ondulaciones del terreno, como ocurre en Chacala.

Son utilizadas para el cultivo de quinua y en la época invernal para el pastoreo de llamas y ovejas. Presentan suelos profundos y muy arenosos en las partes deprimidas de la ladera, por ser áreas de deposición eólica, y arcillosos o pedregosos en las lomas. En la comunidad de Chacala y Mañica se observan dunas estabilizadas en estos espacios.

La comunidad de Chacala al igual que Bella Vista, cuentan con mayor superficie productiva en esta unidad o zona de producción. La roturación del suelo con el arado de disco en las laderas bajas es observado también en ambas comunidades.

Pampa

Áreas planas con pendientes menores de los 8°, situadas entre los 3640 y 3800 m *snm*. Actualmente constituyen las zonas de producción de mayor relevancia en las tres comunidades y en general en el Altiplano Sur, donde se ve intensificada la actividad agrícola.

Están destinadas principalmente para el cultivo semimecanizado de la quinua, y el pastoreo dirigido de llamas y ovejas, en las áreas vírgenes y los terrenos en descanso.

Los suelos pueden variar de arenosos, franco arenosos, limo arcillosos y arcillosos. Normalmente son áreas de deposición aluvial o eólica (llanuras aluviales y eólicas).

Márgenes de río

Esta unidad productiva presenta pendientes de 10 a 20°, se hallan situadas en las márgenes del río Cosuña en Chacala y al pie de vertientes en Mañica y Bella Vista. Corresponden a pequeñas terrazas construidas por los comuneros, las cuales además cuentan con un sistema de riego.

Son utilizadas principalmente para el cultivo de haba y cebada, y en menor proporción hortalizas, papa y avena. La distribución de estos espacios de producción, es equitativa entre los comuneros, no obstante, con la ampliación de los canales de riego en Chacala esta uniformidad se rompió, pues la canalización benefició a unos comuneros más que a otros. Lo mismo va a ocurrir en Mañica y Bella Vista a la conclusión de los trabajos de canalización que se vienen ejecutando.

Los suelos presentan texturas arenosa y limo arenosa. Se observa también en las terrazas suelos con abundante materia orgánica incorporada por el agricultor.

Criterios involucrados en la habilitación de una parcela

Se ha observado que en general, los criterios involucrados en la habilitación de una parcela nueva para el cultivo de la quinua, por parte del agricultor, son los siguientes:

- * Ubicación del terreno (Laderas o Pampas).
- * Orientación del terreno (exposición respecto al viento).
- * Cobertura Vegetal (prefieren habilitar en los tholares de *Parastrephia sp*, *Baccharis sp* y *Fabiana sp*, no así en los pajonales, por tener suelos demasiado arenosos, ni en los matorrales espinosos, por presentar suelos muy superficiales y compactados, según ellos poco receptores de humedad y pobres en nutrientes).
- * Tipo de suelos (actualmente no tienen muchas opciones para elegir).

Cultivos Principales de la unidad familiar

Debido a que la quinua es el principal cultivo de la región y juega un rol importante en el estado actual del medio y de la economía familiar, la presente investigación centra esfuerzos en el conocimiento del manejo y desarrollo de este cultivo. No obstante, cultivos tales como la papa, haba, cebada y otras hortalizas, son también parte de la vida comunal.

La Quinua (*Chenopodium quinoa*)

Este cultivo es actualmente de fundamental importancia en la unidad familiar, debido a que se ha suscitado una cultura con una dependencia muy fuerte al mismo, ya que, además de ser la quinua una planta muy adaptada a las condiciones ambientales imperantes en la región, es una fuente proteínica sin precedentes. Además, les provee beneficios económicos importantes a la economía familiar, dada su creciente demanda y comercialización.

Mayor información, sobre la historia del cultivo, las características botánicas y agronómicas, variedades, valor nutritivo, industrialización, etc., se encuentran en diversos trabajos, Tapia (1976), Tapia et al (1979), Ordoñez & Morales (1988), Montaña (1990), Villarroel (1991), CORDEPO (1990), IBTA (1982, 1983, 1988, 1992, 1993, 1995), Peric (1995), Ramirez (1995), Aroni & Cossio (1995) e informes anuales de investigadores del IBTA y PROQUIPO, entre otros.

Actualmente este cultivo se produce en su mayor parte en las pampas, como ya lo mencionamos anteriormente, por ser estas unidades productivas de mayor extensión y facilitar las labores agrícolas semimecanizadas. Las laderas bajas también son zonas importantes en la producción de quinua, tanto en la comunidad de Chacala como en Bella Vista, ya que, allí también se puede emplear maquinaria agrícola. En su totalidad la quinua es un cultivo que se produce en condiciones de seco.

El sostenimiento de este cultivo en el tiempo, es vital para la supervivencia y la no emigración de las familias asentadas en estas comunidades productoras de quinua, así como, del mantenimiento del sistema productivo comunal.

Este cultivo fue expandido en la región, desde las Comunidades de Salinas de Garci Mendoza y Llica, al norte del Salar de Uyuni, estas regiones son de mayor trayectoria quinuera, respecto a las que estamos estudiando, pues allí hay una producción intensiva de quinua desde la década de los años '50 y la mecanización del cultivo ocurre en los años '60 (Lieberman, 1987).

Es importante dejar claro, que la quinua siempre existió en el Altiplano Sur desde tiempos precoloniales, pero su cultivo sólo era a nivel de subsistencia, al igual que la papa y luego el haba. Sin embargo, debido al contacto que estas comunidades van desarrollando con sus vecinas del Altiplano Central y viceversa, se fue generando un mayor interés por el cultivo de la misma en mayores extensiones, dada sus prometedoras expectativas en la región y los beneficios económicos supuestos.

Es así, que dado la mayor escasez de tierras apropiadas para la siembra de quinua en Llica y Salinas de Garci Mendoza, inmigrantes provenientes de estas comunidades se asientan en Chacala, Mañica y Bella Vista en la década de los años '60 e inician el cultivo de quinua a mayor escala, actitud que previamente es observada por los oriundos, y al ver los buenos resultados de la producción, optan incorporarla como una de sus actividades principales. De ahí que surge esta cultura quinuera con características comerciales.

La intensificación del cultivo de quinua, se da casi simultáneamente en las comunidades de Chacala y Bella Vista y posteriormente en la comunidad de Mañica. No obstante, la mecanización del cultivo ocurre en forma paralela en las tres comunidades a principios de los años '70, e inician una carrera productiva sin precedentes.

Las tres comunidades ingresan en el mercado regional, al principio, y luego al nacional e internacional, convirtiéndose en zonas importantes de producción de quinua, con la variedad Blanca Real, en el país. Paralelamente, van surgiendo organizaciones o asociaciones de productores de quinua.

La introducción del tractor e implementos para el labrado de los suelos, trae consigo repercusiones sociales, económicas y técnicas importantes, de las cuales mencionamos las siguientes:

- * Permitió ampliar las áreas cultivadas de quinua de la comunidad, transformándose de un cultivo de subsistencia, a un cultivo comercial. Se llegó a sembrar, a fines de los años '70 e inicios de los '80, hasta 600 hectáreas de quinua en Chacala, 500 en Bella Vista y 400 en Mañica (auge productivo). Lo cual significó un crecimiento de más del 300% de las zonas de producción, en general en las tres comunidades.
- * De comunidades tradicionalmente pastoriles, se transforman a comunidades preponderantemente agrícolas. La producción de quinua se comercializa en los mercados del interior del país y últimamente en el exterior, permitiendo un proceso de acumulación económica y patrimonial a numerosas familias de la comunidad. Aspecto que es más visible en Mañica.
- * Alteró el sistema de tenencia de tierras. Grandes áreas de tierras comunales se transformaron en tierras de propiedad individual, parcelándose casi todas las áreas cultivables de las comunidades.
- * El monocultivo relativamente intensivo, permitió inicialmente obtener rendimientos de hasta 30 qq/Ha, para posteriormente descender a límites insostenibles para el agricultor (1-2 qq/Ha). Las causas fueron: pérdida de estructura de los suelos que redundó en una menor retención de agua, proliferación de plagas y adversidades climatológicas (heladas, sequías y vientos). Cabe aclarar que la pérdida de fertilidad de los suelos es normalmente confundida por los comuneros con la degradación física, o emplean el término "fertilidad" en un sentido globalizador del deterioro del suelo (degradación física, química y biológica).

No obstante, actualmente el cultivo de quinua sigue siendo importante en la región. Son cultivadas principalmente variedades amargas por su mayor resistencia a las heladas y sequías, como: Blanca Real, Wila Jipini, Chillpi, Pisancalla, Amarilla, Kalcha, Ajara Mañica, Kamiri, Utusaya, Toledo, Rosada Pandela, Mocko, Kaslala, Real Rosada, etc.. Son variedades de grano grande, por lo tanto más apetecidas por el mercado, respecto a las variedades cultivadas en el Altiplano Central y Norte donde son variedades de grano pequeño y dulce (más delicadas).

Etapas Fenológicas de la Quinua

En el cultivo de quinua se han definido las siguientes etapas o fases fenológicas, las cuales varían según la variedad fenotípica (precoces, tardías). Según Tapia et al (1979), Villarroel (1991) y Peric (1995), se reconocen los siguientes momentos o fases (Figura 5.11):

- a) *Fase cotiledonar*; después de la germinación, los 2 cotiledones están expuestos horizontalmente.
- b) *Fase de 5 hojas alternas*; implica de alguna manera la conclusión del desarrollo en el meristema apical, esta etapa es posiblemente la más crítica para la futura planta, es la etapa del desarrollo de los diversos órganos de la misma.
- c) *Fase de 13 hojas alternas*; en esta etapa se terminan de definir el número de los botones florales que tendrá la panoja. Es una etapa muy atacada por larvas defoliadoras.
- d) *Fase de Prefloración*; la futura panoja está en pleno alargamiento, antes de la floración. La susceptibilidad de la planta al ataque de plagas o enfermedades aumenta.
- e) *Fase de Floración*; se considera que está en esta fase cuando el 50% de las plantas ya están con flores. Es una etapa intensamente susceptible a las heladas y a las sequías.
- f) *Fase del estado lechoso*; el grano de quinua se apresura a definirse en tamaño y forma, los carbohidratos son apenas compuestos líquidos incipientes.
- g) *Fase del estado masoso*; los carbohidratos tienen cierta consistencia de masa, el grano de quinua ya está totalmente definido. Es una etapa en que la tolerancia a heladas y sequías es muy notable.
- h) *Fase del estado pastoso*; es un corto periodo que colinda con la madurez fisiológica. El grano en esta etapa ya es viable.
- i) *Madurez fisiológica*; es la etapa cosechable, aunque la planta aún muestre hojas y tallos verdes.

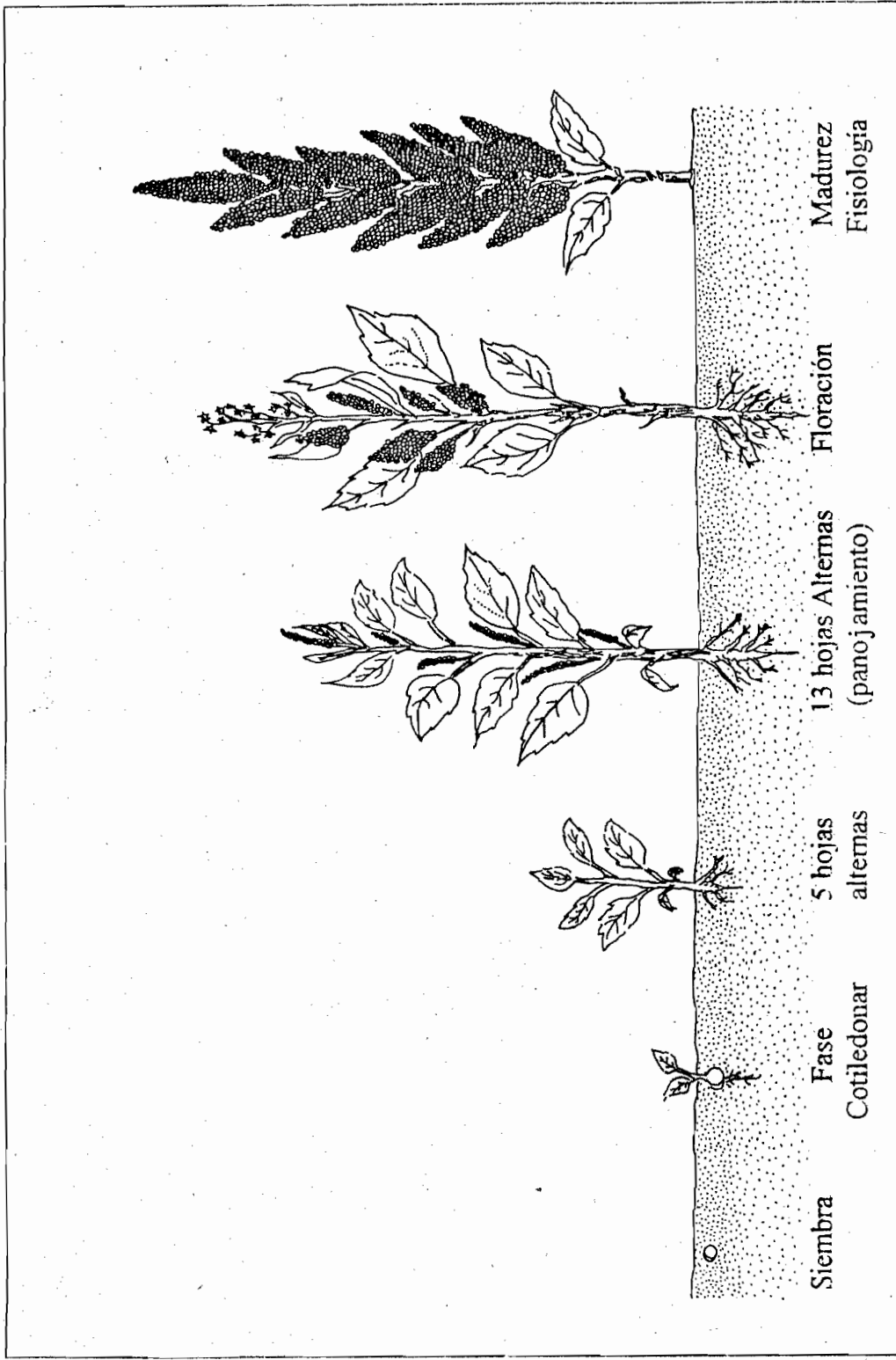


Fig. 5.11 : Fenología de la Quinua.

Tecnologías empleadas y actividades agronómicas en el cultivo de la quinua

Las tecnologías desarrolladas por los campesinos, en general del Altiplano Sur, presentan una evolución dinámica, acorde a los cambios y procesos que implica la evolución misma del sistema, por lo cual, las comunidades han pasado por fases alternas que implican procesos de desorganización-reorganización, respecto al manejo tecnológico de su medio.

La preparación del suelo o barbechado

La preparación de un suelo virgen, se inicia con la remoción de la cobertura vegetal o **desthole**, luego sigue el quemado y mezclado de los residuos vegetales con el suelo, a manera de reposo la parcela es abandonada por aproximadamente un año (para quitar el picante o fuerte de la tierra según los comuneros), finalmente una nueva remoción del suelo y un nuevo reposo de siete meses da inicio a la época de siembras. Estas actividades son realizadas anualmente rotando las parcelas, con la diferencia de que el desthole y el quemado ya no se realiza, dado el poco tiempo para la reposición de la cobertura vegetal. Las herramientas empleadas en estas actividades varían según sea la tecnología tradicional o mecanizada. A continuación se describen ambas.

a) Preparación de suelos con tecnología tradicional:

La tecnología tradicional se refiere al desarrollo de las diferentes actividades tanto agrícolas como pecuarias, en base a conocimientos ancestrales del manejo del medio y su interrelación cósmica, además del empleo de herramientas netamente autóctonas y rituales religiosos (Earls et al, 1990; Zutter, 1994).

Esta tecnología, otrora la principal y única desde tiempos precoloniales en el Altiplano Boliviano, sigue siendo practicada en la actualidad en la región, con algunas modificaciones en aquellos cultivos donde no ha sido posible un cambio sustancial de tecnología, como ser el de la papa, haba y cebada, dado la pequeña escala en que se realiza esta actividad. El cultivo que sufrió un cambio sustancial en su tecnología de producción fue, sin duda, el de la quinua con fines comerciales.

La preparación tradicional de los suelos, consiste en el desthole y la roturación o barbechado de los mismos con implementos agrícolas relativamente rústicos, como, la qhollina, liukana, picota, barreta y palas (Figura 5.12).

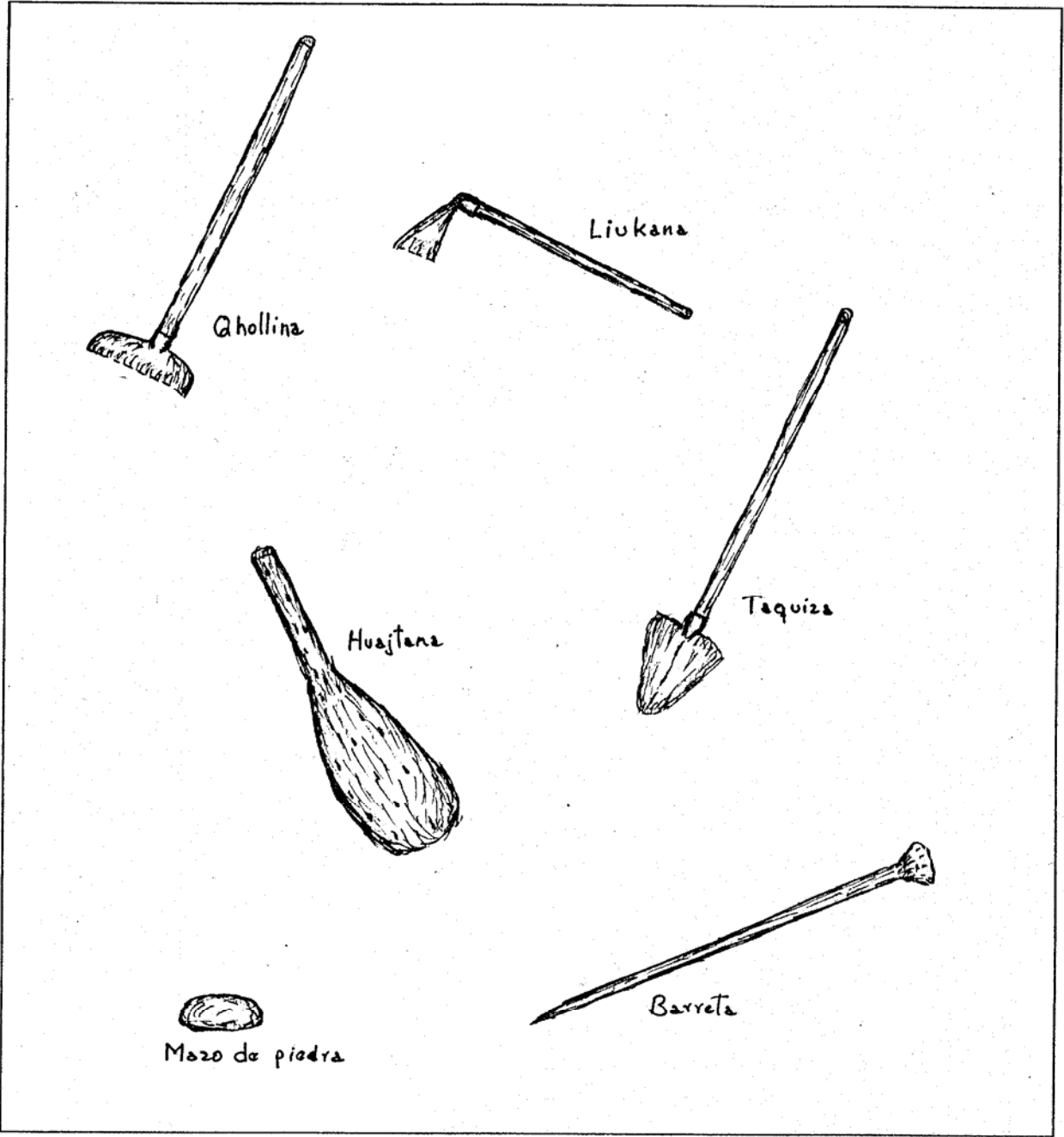


Figura 5.12: Herramientas rústicas empleadas en las diferentes labores agrícolas.

La remoción del suelo se realiza con el fin de incorporarle materia orgánica y de aerearlo, y así proveerle de abonos naturales y facilitar un mejor almacenamiento de agua con las primeras lluvias caídas, tal que la humedad almacenada satisfaga los requerimiento de las semillas de quinua para germinar y establecer exitosamente la plántula en el periodo de siembras.

Esta práctica es realizada principalmente en los suelos vírgenes y en aquellas parcelas donde el tractor no puede ser usado, por las características topográficas del terreno, es decir, en las laderas. Así también en situaciones en que el agricultor no está en condiciones de alquilar los servicios del mismo o éste se halla ocupado en otras parcelas y el tiempo para el barbechado apremia, en estos casos el agricultor solo rotura o barbecha superficies que su fuerza de trabajo y el tiempo le permiten.

En la Tabla 5.6, se muestra la tecnología empleada en la roturación de un suelo virgen, es decir, la habilitación de un suelo por primera vez, donde se incluye el desthole.

Tabla 5.6: Roturación de suelos vírgenes, según tecnología empleada por parte del agricultor.

COMUNIDAD	TECNOLOGIA TRADICIONAL (%)	TECNOLOGIA MECANIZADA (%)
CHACALA	80	20
MAÑICA	75	25
BELLA VISTA	90	10

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Esta labor es realizada principalmente, con la mano de obra familiar, es decir, la esposa y los hijos del comunero.

La roturación tradicional se realiza desde mediados de Enero hasta fines de Marzo, al igual que la roturación mecanizada, pero sí tiene prioridad secundaria respecto a ella. No obstante, cuando no se dispone de recursos económicos para el alquiler de un tractor o no hay disponibilidad del mismo, debido a que solo hay uno o dos por comunidad para satisfacer a todos los agricultores, la roturación o barbechado, incluso en las pampas, es manual.

b) Preparación de suelos con Tecnología Mecanizada

La tecnología mecanizada o contemporánea, implica el empleo de maquinaria agrícola, como ser tractores y otros de gran fuerza de tracción, en las distintas labores agroculturales que realiza el agricultor en su parcela. En nuestro caso particular, al empleo de tractores, camiones, trilladoras móviles y otros elementos foráneos, como los agroquímicos.

En nuestras comunidades de estudio, el principal elemento que marcó una diferencia transcendental, entre las tecnologías tradicionales y contemporáneas, fue la introducción del tractor para el cultivo de la quinua. Lo cual ocurre, en Mañica y Chacala el 1972 y en Bella Vista el 1973, posterior al mismo, se introducen los agroquímicos.

La realización del barbechado mecanizado adquiere mayor importancia, por la rapidez del mismo, pues, se trabajan grandes superficies en menor tiempo, y por otro lado, se requiere de menos mano de obra. En esta actividad se emplea el arado de disco, ocasionalmente el arado de cincel, y recientemente la Qhulliri (Implemento para la remoción de suelos, diseñado por el IBTA, con caracteres conservacionistas, el nombre proviene de qhollina, la herramienta tradicional empleada en el barbecho manual).

No se practica el rastreado, dadas las características arenosas de los suelos. Una hectárea se rotura o barbecha en aproximadamente dos horas y media, con un arado de tres discos; mientras que manualmente se puede demorar una semana o más, según la disponibilidad de la fuerza laboral.

La comunidad de Chacala sólo cuenta con dos tractores propios, Mañica con los de la organización CECAOT y en Bella Vista no hay tractores (alquilan en la vecina comunidad de Llica). Este aspecto genera una insuficiencia en la satisfacción de las necesidades de los comuneros, por lo que en este periodo los trabajos de barbechado son durante casi las 24 horas del día. También suelen venir tractores de Salinas de Garci Mendoza, Llica y Uyuni y de alguna manera paliar esta situación.

En la Tabla 5.7, se muestra la tecnología empleada en el barbechado de un terreno antiguo. La mecanización en estos terrenos es importante, como se pudo observar, debido a que la vegetación herbácea que los cubre aunado a las características arenosas de los suelos, permite una fácil remoción por el arado. Mientras que, en un suelo virgen, la

estructura leñosa y las raíces profundas de las plantas que lo cubren, dificulta el uso del tractor.

Por otro lado, el uso del tractor en estos terrenos, como se mencionó anteriormente, reduce considerablemente la mano de obra y el tiempo de trabajo destinado para el barbechado factor que además, favorece la utilización de extensas superficies de terrenos para la siembra de grandes cantidades de quinua.

Tabla 5.7: Barbechado de un terreno antiguo, según tecnología empleada por parte del agricultor.

COMUNIDAD	TECNOLOGIA TRADICIONAL (%)	TECNOLOGIA MECANIZADA (%)
CHACALA	20	80
MAÑICA	3	97
BELLA VISTA	36	64

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Empero, la modalidad de roturado principalmente con el arado de disco, no es adecuada para la región, dada las características del suelo y de los vientos, lo cual se traduce en fuertes procesos de erosión eólica dada la excesiva remoción del suelo y la acelerada destrucción de la cobertura vegetal, que incide a su vez en modificaciones mesoclimáticas a nivel regional. El sistema de labranza mínima (sistema agronómico campesino original), debería ser el más adecuado para estas condiciones del medio, además, la labranza mínima en la actualidad es considerado como el sistema más avanzado en la conservación de suelos.

"...No obstante, parece que el suelo se hubiera envejecido al uso del tractor, pues, no rinde si no es utilizado en el barbecho...", comentario campesino. Esto se explica por el hecho de que con el arado de discos, hay una mejor remoción del suelo, que si se lo hiciera con las herramientas tradicionales, lo cual favorece que en las próximas lluvias se logre almacenar mayor humedad. Por supuesto esta "ventaja", tiene doble filo, ya que por otro lado, si vuelve a llover, este suelo removido es fácilmente erosionado por el viento, con consecuencias mayores, tanto para el medio como para el agricultor, dada la incidencia progresiva de este fenómeno.

El periodo de roturación o barbechado es principalmente en los meses de Enero y Febrero (época de lluvias). La distribución e irregularidad de las lluvias, juega un papel importante en esta actividad, por lo cual el agricultor se organiza para aprovechar al máximo estas precipitaciones, barbechando pequeñas parcelas a lo largo del periodo de lluvias y de este modo asegurar la disponibilidad de tierras preparadas para las siembras. Si llueve lo suficiente se asegura la producción, si nó, se verán seriamente afectadas las parcelas que han sido barbechadas y por ende la producción. En este sentido, los agricultores menos perjudicados, son aquellos que disponen de mayores superficies de tierra para barbechar, y los más afectados son los que tienen menos tierras, o sea, los más pobres.

Otro factor que vulnerabiliza el medio, en este caso, a sufrir procesos erosivos hídricos, es el surco muerto o canal central que deja el tractor en la parcela durante la roturación, que por efectos de las lluvias pueden tornarse en cárcavas, esto en áreas con mayores pendientes.

En la Tabla 5.8, se presentan las respuestas de los comuneros cuando se les preguntó sobre las ventajas o desventajas del uso del tractor en la preparación de los suelos.

A pesar de que muchos de los comuneros consideran que el empleo del tractor es negativo para sus suelos, también opinan que es positivo, por las razones expuestas. Por tal razón es que se observan porcentaje altos de respuestas a favor del tractor, no habiendo discrepancias importantes entre comunidades.

Las justificaciones por las ventajas o desventajas del uso del tractor, se encuentran relacionadas con las condiciones ambientales y climáticas en las que el agricultor desarrolla estas labores agrícolas. Tal es el caso de Bella Vista, donde un buen porcentaje de los comuneros, consideran negativo el uso del tractor en la preparación de sus suelos, dada las características tanto edáficas como climáticas, más críticas, respecto a Mañica o Chacala.

Sin embargo y a pesar de sus observaciones, la dependencia actual del agricultor respecto al tractor, es tal, que cuando no consigue alquilarlo prefiere no sembrar, porque alude que sin el arado de su parcela, ésta no satisficiera a sus expectativas y esfuerzos empleados. Entonces habilita manualmente sólo pequeñas superficies para siembras de autoconsumo, con las herramientas de labranza ya mencionadas.

Tabla 5.8: Percepción de los agricultores sobre las ventajas y desventajas del uso del tractor.

COMUNIDADES	POSITIVO (%)	¿POR QUE?	NEGATIVO (%)	¿POR QUE?
CHACALA	89.8	Facilita el roturado o barbechado Mejora los rendimientos de la quinua Remueve mejor el suelo, facilitando mayor acumulación de humedad Facilita la siembra de mayores superficies Reduce el tiempo de trabajo	30.2	El aumento de los rendimientos no dura Saca la tierra fina No es bueno para terrenos antiguos Produce mayor erosión eólica
MAÑICA	90.1	Facilita el trabajo agrícola Reduce el tiempo y la mano de obra Se revuelve mejor el suelo	25.4	Hay pérdida de la estructura del terreno Facilita la erosión eólica Se pierde la fertilidad del suelo
BELLA VISTA	85.7	Facilita las labores culturales Mejora los rendimientos del cultivo Reduce el tiempo de trabajo Reduce la mano de obra	57.1	Facilita la erosión eólica Hay pérdida de fertilidad del suelo Hay pérdida de humedad del suelo Cambia la estructura del suelo El suelo dura menos cosechas Con el tiempo disminuyen los rendimientos

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Cuando se les preguntó si alquilaban el tractor todos los años y con que implementos realizaban el roturado o barbechado, respondieron como se muestra en la Tabla 5.10.

Tabla 5.9: Alquiler del tractor e implementos usados en el barbechado.

COMUNIDAD	SI (%)	NO (%)	IMPLEMENTOS
CHACALA	76	23	Arado de Disco
MAÑICA	90	10	Arado de Disco, Arado de Cincel
BELLA VISTA	64	36	Arado de Disco

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

El alquiler del tractor para el preparado de los suelos, también esta en función de la situación económica del agricultor. En Bella Vista, por ejemplo, existe mayor pobreza respecto a los otras dos comunidades, por lo que las posibilidades de alquilar un tractor están más limitadas, además, la inseguridad o incertidumbre del año agrícola no les garantiza la futura remuneración por esta inversión, por otro lado, dado que la comunidad no cuenta con tractores propios, tienen que conseguirlos en otras localidades, lo cual implica un costo energético y económico adicional, y barbechados normalmente tardíos.

El implemento más usado en estas labores, es el arado de disco y con menor frecuencia el arado de cincel. La preferencia por el arado de disco, se debe a que éste, remueve más y a mayor profundidad el suelo respecto al arado de cincel. Algunos agricultores de Bella Vista y Mañica emplean muy ocasionalmente la rastra, pues, los suelos son tan arenosos que puede ser innecesario el empleo del arado de disco para la roturación del suelo. La rastra remueve menos al suelo, pero lo disgrega más, favoreciendo en este caso a que las partes más finas del suelo (el escaso limo) sean fácilmente movilizadas por la acción de los vientos.

En la comunidad de Chacala, se tuvo la oportunidad de observar el empleo de la Qhulliri (implemento barbechador en el que viene trabajando el IBTA), en una prueba a los campesinos del lugar, los cuales mostraron ciertas susceptibilidades o recelos sobre el mismo, bueno, los resultados recién podrán verse en la cosecha, pues, la remoción de los suelos es menor que con el arado de disco. En general, este implemento tiene sus ventajas, ya que no produce un vuelque total del suelo, lo cual es favorable para evitar una mayor evaporación de la humedad del mismo. Sin embargo, este implemento aún está en etapa de experimentación.

En la Tabla 5.10, se muestra el uso de herramientas según la tecnología empleada en la labor cultural del cultivo. En las comunidades de Chacala y Mañica se observa una mayor mecanización de las actividades agrícolas, producto de las transferencias tecnológicas que implementan el IBTA y PROQUIPO, no ocurre lo mismo en Bella Vista debido a la mayor lejanía de esta comunidad a los centros de acción de las mencionadas instituciones.

Tabla 5.10: Uso de herramientas según tecnologías y actividades.

COMUNIDAD	MANUAL	ACTIVIDAD	MECANIZADA
CHACALA	Picota Pala Liukana Taquiza Hoz Huajtana o mazo	Desthole Barbechado Cava de papa Siembra Cortado Trilla	- Tractor (arado) - Tractor (Satiri) Cegadora Tractor, Camión, Trilladora mecánica
MAÑICA	Picota Pala Chela o Taquiza Hoz Huajtana o mazo	Desthole Barbechado Siembra Cortado Trilla	- Tractor (arado, qhulliri) Tractor (Satiri) Cegadora Tractor, Camión, Trilladora mecánica
BELLA VISTA	Picota Barreta Qhollina Pala Taquiza Liukana Huajtana o mazo	Desthole Desthole Barbechado Barbechado Siembra Cava de papa Trilla	- - Tractor (arado) - - - Tractor

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

La superficie anual que es barbechada, en general, está en función de la disponibilidad de tierras y de lluvias, en las tres comunidades. Las cantidades de tierras habilitadas anualmente, en estos últimos años se presentan en la Tabla 5.11.

Tabla 5.11: Número de hectáreas preparadas anualmente, para la producción de quinua.

COMUNIDAD	HECTÁREAS EN PAMPA	HECTÁREAS EN LADERA
CHACALA	220 - 300	15 - 25
MAÑICA	150 - 200	3 - 6
BELLA VISTA	150 - 200	40 - 60

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Sin embargo, a pesar de estos aspectos mencionados anteriormente, consideramos que el calendario de la preparación del suelo no presenta un justificativo ecológicamente razonable, pues, resulta ilógico roturar los suelos con demasiada anticipación al periodo de siembras, dado a que se exponen a los mismos a las inclemencias climáticas por aproximadamente 7 meses, favoreciendo de este modo a los procesos de desertificación. La roturación del suelo si fuera necesario, debería realizarse próximo a la

época de siembra. Recordemos que los suelos arenosos, predominantes en la región, favorecen ampliamente por su gran permeabilidad la infiltración del agua. Por supuesto que en este sentido el agricultor oriundo tiene la última palabra.

Siembra

Posterior al barbecho, retomando el ciclo agrícola campesino actual, más o menos unos siete meses después se inicia el periodo de siembra, la cual es de gran importancia en estas comunidades. Se genera un movimiento poblacional muy agitado, fuera de lo normal, pues, llegan muchos comuneros que habían emigrado temporalmente a otros lugares, y se ve más gente y vida en estos pueblos.

La siembra se inicia en algunos casos en la segunda quincena de Agosto, dependiendo de la disponibilidad de humedad en el suelo y de la variedad de la quinua (temprana o tardía) a sembrar. Sin embargo, la siembra en general, se realiza en Septiembre, siempre y cuando no haya algún fenómeno climático que retrase o adelante esta actividad, por ejemplo, la ocurrencia de una nevada o la escasez de lluvias durante el año. Algunas variedades tardías son sembradas en la primera quincena de Octubre.

Por ejemplo, el 28 de Agosto de 1996, ocurrió una nevada, después de varios años de no haber nevado, este hecho retrasó las siembras hasta Octubre, se espera favorezca ampliamente la producción de quinua, y por ende, la mejoría de los ánimos de los campesinos, los cuales por efecto de la escasez de lluvias se hallaban muy preocupados por esta siembra, como pudo constatarse en el mes de Julio pasado (un mes antes de las nevadas, cuando se realiza la visita oficial de los tutores de la presente investigación al área de estudio).

La siembra en general, se realiza tradicionalmente, dado la falta de disponibilidad de un implemento mecánico para tal efecto, pues debido a las características de las semillas de quinua no puede ser utilizada una sembradora convencional. No obstante, el IBTA viene trabajando en el diseño de una sembradora llamada "Satiri", la cual aún se encuentra en etapa experimental y de ajustes. Fue probada en las comunidades de Mañica y Chacala.

Esta actividad, por el motivo expuesto, es realizada manualmente en hoyos, utilizando la taquiza y en menor frecuencia la liukana, pues, esta última herramienta es más

empleada en las labores de cultivo de la papa. Los hoyos están expuestos en distancias de 0.8 a 1 m entre sí y de 1 a 1.3 m entre hileras, para evitar competencias por humedad y nutrientes, habiendo de este modo una densidad de 8.000 a 10.000 plantas por hectárea. La densidad de siembra varia de 4 a 8 Kg de semilla por hectárea.

La aplicación de abonos orgánicos durante la siembra no es común en ninguna de estas comunidades (Tabla 5.12), primero debido a la escasez del mismo y segundo por la falta de costumbre y creencia de que el abono le quita humedad al suelo (com. pers. de agricultores). Sin embargo, existe otro factor que es el económico, tal vez el primordial, pues, según técnicos del IBTA se debería aplicar de 12 a 15 Tn de abono por hectárea para tener un rendimiento óptimo del cultivo. Este aspecto, implica una mayor inversión por parte del agricultor bajo condiciones de mucho riesgo, dadas las irregularidades climáticas que pueden llegar a destruir el cultivo y las pérdidas para el agricultor serían mayores, llegando incluso a desestabilizarlo económicamente. Además en su presupuesto elaborado para el calendario agrícola anual aún no figura algún tipo de inversión en este campo.

Tabla 5.12: Uso de fertilizantes en el cultivo de la quinua.

COMUNIDAD	ABONO ORGANICO (%)	ABONO QUIMICO (%)	NINGUNO (%)
CHACALA	17	6	77
MAÑICA	16	4	80
BELLA VISTA	11	-	89

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Esta Tabla nos muestra las respuestas obtenidas de los campesinos cuando se les preguntó sobre el uso de algún tipo de abonos durante la siembra de la quinua.

El uso de fertilizantes en la siembra de la quinua, en las comunidades de Chacala y Mañica, se debe principalmente a la influencia del IBTA, no obstante, el porcentaje de agricultores que emplean estos insumos aún es bajo, dado que la aplicación de los mismos, necesita de lluvias o riego para su disolución y en los meses de siembra las precipitaciones son nulas.

El abono orgánico es empleado con mayor preferencia en el cultivo de papa, haba y cebada, debido a las mayores exigencias nutritivas por parte de éstos y dado la mayor

antigüedad de uso de los terrenos donde se cultivan, pues, como solo son pequeñas superficies es más intensiva su explotación. Por otro lado, también influye la heredabilidad de estas técnicas desde tiempos precoloniales, lo cual no es el caso en la quinua, ya que, nunca fue fertilizada por los antecesores (comentarios de los campesinos). Tal aspecto, nos lleva a pensar que la fertilización de la quinua es una actividad que está en proceso de aprendizaje por parte de los agricultores, pues, se pretende manejar grandes extensiones de quinua a nivel de explotación comercial, como si se tratara de una producción para autoconsumo, como otrora.

Debido a la escasez de abonos orgánicos por el reducido número de ganado y otros factores que impiden la acumulación óptima de guano, instituciones tales como PROQUIPO e IBTA están trabajando en conjunto con los agricultores, sobre la elaboración e implementación de compost en sus cultivos, empero, aún no se cuenta con resultados sobre este compost, pues, las condiciones climáticas no favorecen la descomposición rápida del material orgánico empleado tornándose muy lenta. Por otro lado, se incrementa la fuerza de trabajo familiar con esta actividad, que es relativamente escasa para ellos.

En 1978 el IBTA organizó reuniones con los comuneros de Chacala y Mañica, donde ya se les habla sobre el uso de fertilizantes orgánicos en la siembra de la quinua, hubo una participación masiva comunal (IBTA 1982). Tales consejos o sugerencias por lo visto no fueron considerados como importantes, tal vez, porque en esos años los rendimientos de la quinua estaban en su auge (25-30 qq/Ha) y una fertilización sólo implicaba gastos tanto económicos como humanos, además, de que ya había esa creencia de que el abono le absorbe humedad al suelo, o tal vez, puede deberse a que haya habido falta de tino por parte de los técnicos extensionistas que no pudieron o supieron convencerlos sobre las ventajas de la aplicación de estos fertilizantes, por lo que deciden no aplicarlo. En fin, cualesquiera que hayan sido las causas, actualmente el campesino está concientes de esta necesidad.

En la época invernal, cuando no hay ningún tipo de cultivos en la comunidad, el pastoreo libre de los animales sirve para abonar los suelos que posteriormente serán sembrados, y en general este es el mecanismo mediante el cual los suelos se abonan de alguna manera, aspecto tal que es de pleno conocimiento por parte del agricultor. El nutriente más

requerido por parte de la quinua es el Nitrógeno (Tapia et al, 1979).

El número de hectáreas que son sembradas en cada periodo agrícola a nivel familiar, depende de la tenencia de la tierra, la disponibilidad económica de la familia y las condiciones de humedad en el suelo, como se puede apreciar en la siguiente Tabla 5.13.

Tabla 5.13: Hectáreas sembradas anualmente por la unidad familiar.

COMUNIDAD	MEDIA FAMILIAR (Ha)	VARIABILIDAD (Ha)	% DE LA PROPIEDAD TOTAL FAMILIAR
CHACALA	2.9	1 - 6	43.1
MANICA	2.8	1 - 7	48.9
BELLA VISTA	5.2	2 - 13	41.7

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

En la comunidad de Bella Vista, se ha distribuido casi en su totalidad las tierras comunales a las familias, por eso corresponde un mayor promedio de hectáreas por familia, sin embargo, la superficie sembrada individualmente constituye un porcentaje menor respecto a la totalidad de sus tierras, en relación con las otras comunidades. Lo cual significa también, que las familias en Bella Vista tienen un mayor porcentaje de tierras como reservas, las cuales pueden estar en descanso o ser aún vírgenes. Las familias que mayor porcentaje de tierras en actividad agrícola tienen (48.9 %), son las de Mañica, esto es por efecto de la menor disponibilidad de superficies laborables, que en general tiene Mañica. La situación de Chacala está dada más por la poca disponibilidad de recursos humanos y económicos que de disponibilidad de tierras.

Labores Culturales

Las labores culturales desarrolladas durante el cultivo de la quinua, son variadas y difieren un poco en función de la tecnología aplicada en la labor agrícola, y las particularidades climáticas.

Estas diferencias están dadas, según la comunidad y la zona de producción (laderas o pampas). Las actividades son presentadas en la Tabla 5.14.

Tabla 5.14: Labores culturales realizadas en los cultivos en las comunidades de estudio.

COMUNIDADES	QUINUA	HABA	PAPA
CHACALA	Piznado (opcional) Fertilización (opcional) Deshierbe (casual) Raleo o deshije Control de plagas (en pampa) Arrancado en la cosecha Cortado (opcional) Emparve Zarandeo de quinua trillada Venteo Descanso - Promado	Abonado Riego Deshierbe Control de Plagas Rotación	Abonado Aporque Deshierbe Rotación o Descanso
MAÑICA	Fertilización (opcional) Control de plagas (en pampa) Cercado (en pampa) Arrancado en la cosecha Cortado (opcional) Emparve Zarandeo de quinua trillada Venteo Descanso - Promado	Abonado Riego Deshierbe Control de Plagas Rotación	Abonado Aporque Deshierbe Descanso - Barbecho
BELLA VISTA	Piznado (opcional) Deshierbe (casual) Control de plagas (en pampa) Cercado Control de heladas Arrancado de la cosecha Emparve Zarandeo de quinua trillada Venteo Descanso - Promado	Abonado Riego Deshierbe Control de Plagas Rotación	Abonado Aporque Deshierbe Descanso o Rotación

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Las labores culturales se inician después de la siembra, cuando empiezan a germinar las semillas y salir los primeros brotes de las plantas a la superficie (aproximadamente de 6 a 9 días), con el **piznado** o sombreado, que consiste en cubrir con paja y/o thola las plántulas recién emergidas, con el fin de protegerlas del ataque de roedores (liebres, ratones silvestres) y aves, así mismo, de los fuertes vientos de la época y las heladas.

La fertilización, si se realiza, es en los meses de Noviembre y Diciembre, esto aprovechando las primera lluvias y con el fin de fortalecer a las plantas y acelerar su floración, para que puedan soportar las heladas de Enero, las cuales a pesar de no ser las más fuertes, son las más peligrosas para la planta, ya que el estado de floración en que se encuentran es muy susceptible a este fenómeno climático (Tapia et al, 1979; Peric, 1995; Espíndola, 1995; Rojas et al, 1995).

El IBTA, según estudios realizados, recomienda la aplicación de fertilizantes en las etapas fenológicas de 5 hojas alternas, prefloración y lechoso (Diciembre-Enero). Se emplean abonos orgánicos o químicos foliares (Greenzit, Nitrofosk).

Las prácticas de deshierbe, son casuales, es decir se las realiza cuando las precipitaciones son suficientes durante el año y favorecen del crecimiento de malezas, o también debido a que mediante el piznado, se evita una mayor evaporación de humedad del suelo e igualmente favorece el desarrollo de malezas.

El raleo solo ha sido observado en la comunidad de Chacala, el mismo consiste en la eliminación de plántulas que circundan a la planta principal, de este modo se evita la competencia por humedad y nutrientes y se favorece un mayor desarrollo de la quinua. Esta práctica también es conocida como deshije.

Se realiza el control de plagas con agroquímicos (Tabla 5.15), cuando el ataque es intenso. Las plagas más frecuentes son, Kcona Kcona (*Eurysacca melanocampta*), cuyo ataque es importante en los meses de Febrero y Marzo, Ticonas (*Spodoptera sp*, *Copitarsia sp*, *Feltia sp*) cuyo ataque es significativo en condiciones de sequías y el Tunku Tunku o Mosca azul (Cicadelidae) el cual ataca al cultivo durante todo su ciclo. Por otro lado, están los ataques de liebres, ratones (*Akodon andinus*, *Calomys lepidus*), tucu tucu o topos (*Ctenomys sp*) y aves (Pucu pucu), los cuales atacan principalmente en la etapa germinativa de la quinua, dado el sabor agradable de las hojas, pues con el crecimiento de las plantas y por ende del contenido de saponina, las hojas se tornan amargas (comentario de un productor).

En general el ataque de plagas a los cultivos está en función de las precipitaciones, y su incidencia es mayor en condiciones de sequía.

A partir de los años '80, la liebre constituye una verdadera plaga (Aroni, 1995), con ataques a los cultivos en la etapa germinativa principalmente, provocando daños considerables en las parcelas. Para su control los agricultores aplican fuertes dosis de Tamaron u otros biocidas, o emplean estiércol fresco de ovinos, camélidos y otros animales domésticos, colocando un puñado en cada hoyo, otros agricultores utilizan trampas, cercos o espantapájaros. El

cercado también es empleado para evitar la intromisión de llamas u ovejas en el cultivo.

Tabla 5.15: Uso de plaguicidas en el cultivo de la Quinua.

COMUNIDAD	PLAGUICIDAS COMERCIALES		TIEMPO DE USO	MOTIVO	ASESORAMIENTO	
	ANTES	AHORA			NO (%)	SI (%)
CHACALA	Folidol Tamaron	Ambush Beta Baytroid Metil Paration	15 años	Tunku Tunku Ticonas Liebre Ratón Pucu Pucu	30	70 IBTA PROQUIPO
MAÑICA	Folidol Tamaron	Ambush Perfection Beta Baytroid Polytrim	15 años	Ticonas Kcona Kcona K'aco Ratón	20	80 IBTA ANAPQUI PROQUIPO
BELLA VISTA	Folidol Tamaron	Ambush Beta Baytroid	12 años	Tunku Tunku Polillas Kcona Kcona K'aco Q'isco Ticonas Liebre	57	43 ANAPQUI APROQUI

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

El ataque de aves en la etapa de floración y fructificación igualmente es importante, para lo cual el agricultor toma sus medidas. No se conoce la identificación taxonómica de estas aves y tampoco la bibliografía las menciona.

La protección de los cultivos contra las heladas, se realiza mediante el ahumado de la parcelas, bien temprano antes que salga el sol.

El arrancado o cortado de la planta durante la cosecha, así como el emparve, zarandeo y venteo de la quinua, son tratados más adelante, cuando hablaremos de la cosecha.

Es importante resaltar la pérdida paulatina de algunas prácticas culturales tradicionales, debido a la menor difusión de las mismas entre las generaciones actuales por los fuertes procesos de aculturación que están redundando en una erosión de la cultura agrícola autóctona con consecuencias negativas sobre el medio y los cultivos.

Cosecha

La cosecha es realizada normalmente en el mes de Abril y las primeras semanas de Mayo, según sean variedades tempranas o tardías de quinua. La modalidad de cosecha es similar en toda la región, consiste en el arrancado de las plantas cuando están amarillas y el grano ya no tiene aspecto "masoso", tampoco debe estar demasiado seco o suelto ya que pueden ser fácilmente desgranados por el viento o el mismo proceso de arrancado, perdiéndose de este modo parte de la producción. Sin embargo, el agricultor ya tiene la práctica o intuición del momento exacto y/u oportuno para el cosechado de la quinua. El IBTA en comunidades como Mañica y Chacala está introduciendo la modalidad del segado de las plantas de quinua, ya sea con una hoz o con una segadora mecánica, esto con el fin de proporcionar algo de materia orgánica al suelo, pues toda la raíz y unos 10 cm del tallo quedan en la parcela, además, de evitar impurezas, como piedrecillas que salen junto a las raíces y que afectan en el momento de la trilla. De cierta manera también el suelo se protege contra la erosión eólica al funcionar los residuos de las plantas como sujetadores de tierra.

Una vez que las plantas han sido arrancadas o cortadas se procede al emparvado, que no es más que el apilado de grupos de plantas (20 a 30 individuos) a lo largo y ancho de la parcela para su completo desecamiento, normalmente por una o dos semanas. Se las sujeta con piedras para evitar sean movidas por el viento. Han ocurrido casos, según comentan los comuneros, que durante el emparvado la presencia de vientos fuertes (tornados) ha destruido gran parte de la producción al llevarse y desparramar por cientos de metros las parvas de quinua prolijamente elaboradas.

Luego se realiza la trilla de la quinua, la cual puede hacerse manualmente con la **huajtana** (garrote de madera) o un mazo de piedra, golpeándola hasta desgranarla, esto en el caso de pequeñas cantidades. Para grandes cantidades, se emplea el tractor o un camión en el trillado, que en plataformas llamadas **Kajana**, elaboradas en base a arcilla en la misma parcela, se procede al pisado de la quinua. La mano de obra empleada en esta labor es numerosa, por lo que hay una colaboración entre agricultores, pues tienen que acarrear las parvas de quinua hasta esta plataforma y acomodarlas en dos franjas para que el motorizado pase sobre ellas.

Las instituciones que trabajan en la zona, están tratando de "inculcar" a los campesinos el uso de una lona o plástico sobre la plataforma de arcilla, para así evitar presencia de tierra y piedrecillas en la quinua y que salga el producto más limpio.

Estas labores se están realizando en Chacala y Mañica, no así en Bella Vista, pues actualmente ninguna institución trabaja en esta comunidad, excepto PROQUIPO, que está entrando en la comunidad, pero con sistemas de riego.

La trilla, ya sea, de los cultivos de las laderas o de la pampa, se realiza al mismo tiempo, con la excepción de que en las laderas donde no puede entrar el motorizado, la misma se realiza con la huajtana, o sea, manualmente, variando el tiempo del trillado según la cantidad de quinua.

Recientemente, el IBTA ha venido desarrollando un prototipo de una trilladora mecánica, ajustada a las características del grano de quinua, a partir de la trilladora móvil brasileña "Vencedora". Después de realizar algunas modificaciones se obtuvieron resultados que ascendieron de 8 a 11 qq/hora, con una eficiencia de trilla de 98.5% de limpieza (Aroni J.C., 1995). Así también, esta tecnología presenta la ventaja de que se reduce considerablemente la mano de obra y el tiempo empleado durante esta actividad, en comparación con la trilla tradicional y la semimecanizada. Eso si, es mejor trabajar con quinua cortada y no arrancada, por el problema de las piedrecillas que vienen junto a la raíz. El venteo ya no es necesario.

Sin embargo, como todavía no es una práctica común el empleo de la trilladora mecánica, por cuestiones económicas y escasez de las mismas (solo está la del IBTA), la trilla sigue siendo manual y semimecanizada. Por lo tanto se debe proseguir con las etapas del zarandeo o cernido y el venteado.

El cernido o zarandeo consiste en la separación del grano de quinua recién trillado, por medio una malla milimétrica, de los rastrojos en los que queda mezclado durante el pisoteo, esta labor se realiza en la misma parcela. Posteriormente, la quinua es embolsada y transportada al pueblo para su venteo, o bien, es venteadada ahí mismo por las mujeres, lo cual consiste en el separado de impurezas menores, con ayuda del viento.

La quinua ya esta lista para su comercialización a los intermediarios u organizaciones comercializadoras, que la llevan a centros de acopio o plantas desaponificadoras, tanto en Julaca como en Challapata. La desaponificación, consiste en el lavado de la quinua para la eliminación de la saponina. Posteriormente es secada al sol. Un mal lavado del grano no elimina completamente la saponina y afecta la calidad del producto, lo mismo que su secado deficiente. La quinua que queda para uso familiar, ya sea, para trueque o consumo, es almacenada sin desaponificar en bolsas, en habitaciones destinadas para el efecto, y se desaponifica según se va consumiendo.

El destino de la producción cosechada, se estima que es el siguiente: El 50% es dispuesto para la comercialización, ya sea mediante los intermediarios o las organizaciones de productores; aproximadamente un 30% es guardado como reserva para gastos o imprevistos durante el periodo de tiempo que queda hasta la próxima cosecha, normalmente esta quinua se trueca con otros productos de la dieta familiar, como ser, arroz, fideos, aceites, azúcar, etc.; y el 20% restante se destina para el autoconsumo, ya sea en forma de grano o harina (Tabla 5.16). Según el IBTA (1988), una familia del Altiplano Sur (7 integrantes) consume anualmente 5.81 quintales. De la quinua guardada, se selecciona una cantidad, que será empleada como semilla de la próxima siembra.

Tabla 5.16: Destino de la producción de Quinua.

COMUNIDAD	VENTA (%)	TRUEQUE (%)	CONSUMO (%)
CHACALA	40 - 50	20	50 - 60
MAÑICA	60 - 70	10	30 - 40
BELLA VISTA	20 - 30	20	50 - 60

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Estos porcentajes pueden variar según las particularidades que tuvo el cultivo durante el año agrícola (año bueno, año regular, año malo), como por ejemplo, el caso de Bella Vista, donde este último año agrícola fue malo (por la sequía) y la producción apenas alcanzó para el autoconsumo. También varía según la región y el contacto que ésta tenga con alguna organización de comercialización o con los comerciantes intermediarios, como por ejemplo Mañica, que se halla próxima a un centro de acopio de quinua de ANAPQUI y en la misma comunidad se está construyendo una procesadora de quinua de

la CECAOT. En aquellas comunidades que se hallan más aislada el trueque juega un rol importante superando a la venta.

En Chacala lo mismo que en Bella Vista, la comercialización es mayormente por intermediarios y no por las organizaciones de productores.

Los rendimientos de la quinua, en un año bueno, regular o malo, según los campesinos, varían considerablemente. La calidad del año está dado por la presencia de lluvias (Tabla 5.17).

Tabla 5.17: Variación de los rendimientos de la Quinua según la calidad del año.

COMUNIDAD	AÑO BUENO qq/ha	AÑO REGULAR qq/ha	AÑO MALO qq/ha	CON TECNOLOGIA TRADICIONAL qq/ha
CHACALA	18 - 20	10 - 13	1 - 9	10
MAÑICA	25 - 30	7 - 10	1 - 6	8
BELLA VISTA	15 - 25	8 - 10	1 - 7	10

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Las producciones más altas se dieron en la década de los años '70, debido a las buenas condiciones de los suelos y mayor disponibilidad de humedad, que en general se encontraba en el Altiplano Sur, pues, la introducción del tractor recién se había llevado a cabo.

Dinámica del descanso de los suelos agrícolas

La quinua, es un cultivo anual cuyo ciclo productivo tiene una duración de aproximadamente nueve meses, desde la siembra hasta la cosecha. Este hecho imposibilita las prácticas de rotación con otros cultivos, dado que la mayoría de éstos, tienen ciclos cuya duración es mayor a los seis meses. Además, está el factor de escasez hídrica, así como, de infraestructuras de sistemas riego, para la rotación con otro posible cultivo, que podría asociarse con los terrenos donde se produce la quinua. Ante tales limitaciones, es que la quinua es un monocultivo en toda la región, con sus consecuentes efectos negativos sobre el medio debido a esta modalidad productiva.

Para contrarrestar, en cierta manera, estos efectos contraproducentes, incluso contra la economía campesina, es que se desarrollan técnicas de manejo de los suelos, como ser el descanso interanual y polianual. Estas prácticas, no solo favorecen la recuperación de nutrientes, que fueron extraídos durante el cultivo, sino también, en la reestructuración física y biológica de los suelos, que por efectos de su manejo, como del cultivo, se vieron alterados.

En la Figura 5.13, se presenta el modelo del ciclo de descanso de una parcela que fue cultivada con quinua. En el caso de los otros cultivos, tales como el de la papa, haba y cebada, se puede observar una dinámica de rotación previa a la del descanso. Como se muestra en la Figura 5.14.

La producción o el rendimiento de un cultivo de quinua, además, de la influencia del tiempo de descanso, esta en función de las características prístinas del suelo o de su estado anterior. Es decir, que un suelo virgen recientemente habilitado para su producción, diferirá en el número de cosechas que producirá, respecto a un suelo, que ya previamente fue empleado y dejado recuperar su cobertura vegetal, aún después de varios años de descanso (suelo promado). Dadas las características climáticas y edáficas, así como, del grado de artificialización de la región, el restablecimiento de estos suelos se torna muy lento e imprevisible. La siguiente Tabla nos muestra el número de cosechas que se pueden obtener según la condición del suelo.

Tabla 5.18: Número de producciones o cosechas continuas según la condición del suelo.

COMUNIDAD	SUELO VIRGEN (N° de Cosechas)	SUELO PROMADO (N° de Cosechas)
CHACALA	4 - 5	2 - 3
MAÑICA	4	3
BELLA VISTA	4 - 5	2 - 3

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

El suelo promado, se refiere a aquel suelo que fue empleado y luego dejado descansar (promar) hasta que se cubrió nuevamente de vegetación (tholar).

CULTIVO DE LA QUINUA																			
FLORACIÓN																			
FRUCTIFICACIÓN																			
BARBECHADO																			
MADURACIÓN																			
COSECHA-TRILLA																			
MIGRACIÓN TEMPORAL CAMPESINA																			
SIEMBRA																			
DESARROLLO VEGETATIVO DEL CULTIVO																			
EPOCAS DE LLUVIAS																			

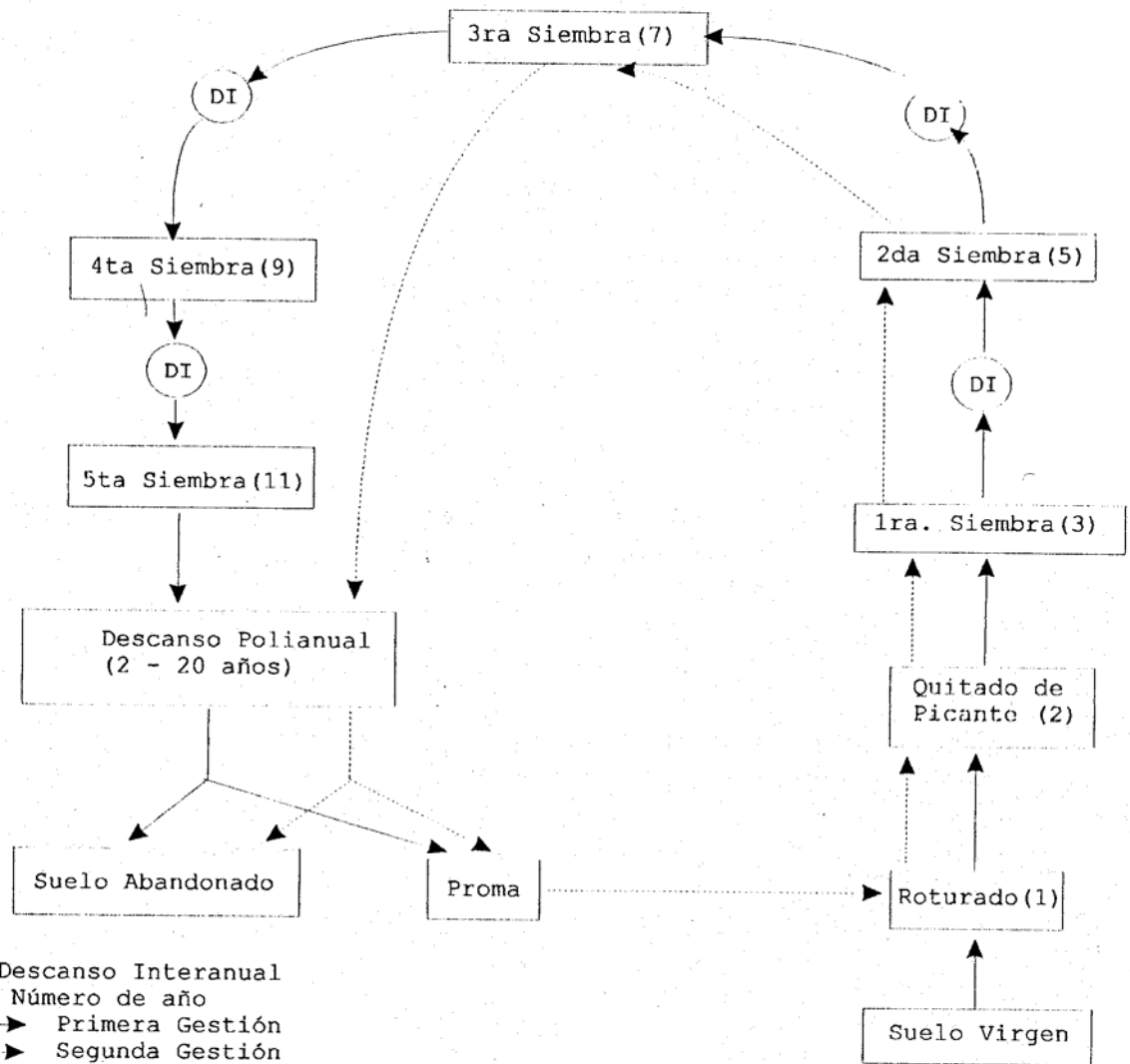


Figura 5.13: Modelo de la dinámica de descanso del suelo en el cultivo de la C

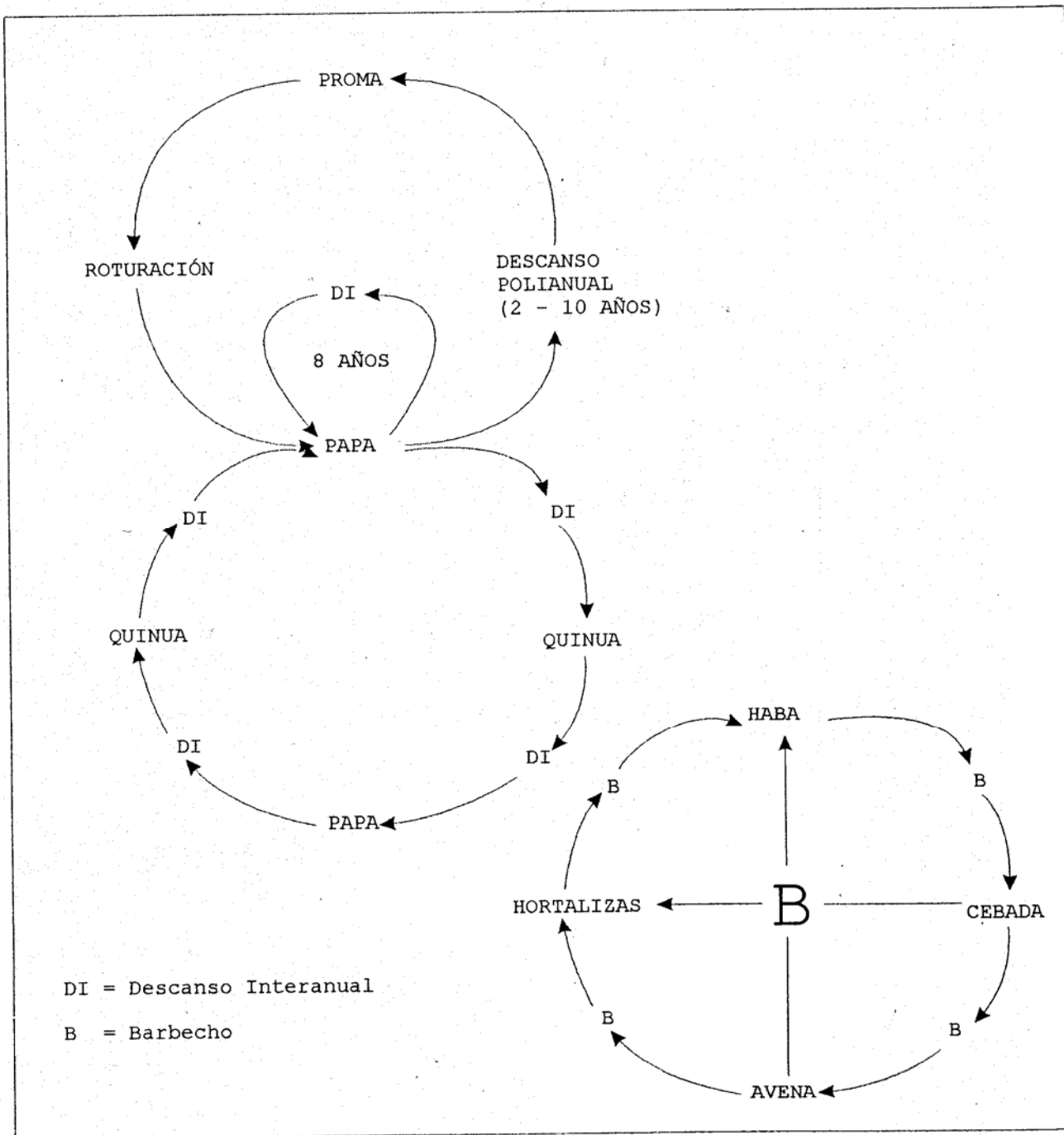


Figura 5.14: Dinámica de la Rotación y Descanso del suelo en los cultivos de papa, haba y cebada.

Como se puede observar, en las comunidades de Chacala y Bella Vista, un suelo virgen puede dar hasta 5 cosechas continuas, mientras que en Mañica sólo 4. Esta diferencia está dada, por el hecho de que, en las primeras comunidades, hay cultivos de quinua en laderas, y los suelos en estas zonas productivas son mejores que en la pampa (comentarios de los comuneros), en cambio, en Mañica todos los cultivos están en la pampa.

Las diferencias observadas en el número de cosechas en un suelo promado, están en función del tipo de cobertura vegetal que pobló nuevamente estos suelos (tholar o matorral espinoso).

En la Tabla 5.19, se presenta el porcentaje de suelos que se deja en descanso anualmente, respecto al total de tierras propias de cada familia en la comunidad. Así también, el tiempo dejado en descanso.

Tabla 5.19: Porcentaje de suelos que están en descanso, respecto al total familiar.

COMUNIDAD	SUELOS EN DESCANSO/FLIA		TIEMPO DE DESCANSO (años)	DESCANSO FRECUENTE (años)
	(%)	(\bar{X})		
CHACALA	52.9	3.5 Ha	2 - 10	1 - 3
MAÑICA	50.1	2.8 Ha	2 - 8	1 - 3
BELLA VISTA	50.7	6.3 Ha	2 - 20	3 - 5

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

El porcentaje, así como el tiempo, de suelos que se encuentran en descanso en las tierras familiares, varía en las comunidades de acuerdo al total de tierras disponibles, (comunales e individuales). Por ejemplo, las familias de la comunidad de Mañica, cuentan con menos terrenos, por lo que no pueden dejar en descanso a los mismos por un tiempo prolongado respecto a Bella Vista o Chacala. En cambio en Chacala, dejan un mayor porcentaje de suelos en descanso, pero el laboreo en los mismos es más intenso, no por falta de disponibilidad de nuevas tierras, sino, por las mejores condiciones de humedad del suelo. La situación de Bella Vista se debe a las condiciones climáticas imperantes en la comunidad que rige el manejo de los suelos, y la recuperación de los mismos se torna más lenta, por eso también la mayor habilitación de tierras por familia en esta comunidad.

El período de descanso, por otro lado, también varía a nivel interfamiliar de acuerdo a la tenencia de la tierra. Es decir, que en familias que sólo cuentan con dos hectáreas, el descanso será interanual, y en familias que tengan más tierras, el tiempo de descanso es polianual (dos o más años), se prolongará o reducirá de acuerdo al número de hectáreas que ellas tengan.

En general, el estado de uso de los suelos que pertenecen a cada unidad familiar, se encuentra distribuidas como se muestra en la Tabla 5.20.

Tabla 5.20: Distribución del uso de la tierras individuales por unidad familiar.

COMUNIDAD	SUELOS EN PRODUCCION (%)	SUELOS EN DESCANSO (%)	SUELOS VIRGENES O DE RESERVAS (%)
CHACALA	43.1	52.9	3.9
MANICA	48.8	50.1	0.9
BELLA VISTA	41.6	50.7	7.5

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Los suelos vírgenes o de reserva, normalmente se hallan en las laderas, los mismos no fueron intervenidos, dada la topografía, que en muchos casos, no se presta para la implementación de cultivos.

La producción de quinua a nivel de la explotación

Debido a la falta de información y de registros continuos sobre la producción de quinua en nuestras comunidades de estudio y en general de todo el Altiplano Sur, es que se analizan los datos nacionales con los que se cuenta.

La quinua es un cultivo importante en los sistemas de producción del Altiplano Boliviano, cuya distribución abarca las regiones del Altiplano Norte, Central y Sur.

Según registros que se tienen desde 1970, la superficie cultivada con esta especie ha ido incrementándose, desde 12.200 hectáteras en 1970 hasta 50.000 en 1988, habiendo una reducción importante en 1979 a solo 10.455 ha. Igualmente después de 1988 la superficie cultivada presenta un descenso

(Figura 5.15). De esas 50.000 ha sembradas en 1988, según Peric (1995), 8.000 corresponden al Altiplano Norte, 28.000 al Altiplano Central y 14.000 al Altiplano Sur. El mismo autor señala, que en las campañas agrícolas 1994 y 1995, el área sembrada se incrementa nuevamente a 50.000 ha. Empero, a pesar del incremento de la superficie cultivada de quinua, los rendimientos del cultivo a nivel nacional indican una disminución, desde un promedio de 700 Kg/ha en los años '70, a 470 Kg/ha en los últimos 5 años. Contrariamente la producción anual de quinua en TM ha ido aumentando, lo cual se debe al crecimiento de la superficie cultivada en "zonas marginales", y no así, al incremento de los rendimientos, que sin la aplicación de tecnologías adecuadas para el cultivo, redundará en una reducción gradual mayor, de la producción nacional de quinua, en el futuro.

Según datos del IBTA, Instituto Nacional de Estadística (INE) y de la Secretaría Nacional de Agricultura y Ganadería (SNAG), la producción nacional de quinua desde 1984 hasta 1995 se ha mantenido con una media de 20.516,8 TM/año, aunque hubo descensos significativos en 1990 y 1992 a aproximadamente 16.077 y 16.898 TM respectivamente. En comparación, el periodo 1970-1983 presentó una media de 11.329,64 TM/año, con el valor mínimo para 1979 (6.000 TM) y el máximo en los años 1975 y 1982 con 15.200 y 15.875 TM respectivamente.

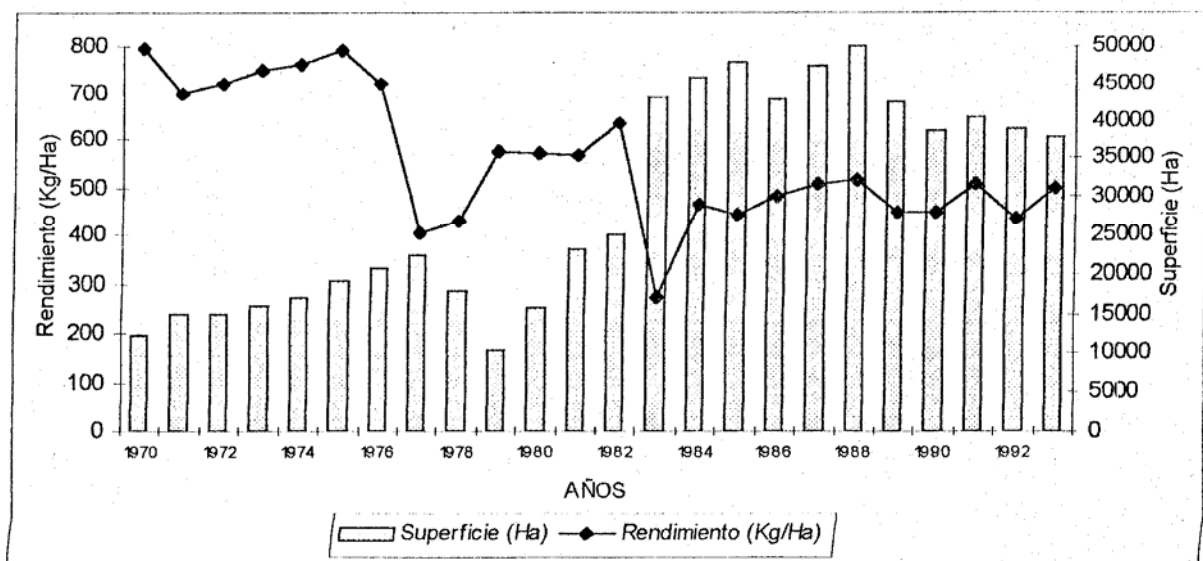


Figura 5.15: Superficie cultivada y Rendimientos de Quinua a nivel Nacional (Fuente: IBTA 1976, 1984, INE 1991, SNAG 1994).

El aporte de este rubro en la economía nacional (PIB agrícola), en los últimos años ha sido importante, por lo cual también se ha visto influido por las oscilaciones del mismo. Así por ejemplo, de 1970 a 1976 se registra una tendencia ascendente del PIB agrícola, al igual que de la producción de quinua, sin embargo, a partir de 1977 hasta 1980 existe un periodo de depresión de la economía en su conjunto, viéndose afectadas también considerablemente las áreas de producción de quinua hasta en un 41%. Y en 1982 a 1985 la crisis de la economía es general en el país, paradójicamente, la producción de quinua se incrementa a partir de 1981 hasta la fecha, con excepción de los años 1983 y 1990 donde ocurre un descenso considerable de la misma, que refleja las consecuencias de severas sequías en gran parte del territorio nacional (altiplano y valles). Por último, a partir de 1985 hasta la fecha, la economía nacional se recupera, dado el efecto heterogéneo de la política de ajuste estructural del nuevo gobierno (CID 1994).

El incremento de la producción de quinua se debe a la ampliación de la frontera agrícola y no al mejoramiento de sus rendimientos, como se puede ver claramente en el caso de la superficie cultivada en 1982, con 24.930 ha, la cual al año siguiente se incrementa fuertemente a 43.086 ha, sin embargo, la producción disminuyó de 15.875 a 11.710 TM en 1982 y 1983 respectivamente, a pesar de casi duplicarse la superficie de cultivo. Esto posiblemente se debe al efecto desastroso que tuvo la sequía en esos años, como consecuencia del fenómeno climático llamado "El Niño".

Dadas las características del cultivo de quinua desde la década de los años '60, y de las particularidades del medio donde éste se desarrolla, las proyecciones futurísticas de la producción resultan utópicas, puesto que la ampliación de la frontera agrícola o los rendimientos del cultivo están supeditadas a las condiciones climáticas o edáficas, y no así a los paquetes tecnológicos que pretendan implantar las políticas de desarrollo del gobierno u otras instituciones, siempre y cuando estas no estén centradas principalmente al desarrollo de sistemas de riego o manejo de los suelos.

Comercialización de la Quinua

Durante los últimos años, como lo vimos anteriormente, la producción de quinua ha alcanzado niveles de importancia incluso para los mercados internacionales, posibilitando así un mayor movimiento comercial del producto. Siendo hoy en día

una fuente importante de recursos económicos para las comunidades del Altiplano Sur.

La comercialización de quinua en el Altiplano Sur, normalmente está manejada por los comerciantes intermediarios, los cuales incluso llegan a determinar el precio de la misma, pues son ellos los que manejan este mercado y no así los agricultores, de ahí, que son los más afectados por las oscilaciones del precio en el mercado. Sin embargo, ante tal situación que siempre beneficiaba al comerciante y no al productor, éstos (los agricultores) deciden organizarse en asociaciones de productores, surgiendo de este modo la Asociación Nacional de Productores de Quinua, con sus seccionales provinciales (ANAPQUI), la Central de Cooperativas Agropecuarias Operación Tierra (CECAOT) y otras organizaciones que actualmente se encargan de las exportaciones a los mercados de Estados Unidos y Europa. No obstante, los comerciantes intermediarios siguen teniendo un rol importante en la zona.

Extraoficialmente se tiene conocimiento que cerca del 40% de la producción nacional sale vía contrabando al Perú. La exportación legal de quinua tuvo un ascenso a partir de 1989, así según la Cámara de Exportadores en la gestión 1994 Bolivia exportó a diferentes países un total de 1.084 TM.

La estabilidad del precio de la quinua en el mercado nacional en los últimos 4 años, está motivando a los productores a priorizar este cultivo dentro de sus sistemas de producción.

Según la Cámara Nacional de Exportadores, a nivel internacional en los últimos 10 años, Bolivia, se ha mantenido como principal productor de quinua de la región de Los Andes, con una media anual de 20.125,6 TM/año. Le siguen Perú con 10.338,3 TM/año y Ecuador con 852,8 TM/año. Esto por las condiciones favorables existentes en el país para la producción de quinua, además, de una mayor superficie destinada al cultivo.

Entre las principales empresas u organizaciones exportadoras de quinua en orden de importancia, están: ANAPQUI, CAMARA DE IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES, SAITE SRL, DIME SRL, CECAOT, KOPERBOL SRL, SERCOMEX y otras. Siendo los principales importadores Estados Unidos, Alemania, Francia, España, Japón y Perú.

Las exigencias tanto del mercado Europeo como del Norteamericano, se centran en la calidad del producto, es

decir, hay preferencia por productos biológicos, a lo cual no se escapa la quinua, dado que su comercialización en el extranjero es casi en su totalidad en tiendas naturistas. Ante tal situación y considerando las buenas perspectivas de la demanda de este tipo de quinua, las empresas exportadoras en conjunto con una Institución Norteamericana de asesoría en Marketing Internacional a países subdesarrollados (CARANA CORPORATION), inician gestiones para la creación de un ente nacional certificador de productos orgánicos, con reconocimiento internacional.

En general la comercialización de quinua está presentando ciertas limitaciones, que en el caso de la comercialización interna estas se manifiestan en el deficiente sistema de distribución del grano y sus derivados, en la mala calidad del producto (mala desaponificación y presencia de impurezas) y en la ausencia total de promoción del consumo de quinua en el resto del país.

Referente a la exportación de quinua, las variedades y los granos tanto del Altiplano Sur como del resto del país, son de buena calidad. Por lo que las principales limitaciones se centran en los interminables trámites burocráticos y costos arancelarios que se deben realizar, además, de algunas exigencias del mercado internacional.

Papel de Instituciones Estatales y no Gubernamentales en la producción de quinua del Altiplano Sur

Las investigaciones sobre el cultivo de la quinua, datan desde los años '40, siendo la pionera en estos estudios, la Estación Experimental de Patacamaya en el Altiplano Norte, dependiente del Instituto Boliviano de Tecnologías Agropecuarias (IBTA).

El IBTA, mediante el Programa Quinua, se encuentra dedicado a desarrollar tecnologías de producción socialmente aceptables, económicamente viables y ecológicamente sostenibles, y en este sentido, poder consolidar la expansión del cultivo a largo plazo. Las investigaciones en el Altiplano Sur se realizan en las subsedes de investigación de Salinas de Garci Mendoza y Mañica, en los Departamentos de Oruro y Potosí respectivamente.

A pesar de los esfuerzos desplegados por el programa en la generación de tecnologías, surgen problemas como: la degradación de suelos debido al uso intensivo, la reducción

de la producción orgánica de quinua, y la baja de la calidad del grano por su mal manejo en las etapas de cosecha y postcosecha, entre otros netamente ecológicos.

Ultimamente, una nueva institución llega al Altiplano Sur, se trata de PROQUIPO (Programa Quinua Potosí), el cual extiende su área de servicio a todas las provincias de la región. Presta apoyo, tanto técnico como material, en el desarrollo agropecuario en general y en el mejoramiento de las alternativas y condiciones de vida de los comuneros de estas áreas marginales.

Costos de producción según la tecnología empleada en el cultivo de quinua

Los costos de producción están condicionados por diferentes factores, tales como: área de cultivo, tecnología empleada, tipo y grado de deterioro de los suelos, variedad cultivada, presencia de plagas, estatus del agricultor y el asesoramiento que éste recibe de instituciones. De la misma manera los costos varían según la distancia de la región a zonas de aprovisionamiento.

A partir de trabajos realizados por Aroni (1995), en la comunidad de Mañica y ajustes con información obtenida durante la estancia en las comunidades de Chacala y Bella Vista, se establecen los costos operacionales de la producción. Cabe aclarar, que no se consideran los costos fijos de la producción, debido a que los mismos no se realizan durante todos los ciclos agrícolas, sin embargo, se los presenta en la Tabla 5.21. A continuación establecemos los costos operacionales de producción de un año agrícola habitual:

Con Tecnología Tradicional

Esta forma de trabajo se realiza en algunas comunidades donde existen suelos cultivables en ladera, así también en comunidades donde no llega el tractor para efectuar el barbecho en la época más propicia.

Todas las labores de producción desde la preparación de suelos hasta la trilla se efectúa en forma manual. El costo operacional asciende a la suma de 1027.5 Bs/ha. Este sistema de producción emplea mucha mano de obra y mayor tiempo en las diferentes labores agrícolas del cultivo, lo cual implica un gasto elevado en jornales.

Con Tecnología Semi-mecanizada

El costo fijo de este sistema de producción, al igual que de los subsiguientes, se diferencian del anterior por el reemplazo de la takta o kajana (plataforma de arcilla construido para la trilla), por lonas o plásticos, que se está promoviendo en la región por el convenio IBTA-PROQUIPO para el trillado de la quinua con el empleo de motorizados, además, del empleo de agroquímicos y los gastos en las mochilas fumigadoras.

Este sistema, emplea en la preparación de suelos el tractor con arado de disco y la siembra es realizada manualmente, al igual que algunas labores culturales como el cuidado de los plantines mediante el piznado. El costo operacional de producción asciende a 1116.5 Bs/ha.

Con Tecnología Mecanizada

La mecanización de las labores agrícolas es completa, desde el preparado de los suelos hasta el trillado. La roturación se la realiza con el arado de disco o con arado de cincel (QHULLIRI), lo cual modifica el costo operacional, y la siembra con la SATIRI I. Los costos ascienden a 966.5 Bs/ha cuando se usa el arado de disco y 936.5 Bs/ha con el uso de la Qhulliri.

Estos costos productivos, varían por familia, por ejemplo, en el caso del cultivo con tecnología tradicional los costos variarán de acuerdo al empleo de agroquímicos que aplique o no la familia a su cultivo, tal aspecto hará que incremente el costo.

En general, la tecnología empleada a nivel familiar, no es específicamente de un tipo en particular, si nó, que de acuerdo a situaciones actuales de oportunidades o condiciones económicas del agricultor, éstas se entremezclan, es decir, el agricultor puede, por ejemplo, sembrar con maquinaria agrícola y las demás labores realizarla tradicionalmente o viceversa. Hay una mestización de tecnologías.

En la Tabla 5.21, se presentan los costos individuales de cada tecnología de producción, identificada en las comunidades de estudio.

Tabla 5.21: Costos de la producción de quinua, según Tecnología empleada.

COSTOS DE PRODUCCION	TECNOLOGIAS DE PRODUCCION			
	TRADICIONAL	SEMIMECANIZADA	MECANIZADA	
	Bs	Bs	DISCO	CINCEL
	Bs	Bs	Bs	Bs
COSTOS FIJOS				
HERRAMIENTAS				
Pala	30.0	30.0	30.0	30.0
Picota	30.0	30.0	30.0	30.0
Taquiiza	25.0	25.0	25.0	25.0
Mochila Fumigadora	-	300.0	300.0	300.0
Alambre 25 Kg	120.0	120.0	120.0	120.0
Sacos 10 unidades	50.0	50.0	50.0	50.0
Tankana o Huajtana	25.0	25.0	25.0	25.0
Liukana	25.0	-	-	-
Lona o plásticos	-	600.0	600.0	600.0
TOTAL	305.0	1180.0	1180.0	1180.0
COSTOS OPERACIONALES	Bs	Bs	Bs	Bs
Destholado 8 Jorn.	120.0	120.0	120.0	120.0
Barbecho manual 10 Jorn.	150.0	-	-	-
Barbecho tractor 2.5 h/Ha	-	150.0	150.0	120.0
Semilla 15 lb	22.5	22.5	22.5	22.5
Insecticida Polytrin 1/Ha	-	44.0	44.0	44.0
Siembra manual 10 Jorn.	150.0	150.0	-	-
Siembra Satiri I 2 h/Ha	-	-	120.0	120.0
Piznado 5 Jorn.	75.0	75.0	-	-
Cuidado de plantines	-	-	60.0	60.0
Fumigado 2 Jorn.	-	30.0	30.0	30.0
Otras lab.cult. 10 Jorn.	150.0	150.0	150.0	150.0
Arrancado/cortado 10 Jorn	150.0	150.0	150.0	150.0
Trilla mecánica 1.5 h/Ha	-	-	90.0	90.0
Pisado tractor 1 h (4 J.)	-	120.0	-	-
Trilla manual 7 Jorn.	105.0	-	-	-
Venteador 5 Jorn.	75.0	75.0	-	-
Transporte y Manipulación	30.0	30.0	30.0	30.0
TOTAL COSTOS/HECTAREA	1027.5	1116.5	966.5	936.5

5 Bolivianos (Bs) = 1 \$us

El Complejo Pecuário

La actividad ganadera en la región (Altiplano Sur), es una cultura que se remonta a la época precolonial, pues, dada la aridez del clima y la presencia de heladas, la actividad agrícola estaba relegada únicamente a la satisfacción alimentaria familiar. Mientras que la ganadería representaba, además, estatus social y poder económico (Iñiguez et al, 1995).

Las grandes extensiones de áreas para el pastoreo existentes en las regiones aledañas al salar de Uyuni favorecían esta actividad, sobresaliendo los bofedales como áreas de mayor concentración de animales. La ganadería, inicia su retroceso

en las décadas de los años '50 y '60, al ir siendo desplazada paulatinamente en importancia, por el cultivo de la quinua que empieza a adquirir fuerza por estos años. Posteriormente en la década de los años '70, esta actividad pasa a segundo plano, pues, la introducción del tractor y el auquinero, absorbe su atención, incluso llega a ser considerada como un obstáculo para la agricultura (v. Mañica)

Uno de los aspectos que influye considerablemente en esta actividad, en general en las tres comunidades de estudio, es la ampliación de la frontera agrícola, que restringe la disponibilidad de áreas óptimas para el pastoreo y/o produce una sobrecarga en los relictos de vegetación natural principalmente en los bofedales, generando una mayor competencia por el forraje. Esta situación se evidencia notablemente en las comunidades de Mañica y Bella Vista, y menor proporción en Chacala. Tal aspecto, tiene como consecuencia la pérdida de peso de los animales y posterior muerte por debilitamiento, dada la poca resistencia a las enfermedades y al frío, que elimina principalmente las crías (comentarios de los camuneros).

Otros aspectos importantes en el problema de la reducción de las áreas de pastoreo pueden ser la escasez de mano de obra actual y la numerosa presencia de pircas que impiden el libre pastoreo.

En la comunidad de Mañica, prácticamente no se observan espacios óptimos de pastoreo, por lo que el número de animales se vio drásticamente reducido. En cambio en la comunidad de Bella Vista, ante la merma de las actividades agrícolas, por efecto de las últimas sequías, la ganadería está volviendo a tomar fuerza entre las familias campesinas pues, ésta es una actividad que requiere menos fuerza y tiempo de trabajo, lo cual les permite mantener una recua de animales, y a la vez emigrar temporalmente al jefe de familia u otros activos, quedando la esposa y los hijos menores al cuidado de los animales. No obstante, esta actividad irónicamente, está en una etapa de reorganización, dada las condiciones eco-sociales actuales.

La crianza a nivel del rebaño

La actividad ganadera, actualmente presenta las siguientes características (Tabla 5.22):

Tabla 5.22: Características de la Producción Pecuaria.

COMUNIDAD	TENENCIA DE ANIMALES (%)		PROPOSITO (%)	HATO GANADERO (%)			LUGAR DE PASTOREO
	SI	NO		MAYOR	IGUAL	MEJOR	
CHACALA	54.7	45.3	Consumo 90 Venta 10	5.6	56.2	38.2	Pampa Parcelas en descanso Laderas Bofedal
MAÑICA	19.3	80.7	Consumo 90 Venta 10	4.2	30.1	65.7	Pampa Cerro Parcelas en descanso
BELLA VISTA	85.7	14.3	Consumo 80 Trueque 5 Venta 15	14.3	35.7	50	Cerro Bofedal Pajonal Pampa Parcelas en descanso

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Como se puede ver en la Tabla 5.22, y como ya lo mencionamos anteriormente, una de las comunidades que sufrió un cambio radical en la tenencia de ganado es Mañica, donde actualmente solo aproximadamente el 19% de la población se dedica a esta actividad paralelamente al cultivo de quinua, mientras que más del 80% de los comuneros, dedican su tiempo y esfuerzo a la agricultura. Por otro lado, en la comunidad de Bella Vista está ocurriendo todo lo contrario en estos últimos años. En Chacala, hay un mayor equilibrio entre ambas actividades, posiblemente debido a que ya pasó por la situación en la que se encuentra Bella Vista actualmente, y ya pudo reorganizarse y manejar ambas actividades. Esto se deduce, ya que las tres comunidades tuvieron historias muy similares en la evolución de la actividad quinuera, principalmente la tecnológica.

Los porcentajes presentados en la tenencia de animales, no significan un mayor o menor número de animales en la comunidad, pues, esto varía según el número de familias presentes en cada una de ellas y de su dedicación a la actividad. No se cuenta con cifras exactas del número de cabezas de ganado por comunidad, pero según estimaciones de

los campesinos se tienen los siguientes datos: Chacala, 1400 Llamas y 2500 Ovejas; Mañica, 200 Llamas y 500 Ovejas; Bella Vista, 1000 Llamas y 2000 Ovejas. En las comunidades de Mañica y Bella Vista se han observado rebaños pequeños de cabras (15 a 20 animales).

El destino final de esta producción animal es principalmente para el autoconsumo, y solo se destina muy poco para el comercio, normalmente en caso de emergencia o de necesidad. En Bella Vista retoma fuerza el trueque.

La mortalidad de animales ocurre normalmente, en los meses de Octubre a Diciembre, pues, como aún no ha llovido, la escasez de forrajes es grande, además este periodo coincide con la época de parición de las ovejas (Diciembre), siendo las crías las más afectadas dada la debilidad de sus madres. La otra época de parición de las ovejas es en el mes de Junio, entonces, los intensos fríos, igualmente eliminan muchas de estas crías. Las llamas paren cada dos años, más o menos entre los meses de Diciembre a Febrero.

En la Tabla 5.23, se presentan los principales problemas identificado por los comuneros en las áreas de pastoreo.

Tabla 5.23: Principales problemas en las áreas de pastoreo.

COMUNIDAD	PROBLEMAS EN AREAS DE PASTOREO
CHACALA	Falta de lluvias Falta de pastos Sobrecarga en el bofedal
MAÑICA	Falta de pastos Falta de lluvias Ampliación de la frontera agrícola Aparición de plantas no palatables Destholado
BELLA VISTA	Sequía Faltan espacios amplios Falta de pastos Sobrecarga en los bofedales

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

A manera de manejo de las áreas de pastoreo, el campesino conduce su ganado a diferentes zonas de producción de la región, como ser bofedales, pampas, laderas y terrazas.

Respecto al pastoreo del ganado, éste es del tipo abierto o libre en el caso de las llamas y conducido o vigilado en las ovejas. Las llamas son vigiladas sólo en la época de los

cultivos, el resto de los meses, son largados al campo, mientras que las ovejas son vigiladas todo el año, ya sea por los niños o las mujeres.

Cuando se les preguntó sobre las principales causas de muerte del ganado, sus respuestas fueron las siguientes (Tabla 5.24):

Tabla 5.24: Principales causas de muerte en los animales.

COMUNIDAD	CAUSAS DE MUERTE	GRADO DE AFECTACION
CHACALA	Enflaquecimiento	47.6
	Sarna y otras enfermedades	52.4
MAÑICA	Enflaquecimiento	55.4
	Sarna y otras enfermedades	44.6
BELLA VISTA	Enflaquecimiento	64.3
	Sarna y otras enfermedades	42.8

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

El enflaquecimiento es atribuido a la acción de sequías recurrentes y prolongadas de los últimos años, que está reduciendo la presencia de los forrajes naturales.

El control de la sarna se realiza mediante baños en infraestructuras especialmente construidas para ello. Solo la comunidad de Chacala cuenta con este baño antisárbico, mientras que en Mañica y Bella Vista el mismo es realizado manualmente. Estos baños son realizados una vez al año, normalmente en los meses de Febrero o Marzo. Se emplean productos tales como Diazinon, Sarnavit y otros, que son comprados por los mismos productores. No cuentan con asesoramiento en el manejo y cuidado del hato ganadero.

Dinámica de la rotación de las áreas de pastoreo

El manejo de las áreas de pastoreo es muy dinámico durante el año, y está en función del ciclo de los cultivos y del clima. Por otro lado, el agua también juega un papel importante en la organización del sistema de pastoreo.

Este manejo no varía entre comunidades, pero sí un poco, a nivel familiar, ya que ahí juega un rol importante la

tenencia de tierras y el tiempo dedicado a esta actividad. El pastoreo que se observa en las comunidades estudiadas es el siguiente:

Durante los meses de Septiembre a Mayo, mientras dura el cultivo de la quinua y las actividades relacionadas al mismo, las llamas están pastando generalmente en los cerros y las ovejas en los bofedales o terrenos que están en descanso, luego, durante el invierno cuando las áreas de pastoreo, en especial los bofedales, se hallan desmejoradas por efecto de la época seca y se han concluido todas las actividades agrícolas, llamas tanto como ovejas, pastan los rastros de las parcelas que fueron recientemente cosechadas y en las pampas aledañas, hasta que se inicia nuevamente el año agrícola (Agosto - Septiembre). Próximas a las vertientes o fuentes de agua se observa importantes concentraciones de animales.

Es común alternar el pastoreo de un día a otro, entre zonas con disponibilidad de agua y zonas secas. Debido a la mayor escasez y menor superficie de las zonas húmedas, se observa un sobrepastoreo en las mismas, respecto a las zonas secas.

En la Figura 5.16, se presenta la dinámica del movimiento a lo largo del año, del ganado en las distintas zonas de producción, así como en los terrenos que se encuentran en descanso. En general, se puede observar una mayor presión de pastoreo en las cercanías de los pueblos, por lo que estas zonas se hallan en franco proceso de deterioro, dado la sobrecarga animal.

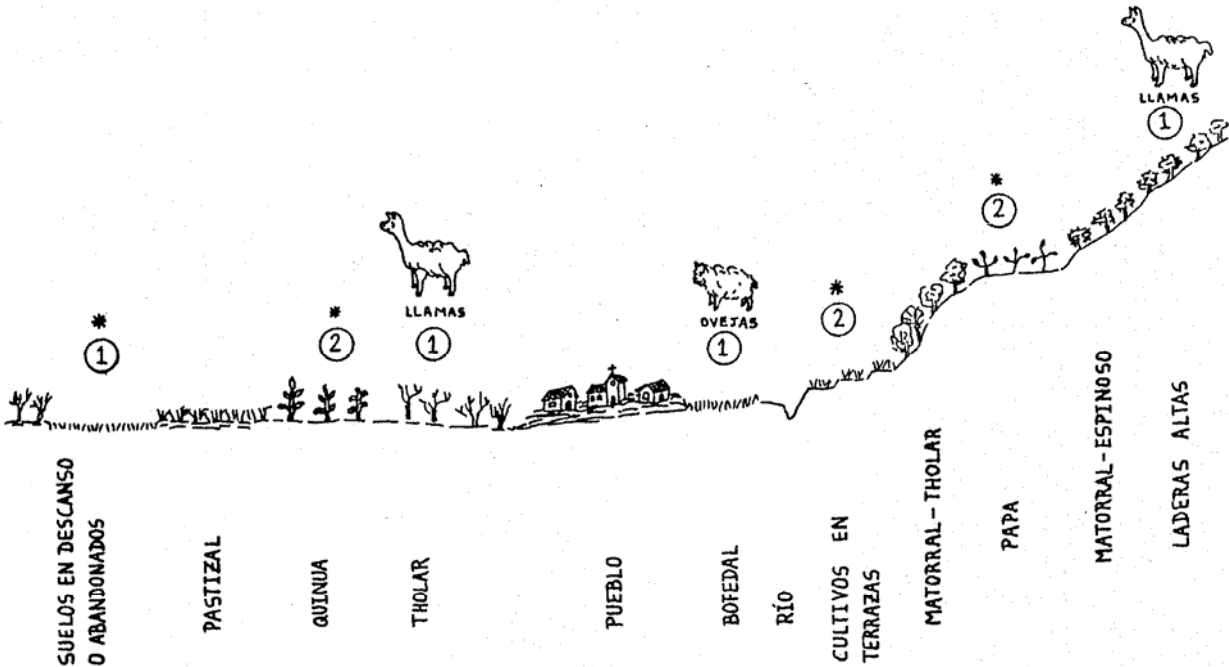
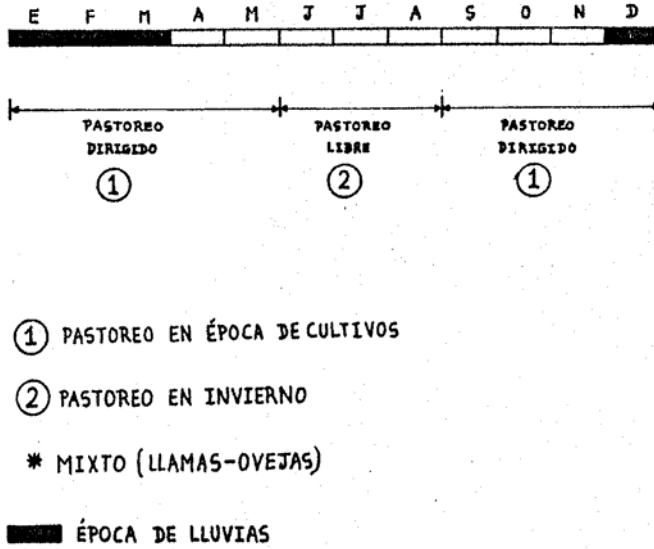


Figura 5.16: Movimiento del ganado en las zonas de producción a lo largo del año.

IMPACTOS DE LA DESERTIFICACION EN EL ALTIPLANO SUR ¿PROCESOS IRREVERSIBLES?

Un muestreo diversificado para evaluar impactos

El presente capítulo (al igual que el anterior), se elabora a partir de información obtenida en la convivencia con las comunidades elegidas para los fines de la presente investigación, pero con otro enfoque. Los conocimientos aportados por los comuneros son complementados con muestreos y observaciones directas de campo, así como, con trabajos de gabinete. En general la metodología empleada se resume como sigue:

- a) Análisis y evaluación cartográfica espacio-temporal, de la cobertura vegetal y uso del suelo, así como de algún proceso visible de desertificación, mediante el empleo de fotografías aéreas, escala 1:50.000 (1965) y el apoyo de imágenes LANDSAT, escala 1:500.000 (1975) y 1:400.000 (1985). Finalmente, se corrobora y complementa esta información, con el trabajo de campo realizado en 1996 (ver mapas).
- b) Aplicación de entrevistas socioeconómicas semiestructuradas, indagando la percepción de los comuneros sobre la evolución del ecosistema en los últimos años, y los posibles factores que generaron cambios negativos en el mismo. Así también, se evalúa los posibles impactos sobre los sistemas productivos de la región (subsistema natural, socioeconómico y agropecuario). Se realiza un muestreo estratificado aleatorio del 25% de la población (Anexo 1).

Se realiza la interrelación del medio con las actividades humanas, que en cada caso posee un sustrato étnico resultado de largos procesos de diversificación y recreación cultural, en los que han intervenido no solo las variables ambientales, sino también las históricas, económicas, etc. (Roig et al, 1989).

c) Levantamiento cuali-cuantitativo aproximado del estado actual del ecosistema (degradación y susceptibilidad), mediante prospecciones ecológicas rápidas, según métodos propuestos para estudios de la desertificación por la FAO, 1984; TNC, 1986 y UNEP, 1989, ajustándolos a las condiciones de la zona, se elaboran dos planillas de observaciones directas de campo (Planillas 1 y 2).

Se ubican sitios de muestreo en unidades geomorfológicas representativas, cubriendo áreas aproximadas de 10 Ha, 5 sitios por Comunidad. A cada uno de los factores o procesos que se indican en las planillas, se les da valores de 1 a 5 (Planilla 1) y 1 a 4 (Planilla 2), considerándolos a éstos en orden creciente de degradación.

Esta evaluación da particular importancia al dinamismo originado por la actividad humana y la relación de elementos abióticos y bióticos del ecosistema que enmarcan actividades antrópicas cuyas interrelaciones contribuyen a configurarlo. Los factores o procesos considerados en ambas planillas se detallan en el anexo 2.

Los valores del **estado de degradación o deterioro del ecosistema**, son los siguientes:

Para la planilla 1:

Degradación	Valores
Nula	0 - 11
Ligera	12 - 23
Moderada	24 - 35
Degradado	36 - 47
Gravemente degradado	48 - >

Para la planilla 2:

Deterioro	Valores
Nulo a ligero	0 - 19
Moderado	20 - 39
Deteriorado	40 - 59
Muy deteriorado	60 - >

Los valores de susceptibilidad del ecosistema al deterioro, son los siguientes:

Para la planilla 1:

Susceptibilidad	Valores
Nula	0 - 11
Escasa	12 - 23
Moderada	24 - 35
Alta	36 - 47
Muy alta	48 - >

Para la planilla 2:

Susceptibilidad	Valores
Nula	0 - 8
Escasa	9 - 17
Moderada	18 - 26
Alta	27 - 35
Muy alta	36 - >

Este conjunto de observaciones cualitativo-cuantitativas se complementan con otras que vienen a completar la información. Por ejemplo, apreciaciones cualitativas como la presencia de plantas enterradas, en pedestal, muertas por sequía, quemadas, presencia de cabras, etc..

El riesgo de desertificación es el resultado, del estado actual de degradación, del grado de fragilidad y del uso potencial del ecosistema. Se supone que si el uso e intensidad encontrados en un ecosistema se mantienen, se mantendrán también, los valores encontrados, siempre y

cuando, no cambien las condiciones climáticas hacia un periodo de sequía mayor (Roig *et al*, 1989). Aspecto tal, que a pesar de mantenerse el mismo uso e intensidad del ecosistema, los impactos serán diferentes o mayores.

d) Evaluación sincrónica de la fertilidad del suelo (capa arable: 0-30 cm) en las tres comunidades; se realizan cuatro muestreos con tres réplicas (Suelo virgen, con 1 cosecha, 5 cosechas, 10 a más cosechas o abandonados), en zonas homogéneas, lo que posibilita su comparación entre sí. Los análisis físicos y químicos que se realizan son: textura, densidad aparente y real, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, pH, conductividad eléctrica, hidrogeniones, bases intercambiables, capacidad de intercambio catiónico, saturación de bases, carbono, nitrógeno total, fósforo disponible, materia orgánica, calcio, magnesio, sodio y potasio intercambiables.

Los procesos naturales de desertificación y sus impactos

Como pudimos ver anteriormente, cuando se analiza el clima del Altiplano Sur, esta región siempre presentó condiciones de aridez, con oscilaciones a periodos más o menos húmedos importantes; pero la tendencia normalmente fue hacia una mayor aridez, dada la ubicación latitudinal de la misma, próxima a áreas de fenómenos macroclimáticos importantes (Servant, 1977; Martin *et al*, 1995; Argollo & Mourguiart, 1995; Graf, 1995, 1996; Ortlieb, 1995a, 1995b).

Los fenómenos naturales o climáticos, sólo representan aproximadamente el 13% de las causas que producen la desertificación (las antrópicas el 87% restante), no obstante, juegan un rol importante en la degradación del medio, ya que, se constituyen en procesos que regulan la intensificación de los impactos producidos por el hombre sobre el medio (sobreuso del suelo, destrucción de la cobertura vegetal, sobrepastoreo, etc.).

Así tenemos por ejemplo, que las sequías, completamente normales en la región del Altiplano Sur, han venido produciendo diferentes impactos en las últimas décadas (1950-1996), según la intensificación del uso del suelo y de los otros recursos naturales, por parte de las poblaciones locales, así como, de las tecnologías introducidas.

Considerando la producción de quinua como un indicador de impactos, tanto ecológicos como sociales, como lo muestra la Figura 6.1, vemos que la misma ha ido variando a lo largo de los años, desde que se instala este cultivo y se constituye en un elemento importante de la economía regional.

En este sentido, juegan un papel importante los eventos climáticos ENSO en la anomalía del clima del Altiplano, cuyos efectos generalmente producen sequías, afectando en la producción de quinua. Así por ejemplo, los eventos ocurridos en el periodo 1970-1993, se presentaron en los años: 1972/1973, 1976/1977, 1982/1983, 1986/1987 y 1991/1992; se resalta el evento ocurrido en 1982/1983, por su gran importancia de trastornos ecológicos en toda Bolivia, que se caracterizó por sequías extremas en el Altiplano e inundaciones en los Llanos. Este evento, como podemos ver en la Figura 6.1, produjo una disminución drástica en la producción de quinua de 1983 (11710 TM), a pesar de haberse incrementado en más del 45% la superficie de cultivo (de 24930 a 43086 Ha).

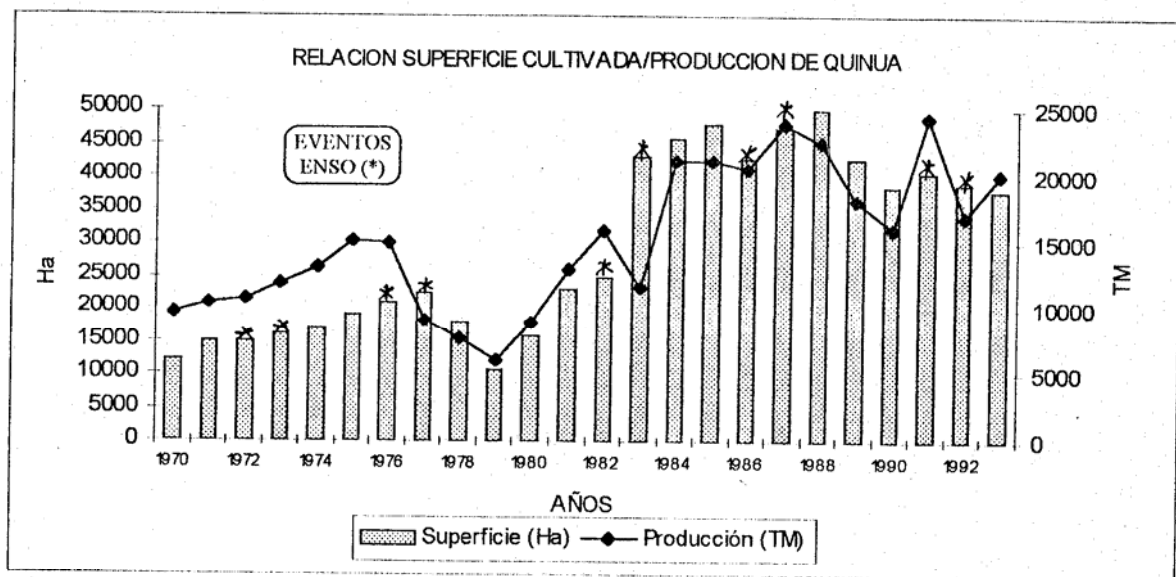


Figura 6.1: Variación de la producción y superficie cultivada de quinua en el periodo 1970-1993, a nivel nacional. (*) Eventos ENSO (72/73, 76/77, 82/83, 86/87, 91/92).

Respecto a los eventos ocurridos en la década de los años '70, éstos no afectaron a la producción de quinua en comparación con los ocurridos en la década de los años '80 y principios de los '90, los cuales influyeron más, debido a los problemas ambientales que se venía acumulando desde años anteriores, originados por, la introducción del tractor, el crecimiento descontrolado de la frontera agrícola con su consecuente destrucción de la cobertura vegetal, la disminución de la fertilidad de los suelos por el monocultivo, y la extracción de leña, además de los problemas erosivos desencadenados.

La presencia de los eventos ENSO se siente mucho más en estos últimos años, así no sean intensos. Entonces los años '70, se vuelven claves para la visualización de la variación de los impactos de las sequías en la región. Pues, esa década es testigo de un cambio abrupto de tecnología, después de años de tecnología tradicional, se introduce el arado de discos en la región para la intensificación de las actividades agrícolas, dado el auge comercial de la quinua.

Como pudimos ver, este cambio de tecnología acentúa el efecto de las sequías del Altiplano Sur, las cuales se tornan más peligrosas y los daños que producen crecen a la par o a mayor velocidad que la ampliación de la frontera agrícola, y/o desencadenan otros problemas relacionados sobre el ecosistema (mayor incidencia de heladas, mayor velocidad de los vientos, presencia de lluvias agresivas, mayor albedo, menor precipitación, etc.). Se genera una confusión entre los campesinos, los cuales luego responsabilizan al clima por el deterioro del ecosistema.

En la Figura 6.2 se esquematiza una relación hipotética del estado del ecosistema, eventos ENSO e introducción de tecnologías foráneas en los cultivos. Se esquematiza en base a la información proporcionada por los comuneros (los más ancianos principalmente), respecto a la variación del medio en las últimas décadas y a las observaciones directas de campo.

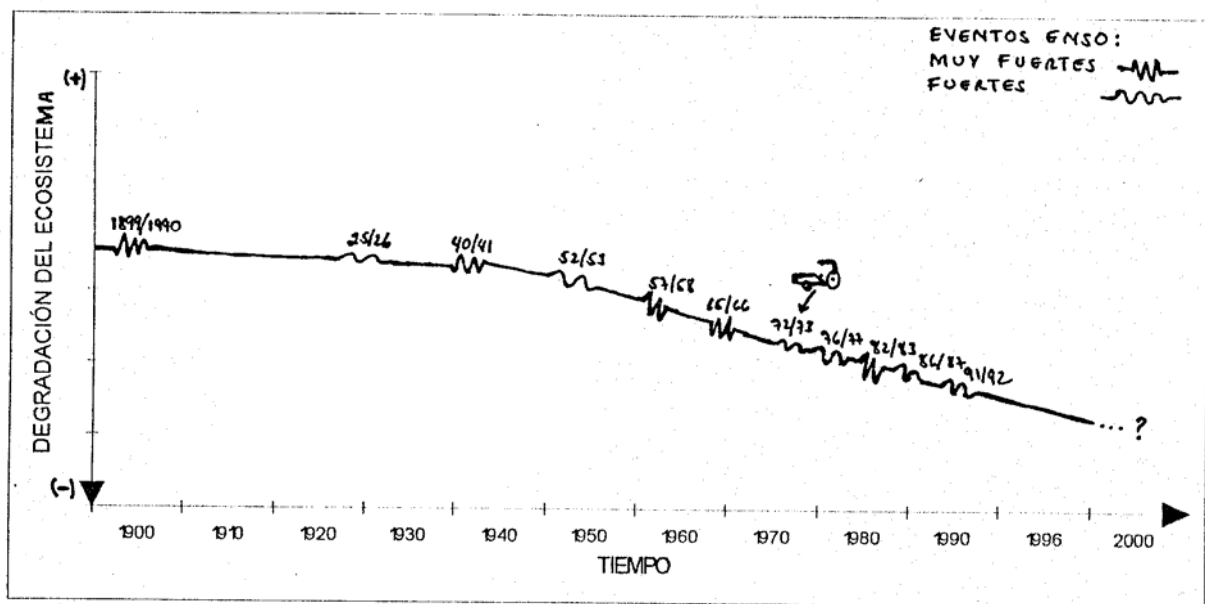


Figura 6.2: Deterioro del ecosistema, su relación con los eventos ENSO e introducción de tecnologías foráneas al sistema (Hipotético).

En una evaluación realizada sobre las pérdidas producidas en este último año agrícola, debido a la sequía del 1995, como se puede apreciar en la Tabla 6.1, hubo una pérdida de producción mayor al 80%, en las tres provincias productoras de quinua más importantes del Altiplano Sur. Sobresale la provincia Daniel Campos, dado la mayor aridez y deterioro de esta región.

Tabla 6.1: Pérdidas de la producción de quinua por efecto de la última sequía (año agrícola 95-96), a nivel provincial.

PROVINCIAS	N° Flias. Damnificadas	N° Ha Cultivadas	N° Ha Afectadas	% Pérdida
A. Quijarro	392	633	492.5	77.8
Nor Lipez	525	2441	1650.1	67.6
D. Campos	1400	5667	4862.3	85.8
TOTAL	2317	8741	7004.9	80.12

FUENTE: IBTA-PROQUIPO, 1996

Igualmente, nuestras áreas de estudio sufrieron efectos importantes debido a esta última sequía (Tabla 6.2). Cabe aclarar, que la percepción de éste fenómeno de déficit

hídrico o la denominación de año seco a 1995, es producto de los comuneros que habitan en estas regiones, y no así de datos pluviométricos registrados en las estaciones meteorológicas, pues no se cuenta con ellos.

Tabla 6.2: Pérdidas del cultivo de quinua por efecto de la última sequía (año agrícola 95-96).

COMUNIDAD	Nº Flias Damnif.	Nº Ha Cult.	Rend. qq/Ha	Prod Esp. (qq)	Costo Prod. Esp. Bs	Prod Obs. (qq)	Prod. Perd. (qq)	Costo Prod. Perd. Bs	% Pérd.
Chacala ¹	50	250	12	3000	360000	900	2100	252000	70
Mañica ¹	44	150	12	1800	216000	450	1350	162000	75
Bella Vista ²	35	250	18	4675	631125	0	4675	631125	100
TOTAL	129	650	14	9475	1207125	1350	8125	1045125	

COSTO DEL QUINTAL DE QUINUA: (1) 120 Bs, (2) 135 Bs.

FUENTE: IBTA-PROQUIPO, 1996

La preocupación muy visible en los rostros de cientos de comuneros, agricultores y ganaderos, sobre la escasez de lluvias, así como una desmoralización generalizada en toda la región, nos induce a considerar como fuera de lo normal a esta última sequía, incluso muchos agricultores la compararon con las sequías ocurridas en 1932, 1940/1941, 1957/1958, 1965/1966 y 1982/1983, sorprende la buena memoria de los agricultores mayores al proporcionar estas fechas exactas, las cuales coinciden además con los eventos ENSO. Cabe suponer el gran impacto que estas sequías tuvieron sobre la región.

En la Tabla 6.3, se muestra el porcentaje de familias que habían barbechado sus terrenos, pero que por efecto de la falta de lluvias no pudieron sembrar.

Tabla 6.3: Familias que barbecharon y no sembraron por efectos de la sequía (falta de humedad en el suelo).

COMUNIDAD	% DE FAMILIAS
CHACALA	30
MAÑICA	27
BELLA VISTA	86

FUENTE: ENTREVISTAS (1996)

Los procesos antrópicos de desertificación y sus impactos

Las diferentes actividades, tanto agrícolas como pecuarias, además de otras, desarrolladas inadecuadamente en un medio frágil, presentan impactos negativos sobre el ecosistema. Por tal motivo la degradación de zonas marginales, son preponderantemente de origen antrópico (Biswas & Biswas, 1980; Enabor, 1987; Mortimor, 1987; Cardy, 1994; CONAZA & SEDESO, 1994; Ortiz et al, 1994; Schollaert, 1995; Thomas & Middleton, 1995).

Actividades Agrícolas

Desde la llegada del campesino al Altiplano Sur, éste ha instalado cultivos que se han ido adaptando a las condiciones "marginales" que presenta esta región, asimismo su manejo. Es decir, el clima, los suelos y el relieve, condicionaron al agricultor a ajustarse a las situaciones que les ofrecía el medio, para lo cual se desarrollaron tecnologías apropiadas para un óptimo aprovechamiento de las pocas ventajas que les podía ofrecer el ecosistema en su explotación.

Esta "armonía" alcanzada se torna subjetiva e incompatible con las aspiraciones del productor. La creciente artificialización del medio, aunado a sus particularidades, redundan en trastornos ecológicos, que aumentan en intensidad según la acumulación progresiva de los efectos desencadenados por esta acción, que en el transcurso del tiempo pueden producir un colapso (ver Figura 6.2).

Como ya se mencionó anteriormente, a inicios de la década de los años '70, debido a factores tanto sociales como de oportunidades, esta tecnología "armónica" con el medio sufre cambios drásticos, dado su reemplazo por tecnologías contemporáneas, sin la previa consideración de la fragilidad del medio a estas innovaciones.

La introducción de estas nuevas tecnologías, genera las siguientes alteraciones desencadenadas:

- * Acelerada ampliación de la frontera agrícola.
- * Destrucción o transformación de la cobertura vegetal original.

- * Mayor exposición de suelos desnudos a los efectos de la radiación, viento y granizadas (mayor erosión). La erosión eólica está produciendo una acelerada pérdida de las partículas finas del suelo, que implica por otro lado, la reducción del almacenamiento de agua por la remoción del suelo superficial.
- * Incremento del albedo. Los valores de albedo son los siguiente: suelos desérticos secos 30%, arenas blancas secas 35%, vegetación arbustiva siempreverde 17% y vegetación desértica 25% (Hartmann 1994). Entonces a mayor albedo, menor convección y por lo tanto menor formación de nubes.
- * Efectos sobre el clima regional: disminución de precipitaciones, intensificación de las heladas.
- * Mayor mortalidad de los cultivos: por efecto de las heladas, del 20 al 100%; por el enterrado de plántulas de hasta un 90% debido a los vientos de primavera.
- * Mayor ataque de plagas a los cultivos, dado la alteración de sus medios naturales (liebres, ratones, topos, aves). Pérdidas de hasta 70%.
- * Mayor ataque de insectos, principalmente en años secos. Mayor dispersión de los mismos en toda la región, por el tractor. Pérdidas del 60%.
- * Excesiva remoción de los suelos, por el roturado con arado de disco, dadas las condiciones arenosas de los mismos. También mayor pérdida de humedad de los suelos por el volteo que realiza este arado, dada las características radiativas de la región.
- * Pérdida de fertilidad, por el monocultivo de la quinua y/o la disminución del periodo de descanso de la parcela (en familias más pobres).
- * Reducción del rendimiento de los cultivos de quinua, principalmente en la pampa.

Percepciones campesinas sobre los cambios sufridos en el agrosistema

La percepción de lo que pasa en el medio, por parte del campesino, es una pauta que nos indica el estado del ecosistema, las variabilidades de los rendimientos en los cultivos y el impacto social generado.

El agricultor, en nuestras áreas de estudio, esta consciente de los cambios que se están presentando en los últimos años, en el medio y en los cultivos de la región. Pues, durante las entrevistas realizadas, se obtuvieron sus apreciaciones en relación al estado de los suelos agrícolas, presencia de procesos erosivos y atribuciones sobre la reducción del rendimiento de sus cultivos, en sus comunidades respectivas. Sus percepciones y opiniones al respecto se presentan en las Tablas 6.4, 6.5 y 6.6.

Tabla 6.4: Percepción de los comuneros sobre la disminución del grosor de los suelos.

COMUNIDAD	SI DISMINUYO (%)	NO DISMINUYO (%)	CAUSA	IMPACTO
CHACALA	60	40	Viento Tractor	Disminución del rendimiento del cultivo Debilitación del suelo Solo queda arena mala
MAÑICA	80	20	Viento Tractor	Disminución del rendimiento del cultivo Menor enraizamiento de la planta Mayor presencia de suelo gravoso Afloramiento de la roca madre
BELLA VISTA	85.7	14.3	Viento Tractor	Disminución del rendimiento del cultivo Aparición de rocas

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Tabla 6.5: Percepción sobre la presencia de procesos erosivos.

COMUNIDAD	PRESENCIA DE ARENALES	PRESENCIA DE CARCAVAS	CAUSAS
CHACALA	Hay más en los bordes de las parcelas y orillas de los caminos	Escasa	Desthole Uso del tractor Granizadas Características del suelo
MAÑICA	Aumentó en todos lados	Escasa	Lluvias agresivas Destrucción de la vegetación Uso del tractor
BELLA VISTA	Disminuyó por efecto del barrido del suelo debido a los vientos	Escasa	Destrucción de la vegetación Uso del tractor Vientos fuertes

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Tabla 6.6: Causas principales de la reducción del rendimiento de los cultivos .

COMUNIDAD	ORIGEN DEL PROBLEMA
CHACALA	Sequías, Heladas, Plagas, Vientos fuertes, Tierras cansadas, Tractoreado tardío, Falta de atención técnica, Falta de recursos económicos.
MAÑICA	Falta de lluvias, Erosión eólica, Fertilidad baja, Monocultivo, Falta de fertilización, Heladas, Plagas.
BELLA VISTA	Sequías, Heladas, Suelos cansados, Incremento de plagas, Enterrado por el viento, Mal uso del tractor, Variación del tiempo, Erosión eólica e hídrica, Mina de azufre.

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Respecto a los rendimientos del cultivo de la quinua en el periodo 1970-1993, solo se cuenta con registros de las medias nacionales. Sin embargo, la dinámica de la misma es similar en todo el Altiplano Boliviano. Tal aspecto, nos permite utilizar esta información como indicadora de la variabilidad de la producción local. Además, las oscilaciones de los rendimientos son productos de los fenómenos climáticos que se han presentado en toda la región.

En la Figura 6.3, se muestra la variación de los rendimientos de la quinua en el periodo 1970-1993. Estos rendimientos presentan una variación desde 272 Kg/Ha (1983) hasta 795 Kg/Ha (1970), estabilizándose alrededor de los 470 Kg/Ha.

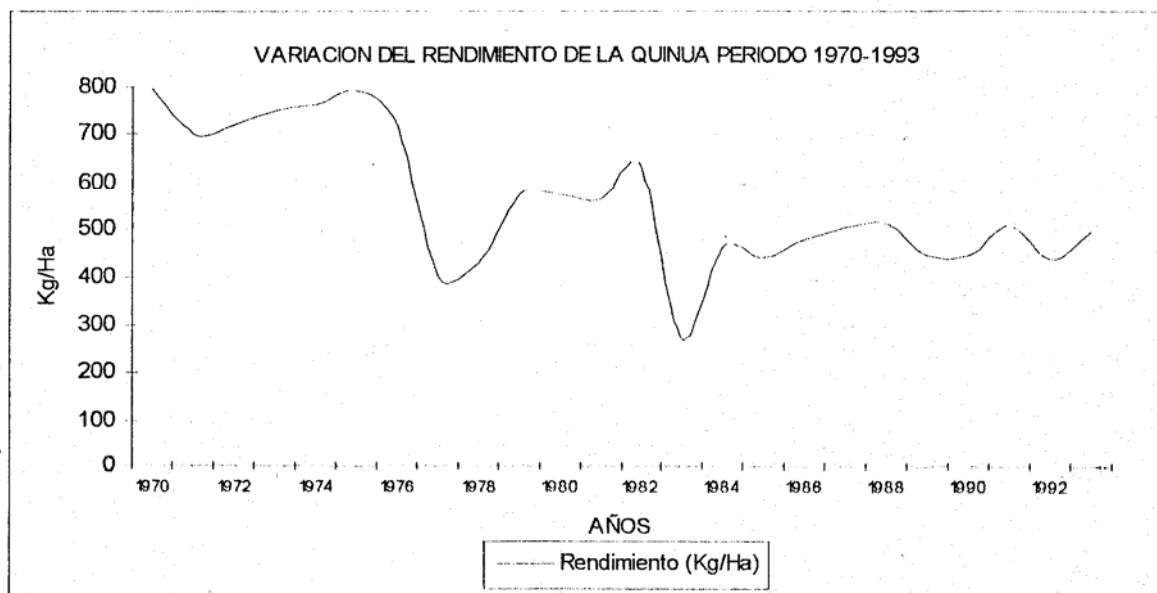


Figura 6.3: Rendimiento de la quinua, periodo 1970-1993. Medias nacionales (Fuentes: CID, 1994; SNAG, 1994; IBTA, 1982, 1988).

En la Figura 6.3, también observamos una tendencia a la disminución de los rendimientos, con picos inversos muy marcados, en los eventos ENSO 1976/1977 y 1982/1983, cuyos rendimientos fueron 403 y 272 Kg/Ha respectivamente. Esta disminución de los rendimientos se debe a la cada vez mayor influencia de los procesos de desertificación o deterioro del medio.

Variación química y física de los suelos agrícolas

Los análisis, tanto químicos como físicos, de los suelos, fueron realizados en los laboratorios de suelos de la Universidad Mayor de San Simón en Cochabamba, así también, la correspondiente categorización de los resultados obtenidos, se realizó según tablas elaboradas para suelos altiplánicos en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la mencionada Universidad.

Los resultados obtenidos y ordenados por categorías de apreciación, se presentan en las Tablas 6.7-6.9 y 6.10-6.12 (promedios de las réplicas), respectivamente químicos y físicos. Mayores detalles se presentan en el anexo 3.

Tabla 6.7: Características químicas de los suelos de Chacala y sus apreciaciones (capa arable 0-30 cm).

MUESTRAS	pH	C.E. mmhos	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	TBI
A-1 (SV)	6.3±0.57 L.A.	0.077±0.009 M.L.S	2.33±0.28 Bajo	1.16±0.76 Bajo	0.61±0.20 Moderado	0.4±0.17 Bajo	4.53±1.22 Pobre
A-2 (1C)	6.6±0.57 N.	0.108±0.05 M.S.	2.66±0.28 Bajo	1.16±0.28 Bajo	0.43±0.06 Moderado	0.5±0.1 Bajo	4.76±0.72 Pobre
A-3 (5C)	6.3±0.57 L.A.	0.062±0.009 M.L.S	1.66±1.75 Muy Bajo	2.16±2.02 Moderado	0.57±0.3 Moderado	0.43±0.15 Bajo	4.83±1.19 Pobre
A-4 (+10C)	7.3±0.57 L.B.	0.074±0.04 M.L.S	2.5±0.5 Bajo	1.33±0.28 Bajo	0.64±0.13 Moderado	0.33±0.1 Bajo	4.8±0.3 Pobre
	CIC	SB %	MO %	C %	C/N %	N total %	P disp. ppm
A-1 (SV)	4.5±1.22 Muy Baja	100 Muy Alta	0.93±0.15 Muy Bajo	0.5±0.1 Muy Pobre	10.3±0.34 Moderado	0.051±0.009 Muy Pobre	16.16±23.58 Regular
A-2 (1C)	4.7±0.72 Muy Baja	100 Muy Alta	0.86±0.4 Muy Bajo	0.46±0.23 Muy Pobre	9.5±2.13 Bajo	0.051±0.017 Muy Pobre	6.9±6.4 Pobre
A-3 (5C)	4.8±1.23 Muy Baja	100 Muy Alta	0.83±0.28 Muy Bajo	0.5±0.17 Muy Pobre	10.6±0.1 Moderado	0.044±0.015 Muy Pobre	3.2±0.85 Muy Pobre
A-4 (+10C)	4.7±0.28 Muy Baja	100 Muy Alta	0.73±0.28 Muy Bajo	0.4±0.17 Muy Pobre	9.38±1.1 Bajo	0.042±0.013 Muy Pobre	9.6±14.18 Pobre

Tabla 6.8: Características químicas de los suelos de Mañica y sus apreciaciones (capa arable 0-30 cm).

MUESTRAS	pH	C.E. mmhos	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	TBI
B-1 (SV)	7.3±0.57 L.B.	0.168±0.03 M.L.S	11.66±8.09 Alto	2.0±0.0 Moderado	1.38±0.39 Alto	0.93±0.2 Alto	16.0±7.8 Alto
B-2 (2C)	7.0±0.0 N.	0.132±0.03 M.L.S	6.16±0.57 Moderado	2.5±0.5 Moderado	1.09±0.1 Alto	0.7±0.0 Alto	10.26±0.64 Alto
B-3 (5C)	7.6±0.57 L.B.	1.146±0.11 M.L.S	7.16±4.36 Moderado	1.83±0.28 Moderado	1.33±0.34 Alto	0.8±0.3 Moderado	10.8±1.84 Alto
B-4 (+10C)	7.3±0.57 L.B.	0.157±0.11 M.L.S	6.0±0.5 Moderado	2.16±1.25 Moderado	1.3±0.25 Alto	0.9±0.26 Alto	10.43±1.37 Alto
	CIC	SB %	MO %	C %	C/N %	N total %	P disp. ppm
B-1 (SV)	15.8±8.03 Meda	100 Muy Alta	1.33±0.20 Bajo	0.76±0.15 Muy Pobre	11.23±0.58 Mediano	0.068±0.006 Muy Pobre	6.6±1.76 Pobre
B-2 (2C)	10.4±0.83 Meda	100 Muy Alta	1.06±0.05 Bajo	0.6±0.0 Muy Pobre	11.2±0.52 Mediano	0.055±0.003 Muy Pobre	8.8±4.94 Pobre
B-3 (5C)	10.7±4.74 Meda	100 Muy Alta	0.5±0.10 Muy Bajo	0.3±0.1 Muy Pobre	10.63±1.0 Mediano	0.027±0.004 Muy Pobre	5.83±3.4 Pobre
B-4 (+10C)	10.4±1.25 Meda	100 Muy Alta	1.16±0.76 Bajo	0.66±0.4 Muy Pobre	11.76±2.99 Mediano	0.053±0.022 Muy Pobre	5.8±2.93 Pobre

Tabla 6.9: Características químicas de los suelos de Bella Vista y sus apreciaciones (capa arable 0-30 cm).

MUESTRAS	pH	C.E. mmhos	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	TBI
C-1 (SV)	5.7±0.57 M.A.	0.376±0.36 M.L.S	4.5±0.5 Bajo	2.0±0.0 Moderado	1.28±0.36 Alto	0.93±0.35 Alto	8.73±1.11 Regular
C-2 (1C)	5.3±0.57 F.A.	0.148±0.06 M.L.S	3.66±1.26 Bajo	1.83±1.04 Moderado	0.97±0.10 Alto	0.76±0.11 Alto	7.26±2.23 Regular
C-3 (5C)	6.3±1.15 L.A.	1.317±2.08 M.S.	3.83±0.76 Bajo	1.26±0.4 Bajo	2.01±1.72 Alto	0.96±0.15 Alto	8.03±0.45 Regular
C-4 (+10C)	6.0±1.0 M.A.	0.179±0.10 M.L.S	4.33±0.76 Bajo	1.0±0.0 Bajo	1.14±0.16 Alto	1.33±0.60 Muy Alto	7.83±1.51 Regular
	CIC	SB %	MO %	C %	C/N %	N total %	P disp. ppm
C-1 (SV)	8.7±1.11 Baja	100 Muy Alta	2.3±0.6 Moderado	1.33±0.37 Pobre	12.6±0.86 Mediano	0.105±0.02 Muy Pobre	17.33±7.08 Regular
C-2 (1C)	7.2±2.25 Baja	100 Muy Alta	3.13±0.85 Moderado	1.8±0.52 Normal	13.0±0.36 Alto	0.138±0.03 Pobre	20.36±0.05 Alta
C-3 (5C)	8.0±0.43 Baja	100 Muy Alta	2.03±1.20 Moderado	1.16±0.76 Pobre	10.9±2.78 Mediano	0.100±0.04 Pobre	15.63±3.92 Regular
C-4 (+10C)	7.8±1.53 Baja	100 Muy Alta	1.83±0.87 Bajo	1.03±0.51 Pobre	11.36±1.25 Mediano	0.092±0.03 Muy Pobre	22.96±7.54 Alta

Tabla 6.10: Características Físicas de los suelos de Chacala (capa arable 0-30 cm).

MUESTRAS	Da g/cc	Dr g/cc	Poros %	CC % (0.3 atm)	PMP % (15 atm)	Arcilla %	Limo %	Arena %
A-1 (SV)	1.5±0.04	2.61±0.03	41.97±2.5	4.98±1.44	2.32±0.38	5.0±1.0	10.3 ±3.5	84.6 ±3.05
A-2 (1C)	1.6±0.07	2.62±0.04	39.02±2.45	3.89±1.48	1.77±0.35	6.0±1.0	8.6 ±4.04	85.3 ±5.03
A-3 (5C)	1.6±0.07	2.65±0.09	40.38±5.01	3.34±0.73	1.51±0.35	4.0±1.73	7.3 ±0.57	88.6 ±1.15
A-4 (+10C)	1.6±0.11	2.7±0.11	41.3±12.78	4.32±1.41	2.00±0.97	2.3±1.15	7.6 ±0.57	90.0 ±1.0

Tabla 6.11: Características Físicas de los suelos de Mañica (capa arable 0-30 cm).

MUESTRAS	Da g/cc	Dr g/cc	Poros %	CC % (0.3 atm)	PMP % (15 atm)	Arcilla %	Limo %	Arena %
B-1 (SV)	1.45±0.02	2.67±0.01	45.54±0.79	8.93±1.28	4.32±1.35	7.0±2.0	11.66 ±2.88	81.33 ±4.72
B-2 (2C)	1.44±0.02	2.67±0.1	45.91±1.32	7.75±0.27	3.62±0.21	8.0±1.73	11.0 ±2.0	81.0 ±2.64
B-3 (5C)	1.50±0.06	2.73±0.16	45.04±2.0	6.76±1.52	2.99±0.75	6.33±1.1 5	10.66 ±3.05	83.0 ±3.46
B-4 (+10C)	1.51±0.04	2.78±0.04	45.47±0.93	8.50±2.15	3.87±1.23	5.0±0.0	10.33 ±2.51	84.66 ±2.51

Tabla 6.12: Características Físicas de los suelos de Bella Vista (capa arable 0-30 cm).

MUESTRAS	Da g/cc	Dr g/cc	Poros %	CC % (0.3 atm)	PMP % (15 atm)	Arcilla %	Limo %	Arena %
C-1 (SV)	1.35±0.06	2.54±0.02	46.85±2.04	12.09±0.71	6.11±0.72	7.0±3.46	22.0 ±5.29	71.0 ±2.0
C-2 (1C)	1.32±0.04	2.58±0.22	48.45±4.34	10.69±0.92	5.40±0.36	6.0±1.0	23.0 ±1.73	71.0 ±2.64
C-3 (5C)	1.41±0.02	2.67±0.03	47.04±1.42	12.66±1.11	5.41±0.91	8.0±1.0	17.66 ±3.05	74.33 ±2.08
C-4(+10C)	1.36±0.05	2.66±0.10	48.60±2.84	13.19±1.13	5.91±0.51	7.66±1.15	18.0 ±2.64	74.33 ±3.21

LEYENDA: SV: Suelo Virgen, 1C: Suelos con una cosecha, 2C: Con dos cosechas, 5C: Con cinco cosechas, +10C: Con diez ó mas cosechas, L.A.: ligeramente ácido, N: Neutro, L.B.: ligeramente básico; M.L.S.: Muy ligeramente salino, M.S.: Moderadamente salino. Da: Densidad aparente, Dr: Densidad real, CC: Capacidad de campo, PMP: Punto de marchitez permanente.

Como se puede apreciar en las Tablas, en general, no se observan diferencias significativas en todas las variables analizadas. Esto se deduce, primero, por el estudio sincrónico de los suelos que no nos permitió un óptimo monitoreo de la dinámica de las variables, como ocurre en los estudios diacrónicos, y segundo, por que es necesario (con esta metodología) una intensificación del muestreo para así poder determinar diferencias significativas, si las hubiera. No obstante, estos resultados nos indican la fertilidad general de los suelos.

Son suelos con limitantes principalmente físicas (textura, estructura, baja capacidad de retención de agua), que impiden un buen desarrollo de los cultivos, además, son suelos que favorecen a los procesos erosivos, aspectos que se ven incrementados por el mal manejo de los mismos. El agua útil en la capa arable de estos suelos, sólo es aproximadamente 10 mm. Las diferencias entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente son reducidas, excepto en los suelos de Bella Vista, lo cual es debido a la mayor presencia de limo, respecto a los suelos de Chacala y Mañica.

La variación de los indicadores de fertilidad (CIC, TBI, SB, pH, Carbón orgánico, Nitrógeno total y Fósforo entre otros) , no presentan oscilaciones importantes según el tiempo de uso dentro de las comunidades, pero sí, se pueden observar diferencias entre los suelos de las diferentes comunidades. Estos aspectos coinciden con las apreciaciones de algunos agricultores, al referirse que el problema de los cultivos no

es tanto la fertilidad del suelo, como lo es el clima (Bella Vista principalmente). Por otro lado, cabe recordar el origen volcánico de los mismos.

Hay pequeñas diferencias entre los suelos vírgenes, que se suponen inalterados, con los suelos que ya tuvieron una, dos, cinco, diez o más cosechas, los cuales deberían presentar un claro deterioro dado el tiempo de uso de los mismos. Tal situación, puede ser explicada por el sistema de descanso de los suelos y la extrema aridez de la región que impide una pérdida de nutrientes por lixiviación, por ejemplo. El descanso, primero interanual y luego polianual, favorece en la reposición de los elementos que han sido modificados por el cultivo de quinua, además, cabe resaltar, las pocas exigencias nutritivas del mismo, que circunda principalmente en el contenido de Nitrógeno (IBTA, 1995).

Los suelos de Bella Vista y Chacala, presentan una ligera acidez, respecto a los suelos de Mañica, que por el contrario, presentan una ligera alcalinidad, posiblemente debido a las particularidades del sustrato geológico o petrográfico (mayor presencia de calizas y rocas yeseras). Respecto al TBI y al CIC, igualmente los suelos de Mañica, presentan los valores más elevados.

En relación a la presencia de Carbono, Nitrógeno y Fósforo, los suelos de Bella Vista tienen los mayores contenidos, siendo los de Chacala los más pobres al respecto, no obstante, éstos contenidos en general son bajos.

Volviendo a las características físicas, estos suelos son en su gran mayoría predominantemente arenosos, sobresaliendo Chacala con más del 85% de la fracción textural. Por otro lado, Bella Vista resalta en el contenido de limo y en la mayor capacidad de campo de sus suelos. Estas características redundan en la capacidad de retención de agua útil en el suelo, como lo mencionamos con anterioridad.

Actividades Ganaderas

Estas actividades se hallan representadas por la cría de Euquénidos y Ovinos. Fueron, muy importantes antes de la expansión de los cultivos de quinua, o sea, del 1960 hacia atrás. La presencia de áreas naturales de pastoreo (Bofedales o Vegales), favoreció el amplio desarrollo de esta actividad.

El crecimiento de las actividades agrícolas, dado los mayores beneficios económicos que implicaban, fue paulatinamente desplazando a un segundo plano las actividades ganaderas. Incluso, como ocurre en la comunidad de Mañica con mayor intensificación, el ganado se constituye en perjudicial para los cultivos, por lo que, solo son algunas familias las que poseen llamas y ovejas, dada además, la escasez de áreas de pastoreo.

En general los daños que produce esta actividad en el ecosistema, se deben principalmente a la restricción o marginamiento del ganado a áreas específicas de menor tamaño, por ejemplo los bofedales, los cuales se hallan en un franco proceso de deterioro por la sobrecarga animal en los mismos.

Entre el pastoreo de camélidos y ovinos, el segundo se constituye en un factor más impactante, debido al pastoreo gregario de los mismos, así como a su mayor número, pues, dado el pastoreo dirigido de las ovejas, estas son concentradas masivamente en determinados lugares, donde consumen selectivamente la vegetación e inciden en la diversidad específica de la misma, favoreciendo el desarrollo de especies no palatables o dañinas como, *Astragalus garbancillo*, *Tetraglochin* cf. *cristatum*, *Junellia seriphioides* y *Anthobryum triandrum*, entre otras, que se caracterizan por ser venenosas y/o de estructuras espinosas o de difícil ramoneo.

El libre pastoreo en tierras comunales, donde se puede observar una desigualdad en la tenencia de ganado a nivel familiar, produce impactos por el pisoteo de estas áreas, daño que redunda desigualmente entre familias ganaderas. Es decir, familias que tienen un hato numeroso, hacen un mayor uso de las áreas libres de pastoreo perjudicando a las familias más pobres que tienen un hato muy reducido, viéndose obligadas incluso a prescindir del mismo, debido a la desigual competencia en el aprovechamiento de forrajes naturales y la consecuente mortalidad de sus animales por enflaquecimiento.

Sin embargo, el movimiento anual del ganado, en función del calendario agrícola, permite una ligera recuperación de algunas áreas de pastoreo, como ser en las pampas y cerros, no ocurre lo mismo con los bofedales, dado su uso durante casi todo el año.

La ocurrencia de sequías prolongadas anuales o interanuales aunada a la sobrecarga animal en las áreas de pastoreo,

produce una escasez de forraje grave, problema que se viene acumulando desde años anteriores. Así, por la lucha natural de sobrevivencia, el ganado ha tenido que ampliar la gama de plantas que usan en su alimentación, excepto las venenosas (*Astragalus garbancillo*), lo cual incide en un ramoneo intenso de la vegetación, principalmente en la época de estiaje.

La escasez progresiva de forrajes naturales durante estos últimos años, aunada a la mala coincidencia de las épocas de pariciones de las ovejas con el periodo más seco y frío del año (Junio-Julio), está produciendo una alta mortalidad de las crías, muy preocupante para el campesino. A partir de este aspecto deducimos que las ovejas aún no tienen un ciclo reproductivo ajustado a las condiciones ambientales del Altiplano. Mientras que las llamas paren sólo en la época de lluvias y cada dos años, asegurando de este modo la disponibilidad de forrajes para la cría y la madre.

Cuando se preguntó a los comuneros, durante las entrevistas, sobre los principales problemas que observan en las áreas de pastoreo, las respuestas coincidieron en las tres comunidades. En la Tabla 6.13, se presentan estas coincidencias y diferencias.

Tabla 6.13: Principales problemas en las áreas de pastoreo.

COMUNIDAD	PROBLEMAS EN LAS AREAS DE PASTOREO
CHACALA	Sobrecarga en el bofedal Escasez de pastos Desecamiento de la vegetación Falta de lluvias
MAÑICA	Falta de pastos Aparición de malezas Ampliación de la frontera agrícola No hay bofedales en la comunidad Falta de lluvias
BELLA VISTA	Sequía prolongada Falta de espacios para el pastoreo Escasez de pastos Pisoteo en los bofedales Sobrecarga animal

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Extracción de Leña

El uso de leña por las comunidades campesinas en el Altiplano Sur, es una práctica que se desarrolla paralelamente al asentamiento de las mismas. Pues, la vegetación constituye el único recurso energético disponible.

El crecimiento de las comunidades es inversamente proporcional a la disponibilidad de leña, es decir, a mayor aumento de la población, mayores requerimientos energéticos y por ende mayor reducción de este recurso.

La situación de la extracción de leña en todo el Altiplano Sur, se viene agravando desde la época colonial, pues, la presencia de minas importantes tales como las de Pulacayo, Huanchaca y otras, significó el empleo de grandes contingentes de leña para sus operaciones; luego se acopla a este hecho, la construcción del ferrocarril para el transporte de los minerales en el siglo pasado hacia el ex-puerto boliviano de Antofagasta, que cruza todo el Altiplano Sur, tal aspecto, implica otra alteración de la cobertura vegetal, dado el uso de la misma en las locomotoras. A inicios del presente siglo el empleo de leña en los hornos de las caleras (elaboración de cal y yeso) y de los de deshidratación de sal, constituyen otros factores que afectan a la vegetación natural. Por último, con la ampliación de la frontera agrícola y el auge productivo de la quinua en esta región del país, aunado a los cambios sociales que este fenómeno produjo, la vegetación original merma mucho más y aumenta por otro lado el consumo de leña (com. pers. Ing. Aroni y otras autoridades regionales).

Cabe resaltar también, el uso de leña por parte de los cuarteles militares asentados en la región, que según las comunidades campesinas e instituciones que trabajan allí, éstos constituyen en la actualidad los mayores extractores de leña, dada la fácil y mayor disponibilidad de mano de obra para el efecto. Por otro lado, algunas costumbres culturales, tales como las de San Juan (24 de junio), implican un uso masivo de leña para la elaboración de las fogatas.

La ley forestal, promulgada en 1975, en uno de sus artículos prohíbe la extracción y uso de especies nativas del Altiplano, tales como la yareta (*Azorella compacta*), la queñua (*Polylepys sp*) y otras tholas de la región (Marconi, 1992). Como no podía ser de otra manera, esta resolución no es cumplida por falta de conciencia y control gubernamental en la región.

Ante tales antecedentes acumulativos que se han presentado, además de las mayores incidencias de las sequías en la zona en estos últimos años, la disponibilidad de leña se ha reducido considerablemente, pues, en la actualidad es muy difícil conseguir este energético en los alrededores de los pueblos, la gente tiene que desplazarse grandes distancias para obtener este recurso.

Cabe aclarar, que el sobreuso de este recurso energético, está dado por grupos foráneos aislados de mayor poder económico y político o de intereses particulares netamente comerciales, como ser las minas, los extractores de cal, yeso y sal, los cuarteles y algunos comerciantes que se dedican a esta actividad. Ante esta situación los más afectados, después del mismo ecosistema, son los comuneros oriundos que solo se dedican a actividades agropecuarias y que dependen en su gran mayoría, para la cocción de sus alimentos, de este vital recurso en la región. El uso de gas no es frecuente, además de que no hay costumbre del empleo del mismo y su disponibilidad o comercialización en la región no es óptima, por las grandes distancias que se tienen que recorrer para su distribución, factor tal que no es rentable para ninguna de las partes. Irónicamente, Bolivia tiene grandes recursos de gas, incluso para exportación. Por otro lado, las características de radiación solar y de los vientos en el Altiplano, son fuentes naturales para la implementación de energías alternativas (energía solar y eólica).

Como podemos ver en la Tabla 6.14, el uso de leña en nuestras comunidades de estudio, varía según la disponibilidad de la misma en el área, además, de su cercanía a un centro poblado más grande donde puedan conseguir gas licuado, como recurso alternativo.

Tabla 6.14: Consumo de leña en las comunidades.

COMUNIDAD	CONSUMO FAMILIAR ANUAL	PLANTAS USADAS	DISTANCIA QUE TIENEN QUE RECORRER
CHACALA	2 Camionadas	Qiruthola (<i>Parastrephia sp</i>) T'ara (<i>Fabiana densa</i>) Ñaca (<i>Baccharis sp</i>) Lampaya (<i>Lampaya sp</i>)	> 4 Km
MAÑICA	4 Camionadas	Qiruthola (<i>Parastrephia sp</i>) T'ara (<i>Fabiana densa</i>) Lampaya (<i>Lampaya sp</i>) Ñaca (<i>Baccharis sp</i>)	> 10 Km
BELLA VISTA	6 Camionadas	Chircaywaya (<i>Parastrephia sp</i>) Chajlampa (<i>Chuquiraga sp</i>)	> 5 Km

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Grado de deterioro y/o susceptibilidad del subsistema natural

Los métodos empleados en la evaluación del deterioro o Susceptibilidad del ecosistema en el presente estudio, son cuali-cuantitativos. Nos presentan, sólo una aproximación al estado actual del mismo, debido a la subjetividad de muchos de los parámetros utilizados como factores y/o procesos causales de la degradación. Pues algunos aspectos naturales o propios de zonas áridas (como la cobertura vegetal o presencia de estratos, entre otros), son considerados por el método como estados de degradación. No obstante, esta prospección ecológica rápida es una buena herramienta, ya que nos puede permitir realizar planificaciones sobre el uso o manejo del medio, de acuerdo a la información obtenida.

El estado de deterioro o grado de susceptibilidad del ecosistema, según el muestreo de campo, presenta pocas variaciones entre comunidades. Sin embargo, dentro de la misma comunidad estas variaciones se incrementan, debido a las particularidades propias de cada sitio de evaluación, dado su uso antrópico, ubicación espacial y factores biofísicos que lo constituyen (ver Figuras 6.4, 6.6, 6.8 y 6.10).

En la Tabla 6.15, se muestra un resumen del estado de deterioro y el grado de susceptibilidad del subsistema natural o físico, los valores corresponden a la media y su desviación estándar en cada comunidad.

Tabla 6.15: Estado de deterioro y grado de susceptibilidad del Subsistema Natural.

COMUNIDAD	ESTADO DE DEGRADACION		GRADO DE SUSCEPTIBILIDAD	
	PLANILLA 1	PLANILLA 2	PLANILLA 1	PLANILLA 2
CHACALA	40 ± 3.51 Degradado	47 ± 6 Deteriorado	40.3 ± 4.51 Alta	21.4 ± 3.5 Moderada
MAÑICA	38.8 ± 3 Degradado	44.4 ± 1.51 Deteriorado	35.9 ± 3 Moderada	20.6 ± 1.51 Moderada
BELLA VISTA	40.2 ± 2.03 Degradado	41.3 ± 9.59 Deteriorado	36.4 ± 1.5 Alta	20.1 ± 2 Moderada

Cada factor o variable, que inicia los procesos de degradación o que condiciona la susceptibilidad del ecosistema, varía en importancia unos respecto a otros, entre comunidades y en la misma comunidad. En la Tabla 6.16, se presentan a los factores y procesos analizados en el trabajo de campo (en el anexo 4 se desglosa cada uno de éstos factores o procesos).

Los resultados obtenidos en cada comunidad se presentan en la secuencia de Figuras 6.4 - 6.11, las cuatro primeras (6.4, 6.5, 6.6 y 6.7) corresponden a la evaluación según planilla 1 y las siguientes (6.8, 6.9, 6.10 y 6.11) según planilla 2. La ubicación de los sitios del relevamiento se presentan en el mapa de vegetación y uso de la tierra.

Tabla 6.16: Factores y procesos de degradación y/o condicionantes de la susceptibilidad el ecosistema en el Altiplano Sur.

DEGRADACION/DETERIORO		SUSCEPTIBILIDAD	
PLANILLA 1	PLANILLA 2	PLANILLA 1	PLANILLA 2
A) Cobertura vegetal	A) Presencia de claros	a) Edafoclima	a) Pendiente
B) Estratos de la vegetación	B) Porcentaje de suelo desnudo	b) Pendiente	b) Agresividad de lluvias
C) Mantillo	C) Erosión eólica	c) Manifestaciones geocriogénicas	c) Granizadas
D) Extracción de leña	D) Erosión hídrica	d) Pavimento	d) Densidad de la cobert. vegetal
E) Evidencias de pastoreo	E) Profundidad del suelo	e) Densidad de drenaje	e) Tipo de superficie sin veget.
F) Grosor del suelo	F) Sobrepastoreo	f) Consolidación	f) Drenaje
G) Tipo de escurrimiento	G) Extracción de leña	g) Textura con susceptibilidad a eros. eólica	g) Humus
H) Erosión eólica	H) Quemados	h) Textura con susceptibilidad a eros. Hídrica	h) Fuego
I) Asentamiento con explotac.	I) Presencia de malezas	i) Susceptibilidad al fuego	
J) Acción antrópica actual	J) Condiciones de la unidad geomorfológica	j) Tipo de instalación humana	
K) Accesos a RRNN	K) Hábitat alrededor	k) Acción antrópica potencial	
	L) Suelos compactados		
	M) Encostramiento		
	N) Afloramiento de htes. subsuperficiales		
	O) Suelos arenosos		
	P) Suelos pedregosos		
	Q) Suelos con afloramientos salinos		
	R) Materia orgánica		
	S) Pérdida de fertilidad		

Prospección ecológica rápida, de acuerdo a planilla 1:

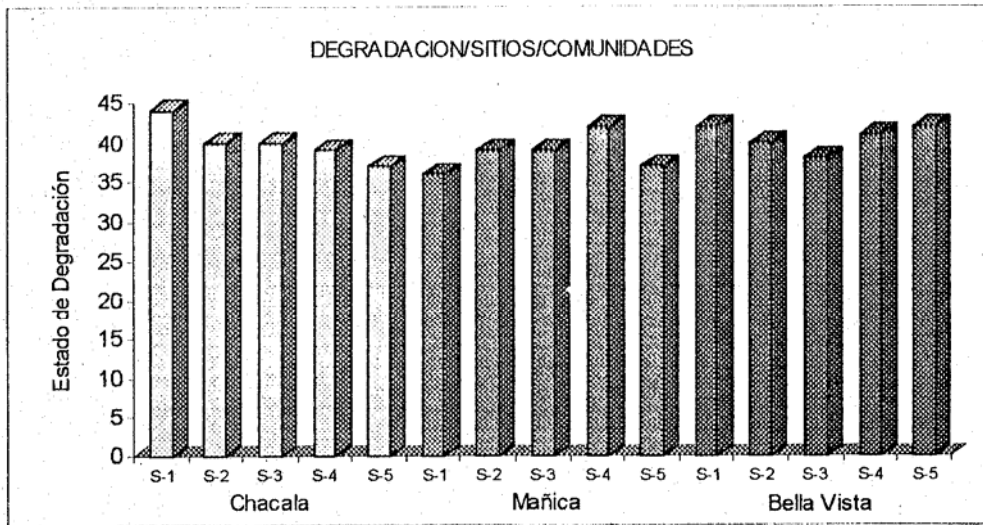


Figura 6.4: Estado de degradación de los 5 Sitios (S) evaluados en cada comunidad.

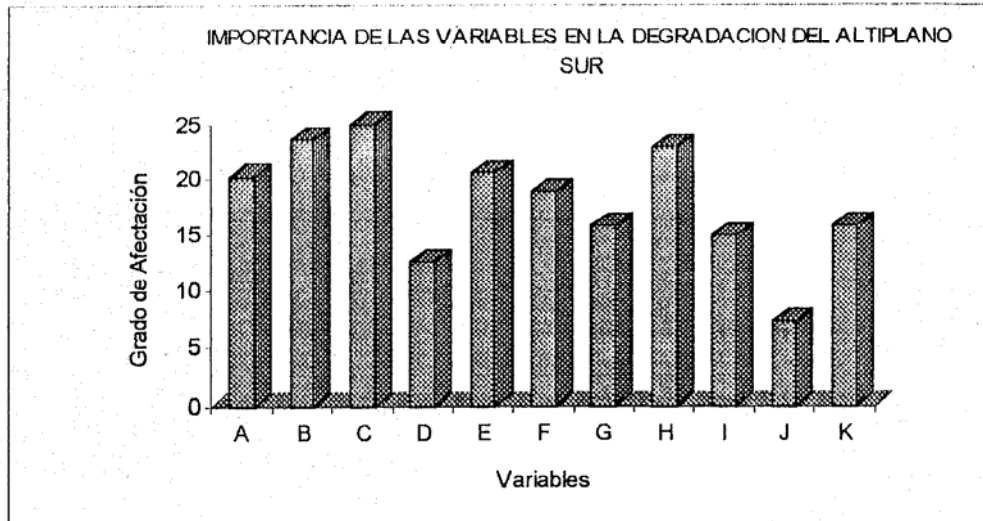


Figura 6.5: Importancia de las variables (factores y procesos) en la degradación del subsistema natural: A) Cobertura vegetal, B) Estratos de la vegetación, C) Mantillo, D) Extracción de leña, E) Evidencias de pastoreo, F) Grosor del suelo, G) Tipo de escurrimiento, H) Erosión eólica, I) Asentamiento con explotación, J) Acción antrópica actual, K) Accesos a Recursos Naturales.

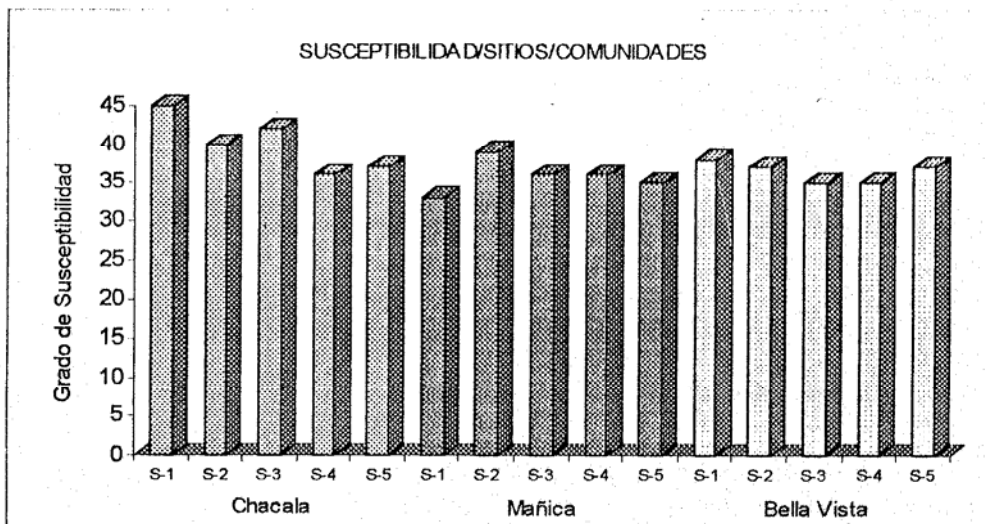


Figura 6.6: Grado de susceptibilidad de los 5 Sitios (S) evaluados en cada comunidad.

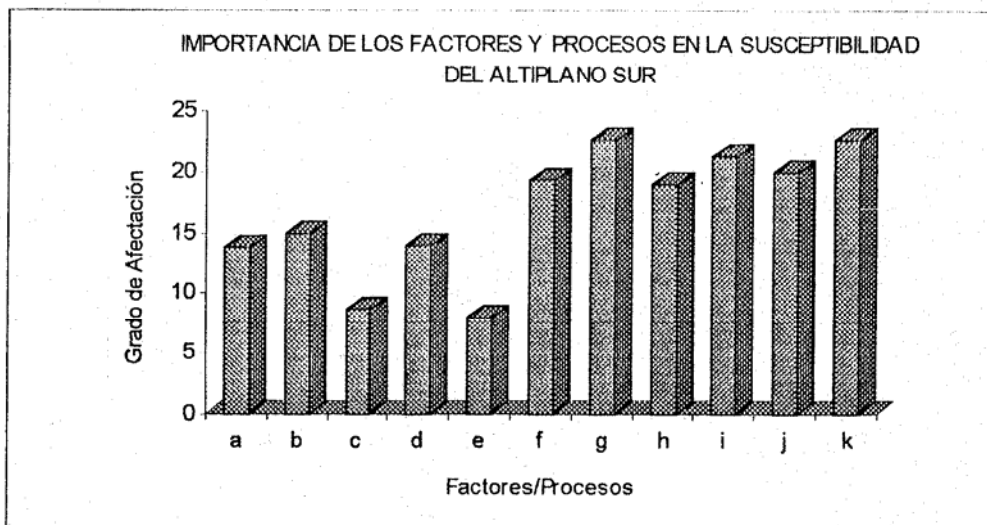


Figura 6.7: Importancia de los factores y procesos en la susceptibilidad del subsistema natural: a) Edafoclima, b) Pendiente, c) Manifestaciones geocriogénicas, d) Pavimento, e) Densidad de drenaje, f) Consolidación, g) Textura con susceptibilidad a la erosión eólica, h) Textura con susceptibilidad a erosión hídrica, i) Susceptibilidad al fuego, j) Tipo de instalación humana, k) Acción antrópica potencial.

Prospección ecológica rápida, de acuerdo a planilla 2:

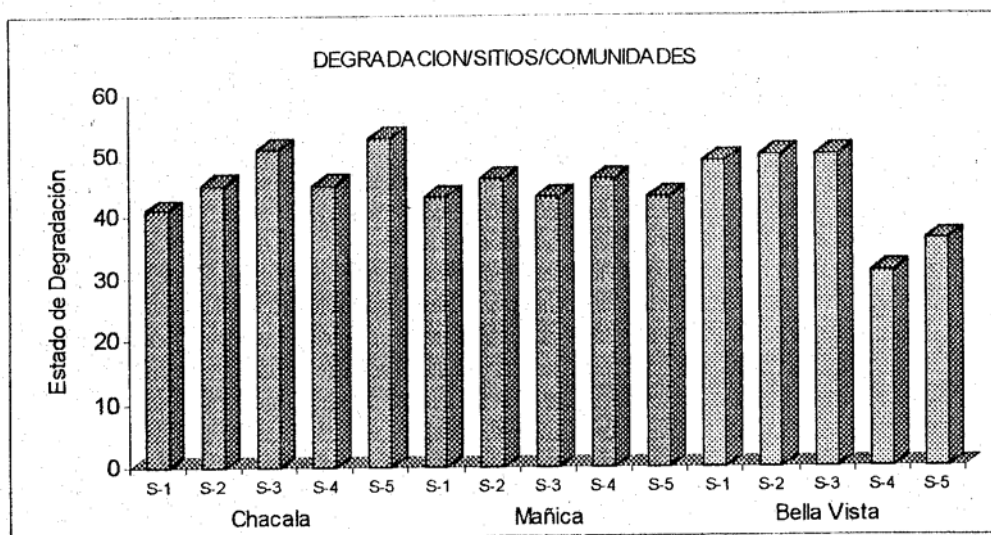


Figura 6.8: Estado de Degradación de los 5 Sitios (S) evaluados en cada comunidad.

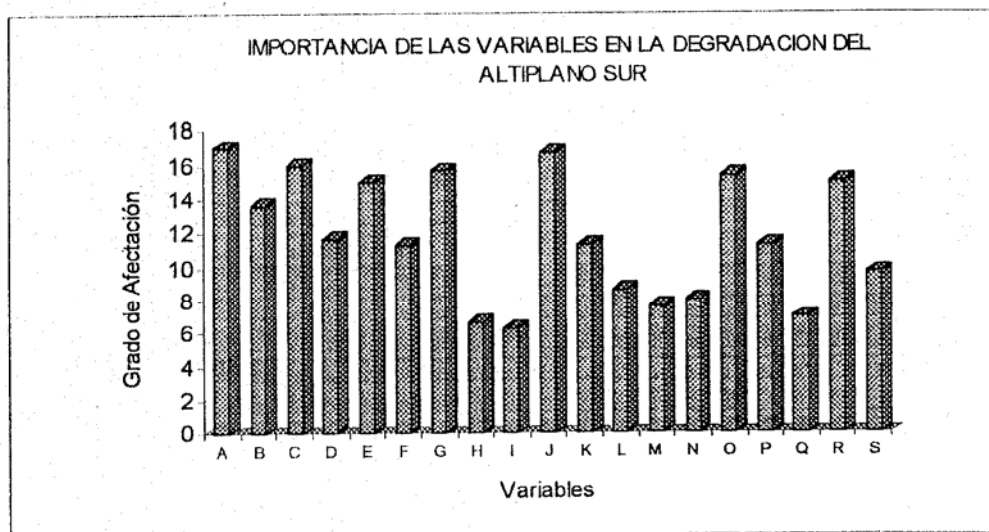


Figura 6.9: Importancia de las variables (factores y procesos) en la degradación del subsistema natural: A) Presencia de claros, B) Porcentaje de suelos desnudos, C) Erosión eólica, D) Erosión hídrica, E) Profundidad del suelo, F) Sobrepastoreo, G) Extracción de leña, H) Quemas, I) Presencia de Malezas, J) Condiciones de la unidad geomorfológica, K) Hábitat alrededor, L) Suelos compactados, M) Encostramiento, N) Afloramiento de horizontes subsuperficiales, O) Suelos arenosos, P) Suelos pedregosos, Q) Suelos con afloramientos salinos, R) Materia orgánica, S) Pérdida de fertilidad.

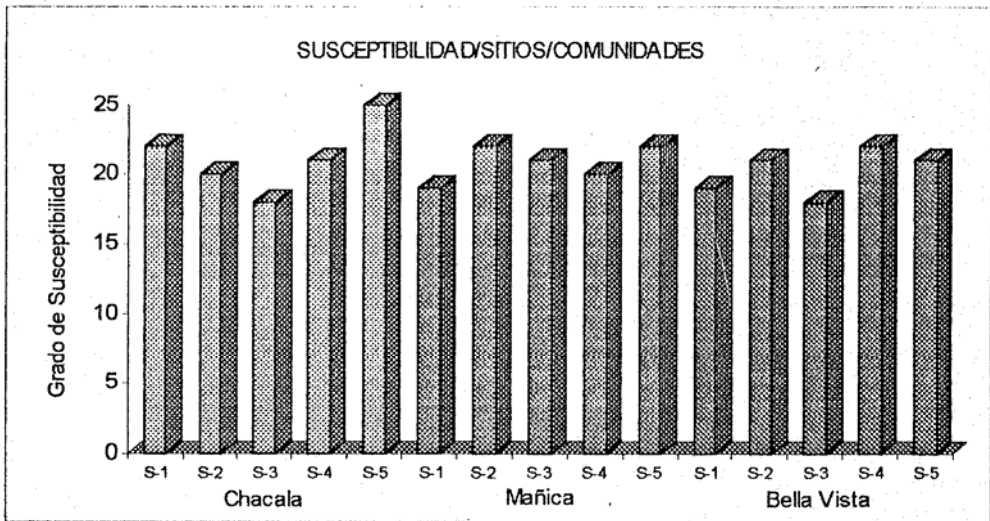


Figura 6.10: Grado de susceptibilidad de los 5 Sitios (S) evaluados en cada comunidad.

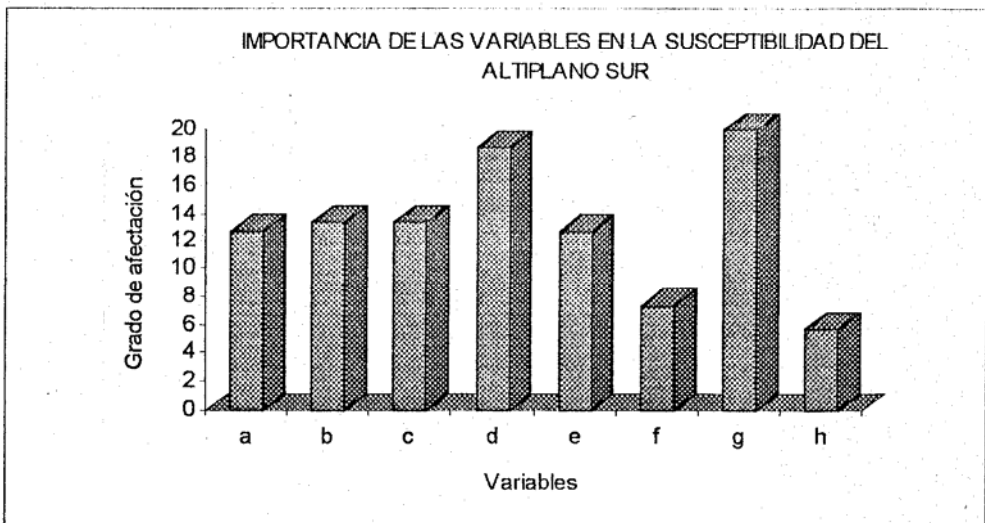


Figura 6.11: Importancia de las variables (factores y procesos) en la susceptibilidad del subsistema natural: a) Pendiente, b) Agresividad de lluvias, c) Granizadas, d) Densidad de la cobertura vegetal, e) Tipo de superficie sin vegetación, f) Drenaje, g) Humus, h) Fuego.

Percepción del deterioro del subsistema natural en las comunidades de estudio por los comuneros

Un indicador del estado de degradación del medio en esta región altiplánica, es también la expresión psicológica de sus habitantes, que se manifiesta en forma de preocupación, desmoralización y angustia generalizada. Pues, ellos son fieles testigos de estos cambios que se han ido presentando en los últimos 20 años, además, constituyen los principales actores que dieron inicio a los procesos de desertificación, aunado a los del clima. De las entrevistas se obtuvieron apreciaciones del estado anterior y actual del medio, que son presentadas en la siguiente secuencia de Tablas.

Tabla 6.17: Estado de la vegetación original en alrededores de la comunidad, según los comuneros.

COMUNIDAD	VEGETACION ORIGINAL
CHACALA	En la pampa había más tholares La vegetación era más continua Las plantas eran más verdes Las plantas eran más grandes El bofedal era más grande y verde
MAÑICA	La vegetación estaba mejor desarrollada Las plantas eran más grandes La vegetación era más densa
BELLA VISTA	Había más plantas La yareta era abundante Las plantas eran más verdes La vegetación era más densa Los tholares eran más altos El bofedal era más verde

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Tabla 6.18: Tiempo de recuperación de un Tholar.

COMUNIDAD	TIEMPO DE RECUPERACION (años)	ESPECIES PIONERAS
CHACALA	2 - 3	Paja brava (<i>Festuca sp</i>) Sicuya (<i>Stipa ichu</i>) Qiruthola (<i>Parastrephia sp</i>) Nacathola (<i>Baccharis sp</i>)
MAÑICA	8 - 15	Añawuaya (<i>Adesmia sp</i>) Lampaya (<i>Lampaya sp</i>) Qiruthola (<i>Parastrephia sp</i>) Kisca (<i>Junellia sp</i>)
BELLA VISTA	2 - 5	Añawuaya (<i>Adesmia sp</i>) Chajlampa (<i>Chuquiraga sp</i>) Tara (<i>Fabiana sp</i>)

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Tabla 6.19: Causas de la degradación de la vegetación natural.

COMUNIDAD	CAUSAS DE DEGRADACION
CHACALA	Mayor crecimiento de las áreas de cultivo Destholado Sobrepastoreo
MAÑICA	Ampliación de la frontera agrícola Extracción de leña (cuartel militar) Sequía
BELLA VISTA	Ampliación de los cultivos Extracción de leña (cuartel militar) Sobrepastoreo

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Tabla 6.20: Percepción sobre cambios en el Ambiente.

COMUNIDAD	CLIMA	DISPONIBILIDAD DE AGUA
CHACALA	Vientos más fuertes y seguidos Faltan las lluvias Hay mayor evaporación del agua	Reducción del caudal del río Antes cuando venteaba o se nublaba en las cabeceras, el río aumentaba
MAÑICA	Heladas más fuertes y seguidas Hace más frío Hay mayor sequía Vientos más fuertes (Jul, Ago, Oct) Retraso de las lluvias Mayor insolación Disminución de las nevadas Granizadas frecuentes en la época de lluvias	Reducción del caudal de las vertientes Menos ojos de agua
BELLA VISTA	Mayores heladas Menos nevadas Faltan lluvias Vientos más fuertes Atraso de las lluvias	Disminuyo un poco el caudal del río

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

Como se puede apreciar en las Tablas hay una concordancia general sobre la problemática en las tres comunidades y una clara aceptación de la co-responsabilidad que implicó el accionar de los mismos habitantes en todos estos cambios en el ecosistema.

Entre las principales amenazas identificadas tanto para el ecosistema como para los cultivos, figuran las siguientes: sequía, heladas, viento, mecanización de las actividades agrícolas, agresividad de las lluvias, presencia de granizadas, ataque de plagas, erosión en sus dos manifestaciones (eólica e hídrica), fuego, arenales, uso excesivo de los recursos naturales (agricultura y ganadería), salinización y aridización entre otras.

Dinámica de los procesos de desertificación

Los procesos de desertificación, se perciben por los cambios espaciales de las diferentes unidades identificadas, según los periodos de tiempos analizados.

Las variaciones aproximadas espacio-temporales, evaluadas mediante la fotointerpretación (fotografías aéreas 1:50.000, 1965) y el trabajo de campo realizado, en el periodo 1965 - 1996, se presentan en el mapa de vegetación y uso de la tierra. En el mismo, se puede observar un amplio crecimiento de la frontera agrícola o áreas de cultivo, que han desplazado principalmente a los tholares y matorrales espinosos bajos.

Logran su expansión mayormente en las pampas, como se puede observar en Mañica y Chacala. En Bella Vista observamos su avance hacia las laderas, desplazando a la cobertura vegetal original existente a pequeños relictos. Por otro lado, también evidenciamos que esta última comunidad, en 1965 (según las fotografías aéreas), presentaba una mayor superficie de cultivo que las otras dos comunidades.

Este reemplazo de la cobertura vegetal original por parcelas de cultivo, como ya fue mencionado anteriormente, se intensifica con la introducción del tractor a inicios de los años '70, quedando una gran superficie de suelo desnudo, sin cobertura vegetal que los proteja de las inclemencias climáticas, tales como, los vientos y las lluvias. Aspecto que es favorecido por las características texturales de los suelos (más del 70% de su textura corresponde a arenas).

En este sentido, el crecimiento de áreas arenosas, se intensifica y no solo se limita la presencia de las mismas en las playas de los ríos, sino, que se desplazan hacia las pampas y laderas dada la escasez de barreras naturales, como la cobertura vegetal, que pueda retenerla. Por otro lado, la ocurrencia de tormentas de polvo igualmente se ve intensificada.

Esta dinámica de los procesos de desertificación, que inicialmente tuvieron sus orígenes en la intensificación de las actividades antrópicas con tecnologías inadecuadas y aunado a ello las características áridas de la región, en los últimos años, adquiere una mecánica propia de retroalimentación que incide en un progresivo avance de los mismos, impactando con mayor fuerza sobre el sistema instalado en la región.

Variación de la cobertura vegetal en relación al uso de la tierra

La cobertura vegetal se encuentra en función de la dinámica del uso de la tierra (agrícola y ganadero), grandes superficies de vegetación natural pueden verse afectadas por el incremento e intensificación del uso de la tierra o restituirse en caso del retroceso de las actividades que implican el mencionado uso. Este comportamiento de avance-retroceso, juega un papel importante en la dinámica de los procesos de desertificación.

En este sentido el monitoreo cartográfico, constituye una herramienta importante para el análisis del mencionado comportamiento. En el mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra elaborado para las tres comunidades con este fin, se distinguen claramente las siguiente unidades:

Tholar (Th); Arbustal siempreverde, muy resinoso, con alturas que no superan los 1.5 m, constituye la vegetación original de la puna. Se encuentra dominado por especies como *Parastrephia lepidophylla*, *Parastrephia quadrangularis*, *Baccharis incarum* y *Fabiana densa*. Se observan algunas diferencias específicas y de abundancia entre comunidades, como ser *Fabiana squamata* y *Fabiana cf bryoides* que sólo se registraron en Bella Vista y *Baccharis cf Pflanzii* sólo en Mañica y Bella Vista, así también, la mayor presencia de *Parastrephia lucida*, *Senecio graveolens*, *Lamapaya castellani* y *Chuquiraga atacamensis* ocurre en estas dos comunidades, por el contrario en la comunidad de Chacala, dominan *Parastrephia lepidophylla* y *Baccharis incarum*.

Esta unidad vegetacional, se ubica principalmente en la pampa, con suelos normalmente franco arenosos, arenosos y arenosos franco (*Parastrephia spp*, *Baccharis spp*), también arcillo-limosos (*Fabiana spp*, *Chuquiraga atacamensis*); y en las laderas, con *Senecio graveolens*, *Baccharis boliviensis*, *Baccharis cf pflanzii*, *Chersodoma jodopappa* y *Atriplex imbricata*, cuyos suelos son arcillo-arenosos con abundante presencia de pedregosidad (grava). Esta unidad se encuentra muy afectada por las actividades agrícolas y la extracción de leña, su restitución se torna lenta por estas presiones. Más bien hay tendencia a su reemplazo por otra unidad vegetal.

Pastizal (Pz); esta unidad, segunda en importancia en el área, esta formada por gramíneas amacolladas, cespitosas y aspecto seco. Se presenta igualmente en suelos arenosos de las pampas y laderas, corresponde a una vegetación secundaria

o sucesional de los tholares reemplazados, en el caso de las pampas. Mientras que en las laderas altas constituyen la vegetación primaria. El pajonal en la pampa, es sinónimo para los campesinos, de suelo pobre o degradado.

Están formados por *Festuca orthophylla*, *Stipa ichu*, *Stipa papposa*, *Stipa inconspicua*, y en menor proporción concentrados en los cursos de agua, está *Cortaderia sp.*, *Bromus catharticus*, *Hordeum muticum*, entre otros. Dominan en las laderas altas y solo en Mañica y Bella Vista, *Stipa ichu* y *Stipa papposa*, y en Chacala se observan principalmente *Festuca orthophylla*, *Stipa ichu* y *Cortaderia sp* en las pampas. Cabe destacar la presencia de *Festuca orthophylla* solo en esta última comunidad.

La ganadería es la principal actividad que se desarrolla en esta unidad.

Matorral espinoso bajo (Meb); Esta unidad, se distribuye, principalmente en las laderas (bajas, medias y altas), en suelos poco profundos, muy pedregosos y/o arcillosos. En las pampas se los observa, como vegetación secundaria, en suelos compactados o deflacionados por efecto de la erosión eólica.

Está formado por especies espinosas, de porte pequeño no más de 70 cm de altura, y algunas semicaducifolias con raíces muy profundas. Entre las principales especies tenemos a *Adesmia horrida*, *Adesmia spinosissima*, *Tetraglochin cf. cristatum*,

Junellia seriphioides y *Chuquiraga atacamensis*. Igualmente, la ocurrencia de estas especies varía según la comunidad, por ejemplo, *Adesmia horrida*, *Tetraglochin cf. cristatum* y *Junellia seriphioides* son dominantes en Chacala, mientras que, *Adesmia spinosissima* y *Chuquiraga atacamensis* lo son en Bella Vista. Por otro lado, Mañica sobresale en la presencia de cactáceas, tales como *Lobibia sp* y *Trichocereus sp*.

Es la unidad más afectada por el crecimiento actual de la frontera agrícola. Por otro lado, su recuperación ante el intenso ramoneo observado (principalmente por llamas), está en función del tiempo que se le deje descansar.

Bofedal (Bf); Son vegales, que se forman en áreas donde la napa freática es muy superficial y favorece el desarrollo de una vegetación graminoide continua, pulvinada y siempre verde, con estacionalidad por efecto de las heladas.

Dominan especies, como: *Distichlis humilis*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Hordeum andicola*, *Oxychloe sp*, entre otras. Al igual que los tholares, esta unidad es la más impactada, en este caso por la ganadería. Se observa una sobrecarga de animales y una rotación muy corta que no permite su reestablecimiento.

Esta unidad sólo existe en las comunidades de Chacala y Bella Vista. Los bofedales de Chacala presentan un deterioro preocupante.

Áreas de cultivo (C); Actualmente, constituye la unidad más importante, dado su acelerado crecimiento. Corresponde a las áreas de cultivo de la quinua (de uso actual y en descanso), se encuentran ampliamente distribuidas en las pampas, por la mayor superficie de las mismas y en menor proporción en laderas. Sin embargo, en las comunidades de Bella Vista y Chacala los cultivos en laderas son importantes por la mayor presencia de las mismas en ambas comunidades.

Los suelos son predominantemente arenosos, tanto en pampa como en laderas, con variaciones, a arcillosos y limosos, pequeñas. La presencia de pedregosidad es importante en Bella Vista. Son las áreas más afectadas por la erosión eólica.

Esta unidad, dada sus características de uso y manejo, se torna en un componente promotor de los procesos de desertificación. El reestablecimiento de cobertura vegetal original en estas áreas se dificulta por las actividades antrópicas realizadas en las mismas y por las particularidades del clima regional.

Según el mapa de vegetación y uso de la tierra, observamos que desde 1965 (año de las fotos aéreas empleadas en su elaboración) hasta la actualidad, estas áreas se han extendido considerablemente.

Arenales (A) y Afloramientos rocosos (Ar); Estas unidades, se hallan representada por la presencia de dunas, áreas rocosas, y áreas desprovistas completamente de vegetación, dada su degradación. Muchas de ellas se hallan relacionadas con las áreas de cultivo.

Se distribuyen mayormente en las pampas y en menor proporción en las laderas. Al igual que la anterior unidad constituyen en las áreas que han sufrido un crecimiento considerable, produciendo el retroceso de las demás unidades vegetales.

Impactos sociales de la desertificación

Como no podía ser de otra manera, la degradación del medio, además, de los trastornos ecológicos que genera, puede redundar en la economía de la población local, generando mayores índices de pobreza y malestar social (migración), aspectos que se manifiestan en:

- * Disminución del nivel y calidad de vida, expresado en la mayor pobreza de las comunidades, cuyos indicadores son, el incremento de la producción solo para autoconsumo, falta de servicios básicos, hacinamiento, insalubridad, falta de estímulos socio-culturales.
- * Mayor dependencia de los recursos naturales. Al reducirse el poder adquisitivo familiar (para la compra de combustibles y medicina) por los bajos ingresos económicos, debido a pérdidas en la producción tanto agrícola como ganadera.
- * Reducción de la mano de obra, debido a la migración. Las condiciones "marginales" de la región ha expulsado en los últimos años principalmente, a población joven económicamente activa.
- * Débil vínculo económico con los mercados potenciales. El incremento de la inseguridad productiva, debido al desorden ecológico, redundando en la disminución de la cantidad y calidad de los productos generados en la región, desfavoreciendo su estabilidad en los mercados nacionales y promoviendo una mayor dependencia hacia los mismos.
- * Migración temporal y/o permanente. Debido a la creciente escasez de oportunidades y condiciones adecuadas de vida, además, de la inseguridad productiva, se genera en la región un abandono paulatino de los pueblos por parte de sus habitantes, en muchos de los casos permanente, en busca de mejores perspectivas (Tabla 6.21). Es común, encontrar una mayor población de ancianos e infantes en las comunidades y una ausencia casi total de jóvenes. Este fenómeno, disminuye la calidad del manejo de los cultivos y el ganado, pues, se observa incluso a mujeres embarazadas y niños en edad escolar, en tareas agropecuarias.

* Aculturación y pérdida de conocimientos ancestrales sobre el manejo del medio. Una de las consecuencias de la migración temporal en la zona, es la aculturación de la población emigrante y consecuentemente la erosión de los conocimientos tradicionales del manejo de los agrosistemas, aspecto que se observa principalmente en la población joven o activa.

En la siguiente Tabla, observamos algunas características de la migración en las comunidades de estudio.

Tabla 6.21: Migración poblacional, como consecuencia de años malos en la producción de quinua.

COMUNIDAD	Migración Familiar		Motivos Principales (%)		Lugar de Destino (%)	Tiempo de Permanencia afuera
	SI (%)	NO (%)	Trabajo	Est.		
CHACALA	35.76	64.24	40	60	Uyuni 40	Los estudiantes anualmente, Trabajadores 1-3 meses (May-Jul, Oct-Dic)
	Padres 20 Hijos 80				Albañil Chofer Domésticas	
MAÑICA	42.16	58.84	35	65	Uyuni 35	Los estudiantes anualmente, Trabajadores 1-5 meses (May-Ago, Oct-Feb)
	Padres 46.4 Hijos 53.6				Albañil Peón Domésticas	
BELLA VISTA	95.4	4.6	92.8	7.2	Chile 55.5	Trabajadores 1-3 meses (Jun-Ago), 3-6 meses (Oct-Feb), 2 a más años, y Permanentemente los estudiantes
	Padres 78.5 Hijos 21.5				Albañil Peón Chofer Domésticas	

FUENTE: ENTREVISTAS PROPIAS (1996)

La mayor incidencia migratoria en las comunidades de Bella Vista y Mañica se debe al mayor deterioro de los territorios de ambas comunidades, así como, a su mayor proximidad con Chile.

Algunas orientaciones para el control de la desertificación

A continuación, se presentan algunas pautas que podrían mitigar o controlar a los procesos de desertificación.

En la literatura existe un gran número de estrategias propuestas para el control de esta problemática, que varían de sofisticadas a simples, dependiendo del país que se trate. Sin embargo, una propuesta debe estar enfocada hacia una realidad en particular, debe ser ecológica, económica y socialmente viable. Mejor si estas soluciones surgen de las mismas comunidades que se ven afectadas.

La experimentación, es un factor importante para el éxito de una propuesta. Por ejemplo, en el caso particular de nuestra región de estudio, se ha intentado introducir varias alternativas de solución de paquete, sin la verificación de su viabilidad. Obviamente, el fracaso acompañó a estas alternativas, principalmente porque los mismos comuneros no la aceptaron, o fueron muy reacios a ellas (v.g. la reforestación).

Un factor importante en el Altiplano Sur, que limita grandemente el planteamiento de una diversidad de alternativas para el control de la desertificación, es su condición físico-ambiental. No es sencillo plantear aventuradamente, algunas prácticas que puedan dar soluciones a corto o incluso a mediano plazo. De este modo es importante, iniciar trabajos de experimentación o readaptación de algunas prácticas de conservación, así como, la coparticipación de la población sin la cual ningún planteamiento llegaría al éxito esperado.

Desde ya, algunos investigadores que trabajan en el Altiplano Norte, mencionan que dadas las características de estos ecosistemas, la agricultura comercial debería ser suplantada por la ganadería, puesto que estas regiones sólo son propicias para estas actividades. Ahora, estas propuestas son para el Altiplano Norte, el cuál presenta condiciones mucho más favorables que el Sur, entonces qué podríamos decir de las grandes extensiones de cultivos existentes en el Altiplano Sur. Por supuesto, esto no es una alternativa viable socialmente en nuestra región, pues un colapso socioeconómico sería contundente, por ejemplo en Mañica, donde la gran mayoría de la población solo se dedica a la agricultura.

Sin embargo, cabe destacar los trabajos que viene realizando PROQUIPO (O.N.G.), ya que esta institución está trabajando en coparticipación campesina en la búsqueda de soluciones viables a corto plazo, como ser un mayor incentivo a la producción ganadera, organizando ferias para la venta de los mismos, mejorando las áreas de pastoreo y la elaboración de productos secundarios; construcción de canales de microriego y aprovisionamiento de agua para el consumo local; y mejoramiento de la infraestructura comunal, como ser arreglo de escuelas, postas sanitarias y mejoramientos de caminos, entre otras actividades más.

Por su parte, otra de las instituciones importantes en el área, que viene trabajando desde hace muchos años con los campesinos en el asesoramiento de actividades agronómicas, es el IBTA (O.G.). Esta institución ha realizado algunas experiencias sobre el manejo de los suelos, control adecuado de plagas, fertilización de los suelos con abonos orgánicos o químicos, selección de variedades de quinua y liberación de clones resistentes a la sequía y las heladas, entre otros. No obstante, la falta de continuidad de estos trabajos es un aspecto negativo, que genera desconfianza por parte de los comuneros

En general todas estas actividades tienen como fin mejorar las oportunidades, así como la calidad y el nivel de vida de los habitantes.

Ante tales antecedentes, por nuestra parte presentamos algunas orientaciones, que tal vez no han sido consideradas por estas instituciones, y que podrían enriquecer aún más sus planes operativos (Figura 6.22).

Tabla 6.22: Alternativas para el control de los procesos de desertificación en el Altiplano Sur.

PROBLEMAS	SOLUCIONES
Escasez de agua	Mejorar el aprovisionamiento de agua de lluvias, Conservación del agua en depósitos, Reducción de la evaporación mediante el uso de leñosas como cortinas rompevientos.
Mala gestión de cultivos en un año seco	Manejo del escurrimiento, Rescate de técnicas culturales tradicionales, Conservación de suelos mediante la plantación de leñosas en curvas de nivel, Métodos de riego mejorados.
Erosión del suelo	Prácticas de conservación de suelos, Conservación de la humedad del suelo (mulching), Repoblamiento con vegetación nativa o aportadores de abundante materia orgánica y/o fijadoras de Nitrógeno, Fertilización orgánica o química, Establecimiento de cortinas rompevientos con especies de uso múltiple, Rugosamiento del terreno, Control demográfico del ganado.
Reducción de la producción	Riego, Gestión del escurrimiento, Aprovisionamiento de agua, Conservación de suelos, Fertilización, Manejo de los suelos en descanso, Cercado de las parcelas con vegetación natural. Manejo de las áreas de pastoreo, Gestión de los corrales, Razas mejoradas.
Escasez y mal uso del combustible	Reforestación, Uso de la energía solar, Energía eólica, Conservación de energía mediante cocinas especiales (Lorena). Mejorar el aprovisionamiento de gas.

A MANERA DE CONCLUSION

Después de haber analizado el sistema de producción en estudio, así como los impactos provocados por la desertificación, presentamos las siguientes síntesis y conclusiones:

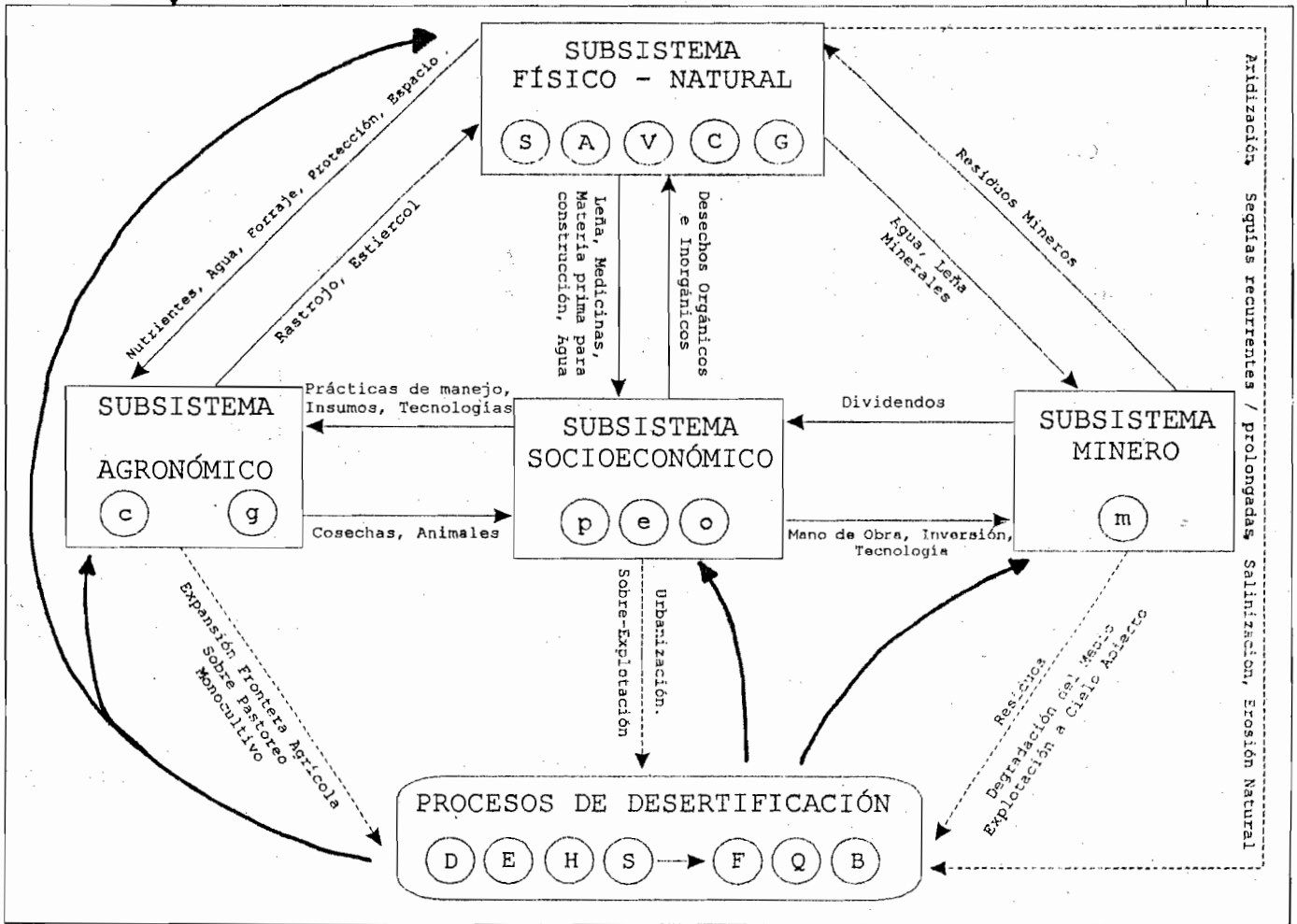
1. La desertificación en la región estudiada, desencadenada a través de procesos tanto físicos como antrópicos, presenta como el factor más impactante a la mecanización de las actividades agrícolas, que en los últimos años ha influido en la producción regional de quinua, las actividades ganaderas y en el componente social de las comunidades humanas involucradas. Por otro lado, posiblemente en el clima local por modificaciones en el albedo, debido a la mayor presencia de suelo desnudo expuesto a las altas radiaciones.

2. El enfoque sistémico de la investigación también nos ha permitido obtener los insumos necesarios para el diseño de un modelo esquemático del sistema Salar de Uyuni. Sin embargo, es necesario actualmente formalizar toda esta información en un modelo de simulación estructural y dinámico. En la Figura 7.1, se presentan esquemáticamente los subsistemas Socioeconómico, Agronómico y Físico-Natural, así como, las interrelaciones entre sí y con los procesos de desertificación.

El modelo, como en todo sistema abierto, presenta flujos de entrada y de salida, los cuales dependiendo de sus características, impactan positiva o negativamente en la estructura del mismo. En este sentido los flujos de salida dependen en cierto modo de los efectos que los flujos de entrada produjeron dentro del sistema.

Energía
Material
Genético (Cultivos, animales)
Transporte
Información: (Paquetes Tecnológicos, Demanda de Productos Políticos de Mercado)
Importación Alimentos
Vestimenta y otros

Energía
Producción Agropecuaria
Productos Elaborados
Fuerza de Trabajo - Migración
Excedente Económicos (Ahorros)
Minerales
Impactos de la desertificación



- | | | |
|----------------|------------------|-------------------------------------|
| (S) suelo | (p) población | (D) Degradación Cobertura Vegetal |
| (A) agua | (e) economía | (E) Erosión Eólica |
| (V) vegetación | (o) organización | (H) Erosión Hídrica |
| (C) clima | | (S) Salinización |
| (G) geología | | (F) Degradación Física del Suelo |
| | | (Q) Degradación Química del Suelo |
| (c) cultivos | | (B) Degradación Biológica del Suelo |
| (g) ganado | | |
- S. Natural
 S. Agropecuario
 S. Socio-económico
 Procesos de Desertificación
 Impactos de la desertificación

Figura 7.1: Modelo esquemático del sistema Salar de Uyuni, interrelaciones entre subsistemas y con los procesos de desertificación.

A continuación se sintetizan las características del sistema:

- Frontera; que corresponde a las geográficas (áreas de estudio), y a las conceptuales (disponibilidad de información, tanto primaria como secundaria de cada subsistema definido, así como, la organización de la misma evitando solapamiento entre componentes).
- Componentes; se refieren a los subsistemas Físico-Natural, Agronómico y Socioeconómico. Son presentados también, los subcomponentes de cada subsistema.
- Interrelaciones entre subsistemas; expresados por los flujos, factores y procesos, que se crean según el comportamiento dinámico del sistema, tanto espacial como temporal. Las relaciones definidas son de intercambio.
- Condiciones de contorno; se refieren a los flujos de entrada y salida del sistema.

3. Del análisis de las interrelaciones entre componentes del sistema, podemos detectar como efectos o condiciones negativas más impactantes, producto de los procesos de desertificación, a los siguientes factores que son presentados sucintamente a continuación (ver Figura 7.2):

- a) Condiciones negativas del **subsistema natural** sobre el **agronómico**:

NA1 Deterioro del sistema hidrológico
NA2 Deterioro de los suelos (físico y biológico)
NA3 Efecto de las fluctuaciones climáticas
NA4 Deterioro de la cobertura vegetal
NA5 Erosión eólica

- b) Efectos negativos del **subsistema agronómico** sobre el **natural**:

AN1 Mayor demanda de agua
AN2 Mayor demanda de fertilizantes naturales
AN3 Efectos por el uso de tecnologías inadecuadas
AN4 Mayor demanda de espacio geográfico
AN5 Mayor demanda de forrajes

c) Condiciones negativas del **subsistema socioeconómico** sobre el **agrónómico**:

- SA1 Insumos exagerados (descontrol en los mismos)
- SA2 Prácticas de manejo inapropiadas
- SA3 Alteración de la tenencia efectiva de la tierra
- SA4 Formas de organización campesina inadecuadas para la producción
- SA5 Aculturación
- SA6 Pérdida de conocimientos tradicionales

d) Impacto del **subsistema agrónómico** sobre el **socioeconómico**:

- AS1 Migración
- AS2 Proletarización
- AS3 Disminución de alternativas alimenticias
- AS4 Deterioro del nivel y calidad de vida
- AS5 Reducción del poder adquisitivo

e) Efectos negativos del **subsistema socioeconómico** sobre el **natural**:

- SN1 Obras de infraestructura no reguladas
- SN2 Mayor demanda de leña
- SN3 Malas políticas de distribución de aguas
- SN4 Mayor demanda de materia prima
- SN5 Monoproducción
- SN6 Mayor aporte de desechos inorgánicos

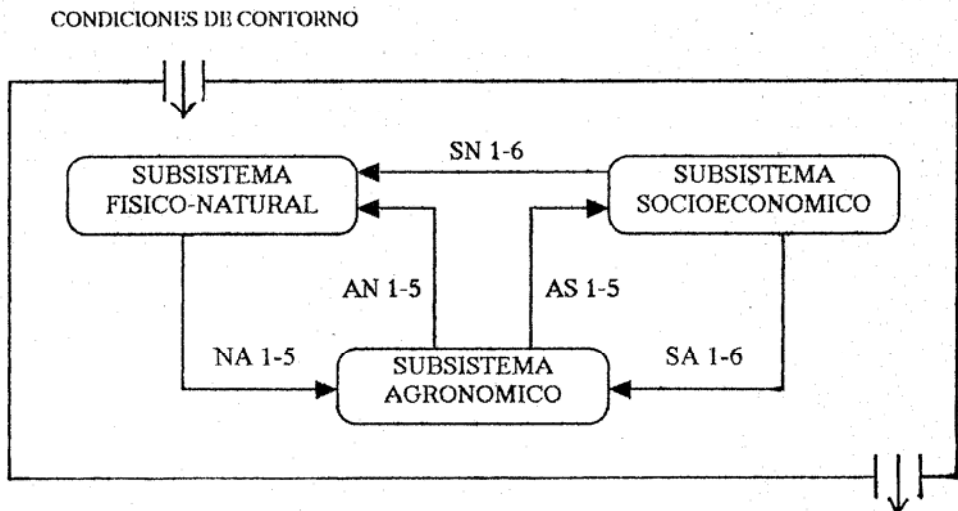


Figura 7.2: Interrelaciones negativas en el sistema.

4. Del análisis de la evolución del sistema, pudimos diferenciar claramente periodos o fases que el mismo presentó a lo largo del tiempo, así llegamos a la conclusión de que estos periodos o fases por los que atravesó nuestro sistema hasta llegar al actual, fueron los siguientes:

El sistema original; que corresponde al existente antes de los asentamientos humanos en la región.

El sistema tradicional (1840 - 1970); corresponde al instalado por las comunidades aymaras y quechuas, con predominancia de actividades ganaderas, una agricultura diversificada de subsistencia, y una organización comunal y laboral de la fuerza de trabajo en ayllus.

El sistema tecnificado (1972 - 1983); resalta por la introducción de maquinaria agrícola para la producción de quinua, dado el auge comercial de este producto, que además inserta a estas comunidades directa o indirectamente en el mercado nacional e internacional. Por otro lado, se relega la actividad ganadera a un segundo plano, se presenta un auge económico dado los buenos rendimientos del cultivo y la estabilidad de los precios de la quinua en el mercado nacional, y el ecosistema es considerablemente artificializado. El proceso que ha tenido lugar se puede calificar como de ruptura y transición de un estilo agroproductivo netamente tradicional a uno moderno.

La ruptura parcial de este estilo de producción y su transición a un estilo moderno implicó una mestización entre ambas tecnologías. Este aspecto se tradujo en el predominio del monocultivo de la quinua, la introducción de una alta mecanización y una organización agroempresarial de trabajo orientado hacia el logro de una alta productividad independientemente de los costos sociales y ambientales.

El sistema reciente o actual (1984 - 1996); producto del anterior periodo o fase, se caracteriza por su degradación debido al uso intensivo dado anteriormente y a la mayor recurrencia de los eventos ENSO; lo cual se manifiesta en la merma considerable del rendimiento de los cultivos, principalmente de la quinua; procesos

fuertes de erosión eólica, como consecuencia de la intensa destrucción de la cobertura vegetal; sequías recurrentes y prolongadas; intensificación de heladas; mayor ataque de plagas; mortalidad del ganado por escasez de forrajes; e, inestabilidad socioeconómica, dado el desequilibrio negativo entre los ingresos y egresos en la unidad familiar, que produce migración en busca de mejores condiciones de vida. En general los tres subsistemas considerados se ven seriamente afectados tanto estructuralmente como en los flujos que los interrelacionan.

En resumen podemos concluir, que la evolución del sistema en general fue fuertemente influenciada por la manipulación de sus condiciones de contorno, por ejemplo, el cambio tecnológico y cultural, que redundó además, en la activación de los procesos de desertificación.

En este sentido una herramienta importante empleada en la predicción de las tendencias o perspectivas de un sistema en el futuro, es la modelización estructural y dinámica del mismo, que permite realizar simulaciones y predicciones.

En nuestro caso particular, el enfoque sistémico de la investigación, generó interrogantes que podrían constituir la base conceptual para la formalización de un modelo de simulación del sistema y de los procesos de desertificación, ellas son:

¿La modelización dinámica de los procesos de desertificación, nos permitirá manejar el problema hacia un desarrollo sostenible? ¿Es factible revertir el sistema actual disminuyendo los impactos ambientales y sociales? ¿Qué "insumos" o "subsídios" (ecológicos, sociales, tecnológicos) son claves para tornar este sistema abierto en desequilibrio a otro con mayor equilibrio? ¿Cuál es la elasticidad del sistema respecto a sus condiciones de contorno? ¿Cuál será el futuro de nuestro sistema?

Los cuestionamientos son muchos y con la presente investigación esperamos haber aportado con los insumos necesarios para la modelización del sistema productivo quinero del Altiplano Sur y los impactos negativos generados en el mismo, de este modo precisar su comportamiento y dinámica tanto espacial como temporal. Por otro lado, también esperamos haber aportado al conocimiento de este ecosistema puneño, sus características particulares tales como el clima,

la vegetación, los suelos; los componentes antrópicos y productivos insertos; y principalmente el problema de la desertificación y sus connotaciones.

En los títulos de varios capítulos de la presente investigación, se plantean interrogantes claves, dejamos al lector que en función de su interpretación deduzca sus respuestas.

5. Algunas conclusiones breves:

- * Interferencias externas, tanto naturales como antrópicas (climáticas y tecnologías incorporadas por organismos estatales y/o los propios comuneros), desestabilizaron el sistema, incrementando su fragilidad. Se evidencia la influencia de los eventos ENSO en el clima regional.
- * La desertificación se activa por la intensificación de variables exógenas, tales como el cambio de tecnología productiva y los eventos ENSO. Por otro lado, debido a desórdenes producidos a nivel interno de los subsistemas, principalmente en el agronómico y natural.
- * Como señala García (1988b), para la Comarca Lagunera en México, en nuestro caso particular también la desertificación y las transformaciones del sistema, no son resultados de la indigencia campesina o de la escasez de recursos, sino, de las políticas inadecuadas de producción insertas en el sistema (gubernamentales y privadas).
- * El análisis realizado en las tres comunidades muestra que el cambio tecnológico y la extensión del cultivo de la quinua ha conducido a un doble proceso. Se produce un deterioro del medio físico, debido a la aplicación de una tecnología orientada exclusivamente hacia una mayor rentabilidad en un corto plazo. A ello debe agregarse el retroceso efectivo de la producción agropecuaria. Sin embargo, este problema no se resolverá solamente aumentando las áreas de producción, sino mejorando la calidad del producto concorde a las exigencias del mercado tanto nacional como internacional y no así la

superficie de las áreas de cultivo. El deterioro de los ecosistemas, producido por una explotación intensiva del medio físico, aparece hoy como la mayor limitante en la producción de quinua, camélidos y ovinos.

- * Son más importantes los procesos antrópicos de desertificación (degradación de la cobertura vegetal, erosión eólica, degradación física de los suelos) que los naturales o climáticos (eventos ENSO), sin embargo, éstos últimos redundan en una mayor fragilidad del ecosistema a su explotación por el hombre.

- * Producto del auge económico y productivo de la quinua, las condiciones económicas y el nivel de vida, en general, mejoraron en la década de los años 70 y 80. Sin embargo, actualmente tales beneficios, están presentando un costo social y ambiental elevado. Hay migración, escasez de mano de obra, mecanización agrícola también para suplir la falta de obreros, mayor presión sobre el ecosistema.

- * La inestabilidad de los rendimientos de los cultivos, principalmente el de la quinua, aunado a los efectos negativos del clima regional, están produciendo un deterioro paulatino de la economía familiar, pues los costos de producción tienden a incrementarse y los ingresos económicos a disminuir, situación que afecta mayormente a las familias pobres. Estos aspectos producen inseguridad al futuro del sistema.

- * La producción de quinua con tecnología tradicional, asegura rendimientos estables de 8 a 10 qq/ha, aspecto que por otro lado, favorece a la sostenibilidad del sistema dado los pocos insumos empleados y la labranza mínima del suelo realizada, lo cual es favorable para el ecosistema. Mientras que la producción con tecnología contemporánea, ofrece rendimientos óptimos solo por un margen corto de tiempo y luego descienden a cifras insostenibles para el agricultor, por lo que la inversión en insumos para el mantenimiento de los buenos rendimientos de la producción, se incrementan a cifras económicas que a la larga harán peligrar la economía familiar e incidir con mayor fuerza en los procesos

migratorios y en el deterioro del ecosistema por la mecanización de la producción, empleada supuestamente para mejorar los rendimientos.

* Dada la internacionalización del mercado de la quinua, la demanda se ha incrementado y por ende la producción, generando impactos tanto ecológicos como sociales por el descontrolado crecimiento de las zonas de cultivos. Este elevado costo ambiental y social, debería ser compensado por políticas de apoyo a la producción tradicional y de este modo asegurar la sostenibilidad de la producción de quinua y el abastecimiento al mercado internacional. Caso contrario el sistema productivo del Altiplano Sur, por las características ecológicas y sociales que presenta tenderá al colapso.

* La ganadería, representa otra alternativa para la economía familiar, las condiciones del Altiplano Sur son más favorables para esta actividad, y la calidad de las variedades de camélidos existentes en la región son las mejores del país. La organización de ferias ganaderas campesinas proyecta la producción al mercado nacional, el cual en los últimos años ha crecido dada la mayor demanda de carne de llamas por el menor contenido de colesterol que poseen, respecto a la carne de res y ovinos.

En la presente investigación esperamos haber sido claros en los planteamientos de la problemática en estudio y que los principales beneficiarios de la presente tesis sean los habitantes del Altiplano Sur.

BIBLIOGRAFIA.

- ARGOLLO, J.; P. MOURGUIART. 1995. Los climas cuaternarios de Bolivia. En: *Cambios Cuaternarios en América del Sur*. Argollo & Mourguiart, Eds., 135-155, 1995.
- ARONI, G. & J. COSSIO (Eds.). 1995. Memorias del Seminario Taller "Oferta Tecnológica para el cultivo de la quinua y Transferencia de Tecnología". Uyuni, Bolivia (18-22 Febrero de 1995). IBTA. La Paz.
- ARONI, G. 1995. Estudio de comportamiento de liebres. Informe Anual 1994-1995. IBTA. Uyuni.
- ARONI, J.C. 1995. Costos de Producción en el Cultivo de Quinua. Mañica, Nor Lipez, Dpto. Potosí. En: *Seminario Sobre Investigación, Producción y Comercialización de la Quinua*.
_____ 1995. Mejora de la calidad del producto cosechado. Ajuste de trilladora Vencedora. Informe Anual 1994-1995. IBTA. Uyuni.
- BALLIVIAN, O. & F. RISACHER, 1981. *Los Salares del Altiplano Boliviano. Métodos de estudio y estimación económica*. UMSA-ORSTOM. 246 p.
- BARRY, R. y R. CHORLEY. 1987. *Atmosphere, weather and climate*. 5ta. Edición. Methuen. 460 p.
- BAUMER, M. 1987. *Agroforesterie et désertification*. ICRAF, CTA. Wageningen, Pays-Bas. 260 p.
- BECK, S. 1985. Flórula Ecológica de Bolivia. En: *Ecología en Bolivia*, 6:1-14.
- BISWAS, M. & A. BISWAS (Eds.) 1980. *Desertification. Environmental Sciences and Applications*. Vol. 12. Pergamon Press. England.

- BOOTSMA A. 1976. Estimating minimum temperature and climatological freeze risk in hilly terrain. *Agricultural Meteorology*, 16: 425-443
- CABRERA, A. 1968. Ecología vegetal de la Puna. En: *Geoecología de las regiones montañosas de las Américas Tropicales*. Troll (Ed.). 223 p.
- _____ 1994. *Regiones fitogeográficas Argentinas*. Fascículo 1. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. De. ACME SACI. Buenos Aires. 85 p.
- CALLA, L. 1996. Aproximación etnográfica a la cubierta vegetal en Potosí. Proyecto FAO/HOLANDA/CDF, Potosí.
- CARDY, F. 1994. La Desertificación. En: *Nuestro Planeta*. PNUMA. Tomo 6, N°5.
- CID, 1994. *Bolivia. Anuario estadístico del sector rural 1993*. La Paz.
- CLAURE-PEREIRA & ASOCIADOS, 1991. *Estudio de Recursos Hídricos para el suministro de agua y saneamiento a la población dispersa del Departamento de Potosí*. Informe Final. Proyecto YACUPAJ, PNUD-BIRF-CORDEPO-USP. Potosí. 153 p. + anexos.
- CLOUDSLEY-THOMPSON, J.L. 1979. *El Hombre y la Biología de las Zonas Áridas*. Ed. Blume. 255 p.
- COCHEMÉ, J. & P. FRANQUIN, 1967. *An agroclimatology survey of semiarid area in Africa, South of the Sahara*. World Meteorological Organization. Geneva.
- CONAZA & SEDESO, 1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México (PACD-MEXICO). FAO- PNUMA. México. 160 p.
- CORDEPO, 1990. "Proyecto Quinua" Subregión Oeste - Potosí. N° 26, Abril/90.
- CHERNOVA, N. 1979. *Atmospheric transport of moisture and water balance of South America*. Moscú Nauka. 87 p.

- DUEK, J. 1982. Una nueva metodología para modelar la evaluación de impactos ambientales. CIDIAT. Mérida-Venezuela. 88 p + anexos.
- EARLS, J.; E. GRILLO; H. ARAUJO; J. KESSEL. 1990. *Tecnología Andina. Una introducción*. Hisbol. La Paz. 226 p.
- ELLENBERG, H. 1981. *Mapa simplificado de las Ecorregiones de Bolivia*. IE-UMSA. La Paz.
- ENABOR, E. 1987. Ecological Disaster in Nigeria: Drought and Desertification. En: *Ecological Disaster in Nigeria*. Sagua, V. et al (Eds.). Lagos, Nigeria. pp 1-9.
- ENFIELD, B. 1989. El niño, past and present. *Review of Geophysics*, 27: 159-187.
- ERTS-GEOBOL, 1982. Estudio integrado de los recursos naturales del centro y sud boliviano. "Informe Técnico". La Paz.
- ESPINDOLA, G. 1995. Evaluación de tolerancia a heladas. IBTA-PRONAQUI. Informe Anual 1994-1995. La Paz.
- FAO. 1984. Metodología provisional para la evaluación y representación cartográfica de la desertificación. Roma. 74 p.
- . 1993. *Desarrollo sostenible de tierras áridas y lucha contra la desertificación*. Posición de la FAO. Roma. 30 p.
- GANDIA, S.; J. MELIA, 1993. La teledetección en el seguimiento de los fenómenos naturales. *Climatología y Desertificación*. EUV-DT. Valencia, España. 200 p.
- GARCIA, R. 1988a. *Modernización en el agro: Ventajas comparativas para quién? El caso de los cultivos comerciales en el Bajío*. Monografía N° 8. IFIAS, UNRISD, CIEAIPN. México. 225 p.
- . 1988b. *Deterioro ambiental y pobreza en la abundancia productiva. El caso de la Comarca Lagunera*. Monografía N° 9. IFIAS, CIEAIPN. México. 139 p.

- _____ 1993. From Planning to Evaluation. A systems approach to agricultural development projects. Report N° 0431 May 1993. IFAD. 80 p.
- GEOBOL, 1990. Mapa geológico del Departamento de Potosí. La Paz.
- GOODALL, D. (Ed.), 1976. *Evolution of Desert Biota*. University of Texas Press. USA. 250 p.
- GRAF, K. 1995. Vegetación y clima de los Andes Bolivianos durante la última época glacial. En: *Ecología en Bolivia*, 23: 1-19. La Paz.
- _____ 1996. El paleoclima de la América preincaica. Interpretación Palinológica. En: *Ecología en Bolivia*, 27: 1-17. La Paz.
- HARTMANN, D. 1994. *Global Physical Climatology*. Academy Press. USA. 441 p.
- HENTATI, A. 1994. Luchando con Eficiencia. En: *Nuestro Planeta*. PNUMA. Tomo 6, N°5.
- HERAS, 1994. Curso Internacional de Hidrología General y Aplicada. Tomo I. CEDEX. Madrid. 231 p.
- HURTADO, G. 1993. *Indices de sequía y su aplicación operativa en Colombia*. Publicaciones Atmósfera, N° 5. Bogotá. 60 p.
- IBTA, 1982. Informe Técnico Anual. Programa Quinua (1981-1982). La Paz.
- _____ 1983. Informe Técnico. Programa Quinua (1982-1983). La Paz.
- _____ 1988. *Sistemas de Producción de Quinua en el Altiplano Boliviano*. IBTA - JUNAC. La Paz. 73 p.
- _____ 1992. *Resultados del sondeo de cinco comunidades del Altiplano Boliviano*. Publicaciones Técnicas N° 2. Agosto de 1992.
- _____ 1993. Informe Anual. Subprograma Quinua, Gestión Agrícola 1992-1993. La Paz.

- _____. 1995. Programa Nacional Quinua. Informe Anual 1994 - 1995. La Paz.
- IBTA-PROQUIPO, 1996. Diagnóstico de evaluación de pérdidas en el cultivo de quinua por el fenómeno de la sequía en las provincias de Nor Lipez, Daniel Campos, Antonio Quijarro y Ladislao Cabrera. Informe Técnico. Uyuni.
- INE, 1992. Censo 92. "Potosí". Resultados finales.
- IÑIGUEZ, L. y COLABORADORES. 1995. Zonificación de sistemas ganaderos asociados con la producción de camélidos en el área de cobertura del Programa Quinua Potosí. Doc. 1. Potosí.
- KELLEY, H. 1983. *Mantengamos viva la tierra: causas y remedios de la erosión del suelo*. FAO, GTZ. Boletín N° 50. 77 p. + anexos.
- KENNETH, F. 1993. *Variaciones Climáticas, Sequía y Desertificación*. OMM-N°653. 45 p.
- KILLEEN, T.; E. GARCIA & E. BECK. 1993. *Guía de árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden. La Paz, Bolivia. 958 p.
- KOUSKY, V.; M. KAGANO; Y. CAVALCANTI. 1984. *A review of the Southern Oscillation: oceanic-atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies*. Tellus, 36A: 490-504.
- LAGUNA, P. 1995. Papel de las organizaciones campesinas en la evolución del sistema agrario del Altiplano Sur. PROQUIPO. Informe Técnico. Potosí.
- LAMPREY, H. 1978. *Le projet intégré sur les terres arides*. Paris. UNESCO, *Nature et ressources*, 14(4):2-12.
- LAUGHLIN G. y J. KALMA. 1987. Frost hazard assesment from local weather and terrain data. *Agricultural Meteorology*. 40: 1-16.

- LE TACON, P.; G. ALLIROL; J. VACHER; R. BOSSENO; M. ELDIN; E. IMAÑA; R. MALDONADO. 1992. Los riesgos de helada para la agricultura en el Altiplano Boliviano. Symposium - Workshop on practical applications of agrometeorology to plant protection OMM, Asunción (April 1992).
- LEVITT, J. 1980. *Responses of plants to Environmental Stresses*. Academic Press. 607 p.
- LIBERMAN, M. 1987. *Impacto ambiental del uso actual de la tierra en el Altiplano Sur de Bolivia con énfasis en el cultivo de Chenopodium quinoa Willd.* FIRENZE.
- MARCONI, M. (Ed.), 1992a. *Conservación de la Diversidad Biológica en Bolivia*. CDC-Bolivia. La Paz.
- _____ 1992b. *Legislación Ambiental en Bolivia*. CDC-BOLIVIA. La Paz.
- MARTIN, L.; J. BERTAUX; M-P. LEDRU; P. MOURGUIART; A. SIFEDDINE; F. SOUBIÈS; B. TURQ. 1995. Perturbaciones del régimen de las lluvias y condiciones de tipo NIÑO en América del Sur Tropical desde hace 7.000 años. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 1995, 24 (3): 595-605.
- MARTIN, L.; M. FOURNIER; Ph. MOUGUIART; A. SIFEDDINE; B. TURCQ. 1992. Some climatic alterations recorded in South America during the last 7000 years may be expounded by long-Term El Niño like conditions. En: *Paleo ENSO Records*. Ortlieb, L. y J. Macharé (Eds.). Int. Synip. Lima, Perú.
- MDSMA-DCT, 1995. Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Propuesta. La Paz.
- MICHEL, T. 1996. Zonificación agroclimática de los riesgos de sequía en el Altiplano Paceño utilizando modelos de simulación. UMSA. *Tesis de Grado*.
- MIRANDA, G. 1996. La influencia del fenómeno de El Niño y del Índice de Oscilación del Sur en la precipitación de los valles de Cochabamba. *Tesis, M.Sc.*, Intituto de Ecología - UMSA. La Paz.

- MONTAÑO, M. 1990. *T'unupa y la jup'a t'alla (T'unupa y la Diosa de la Quinoa)*. CONPAC-Oruro, FIS. 144 p.
- MONTES DE OCA, I. 1989. *Geografía y Recursos Naturales de Bolivia*. Editorial Educacional. La Paz, Bolivia. 526 p.
- MOPU, 1990. *Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina y el Caribe, una visión evolutiva*. PNUMA, AECI, MOPU. Madrid, España. 231 p.
- MORALES, C. (Ed.) 1994. *Huaraco, comunidad de la Puna*. IE-UMSA. La Paz. 261 p.
- _____ 1990. *Bolivia. Medio Ambiente y Ecología Aplicada*. I.E - UMSA. La Paz.
- MORTIMORE, M. 1987. The Role of Man in the Process of Desertification. En: *Ecological Disaster in Nigeria*. Sagua, V. et al (Eds.). Lagos, Nigeria. pp 105-113.
- ORDOÑEZ, T. & D. MORALES (Eds.). 1988. Seminario Nacional sobre Quinoa y Cultivos Andinos. Potosí (Octubre 1988). MACA, IBTA, JAC. La Paz.
- ORTIZ, M.; M. ANAYA; J. ESTRADA. 1994. *Evaluación, Cartografía y Políticas Preventivas de la Degradación de la Tierra*. CP, CONAZA. México. 161 p.
- ORTLIEB, L. 1995a. Paleoclimas Cuaternarios en el Norte Grande de Chile. En: *Cambios Cuaternarios en América del Sur*. Argollo & Mourguiart, Eds. 225-246, 1995.
- _____ 1995b. Eventos el NIÑO y episodios lluviosos en el Desierto de Atacama: El registro de los últimos dos siglos. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 1995, 24 (3): 519-537.
- PERIC, Y. (Ed) 1995. Memorias del Seminario sobre "Investigación, Producción y Comercialización de la Quinoa". IBTA.
- PHILANDER, S. 1983. El Niño Southern Oscillation Phenomena. *Nature*, 302: 295-301.

- PNUD, 1995. UNSO, Oficina de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Nuevas Funciones y Esferas de Acción. Folleto.
- POURRUT, P.; A. COVARRUBIAS. 1995. Existencia de agua en la II Región de Chile: Interrogantes e Hipotésis. *Bulletín de l'Institut Français d'Études Andines*, 1995, 24 (3): 505-515.
- PROBONA-IGM, 1995. *Formaciones Vegetales del Area Andina de Bolivia*. La Paz.
- QUINN, W. 1993. The large-scale ENSO event, the El Niño and other important regional features. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 1995, 22 (1): 13-34.
- RAMIREZ, J.A. 1995. *Producción económica de quinua. Conceptos reales para encarrilar una óptima producción*. La Paz. 81 p.
- RIBERA, M.O. 1992. Regiones Ecológicas de Bolivia. En: *Conservación de la Diversidad Biológica en Bolivia*. Marconi (Ed.), 1992, CDC-Bolivia. La Paz.
- RIBERA, M.O.; M. LIBERMAN; E. BECK & M. MORAES, 1993. *Mapa de Vegetación y Areas Protegidas de Bolivia*. Banco Mundial. La Paz.
- ROCHE, M.; J. BOURGES; J. CORTES; R. MATTOS. 1992. Climatology and hydrology of the lake Titicaca basin. En: *Lake Titicaca. A synthesis of Limnological Knowledge* (C. Dejoux & A. Iltis, Eds.): 63-88; *Monographiae Biologicae*, 68, Kluwer Academic Publishers.
- ROIG, F.; E. ABRAHAM; M. GONZALEZ; E. MARTINEZ; E. MENDEZ. 1989. Informe sobre el desarrollo práctico del curso "Detección y control de la desertificación". Mendoza, Argentina. UNEP, CONICET, LADIZA, CRICYT.
- ROJAS, W.; J. GUAMAN; I. RAMOS. 1995. Evaluación para la tolerancia a heladas con material seleccionado de quinua en el Altiplano Sur. Informe Anual 1994-1995. IBTA. La Paz.

ROMERO, A. & A. MAYAYO. 1992. *Manual de Ciencias Ambientales*. Editorial Binev C.A. Caracas, Venezuela. 211 p.

RONCHAIL, J. 1989. Variabilidad del tiempo en Bolivia, la anomalía climática del invierno 1988. Conferencia en la Academia de Ciencias (14 de Septiembre). La Paz

_____ 1995. Variabilidad interanual de las precipitaciones en Bolivia. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 1995, 24 (3): 369-378.

RUMMEY, G. 1970. *Climatology and the world's climates*. Mac Millan. New York. 656 p.

SARMIENTO, G. 1975. The dry plant formation of South America and their floristic connections. En: *Journal of Biogeography*, 2:233-251.

_____ 1984. *Los Ecosistemas y la ecósfera*. Ed. Blume. Barcelona.

_____ 1986. Ecologically crucial features of climate in high tropical mountans. En: *High Altitude Tropical Biogeography*, Oxford University Press. Oxford. (Vuilleumier F. & Monasterio M., Eds.)

_____ 1987. Los principales gradientes ecoclimáticos en los Andes Tropicales. En: *Anales del IV Congreso Latinoamericano de Botánica*. Medellín, Colombia. Volumen I. pp 47-64.

SCHOLLAERT, A. 1995. Causas de la Desertificación del Altiplano Boliviano. Documento presentado en el II Simposio Internacional de Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña: Manejo de Areas Frágiles en los Andes. Huarina-Bolivia, Abril 2-12, 1995.

SENAMHI, 1993. Boletín Meteorológico del Departamento de Potosí. 375 p.

SERVANT, S. 1977. El cuadro estratigráfico del Plio-Cuaternario del Altiplano de los Andes Tropicales de Bolivia. *Revista de Geología, UMSA*, vol. 1(1): 23-29

- _____ 1978. Les diatomées des dépôts lacustres quaternaires de l'Altiplano Bolivien. *Cahiers ORSTOM*, sér. géo., vol. X(1): 25-35.
- SOLBRIG, O. 1976. The origin and floristic affinities of the South American Temperate Desert and Semidesert Regions. En: *Evolution of Desert Biota*. Goodall D. (Ed.) 1976. pp 9-49.
- SCHWERDTFEGGER, W. (Ed.) 1976. *Climates of Central and South América*. World Survey of Climatology. Vol.12. Elsevier. 532 p.
- TAPIA, M. (Ed.), 1979. *La Quinoa y la Kañiwa*. Cultivos Andinos. CIID, IICA. Bogotá, Colombia. 201 p.
- _____ 1976. *La Quinoa: Un cultivo de los Andes Altos*. ANCB. La Paz.
- THE NATURE CONSERVANCY. 1986. *Evaluación Ecológica Rápida*. USA.
- THOMAS, D.; N. MIDDLETON, 1995. *Desertification: Exploding the Myth*. WILEY, England. 194 p.
- TORRES, B. 1976. *La Aridez*. Serie didáctica N° 41. UNT. Tucumán, Argentina. 76 p.
- TREWARTHA, J.T. 1966. *The Earth's Problem Climates*. University of Wisconsin Press. 334 p.
- TROLL, C. 1968. The Cordilleras of the Tropical Americas. Aspects of Climate, Phytogeographical and Agrarian Ecology. En: *Geoecología de las regiones montañosas de las Américas Tropicales*. Troll (Ed.), 1968. In Kammission bei Ferd. Diimmless Verlag-Bonn 223 p.
- _____ 1987. Las culturas superiores andinas y el medio geográfico. En: *El Eco-Sistema Andino*. Hisbol. La Paz. pp 7-67.
- UNEP, 1989. Detección y control de la desertificación. Conferencias, trabajos y resultados del curso latinoamericano. Mendoza, Argentina (1987). CONICET, LADIZA, CRICYT.

UNITED NATIONS, 1977. *Desertification: Its Causes and Consequences*. Compiled and Edited by the Secretariat of the United Nations Conference on Desertification, Nairobi-Kenya. Pergamon Press.

VACHER, J.; E. IMAÑA; E. CANQUI. 1993. Las características radiativas y la evapotranspiración potencial en el Altiplano Boliviano. *Revista de Agricultura*.

VILLAROEL, A. 1991. *Estudio de cinco variedades de quinua del Altiplano Sud*. ANAPQUI. Salinas de Garci Mendoza. Inédito.

WOLDE MARIAM, M. 1984. *Rural Vulnerability to Famine in Ethiopia 1958-1977*. Vikas Publishing House PVT LTD, Addis Ababba University. India. 191 p.

ZUTTER, P. 1994. *Mitos del desarrollo rural andino*. Hisbol. La Paz. 251 p.

ANEXOS

11. La introducción del tractor usted cree que es positiva o negativa, por qué: _____
12. Usted tiene posibilidades de alquilar el tractor todos los años: _____
13. Cuando no está en posibilidades de alquilar un tractor, siembra ese año, cómo: _____
14. Si la respuesta es negativa, por qué: _____
15. Usted hace rotación de cultivos, cómo, por qué: _____
16. Ha variado los rendimientos de sus cultivos en los últimos años, cómo, por qué (cite ejemplos para pampa y ladera): _____
17. Ha hecho algo para mejorar sus rendimientos, qué: _____
18. Cuáles cree usted que son las causas de los bajos rendimientos de sus cultivos: _____
19. La preparación de suelos para sembrar varía según el cultivo, el lugar, la fecha, por qué, cómo: _____
Quinua: _____
Haba: _____
Papa: _____
Cebada: _____
Otros: _____
20. Quiénes participan en la preparación de los suelos: _____
21. Cuántos jornales o días ocupa: _____
22. Cuando hace tractorear, con qué implementos lo hace: _____
23. Una vez barbechado el suelo, qué tiempo espera para realizar la siembra, por qué: _____
24. Quiénes participan en la siembra de sus cultivos: _____
25. Cuántos jornales o días ocupa: _____
26. Cuánta semilla emplea por Ha (explique por cultivo): _____
27. A qué problemas se enfrenta durante la época de siembra: _____
28. Estos problemas existían antes: _____
29. Quiénes hacen la selección de semillas: _____
30. Cuántos jornales o días ocupa: _____
31. Qué tipo de fertilizantes usa (orgánicos, químicos): _____
32. A qué cultivos aplica, por qué: _____
33. Dónde consigue los fertilizantes: _____
34. Desde cuándo está usando fertilizantes químicos, por qué: _____
35. Usa plaguicidas, desde cuándo, por qué: _____
36. Qué plaguicidas usa, en qué cultivos: _____
37. Tiene asesoramiento en el uso de estos químicos: _____
38. Qué labores culturales realiza: _____
39. Quiénes las hacen: _____
40. Cuántos jornales o días ocupa: _____
41. Quiénes realizan las actividades de cosecha: _____
42. Cuántos jornales o días ocupa: _____
43. Cómo cosechan (explique por cultivo): _____
44. Ha variado la modalidad de cosecha en los últimos años, cómo: _____
45. Cómo realizan el trillado de la quinua y dónde: _____

46. Realizan el venteado de la quínuva, quiénes: _____
 47. Qué hace con los residuos vegetales: _____
 48. Qué actividades de postcosecha realizan: _____
 49. Qué productos agrícolas comercializa, dónde, quién: _____
-

b) Conservación de suelos:

01. Qué prácticas de conservación realiza: _____
 02. Ha notado cambios en el grosor de sus suelos, dónde: _____
 03. A qué cree que se debe: _____
 04. Esto le está afectando, cómo: _____
 05. Deja barreras de vegetación natural: _____
 06. Cuando realiza la roturación, deja un surco muerto: _____
 07. Hay problemas de erosión con este surco: _____
 08. Tiene problemas de salinización en sus tierras, por qué: _____
 09. Tiene suelos abandonados, por que, dónde, qué superficie: _____
-

c) Producción pecuaria:

01. Qué y cuántos animales tiene (machos, hembras): _____
- 02.Cuál es el propósito: Patrimonio, Económico, Consumo, Otro _____
03. Ha incrementado su hato ganadero en los últimos años, cómo: _____
04. Dónde pastan sus animales: _____
05. Quiénes realizan el cuidado de sus animales: _____
06. Dónde duermen sus animales: Casa, Estancia _____
07. Cuáles cree usted que son los principales problemas en las áreas de pastoreo: _____
08. Qué cuidados realizan a sus animales (numérelos): _____
09. Cada qué tiempo hacen estas actividades: _____
10. Qué productos o implementos utiliza: _____
- 11.Cuál es la principal causa de muerte de sus animales: _____
12. La comercialización de sus animales es en pie o carneado: _____
13. Cada qué tiempo carnea para consumo de su flia.: _____
14. Qué hace con la lana o el cuero de sus animales: _____
15. En los últimos años ha notado cambios en el rendimiento de sus animales, cuáles cree que son las causas: _____

C. PATRIMONIO ECONOMICO

01. Cómo es la tenencia de su vivienda: _____
02. Cuántas habitaciones tiene en su casa: _____
03. Tiene invernadero, corrales, otros: _____
04. Qué implementos o equipos agrícolas tiene: _____

BOLETA COMUNAL

A. DATOS GENERALES

01. Nombre de la comunidad: _____
02. La comunidad es: Originaria, Ex hacienda, Otro _____
03. La comunidad se fundó el año: _____ 04. Población originaria _____
05. Por qué se asentaron en el lugar: _____
06. Con cuántas familias se fundó la comunidad: _____
- 07.Cuál era la actividad principal de estas flias.: Ganaderos, Agricultores, Ambos, Otros _____
08. Hubo cambio de actividad, por qué: _____
- 09.Cuál es la superficie de la comunidad: _____
10. Cuáles son sus límites: _____
11. Existe feria en la comunidad, cada que tiempo: _____
12. Qué autoridades tiene la comunidad: _____
13. Qué instituciones trabajan en la comunidad: _____
14. Hay servicio de transporte a la comunidad: _____
15. Los caminos que llegan a la comunidad son transitables: Todo el año _____ Sólo en época seca _____
16. Qué distancia existe entre la comunidad y el pueblo más próximo: _____

B. POBLACIÓN

01. Cómo fue el crecimiento de la población hasta la actualidad: _____
02. Cuántos habitantes tiene la comdad. actualmente: Hombres _____ Mujeres _____
03. Cuántas familias viven en la comunidad: _____
- 04.Cuál es la principal actividad de estas flias.: Agricultura _____ Ganadería _____ Comercio _____ Artesanía _____ Otros _____
05. Cuántas casas deshabitadas hay en la comunidad: _____

C. MIGRACIÓN

01. Durante los últimos 5 años cuantas personas se han ido de la comunidad y ya no regresaron: _____
02. A que lugares se van principalmente las personas de la comunidad: A Uyuni, Potosí, Cochabamba, Santa Cruz, etc (cuántas) _____ A Chile _____ A Argentina _____ A las zonas de colonización _____
03. Durante las épocas de poca actividad agrícola las personas de la comunidad van a otros lugares a trabajar, a dónde: _____
04. Quiénes son los que más se van: Los hombres _____ Las mujeres _____ Los jóvenes _____ Los viejos _____
05. Hay familias que envían a sus hijos a trabajar o estudiar a otros lugares: _____
06. Cuáles son los meses en los que normalmente las personas se van a trabajar a otros lugares: _____
07. En qué tipo de trabajos se emplean las personas que se van temporalmente de la comunidad: _____

28. Por quiénes fueron introducidos los químicos en la comunidad, reciben asesoramiento en el uso de los mismos: _____
29. Qué labores culturales realizan y cómo: _____

b) Producción anterior:

01. Qué cultivaban inicialmente en la comunidad: _____
02. En qué lugares realizaban sus cultivos: _____
03. Han cambiado de cultivos desde el inicio hasta el presente, cuáles y por qué: _____
04. Qué labores culturales realizaban antes y cómo: _____
05. Cómo realizaban el barbechado antes de la introducción del tractor: _____
06. Qué herramientas se utilizaban antes: _____
07. Cómo ha ido variando la producción de los diferentes cultivos en los últimos 20 años: _____

c) Calendario agrícola:

01. En comparación con hace 20 años, cómo ha variado el calendario agrícola: _____
02. A qué se atribuye estas variaciones: Climáticas, Edáficas, Otras: _____
03. Elaborar calendario agrícola de la comunidad (indicar por cultivo): _____

d) Cultivos principales:

01. Indicar año de introducción en la comunidad de los siguientes cultivos: Quinua _____ Haba _____ Papa _____ Cebada _____ Otros _____
02. Por quiénes fueron introducidos los cultivos: Otros comunarios, Técnicos, Comerciantes _____
03. Por qué adoptaron a estos cultivos: Buenos rendimientos económicos, alternativas de alimentación, degradación de sus anteriores actividades, buenas condiciones de sus tierras para estos cultivos, hábitat adecuado, moda, otro: _____
04. Han mejorado las condiciones de vida de los comuneros con la introducción de estos cultivos, cómo: _____
05. Qué superficie hay cultivada en la comunidad con: Quinua, Haba, Papa, Cebada, Otros _____
06. En qué lugares se hallan estos cultivos: Pampas (Has) _____ Laderas (Has) _____
07. Qué cultivos merecen mayores cuidados, por qué: _____

F. PRODUCCIÓN PECUARIA

01. Qué animales crían principalmente: _____
02. Cuándo y de dónde fueron introducidos estos animales: _____

03. Cuántas cabezas se estiman que hay en la comunidad: Llamas _____
Ovejas _____ Otros _____
- 04.Cuál es la principal alimentación de los animales: _____
05. Dónde pastan los animales: _____
- 06.Cuál es la disponibilidad y el estado de las áreas de pastoreo en la comunidad: _____
07. Ha aumentado o disminuido la cantidad de animales en los últimos años, por qué: _____
08. Cómo era y es actualmente el pastoreo: Conducido, A campo abierto _____
09. Dónde pastaban antes los animales: _____ 10. Por qué ha variado esto: _____
11. Al introducirse la agricultura en la comunidad, se restringió las áreas de pastoreo: _____ 12. Cómo les afectó esto: _____
13. Cuántas Has hay de tierras dedicadas o disponibles al pastoreo en la comunidad: _____
14. Hacen rotación de las áreas de pastoreo, cómo: _____
15. Dónde duermen los animales: _____
- 16.Cuál es la disponibilidad de agua para los animales en la comunidad: _____
17. Cuáles son las principales enfermedades de sus animales en la comunidad y cómo las controlan: _____
18. Hay baños antiparasitarios en la comunidad: _____

G. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

01. Cuánto de la producción agrícola: Se vende _____ Se intercambia _____
Se deja para semilla _____ Se consume en las flías. _____ Otro _____
02. Cuánto de la producción pecuaria: Se vende _____ Se intercambia _____
Se consume en las flías. _____ Otro _____
03. A quién venden la producción: Comerciantes _____ Transportistas _____
Llevar a las ciudades _____ Otros _____
04. Qué productos de transformación elaboran: _____

H. RECURSOS NATURALES

01. Cómo era la vegetación originalmente: Pampas _____
Laderas _____ Bofedales _____
02. Ha variado respecto a la vegetación actual, cómo: _____
03. Hasta qué altura alcanzaban los Tholares: _____
04. Eran más abundantes, por que disminuyeron: _____
05. Qué tiempo demora en recuperarse un Tholar: _____
06. Siempre existieron los pajonales: _____ 07. Por qué aparecieron _____
08. Los bofedales han cambiado, cómo: _____
09. Por qué variaron estas comunidades vegetales: _____
10. La vegetación actual es diferente a la de antes, por qué: _____
11. Por que aparecen las Yaretillas o Khotales (Anthobrium sp), Añahuayas (Adesmia sp), otras especies indicadoras: _____
12. Estas áreas fueron anteriormente utilizadas, cómo: _____

13. Cuáles son los uso que les dan a la vegetación natural: _____
14. Qué cantidad de leña se extrae anualmente de la comunidad: _____
- 15.Cuál es el destino de esta leña: _____
16. Qué distancia tienen que recorrer para conseguir leña: _____
17. Qué plantas usan como leña: _____
18. Usan plantas medicinales, cuáles: _____
19. Qué otros recursos se explotan en la comunidad: _____
20. Los ríos que pasan por la comunidad antes eran: Más caudalosos, Menos caudalosos _____
21. Existen vertientes ___ Antes habían más ___ Dónde _____
22. Antes había: Más agua ___ Menos agua ___ Por qué _____
23. El clima ha cambiado últimamente, cómo: _____
24. Por qué creen que ocurren estos cambios climáticos: _____
25. Esta situación les está afectando, cómo: _____
26. Antes se observaban cárcavas: ___ Por qué aparecieron _____
27. Son profundas las cárcavas, cuánto: _____
28. Están afectando a las áreas de cultivo: _____
29. Han crecido últimamente los arenales, cuánto: _____
30. Dónde aparecieron nuevas dunas, por qué: _____
31. Cómo eran originalmente estos suelos: _____
32. Qué tipo de arena arrastra el viento: _____
33. Cómo les afecta la presencia de arenales: _____
33. A qué profundidad se encuentra el agua subterránea: _____

I. ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS

a) Agua:

01. De dónde obtienen el agua que consumen en la comdad.: Río, Vertiente Perforación, Otro _____
02. Hay distribución de agua domiciliar: _____
03. Existe tratamiento del agua en la comunidad: _____
04. Tienen letrinas: _____
05. Dónde echan las aguas servidas: _____

b) Energía y combustible:

01. La comunidad tiene electricidad: Línea pública ___ Tienen motor _____
02. La electricidad llega: A todas las casas, A algunas _____
03. Qué combustibles utilizan para cocinar: _____

c) Salud:

01. En la comunidad hay centro de salud o posta sanitaria: _____
02. Quién atiende el centro: Médico, Enfermera, Sanitario _____
03. Dónde acuden mayormente cuándo se enferman: Curandero, Posta _____
04. Dónde queda el Hospital más próximo: _____

05. Cuáles son las principales enfermedades en la comunidad:

Guaguas _____ Niños _____
Jóvenes _____ Adultos _____
Ancianos _____

06. Las mujeres dónde tienen sus guaguas: _____

d) Educación:

01. Hay escuelas en la comunidad: Número de ciclos _____

Número de cursos _____ Número de alumnos (Hombre) _____ (Mujeres) _____

02. Cuántos maestros hay en la comunidad: _____

03. De dónde son los profesores: _____

04. Existen críticas a los programas educativos, cuáles: _____

e) Comunicación:

01. Tienen radio comunicador (receptor/transmisor) en la comunidad: _____

02. Usan la radio de alguna institución: _____

03. Qué medios usan para enviar o recibir mensajes::: _____

J. CULTURA

01. Qué fiestas religiosas celebran en la comunidad: _____

02. Tienen algunos mitos o leyendas, cuáles: _____

03. Realizan trabajos comunales, cuáles, cuándo: _____

04. Cada qué tiempo se reúne la comunidad, y por qué: _____

05. Realizan intercambios culturales con otras comunidades, cuáles: _____

06. Qué grupos, asociaciones, cooperativas o clubes hay en la comunidad: _____

07. Qué iglesias hay en la comunidad: _____

08. Indicar actividades u obligaciones por género y edad:

Niños:	hombres	_____
	mujeres	_____
Jóvenes:	hombres	_____
	mujeres	_____
Adultos:	hombres	_____
	mujeres	_____
Ancianos:	hombres	_____
	mujeres	_____

LA PRESENTE INFORMACIÓN FUE PROPORCIONADA EN LA REUNION: _____

NUMERO DE ASISTENTES: _____

LUGAR Y FECHA: _____

ANEXO 2a:

PLANILLA 1. SUSCEPTIBILIDAD A LA DESERTIFICACIÓN

Fue elaborada en base a criterios de la UNEP (1989) para la evaluación de la susceptibilidad y degradación del medio, es aplicada para la identificación de los factores y procesos de la desertificación. Se realiza un ajuste de acuerdo a las características del área de estudio. Los valores de degradación o susceptibilidad varían de 1 a 5 ascendentemente.

Información general:

Número de planilla:
Fecha del relevamiento:
Comunidad:
Ubicación del sitio de observación:
Descripción general del sitio:
Unidad geomorfológica:
Altitud:
Exposición:
Número de foto:

Factores y Procesos de Degradación:

- A) Cobertura vegetal (%):
- (1) > 75
 - (2) 50 - 75
 - (3) 30 - 50
 - (4) 10 - 30
 - (5) < 10
- B) Estratos de la vegetación:
- (1) Arbustos > 3 m (5 estratos)
 - (2) Arbustos de 2 - 3 m (4 estratos)
 - (3) Arbustos de 1 - 2 m (3 estratos)
 - (4) Arbustos de 0.5 - 1 m (2 estratos)
 - (5) Arbustos y Pastos < 50 cm (1 estrato)
- C) Mantillo (cubre):
- (1) La proyección de la copa de los arbustos
 - (2) Idem hasta 50%
 - (3) Idem de 25 - 50%
 - (4) Menos del 25%
 - (5) No hay
- D) Extracción de leña:
- (1) No se observa evidencias
 - (2) Hasta un 15 % de vegetación alterada
 - (3) De 15 - 40 % de vegetación alterada
 - (4) De 40 - 70 % de vegetación alterada
 - (5) Más del 70 % de vegetación alterada
- E) Evidencias de pastoreo:
- (1) No hay evidencias de presencia de ganado
 - (2) Restos de excrementos y vegetación comida en un 25%
 - (3) Vegetación ramoneada en un 25 - 50%
 - (4) Vegetación ramoneada más del 50%
 - (5) Idem más evidencias de un excesivo pisoteo

- d) Pavimento: (1) < 10 %
 (2) 10 - 30 %
 (3) 30 - 60 %
 (4) 60 - 85 %
 (5) > 85 %
- e) Densidad de drenaje (Lineas/Km2): (1) < 3
 (2) 3 - 7
 (3) 7 - 10
 (4) 10 - 15
 (5) > 15
- f) Consolidación (sustrato): (1) Muy consolidado
 (2) Consolidado
 (3) Poco consolidado
 (4) Muy poco consolidado
 (5) Inconsolidado
- g) Textura con susceptibilidad a erosión eólica:
 (1) Areas pedregosas o con guijarros
 (2) No calcáreos
 (3) Calcáreos
 (4) Arcilla, Arcillo-limoso, Arcillo-arenoso, Franco-arcilloso, y Franco-arcillo-limoso (> 35% de arcilla)
 (5) Arena y Areno-francoso
- h) Textura con susceptibilidad a erosión hídrica:
 (1) Areas pedregosas o con guijarros
 (2) Arena, Areno-francoso
 (3) Franco-arenoso
 (4) Franco-arcillo-arenoso, Franco, Franco-limoso, Limo, Franco-arcilloso y Franco-arcillo-limoso (< 35% de arcilla)
 (5) Arcilla, Arcillo-limoso, Arcillo-arenoso, Franco-arcilloso y Franco-arcillo-limoso (> 35% de arcilla)
- i) Susceptibilidad de la vegetación al fuego (Cobertura de Gramíneas + Cobertura de Resinosas), cubren:
 (1) < 10 % (no susceptible)
 (2) 10 - 30 % (poco susceptible)
 (3) 30 - 60 % (susceptible)
 (4) 60 - 85 % (muy susceptible)
 (5) > 85 % (altamente susceptible)
- j) Tipo de instalación humana:
 (1) Urbano planificado
 (2) Urbano marginal en vías de planificación concentrado
 (3) Urbano marginal en vías de planificación disperso
 (4) Urbano marginal espontáneo concentrado
 (5) Urbano marginal espontáneo disperso
- k) Acción antrópica potencial: (1) > 20 Km
 (distancia a centro poblado (2) 10 - 20 Km
 en Km, atracción) (3) 5 - 10 Km
 (4) 1 - 5 Km
 (5) < 1 Km

ANEXO 2b:

PLANILLA 2. OBSERVACIONES DIRECTAS DE CAMPO.

Fue elaborada en base a la metodología de estudios ecológicos rápidos propuestos por The Nature Conservancy, las modificaciones se realizan de acuerdo a las particularidades del ecosistema y fines del presente estudio.

Las variables que se incluyen, más el rango de apreciación son los siguientes:

Información general:

Fecha del relevamiento
Identificación numeral y literal del sitio de muestreo
Ubicación geográfica
Ubicación topográfica
Unidad vegetal
Unidad geomorfológica
Altitud
Extensión del área observada
Fotografía N°
Código cartográfico

Factores y Procesos de Degradación:

- A) Presencia de claros: Ausente (1)
Escasos (2)
Presente (3)
Abundante (4)
- B) Porcentaje de suelo desnudo (%): Nulo a ligero 0 - 25 (1)
Moderado 26 - 50 (2)
Severo 51 - 75 (3)
Extremo 76 - 100 (4)
- C) Erosión eólica:
(1) Ligera 0 - 10 tn/ha/año (El suelo ha sido removido)
(2) Moderada 11 - 30 tn/ha/año (Presencia de depósitos de arena)
(3) Fuerte 31 - 50 tn/ha/año (Presencia de dunas locales)
(4) Grave > 50 tn/ha/año (El suelo ha sido decapitado o hay actividad móvil de dunas grandes)
- D) Erosión hídrica:
(1) Ligera 0 - 10 tn/ha/año (Erosión laminar)
(2) Moderada 11 - 30 tn/ha/año (Presencia de canales)
(3) Fuerte 31 - 50 tn/ha/año (Presencia de cárcavas)
(4) Grave > 50 tn/ha/año (Presencia de bad lands)
- E) Profundidad del suelo: (1) Profundos 100 - 150 cm
(2) Moderadamente profundos 50 - 100 cm
(3) Superficial 25 - 50 cm
(4) Muy superficial < 25 cm

- F) Sobrepastoreo:
- (1) Nulo a ligero (Impacto en la unidad vegetal de 0 - 25 %)
 - (2) Moderado (Impacto en la unidad vegetal de 25 - 50 %)
 - (3) Severo (Impacto en la unidad vegetal de 50 - 75 %)
 - (4) Extremo (Impacto en la unidad vegetal de 75 - 100%)
- G) Extracción de leña:
- (1) Nulo a ligero (No se observan evidencias)
 - (2) Moderado (Se observan restos de plantas cortadas)
 - (3) Severo (Disminución evidente de leñosas grandes)
 - (4) Extremo (No se observan plantas leñosas)
- H) Evidencias de quemas:
- (1) Nula a ligera
 - (2) Moderada
 - (3) Severa
 - (4) Extrema
- I) Presencia de malezas:
- (1) Nula a ligera
 - (2) Moderada
 - (3) Severa
 - (4) Extrema
- J) Condición vegetacional de la unidad geomorfológica:
- (1) Excelente
 - (2) Buena
 - (3) Regular
 - (4) Pobre
- K) Hábitat alrededor:
- (1) Virgen
 - (2) Bueno
 - (3) Regular
 - (4) Degradado
- L) Suelos compactados:
- (1) Ausentes
 - (2) Escasos
 - (3) Presentes
 - (4) Abundantes
- M) Encostramiento:
- (1) Nulo a ligero
 - (2) Moderado
 - (3) Severo
 - (4) Extremo
- N) Afloramiento de horizontes subsuperficiales:
- | | |
|----------------|-----------|
| (1) Esporádica | 0 - 10 % |
| (2) Media | 10 - 25 % |
| (3) Abundante | 25 - 50 % |
| (4) Grave | > 50 % |
- O) Suelos arenosos:
- (1) Pocos
 - (2) Moderados
 - (3) Abundantes
 - (4) Extremos
- P) Suelos pedregosos:
- (1) Nulos a ligeros
 - (2) Moderados
 - (3) Severos
 - (4) Extremos
- Q) Suelos con afloramientos salinos:
- (1) Ausentes
 - (2) Escasos
 - (3) Presentes
 - (4) Abundantes

R) Materia orgánica: (1) Abundante
(2) Presente
(3) Escasa
(4) Ausente

S) Pérdida de fertilidad: (1) Nula a ligera
(2) Moderada
(3) Severa
(4) Extrema

Factores o procesos condicionantes de susceptibilidad o fragilidad:

a) Pendiente (%): 0 - 4 Plano (1)
4 - 8 Suave (2)
8 - 30 Medio (3)
30 - 60 Fuerte (4)

b) Agresividad de las lluvias: Leve (1)
Moderada (2)
Severa (3)
Extrema (4)

c) Granizadas: Leve (1)
Moderada (2)
Severa (3)
Extrema (4)

d) Densidad de la cobertura vegetal (%): 0 - 25 Nula a dispersa (1)
26 - 50 Medianamente densa (2)
51 - 75 Densa (3)
76 - 100 Muy densa (4)

e) Tipo de superficie sin vegetación: (1) Roca madre
(2) Grava
(3) Arena
(4) Limo o arcilla

f) Drenaje: (1) Bien drenado
(2) Moderado
(3) Pobre
(4) Muy Pobre

g) Humus: (1) Abundante
(2) Presente
(3) Escaso
(4) Ausente

h) Fuego: (1) Nulo
(2) Moderado
(3) Severo
(4) Extremo

Información adicional:

Hidrología: Presencia de ríos permanentes, temporales, lagunas, otros
Climática: Presencia de nevadas, heladas, dirección de los vientos
Fisionomía de la vegetación: Arbustal, herbazal, cultivos, sin vegetación
Microtopografía: Cima, ladera media, ladera baja, pampa, otro
Uso de la tierra: Cultivos, pastoreo, vegetación natural, otro
Estado sucesional de la unidad vegetal: Primario, secundario
Estado reproductivo de la unida vegetal: Floración, fructificación,
vegetativo
Estacionalidad de la vegetación: Siempreverde, semideciduo, deciduo
Especies dominantes:
Tipo de roca madre: Ignea, metamórfica, sedimentaria, no consolidada,
ausente
Textura del suelo:
Color del suelo:
Presencia de malezas:
Presencia de halófitas:
Amenazas principales:
Otros aspectos:

Material catográfico empleado:

Fotografías aéreas, escala 1:50.000 (1965):

Chacala:

Faja 2, misión 22, fotos 3741-3746
Faja 3, misión 26, fotos 4345-4350
Faja 4, misión 26, fotos 4493-4497

Mañica:

Faja 12, misión 43, fotos 6795-6799
Faja 13, misión 48, fotos 7557-7560
Faja 14, misión 48, fotos 7609-7613

Bella Vista:

Faja 30, misión 24, fotos 4045-4049
Faja 31, misión 23, fotos 3863-3866
Faja 32, misión 22, fotos 3692-3696

Cartas Topograficas a escalas 1:50.000 y 1:250.000 de las tres áreas.

ANEXO 3a:

Análisis Físico de la Capa Arable (0 - 30 cm) en tres Comunidades del Altiplano Sur de Bolivia. Laboratorio de Suelos y Aguas, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, UMSS. Cochabamba.

BELLA VISTA

Muestra	% FRAC.			TEX	Da (g/cc)	Dr (g/cc)	% Poros (total)	% CC (0.3 atm)	% PMP (15 atm)
	Y	L	A						
BV1M2SV	11	16	73	AF	1.32	2.54	48.11	12.33	6.95
BV1M4C1	7	25	68	FA	1.35	2.84	52.36	11.05	5.19
BV1M1C5	9	15	76	AF	1.43	2.7	47.04	13.85	6.26
BV1M3C10	9	19	72	AF	1.43	2.63	45.69	12	5.67
BV2M3SV	5	24	71	AF	1.32	2.53	47.95	12.66	5.63
BV2M4C1	5	22	73	AF	1.28	2.52	49.21	11.38	5.83
BV2M1C5	8	17	75	AF	1.43	2.63	45.63	11.63	4.45
BV2M2C10	7	20	73	AF	1.35	2.78	51.38	13.33	5.56
BV3M1SV	5	26	69	FA	1.43	2.57	44.49	11.29	5.77
BV3M4C1	6	22	72	AF	1.35	2.4	43.78	9.64	5.19
BV3M2C5	7	21	72	AF	1.38	2.68	48.47	12.5	5.53
BV3M3C10	7	15	78	AF	1.32	2.57	48.74	14.25	6.5

MAÑICA

Ma1M4SV	7	10	83	AF	1.47	2.69	45.41	7.79	3.71
Ma1M2C1	9	9	82	AF	1.43	2.67	46.46	7.81	3.79
Ma1M3C5	7	8	85	A	1.52	2.88	47.36	5.04	2.29
Ma1M1C10	5	8	87	A	1.47	2.75	46.53	6.02	2.52
Ma2M4SV	9	15	76	AF	1.43	2.67	46.4	10.32	5.88
Ma2M3C1	9	13	78	AF	1.43	2.57	44.4	8	3.69
Ma2M2C5	7	14	79	AF	1.43	2.55	43.98	7.95	3.79
Ma2M1C10	5	13	82	AF	1.52	2.76	45.15	9.75	4.93
Ma3M4SV	5	10	85	A	1.47	2.67	44.82	8.7	3.38
Ma3M3C1	6	11	83	AF	1.47	2.77	46.88	7.45	3.38
Ma3M2C5	5	10	85	A	1.56	2.78	43.79	7.31	2.91
Ma3M1C10	5	10	85	A	1.56	2.83	44.75	9.75	4.17

CHACALA

A1M3SV	6	10	84	AF	1.47	2.65	44.47	5.82	2.48
A1M1C1	7	13	80	AF	1.52	2.61	41.85	5.6	2.16
A1M2C5	5	7	88	A	1.52	2.7	43.94	2.52	1.72
A1M4C10	3	7	90	A	1.72	2.81	38.55	4.58	2.08
A2M3SV	5	7	88	A	1.52	2.61	41.97	3.31	1.88
A2M1C1	6	8	86	A	1.61	2.59	37.71	3.18	1.48
A2M2C5	5	7	88	A	1.56	2.72	42.56	3.6	1.1
A2M4C10	3	8	89	A	1.52	2.58	41.27	5.6	2.94
A3M3SV	4	14	82	AF	1.56	2.58	39.47	5.82	2.6
A3M1C1	5	5	90	A	1.67	2.67	37.5	2.9	1.67
A3M2C5	2	8	90	A	1.67	2.55	34.64	3.92	1.71
A3M4C10	1	8	91	A	1.52	2.71	44.12	2.8	1

ANEXO 3b:

Análisis Químico de la Capa Arable (0 - 30 cm) en tres Comunidades del Altiplano Sur de Bolivia. Laboratorio de Suelos y Aguas, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, UMSS. Cochabamba.

BELLA VISTA

Muestra	pH	C.E. (mmhos)	Cationes me/100g				TBI	CIC	SB	MO	C	C/N	N total	P disp
			Ca	Mg	Na	K								
BV1M2SV	5.8	0.802	5	2	1.68	1.3	10	9.98	100	1.6	0.9	12.1	0.077	9.6
BV1M4C1	5.9	0.121	3.5	1	0.96	0.93	6.4	6.39	100	2.5	1.4	12.6	0.114	17.3
BV1M1C5	6.7	3.73	3	0.75	4	0.75	8.5	8.5	100	3.2	1.9	13.4	0.139	12
BV1M3C10	6.6	0.193	4.5	1	1.2	1.41	8.1	8.11	100	1.6	0.9	10.5	0.089	14.4
BV2M3SV	5.7	0.157	4	2	0.96	0.9	7.9	7.86	100	2.7	1.6	13.6	0.116	23.5
BV2M4C1	4.8	0.221	5	3	1.08	0.72	9.8	9.8	100	4.1	2.4	13.3	0.177	29.5
BV2M1C5	6.5	0.099	4.5	1.5	0.92	1.07	8	7.99	100	0.8	0.4	7.9	0.055	15.1
BV2M2C10	5.3	0.064	3.5	1	0.96	0.72	6.2	6.18	100	2.8	1.6	12.8	0.128	25.9
BV3M1SV	5.2	0.171	4.5	2	1.2	0.61	8.3	8.31	100	2.6	1.5	12.1	0.124	18.9
BV3M4C1	5.1	0.104	2.5	1.5	0.88	0.67	5.6	5.55	100	2.8	1.6	13.1	0.125	14.3
BV3M2C5	5.3	0.122	4	1.5	1.12	1.01	7.6	7.63	100	2.1	1.2	11.4	0.107	19.8
BV3M3C10	5.0	0.281	5	1	1.28	1.93	9.2	9.21	100	1.1	0.6	10.8	0.06	28.6

MAÑICA

Ma1M4SV	7.5	0.143	21	2	1.84	0.72	25	25.1	100	1.5	0.9	11.9	0.072	5
Ma1M2C1	6.9	0.094	5.5	2.5	1.08	0.72	9.8	9.8	100	1.1	0.6	11.8	0.055	8
Ma1M3C5	6.5	0.059	3.5	1.5	0.88	0.49	6.4	6.37	100	0.6	0.4	11.6	0.031	6.1
Ma1M1C10	7.2	0.086	6.5	1	1.2	0.72	9.4	9.42	100	0.5	0.3	9.7	0.03	9.1
Ma2M4SV	7.4	0.205	7.5	2	1.12	0.95	12	11.6	100	1.1	0.6	10.8	0.06	6.3
Ma2M3C1	7.4	0.169	6.5	3	1.2	0.67	11	11.4	100	1	0.6	10.8	0.053	4.3
Ma2M2C5	7.5	0.277	12	2	1.52	0.78	16	15.8	100	0.4	0.2	9.6	0.023	2.3
Ma2M1C10	7.1	0.096	6	2	1.12	0.78	9.9	9.9	100	2	1.1	15.2	0.075	4.8
Ma3M4SV	7.1	0.157	6.5	2	1.2	1.07	11	10.8	100	1.4	0.8	11	0.072	8.5
Ma3M3C1	7.4	0.135	6.5	2	1	0.72	10	10.2	100	1.1	0.6	11	0.059	14.1
Ma3M2C5	7.7	0.103	6	2	1	1.07	10	10.1	100	0.5	0.3	10.7	0.027	9.1
Ma3M1C10	7.8	0.295	5.5	3.5	1.6	1.24	12	11.8	100	1	0.6	10.4	0.055	3.5

CHACALA

A1M3SV	5.5	0.066	2	0.5	0.4	0.26	3.2	3.16	100	1.1	0.6	10.5	0.062	43.4
A1M1C1	5.6	0.082	2.5	1	0.43	0.49	4.4	4.42	100	1.1	0.6	11.2	0.058	7.1
A1M2C5	5.8	0.072	1.5	1	0.4	0.55	3.5	3.45	100	1	0.6	10.6	0.054	3.3
A1M4C10	6.9	0.124	2	1.5	0.56	0.44	4.5	4.5	100	0.9	0.5	10.3	0.049	2.8
A2M3SV	5.7	0.08	2.5	2	0.8	0.26	5.6	5.56	100	0.9	0.5	10.5	0.048	2.3
A2M1C1	6.8	0.173	3	1.5	0.52	0.58	5.6	5.6	100	1.1	0.6	10.2	0.064	13.2
A2M2C5	6.2	0.062	3.5	1	0.4	0.32	5.2	5.22	100	0.5	0.3	10.7	0.027	4
A2M4C10	7.1	0.038	3	1	0.56	0.21	4.8	4.77	100	0.9	0.5	9.7	0.052	0.1
A3M3SV	7	0.085	2.5	1	0.64	0.61	4.8	4.75	100	0.8	0.4	9.9	0.044	2.8
A3M1C1	6.6	0.069	2.5	1	0.35	0.44	4.3	4.29	100	0.4	0.2	7.11	0.031	0.4
A3M2C5	6.8	0.053	0	4.5	0.92	0.41	5.8	5.83	100	1	0.6	10.8	0.053	2.3
A3M4C10	7.7	0.061	2.5	1.5	0.8	0.26	5.1	5.06	100	0.4	0.2	8.16	0.027	25.9