



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS  
POSTGRADO EN ECOLOGIA TROPICAL



**PATRONES DE VEGETACIÓN Y DE PASTOREO  
EN ECOSISTEMAS ALTIANDINOS:  
UNA COMPARACIÓN DE CASOS DE ESTUDIO EN PÁRAMOS Y PUNAS**

**MARCELO F. MOLINILLO**

Trabajo presentado ante la Universidad de Los Andes  
como requisito parcial para optar al título de  
**DOCTOR EN ECOLOGÍA TROPICAL**

Mérida, Venezuela  
Noviembre del 2003

El presente trabajo ha sido realizado en el Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, bajo la dirección de la Dra. MAXIMINA MONASTERIO

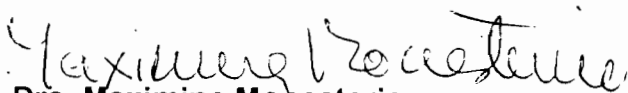
# VEREDICTO

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 DOCTORAL** presentada por **Marcelo Fernando Molinillo** para optar al título de *Doctor en Ecología Tropical* y que se titula:


***“Patrones de vegetación y pastoreo en ecosistemas altiandinos: una comparación de casos de estudio en páramos y punas.”***

hacemos constar que hoy 14 de noviembre de 2003, a las 9:30 a.m, nos constituimos como jurado, siendo presidenta del mismo la Dra. Maximina Monasterio. Luego de considerar las observaciones de cada miembro del jurado, autorizamos la presentación pública de la tesis. Luego, a las 10:00 a.m. se dio curso al acto público de sustentación de esta Tesis en el salón A-10 de la Facultad de Ciencias. Una vez concluida la presentación, el jurado interrogó al aspirante sobre los diversos aspectos a que el trabajo se refiere y seguidamente su presidenta, Dra. Monasterio, invitó al público asistente a formular preguntas y observaciones sobre el trabajo presentado. Una vez concluida la sustentación, el jurado procedió a su deliberación final y concluyó que:

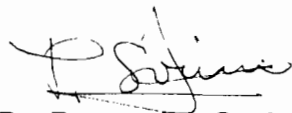
**SE APRUEBA LA TESIS DOCTORAL PRESENTADA A NUESTRA CONSIDERACIÓN.**



**Dra. Maximina Monasterio**  
Tutora



**Dra. Eglee López-Zent**  
Jurado



**Dr. Pascual J. Soriano**  
Jurado





**Dr. Carlos A. Estrada**  
Jurado

## AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo ha sido posible gracias a la ayuda desinteresada de numerosas personas e instituciones que de diferentes maneras han contribuido en la investigación comparativa sobre los sistemas de pastoreo en ambientes de páramo y puna.

Quiero agradecer muy especialmente a mi Tutora de Tesis la Dra. Maximina Monasterio, que me incorporó a su equipo de investigación y al maravilloso ambiente de páramo; sus ideas, paciencia y estímulo guiaron la realización de este estudio; su invaluable apoyo a través del Programa Ecosistemas de Montañas Tropicales, Mab-Unesco y de Cyted: Red Iberoamericana sobre Biodiversidad en Montañas Tropicales y Subtropicales me permitió tener el mejor de los contextos para trabajar en la Cordillera de Mérida.

En los tres países en donde se desarrolló el presente estudio se contó con el apoyo de instituciones e investigadores:

- En Venezuela, el Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE) de la Universidad de Los Andes me brindó su espacio, el consejo y apoyo de sus investigadores. El Profesor Benito Briceño compartió conmigo viajes a los humedales de la Sierra La Culata, muestreos de vegetación, y determinó las especies. Luis Nieto y David Dugarte me ayudaron en los viajes de campo. El Programa Andes Tropicales (PAT) me facilitó su Estación Científica en el Páramo El Banco (Sierra La Culata), ayudó a construir clausuras en algunos humedales, apoyó las investigaciones y los trabajos de procesamiento digital de las imágenes y cartografía por medio de su departamento Infogeo. Su Director, Yves Lesenfants, me brindó todo su apoyo; Roberto Prato me ayudó en la generación de Modelos de Elevación Digital de cada zona de estudio, y Marcia Calderón en la construcción de las figuras de los modelos de transhumancia. En este contexto Claudio Moreels (Universidad de Lieja, Bélgica) y David Jacques (Haute Ecole Charlemagne de la Communauté Française de Belgique) colaboraron en los muestreos de campo en los ambientes de páramo de la Sierra La Culata. El Ing. Rafael Romero me guió por las zonas de pastoreo de Mifafi y Los Romerales y me ayudó a conocer el manejo del ganado en los páramos de la Sierra La Culata.

- En Bolivia, el Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés (La Paz) y el Profesor Máximo Liberman me brindaron todo su apoyo en los trabajos realizados en el altiplano de Ulla-Ulla y en los bofedales de Sajama. También el Lic. Freddy Loza compartió conmigo el estudio realizado en los bofedales de Sajama. El Dr. Stephen Beck asistió la determinación de especies de plantas de Ulla-Ulla, corrigió y actualizó los nombres científicos en el Avance de Tesis Doctoral.

- En Argentina, país en donde inicié los trabajos sobre pastoreo, debo agradecer al Instituto de Geociencias y Medio Ambiente (Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán), a su director el Dr. José M. Sayago y los investigadores del Instituto; en particular a la geóloga Elvira Guido con quien he compartido lugar de trabajo, actividades de campo, ideas y la realización conjunta de los primeros mapas de la cuenca de Tacanas (Cumbres Calchaquíes). Debo agradecer también al Dr. Stephan Halloy y al Dr. E. Gómez Molina por la dirección e ideas de los primeros trabajos realizados en el valle de Lara. La Fundación Miguel Lillo a través del Dr. F. Vervoort, Dra. A.M. Türpe, y la Dra. G. Ponessa por toda la ayuda brindada en la determinación de plantas de las Cumbres Calchaquíes. El Instituto de

Geografía de la Universidad de Tucumán por medio del Dr. Alfredo Bolsi me permitió trabajar con un fragmento de la imagen Landsat TM 231-078 de las Cumbres Calchaquies.

El financiamiento de esta investigación provino de diferentes fuentes. El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET) financió las investigaciones en la cuenca del río Tacanas (1988-1990). Una Beca del Programa de Intercambio de Postgrado en Ciencia y Tecnología en la Región Latinoamericana y el Caribe (COPLAC) permitió realizar la primera pasantía en el Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE) de la Universidad de Los Andes en Venezuela. Una beca de la Red Latinoamericana de Botánica (RLB) permitió la estadía y primeras investigaciones en Venezuela (1990-1992). El Consejo de Desarrollo Científico, Técnico y Humanístico (CDCHT) de la Universidad de Los Andes apoyó las investigaciones en el páramo a través del proyecto C-457-90 (1990-1992). Posteriormente, los trabajos realizados en los humedales de los páramos de Venezuela pudieron continuar gracias al Proyecto "Sostenibilidad Ecológica y Social de la Producción Agrícola en la Cordillera de Mérida: el Flujo de los Servicios Ambientales de los Páramos Altiandinos para la Agricultura Papera" (CVI-PIC-CO2-01, AGENDA PAPA-CDCHT-ULA). Los viajes a Bolivia fueron financiados por el Third World Academy of Sciences (TWAS) en el South-South Fellowship Program y por Fundacite-Mérida; la estadía e investigaciones en Bolivia por el proyecto: "Sustainable Production of Natural Resources and Management of Ecosystems: the Potential for South-American Camelid Breeding in the Andean Region", financiado por el Italian National Agency for New Technologies, Energy and Environment. El proyecto de Tesis Doctoral en su conjunto fue apoyado por una Beca de la División de Postgrados de la Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes (1994-1996), y por una Beca de los Postgrados en Ecología de las Universidades Nacionales de Venezuela (1999).

Las comunidades campesinas e indígenas de cada sitio visitado me brindaron valiosa información sobre el manejo de la ganadería y sus conocimientos sobre la flora local y selección de forraje de los animales durante el pastoreo. En los páramos de Venezuela las comunidades de La Toma, Misintá, Llano del Hato, Mitivivó, y Gavidia. Muy especialmente don Juan Ramírez y Daniel Toro que me guiaron y ayudaron en el páramo El Banco y Piedras Blancas. En Bolivia la comunidad Aymara de Ulla-Ulla y la comunidad de Sajama que con tanta paciencia soportaron mis preguntas y me recibieron en sus casas. En Argentina las comunidades de Lara, Lara Chica y las familias que habitan en la cuenca del Tacanas. En especial la familia de don Mercedes Díaz que me condujo por los espacios de pastoreo de los Pastizales de Altura y ambientes de Puna de las Cumbres Calchaquies.

Finalmente, quiero agradecer a mi familia por todo el apoyo brindado. A mi padre por su ayuda disponible en todo momento, a mi hermano José Alejandro que me resolvió muchos problemas desde Argentina, y a mi esposa Jennifer que me ayudó pacientemente todos estos años durante la elaboración de este trabajo.

## RESUMEN

El páramo y la puna constituyen dos grandes ambientes de la Cordillera andina donde el pastoreo es una importante actividad económica y social, y donde el desarrollo del mismo está ligado a múltiples transformaciones del medio natural y de las culturas. Mientras en la Puna de los Andes Centrales (Bolivia, Perú, y norte de Chile y Argentina) poblaciones humanas, animales de pastoreo y el ambiente, interactuaron a lo largo de miles de años para conformar patrones particulares de pastoreo, sólo modificados en algunos lugares por la colonización española; en la mayor parte del Páramo de los Andes Septentrionales (Colombia y Venezuela) el pastoreo con animales domésticos sólo comenzó hace pocos cientos de años cuando la colonización española los introdujo como parte del sistema agrícola.

Los sistemas de pastoreo de las culturas campesinas e indígenas en Páramo y Puna, creados en ambientes y tiempos diferentes, constituyen el contexto ideal para un estudio comparativo de la dinámica del pastoreo andino. Bajo este enfoque se comparan tres casos de estudio andinos: el pastoralismo tradicional de camélidos en bofedales del altiplano de Ulla-Ulla (Puna de Bolivia), la trashumancia de ovinos en pastizales y bosques de las Cumbres Calchaquies (Pastizales de Altura y Puna del Norte de Argentina), y el pastoreo extensivo de bovinos en la Sierra la Culata (páramos de la Cordillera de Mérida, Venezuela). En esta comparación de sistemas de pastoreo se busca: a) caracterizar las estrategias de pastoreo e identificar los principales factores ambientales y culturales relacionados, b) analizar la interacción entre los patrones de pastoreo y los patrones de vegetación, y c) investigar la eficiencia de las estrategias de pastoreo en el uso de los recursos forrajeros locales y su relación con el impacto sobre la vegetación natural.

Para evaluar la eficiencia en el uso del espacio pastoral se utilizan procedimientos de SIG (Sistema de Información Geográfica) y EMC (Evaluación Multicriterio). Se confeccionan mapas temáticos (clasificación de pendientes, oferta de forraje, distancia a fuentes de agua y distancia a los asentamientos) con los que se analiza la capacidad y el impacto del pastoreo en cada región. La oferta de forraje se obtiene a partir de mapas de vegetación que provienen de procesar imágenes orbitales y fotos aéreas (Venezuela y Argentina) y de la simplificación del mapa de vegetación de la región de Ulla-Ulla. Cada unidad de vegetación es controlada en el campo y se realizan muestreos al azar con cuadrantes de  $0,25 \text{ m}^2$  para céspedes y  $1 \text{ m}^2$  para arbustales y pastizales. Aquí se miden la cobertura por especie, oferta de forraje, materia seca, suelo descubierto, humedad del suelo, y pedregosidad. Estos datos, junto con los de distribución de los animales son utilizados para realizar análisis de componentes principales con el objeto de investigar la relación entre el manejo de los animales y los patrones de vegetación. Por medio de entrevistas a pastores en las comunidades y seguimientos del ganado en el campo se evalúan las prácticas diarias y estacionales de pastoreo.

El desarrollo de la ganadería tanto en punas como en páramos estuvo signado en gran medida por estrategias pastorales que se basaron fundamentalmente en las características y adaptaciones de los animales al ambiente, en el tipo y distribución de la vegetación pastoreada, en la potencialidad de producir modificaciones en la calidad del forraje, y en la posibilidad de complementar la dieta de los animales con forrajes alternativos. Entre las modificaciones sobre el ambiente ocasionadas por el desarrollo de la ganadería se encuentran: los cambios de la vegetación natural para aumentar la oferta de forraje, tales como la formación y expansión de extensos bofedales por medio de la irrigación (algunos sistemas puneños con camélidos) y la quema frecuente de extensos pajonales para transformarlos en céspedes (como la ganadería bovina en páramos húmedos de Colombia). El aumento de la oferta de forraje o del espacio pastoral sin modificar la vegetación natural pudo

ser realizada por medio de prácticas como complementar la dieta con alternativas forrajeras del piso agrícola (como la ganadería bovina de páramos "secos" en Venezuela) y la utilización de varios pisos ecológicos en movimientos transhumantes que traten de complementar las ofertas forrajeras de cada sitio (como la ganadería ovina en pastizales de altura de Argentina y de camélidos en punas de Argentina y Bolivia). Aunque las estrategias predominantes encontradas implican una combinación de prácticas como el sistema con camélidos en punas de Ulla-Ulla donde se articula la formación de extensos bofedales con la transhumancia horizontal sobre planicies y serranías con pasturas estacionales. Así también, el sistema de ovinos en las Cumbres Calchaquíes puede combinar la transhumancia vertical con la quema ocasional de los pastizales de altura.

La relación entre los patrones de vegetación y de pastoreo muestra que las principales transformaciones se producen en los sitios óptimos para la ganadería ovina y bovina, lugares donde se concentra el pastoreo tanto en las Cumbres Calchaquíes (Argentina) como en la Cordillera de Mérida (Venezuela). En estos sitios se combina una buena disponibilidad de humedad en los suelos, pendientes suaves y especies dominantes buenas forrajeras (generalmente gramíneas y ciperáceas) y resistentes al pastoreo. Es muy probable que estos céspedes y pastizales bajos hayan sido inducidos por los patrones de la ganadería y que su permanencia dependa de un pastoreo estacional de cargas ligeras a moderadas. Los sitios de céspedes con cargas pesadas y continuas muestran tendencias hacia la invasión de colonizadoras y a la disminución de la oferta forrajera. Por otro lado, los patrones de pastoreo transhumantes de camélidos están estrechamente relacionados a las ofertas de forraje permanentes y altas en los bofedales y a las estacionales de regular calidad de las planicies y serranías sólo utilizadas en la estación húmeda. A pesar de la amplia dieta en llamas y de su extenso espacio pastoral en la actualidad también se evidencian signos de sobrecarga ganadera en las pasturas, especialmente de las planicies.

Una comparación de los espacios pastorales de cada sistema muestra que los de menor antigüedad (ganadería en páramos de Venezuela) y los que manejan animales introducidos (montañas de Argentina) presentan espacios pastorales reducidos, relacionados a una baja capacidad de los animales para aprovechar la vegetación dominante. En ambos casos la formación de céspedes inducidos por pastoreo se relacionan a reducidos espacios pastorales, que tratan de ser ampliados por la complementación de forrajes a partir de la agricultura (Venezuela) o con el uso de varios pisos ecológicos (Argentina). El sistema de camélidos en punas de Bolivia con mayor antigüedad (miles de años) se relaciona a un mayor espacio pastoral bajo uso. La dieta más estricta y la estrecha relación con el ambiente del bofedal hacen que las alpacas tengan menor espacio pastoral que las llamas. En estas últimas se combinan una gran capacidad para utilizar la vegetación dominante y para transitar sobre diferentes tipos de relieve, lo cual les brinda el mayor espacio pastoral de los tres sistemas analizados. El impacto potencial por pastoreo sólo sigue en parte los resultados del espacio pastoral. El sistema con camélidos en la puna genera menos impacto que la ganadería de bovinos en los páramos de Venezuela. Sin embargo, la ganadería de ovinos en Argentina produciría el menor de los impactos, en parte relacionado por la presencia de bosques. Pero aquí, a diferencia de los otros sistemas, el área de mayor impacto potencial coincide con el área de mayor capacidad lo cual aumenta sobre manera el riesgo por degradación.

Finalmente, se discuten las prácticas de control del pastoreo y su relación con la conservación del ambiente, las presiones externas y tendencias actuales de los sistemas de pastoreo, y las posibles alternativas para el logro de sistemas de pastoreo más sostenibles.

## INDICE

<b>I. Introducción</b>	<b>10</b>
<b>II. Areas de Estudio</b>	<b>16</b>
1. Altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia)	17
2. Cumbres Calchaquíes (Argentina)	19
3. Sierra La Culata (Venezuela)	22
<b>III. Metodología</b>	<b>26</b>
1. Patrones de Vegetación y Forraje	27
a. Muestreos y mapas de vegetación	27
b. Cálculos de oferta de forraje	29
2. Prácticas de Pastoreo	30
3. Eficiencia en el Uso del Espacio Pastoral	31
a. Cartografía, escalas, y fuentes de información	32
b. Cobertura del suelo	32
c. Modelos digitales del terreno y mapas de pendientes	33
d. Cálculo de distancias	33
e. Evaluación Multicriterio y Sistemas de Información Geográfica	34
f. Asignación de pesos	35
g. Modelo de capacidad-impacto para la aptitud del pastoreo	36
h. Mapas finales	37
4. Análisis de la Relación entre los Patrones de Vegetación y Pastoreo	39
<b>IV. Punas y Páramos como Ambientes de Pastoreo</b>	<b>40</b>
1. Pastoreo como Estrategia y Uso de la Tierra	41
2. Punas y Páramos como Ambientes de Pastoreo	44
3. La Colonización Española y los Cambios en las Estrategias Pastorales	46
4. Impacto del Pastoreo en Ambientes Altoandinos	49
<b>V. Pastoralismo Tradicional de Camélidos en Ulla-Ulla (Bolivia)</b>	<b>53</b>
1. Ganadería y Usos de la Tierra	53
2. Vegetación y oferta de Forraje	55
3. Prácticas de Pastoreo	61
a. Manejo del bofedal y pastoreo	62
b. Manejo de los animales	64
<b>VI. Trashumancia de Ovinos en las Cumbres Calchaquíes (Argentina)</b>	<b>66</b>
1. Ganadería y Usos de la Tierra	66
2. Vegetación y Forraje	68
a. El valle de Lara	68
b. La cuenca del río Tacanas	70
3. Prácticas de Pastoreo	74
a. Movimientos diarios de los animales	74
b. Movimientos trashumantes entre pisos ecológicos	75
c. Manejo de los animales	76
<b>VII. Pastoreo Extensivo de Bovinos en la Sierra La Culata (Venezuela)</b>	<b>79</b>
1. Ganadería y Usos de la Tierra	79
2. Vegetación y Forraje	80

a. Forraje en la vegetación del páramo	81
<b>3. Prácticas de Pastoreo</b>	<b>82</b>
a. Movimientos de los animales	82
b. Pastoreo extensivo en las tierras altas	84
c. Manejo de los animales	87
<b>VIII. Capacidad e Impacto del Pastoreo</b>	<b>92</b>
<b>1. Capacidad para el Pastoreo</b>	<b>92</b>
a. Factores que determinan la capacidad para el pastoreo	92
a.1. Oferta de forraje	92
a.2. Pendientes	93
a.3. Fuentes de agua	94
a.4. Distancia a los sitios de pastoreo	99
b. Análisis de la capacidad para el pastoreo	103
<b>2. Impacto del Pastoreo</b>	<b>110</b>
a. Factores que determinan el impacto del pastoreo	110
a.1. Cobertura del suelo	110
a.2. Pendientes	110
a.3. Erodabilidad de suelos	115
a.4. Impacto sobre la vegetación	115
a.5. Distancia a los lugares de pastoreo	115
b. Análisis del impacto potencial del pastoreo	115
<b>3. Aptitud para el Pastoreo</b>	<b>120</b>
<b>4. Capacidad, Impacto y Aptitud Comparados</b>	<b>125</b>
<b>5. Uso del Espacio Pastoral</b>	<b>132</b>
<b>IX. Patrones de Vegetación y de Pastoreo</b>	<b>135</b>
<b>1. Patrones de Vegetación</b>	<b>135</b>
a. Altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia)	135
a.1. Principales comunidades vegetales	136
a.2. Análisis de sitios en los bofedales de Ulla-Ulla	138
b. Cumbres Calchaquíes (Argentina)	141
b.1. Valle de Lara	141
b.2. Cuenca de Tacanas	143
c. Páramos de la Sierra La Culata	149
<b>2. Patrones de Vegetación y Pastoreo de Pastoreo</b>	<b>153</b>
a. Altiplano de Ulla-Ulla	155
b. Cumbres Calchaquíes	157
c. Sierra de la Culata	159
<b>3. Espacio Pastoral y su relación con los Patrones de Vegetación y Pastoreo</b>	<b>166</b>
<b>X. Estrategias, Control del Pastoreo y Conservación</b>	<b>169</b>
<b>1. Estrategias de Pastoreo</b>	<b>169</b>
<b>2. Manejo de los Animales</b>	<b>172</b>
a. Camélidos en punas	172
b. Ganadería mixta y de ovinos en punas y pastizales de altura	174
c. Ganadería bovina en páramos	180
<b>3. Otras Actividades Relacionadas al Manejo de los Animales</b>	<b>185</b>
a. El empadre o cruzamiento	187
b. La marcación de los animales	188
c. La esquila de llamas, alpacas y ovinos	188

d. La parición	189
e. Sanidad animal	189
<b>4. Control del Pastoreo y Conservación</b>	<b>190</b>
a. Movimientos de los animales entre ambientes	191
b. Movimientos en un ambiente	191
c. Mejoras de la calidad del forraje natural	192
c.1. Irrigación de pasturas	192
c.2. Quema de pastizales	192
d. Otras alternativas forrajeras	193
e. Exclusión y territorialidad en áreas de pastoreo	193
f. Control sobre el número de animales	194
<b>5. Presiones Externas sobre el Pastoralismo Campesino e Indígena</b>	<b>195</b>
a. Cambios de uso de la tierra en los territorios de pastoreo	195
b. Expansión altitudinal de la agricultura	196
c. Mercados nacionales e internacionales para los productos de la ganadería	196
d. Tenencia de la tierra en las áreas de pastoreo	197
<b>6. Tendencias de Cambio en los Sistemas de Pastoreo</b>	<b>198</b>
a. Pastoralismo tradicional de camélidos en Ulla-Ulla	198
b. Trashumancia en las Cumbres Calchaquies	200
c. Agropastoralismo en la Sierra de la Culata	201
<b>7. Alternativas hacia Sistemas de Pastoreo Sostenibles</b>	<b>203</b>
a. Mantenimiento de la movilidad de los animales	203
b. Ampliación y mantenimiento de los bofedales	203
c. Producción y conservación de forraje	204
d. Aprovechamiento y mejora de los céspedes inducidos	204
e. Programación y planificación de las rutas de pastoreo	204
f. Mejora genética de los animales	205
g. Disminución de la presión sobre las áreas más frágiles	205
h. Complementos económicos con otras alternativas no agropecuarias	205
i. Pago por servicios ambientales	206
j. Nuevas figuras de conservación compatibles con un manejo sostenible	206
<b>XI. Conclusiones</b>	<b>207</b>
<b>XII. Bibliografía Citada</b>	<b>210</b>

## I. Introducción

Páramos y Punas constituyen dos ambientes altiandinos donde la actividad ganadera ha sido una de las principales fuentes de producción o una de las más importantes actividades complementarias de la agricultura.

Mientras en los Páramos la relativa isoterminia, menor frecuencia de heladas en altura y distribución menos discontinua de precipitaciones (Sarmiento 1986), fueron el contexto ambiental para el desarrollo de culturas más dedicadas a la agricultura; en las Punas, la dominancia de formas en macollas adaptadas a fuerte estacionalidad climática, los bofedales de alto valor forrajero (Palacios Rios 1988) y las manadas de grandes mamíferos herbívoros se relacionaron a un temprano desarrollo de cultural agropastoriles y netamente pastoriles (Kent 1988, Wheeler 1988a).

En los Páramos de los Andes Septentrionales el pastoreo con grandes mamíferos domesticados en otros ambientes sólo comenzó con la colonización española hace menos de 500 años (Monasterio 1980a) y en la actualidad representa un importante complemento de la agricultura y se practica de forma extensiva en estrecha interrelación con los pisos agrícolas (Molinillo y Monasterio 1997a). En las Punas de los Andes Centrales, ideologías y prácticas de pastoreo evolucionaron a lo largo de miles de años de interacción entre vegetación, animales y seres humanos (Engel 1976, Wing 1986, Kent 1988, Wheeler 1988a y b).

La colonización española significó uno de los mayores impactos sobre los ambientes y las culturas andinas. La introducción de nuevas especies animales y vegetales, y la implementación de nuevas tecnologías produjeron impactos de diferente magnitud sobre el ambiente y los ancestrales usos de la tierra (Thomas 1979, Little 1984).

Una de las consecuencias fue el cambio en los patrones de pastoreo desarrollados en milenios de interacción con el ambiente. El éxito de estas adaptaciones estaba basado en el conocimiento de como utilizar el medio, base para el empleo de diferentes estrategias, y en la base genética de los animales andinos domesticados, resultado de milenios de selección (Brush 1984).

En ambientes de puna la principal modificación fue el reemplazo parcial de llamas y alpacas por animales traídos de Europa (principalmente ovinos, vacunos y equinos); reemplazo que solamente no se produjo en las regiones mas elevadas con clima riguroso (Wheeler 1988c). La expansión de ovinos y vacunos desde la colonización española ha sido relacionada a fuertes impactos sobre la vegetación y los suelos, y sobre la organización de las comunidades y sus estrategias de pastoreo (Flores Ochoa 1988a y b).

El pastoreo exclusivo de ovejas en ambientes de puna ha traído como consecuencia cambios de vegetación relacionados a la desaparición de los pastos apetecibles y de alto valor nutritivo (Millones 1982). Esto se ha explicado por la poca adaptación de los animales introducidos a las características de los ecosistemas andinos (Flores Ochoa 1979, Millones 1982).

La magnitud del impacto ambiental del pastoreo sobre páramos y punas habría dependido en buena parte de los patrones espaciales desarrollados por los animales, los cuales estuvieron controlados en gran medida por la distribución espacial y temporal del forraje natural y por la capacidad de aprovechar el espacio pastoral. El grado de eficiencia en el uso del espacio pastoral tendría consecuencias directas sobre el ambiente. Una baja eficiencia del uso del espacio conduce necesariamente a la concentración del pastoreo en pocos sitios que reúnen los requerimientos de los animales, y/o a la modificación del espacio pastoral con el objeto de aumentar las superficies de los sitios óptimos.

Cualquiera sea la causa del impacto ambiental en las tierras altas, los sistemas pastorales y agropastorales están cambiando con el ambiente. Sin embargo, muchos interrogantes acerca de estos antiguos sistemas extensivos y su relación con el medio natural todavía faltan por ser resueltos. ¿Cuánta diversidad biológica se relacionan al agropastoralismo tradicional?. ¿Cuánto del paisaje que valora la protección de la naturaleza y el turismo se deben en gran parte al uso tradicional de los recursos locales?. ¿Qué soluciones tecnológicas de estas culturas podrían ser valiosas para otros sistemas de producción?. ¿Cuánto del impacto ambiental podría ser controlado por una disminución de la presión externa sobre los sistemas agropastorales y una mayor investigación participativa?.

La realidad es que estos sistemas se encuentran en una fase dinámica de cambio. En estas circunstancias, conocer las estrategias agropastorales de larga data, las formas de relación con el medio natural, los factores que condicionan estos sistemas de uso, el impacto relacionado a ellos, las presiones externas y sus consecuencias, mejoraría nuestra comprensión de los sistemas locales de uso de la alta montaña. Principal medida para seguir contestando múltiples interrogantes acerca de los sistemas naturales y culturales andinos.

Los distintos patrones de pastoreo como formas de articulación entre prácticas culturales y el entorno natural en páramos y punas, creadas en ambientes y tiempos diferentes, constituyen el contexto ideal para un estudio comparativo del pastoreo andino. Esta investigación comparativa puede brindar nuevos aportes al estudio de la dinámica del pastoreo, del impacto en los ambientes frágiles de montaña, y de los factores que condicionan los sistemas tradicionales. De esta manera, también servirán para una mayor comprensión del papel del pastoreo como modelador de la vegetación y del paisaje andino, y de las posibles soluciones en el tratamiento y control del impacto.

En este trabajo se plantea que el espacio pastoral puede ser utilizado para evaluar el impacto potencial de los sistemas ganaderos en ambientes de montaña. Para esto se realiza un estudio comparativo sobre la eficiencia en el uso del espacio pastoral y su relación con los patrones de vegetación a nivel andino: camélidos en punas de Ulla-Ulla en Bolivia, ovinos en Pastizales de Altura de las Cumbres Calchaquíes en Argentina, y bovinos en páramos de la Sierra La Culata en Venezuela.

En esta comparación de sistemas indígenas y campesinos se busca:

- a) caracterizar las estrategias de pastoreo e identificar los principales factores ambientales y culturales relacionadas a las mismas,
- b) analizar la interacción entre los patrones de pastoreo y los patrones de vegetación,
- c) investigar la eficiencia de las diferentes estrategias de pastoreo en el uso de los recursos forrajeros locales y su relación con el impacto sobre la vegetación natural.

## Hipótesis

Los patrones de pastoreo andino surgen de la interacción dinámica a lo largo del tiempo de animales, plantas y poblaciones humanas. Se trata de estrategias de pastoreo que dentro de determinados contextos ecológicos, socioculturales, y económicos, tratan de sacar el mayor provecho de la distribución espacial y temporal de la vegetación como fuente de forraje. Los patrones de pastoreo andinos además de la disponibilidad de forraje, estarían determinados por otros factores como: el tipo de animal para el pastoreo, la accesibilidad de los animales a diferentes pisos de vegetación, ecozonas, o forrajes cultivados, los requerimientos sociales y culturales de las poblaciones humanas, y factores económicos entre los que se destacan:

actividades económicas complementarias, tenencia de la tierra y las demandas de los mercados.

De acuerdo a lo expuesto, en esta investigación se sostiene que:

- siendo los patrones de pastoreo producto de una interacción animales-plantas-seres humanos, se prevé que los sistemas más antiguos con pocas modificaciones, como algunos sistemas de camélidos en punas, presentan patrones de pastoreo en los que es posible encontrar características tales como:
  - Un eficiente uso de espacio pastoral, aprovechando al máximo la disponibilidad, accesibilidad y productividad natural.
  - Arreglos espaciales y temporales en armonía con las oscilaciones de la productividad de los ecosistemas, con mínimos impactos sobre suelos y vegetación.
  - Controles culturales y/o naturales sobre el tamaño de los rebaños con el fin de evitar el sobrepastoreo y la disminución extrema de los recursos pastorales.
  - Compleja y elaborada cosmovisión con mitos y creencias relacionados al pastoreo, donde se enfatiza tanto el componente humano, animal y vegetal del sistema.
- En sistemas de pastoreo de origen relativamente reciente, como la ganadería de vacunos en páramos, es de esperar encontrar procesos dinámicos de experimentación en busca de adaptar los nuevos elementos a los contextos ecológicos y culturales. Algunas de las siguientes características pueden estar presentes en estos sistemas:

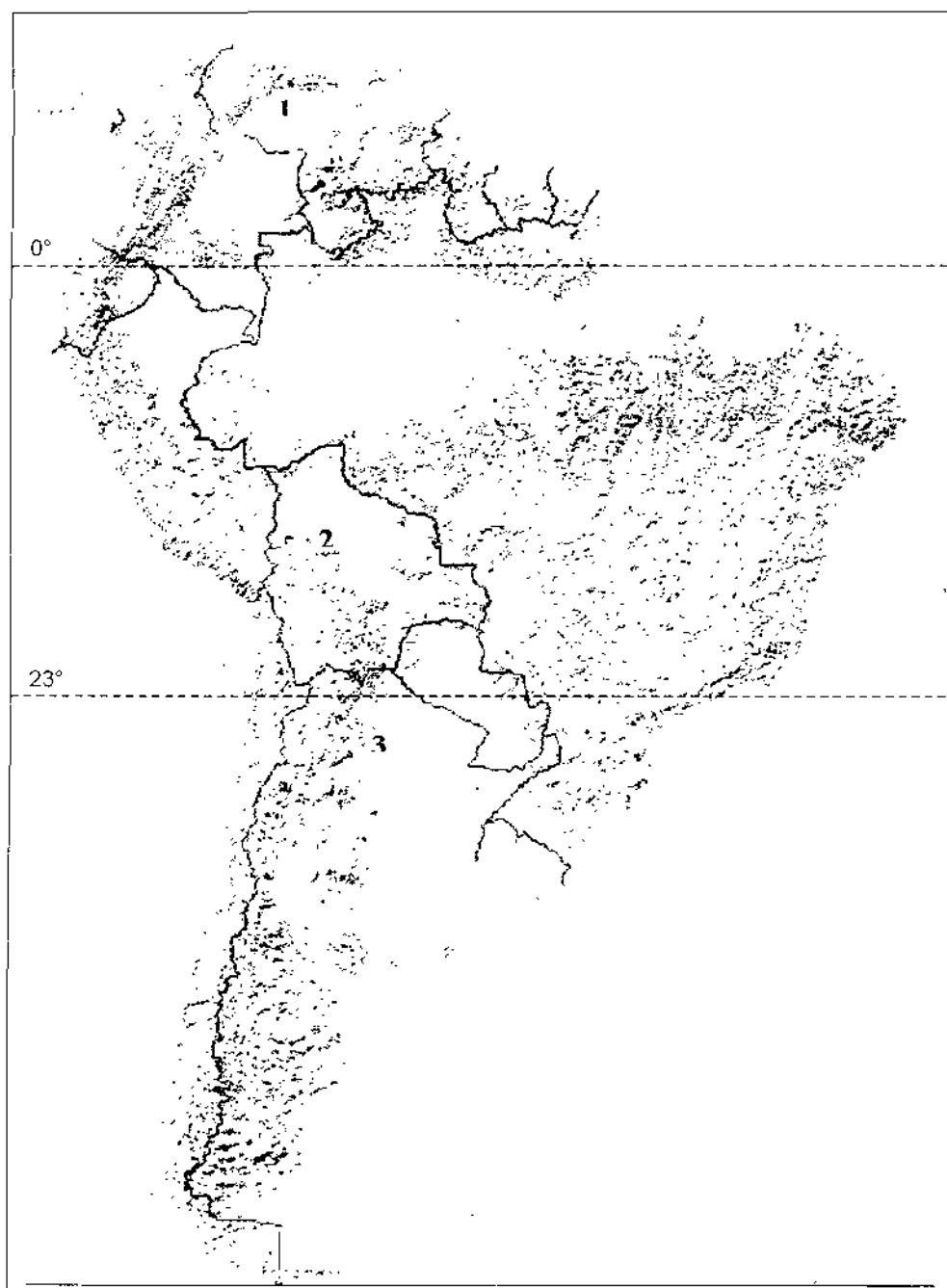
- Menor eficiencia en el uso del espacio pastoral, con prácticas para ampliar los sitios más favorables y/o fuertes aportes externos (forrajes cultivados, alimentos concentrados) para el sostenimiento del ganado.
- Fuertes cambios de vegetación y/o alteración de suelos y procesos erosivos de diferente magnitud relacionados a los ámbitos de pastoreo.
- Ausencia de controles culturales para mantener un tamaño máximo de los rebaños.
- Fuerte énfasis en el componente animal del sistema de pastoreo y de la productividad obtenida, con menores consideraciones sobre el componente vegetal o el impacto producido en el ambiente.

Con estas hipótesis se analizarán las estrategias de pastoreo, tratando de interpretar los cambios, tendencias actuales y sus consecuencias en los dinámicos sistemas de pastoreo andino.

En este trabajo se analizan los páramos y punas como ambientes de pastoreo (tema IV), los tres casos de estudio en Los Andes: altiplano de Ulla-Ulla en Bolivia (tema V), Cumbres Calchaquíes en Argentina (tema VI), y páramos de la Sierra la Culata en Venezuela (tema VII); la eficiencia comparada en el uso del espacio pastoral (tema VIII), la relación entre los patrones de vegetación y los patrones de pastoreo (tema IX), y finalmente, a manera de síntesis, las estrategias y los mecanismos de control del pastoreo (tema X).

## II. Areas de Estudio

Para esta investigación se ha elegido comparar un sistema tradicional de ganadería de alpacas y llamas en el altiplano boliviano (Ulla-Ulla), un sistema de ganadería de ovinos en una región que manejaba llamas en Pastizales de Altura y punas del noroeste de Argentina (cuenca de Tacanas en las Cumbres Calchaquíes), y un relativamente reciente sistema de ganadería vacuna en páramos de la Cordillera de Mérida en Venezuela (Sierra de La Culata). En la Figura 1 se muestra la ubicación de las áreas de estudio y en la Tabla 1 se resumen las características de los sistemas que fueron comparados en Venezuela, Bolivia y Argentina.



**Figura 1:** Areas de estudio en la Cordillera de Los Andes:

1. Páramos de la Sierra La Culata, Cordillera de Mérida en el occidente de Venezuela
2. Puna de Ulla-Ulla en el altiplano de Bolivia
3. Pastizales de Altura en las Cumbres Calchaquíes, noroeste de Argentina.

## 1. Altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia)

El sistema de pastoreo tradicional con camélidos de los Andes Centrales que se analiza en este trabajo se sitúa en el altiplano de Ulla-Ulla (Departamento de La Paz, Provincia Franz Tamayo), puna boliviana entre los 15° 00' y los 15° 10' de latitud sur y los 69° 05' y 69°20' de longitud oeste, por encima de los 4300 m (Figura 2). La Cordillera de Apolobamba separa estas planicies de los valles orientales que desembocan en las Yungas (bosques montanos). Los glaciares pleistocénicos de la Cordillera dejaron formaciones de morrenas, lagos y lagunas que hoy cubren el altiplano de Ulla-Ulla.

Los bofedales de Ulla-Ulla se extienden entre los 4300 y 4350 m, mientras las serranías vecinas pueden llegar en la misma Cordillera a más de 5000 m. El clima se caracteriza por una fuerte estacionalidad entre el verano (diciembre a marzo) con precipitaciones y el invierno (junio a septiembre) seco y muy frío. La temperatura media anual en Ulla-Ulla es de 4,2 °C, con más de 200 días con heladas al año. Las precipitaciones anuales llegan a los 490 mm, por lo que la región está considerada dentro de la puna húmeda. Las precipitaciones están concentradas en el verano y presentan una fuerte variación interanual.

La vegetación dominante en las planicies y serranías es la de pastizales de *Stipa* sp., *Festuca* sp., y *Calamagrostis* sp. en diferentes asociaciones, y las comunidades de *Plantago tubulosa* y *Distichia muscoides* dominando en lugares saturados de agua conocidos localmente como bofedales. Estos humedales pueden ser naturales o, como las enormes extensiones que tapizan las planicies de Ulla-Ulla, producidos y mantenidos por medio de la irrigación. El agua es canalizada desde ríos que descienden de lagunas de origen glaciar. El área de estudio intensivo es de 33.957 ha que forman parte del altiplano de Ulla-Ulla, Ucha-Ucha y las montañas vecinas.

Las 10 comunidades Aymaras que habitan las planicies de Ulla-Ulla están agrupadas en un Ayllu (agrupación de comunidades) con más de 600 familias ( Alzérreca 1992)

que se dedican exclusivamente a la crianza de llamas y alpacas desde tiempos prehispánicos en tierras de propiedad comunal.

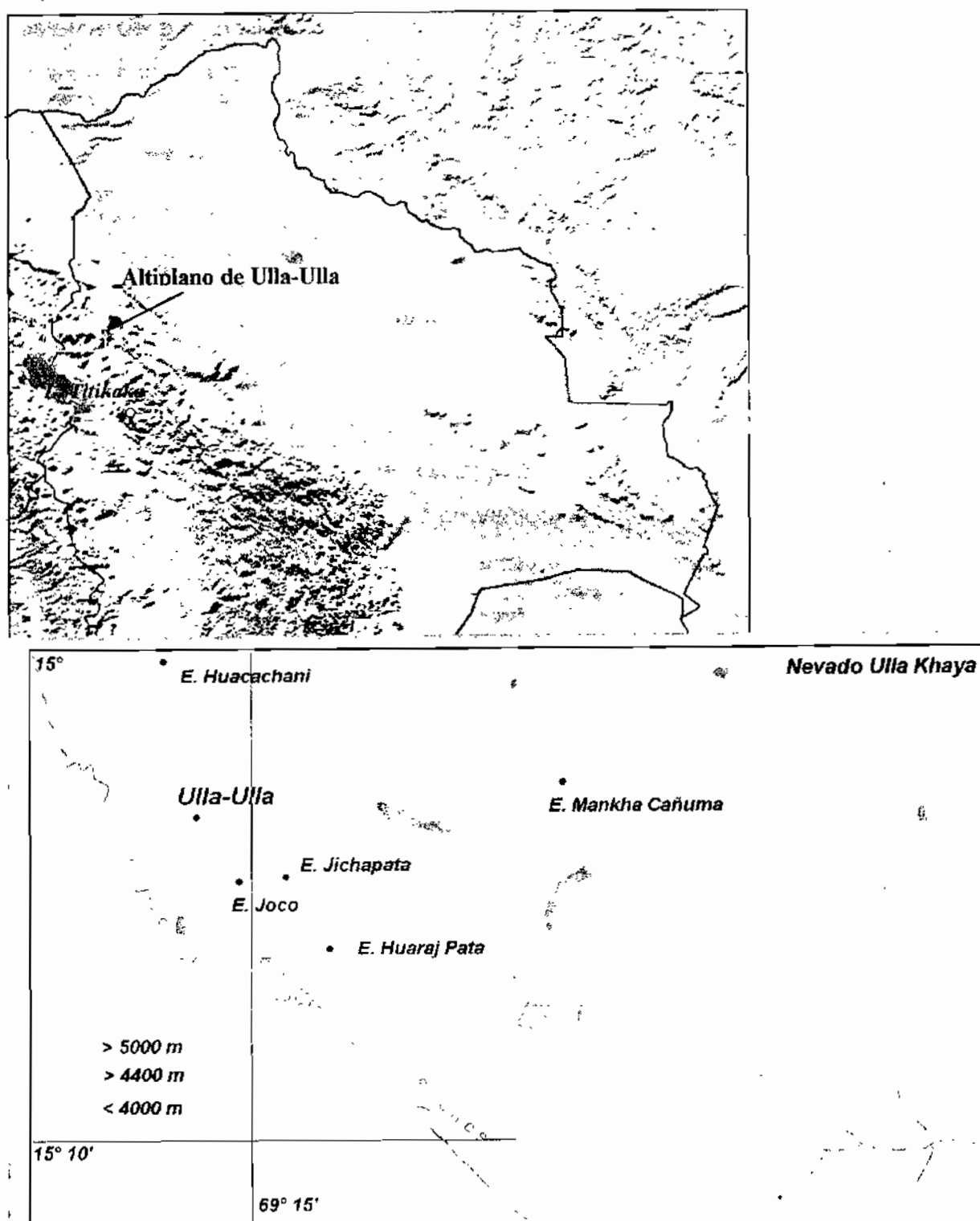


Figura 2. Area de estudio intensivo en Bolivia: el altiplano de Ulla-Ulla, donde se analiza el pastoreo tradicional de alpacas y llamas en ambientes de puna

## 2. Cumbres Calchaquíes (Argentina)

El sistema de pastoreo transhumante con ovinos en el noroeste de Argentina se ubica en el norte de las Cumbres Calchaquíes, uno de los cordones montañosos que forman parte de las Sierras Pampeanas y que ha sido considerado dentro de los Andes Centrales (Gómez Molina y Little 1984). Aquí se analiza específicamente el manejo del ganado en la cuenca del río Tacanas y el valle del río Lara ( $26^{\circ} 13'$  a  $26^{\circ} 24'$  de latitud sur, y  $65^{\circ} 33'$  a  $65^{\circ} 43'$  de longitud oeste) entre 2500 m y 3800 m de altitud en jurisdicción de la provincia de Tucumán (Figura 3).

El clima de esta región presenta una marcada estacionalidad: verano (diciembre a marzo) húmedo, e invierno (junio a septiembre) frío y seco. En las Cumbres Calchaquíes las temperaturas y las precipitaciones varían con la altitud. Las laderas orientales reciben los vientos húmedos provenientes del Atlántico por lo cual son más húmedas con la presencia de bosques y pastizales "parameros". A los 2000 m, como en el valle de Tafí, la temperatura media es de  $13,4^{\circ}\text{C}$  y la precipitación de 417 mm por su posición a sotavento de los vientos húmedos. A esta misma altura en las laderas orientales puede llover más del doble de esta cantidad. Por encima de los 4000 m, como las lagunas de Huaca Huasi, la temperatura media desciende a  $1,5^{\circ}\text{C}$  y la precipitación anual es de 385 mm (Halloy 1983).

La vegetación en la zona de estudio incluye varios pisos ecológicos, desde bosques de *Alnus acuminata*, mosaicos de céspedes y Pastizales de Altura dominados por especies del género *Festuca* y arbustales puneños y prepuneño. Estos últimos ya sobre las vertientes occidentales.

Las poblaciones mestizas asentadas por encima del límite de la agricultura comercial se dedican casi exclusivamente a la ganadería transhumante de ovinos, aunque también cuentan con bovinos y caprinos en menor cantidad. En las montañas vecinas (Sierra de Quilmes, cerro Muñoz) y en algunos pocos sectores de las laderas occidentales de las Cumbres Calchaquíes todavía se practica ganadería con llamas.

En las laderas orientales, las comunidades que manejan ovejas mediante una transhumancia vertical conservan algunas prácticas y tradiciones propias del pastoralismo tradicional con camélidos.

La población de la cuenca de Tacanas por encima de los 2000 m se distribuye de manera dispersa con una densidad de 1 a 2 habitantes/km<sup>2</sup>. Las más de 50 familias pasan el invierno y la primavera (junio a diciembre) en los límites superiores del bosque y trasladan entre 5000 y 7000 ovejas a los pastizales de altura y valles interandinos a donde pasan el verano y parte del otoño (diciembre a mayo).

La cuenca del río Tacanas (16.440 ha) sobre la vertiente oriental de las Cumbres Calchaquíes se utilizó para el análisis de capacidad e impacto del pastoreo. Para los estudios de patrones de vegetación y pastoreo también se consideró el valle de Lara (3400 a 3900 m), una zona de transición entre los Pastizales de Altura y la vegetación puneña.

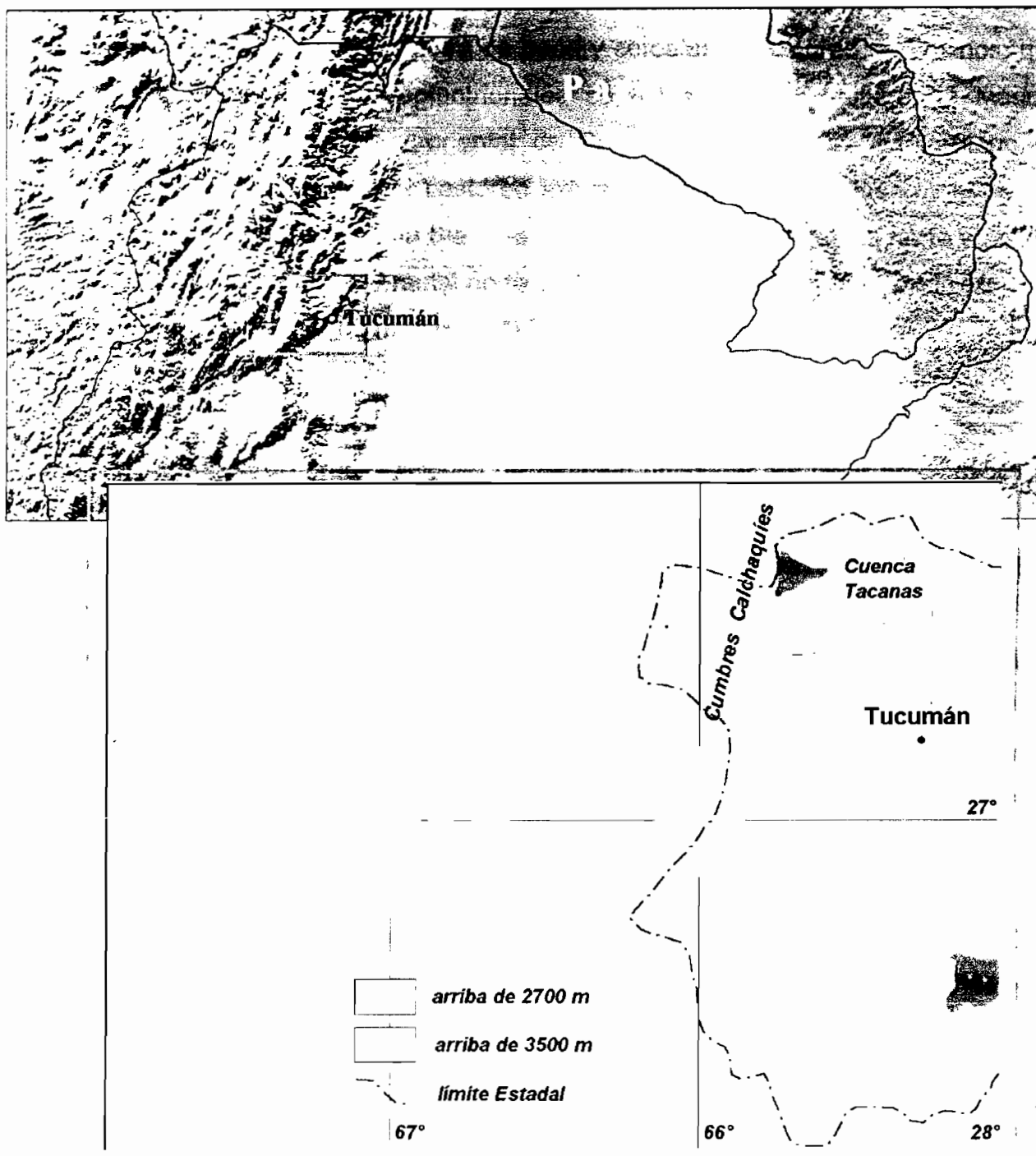


Figura 3. El área de estudio intensivo en el noroeste de Argentina: la cuenca del río Tacanas en las Cumbres Calchaquies, donde se analiza el pastoreo trashumante de ovinos entre Pastizales de Altura y bosques de aliso.

### 3. Sierra La Culata (Venezuela)

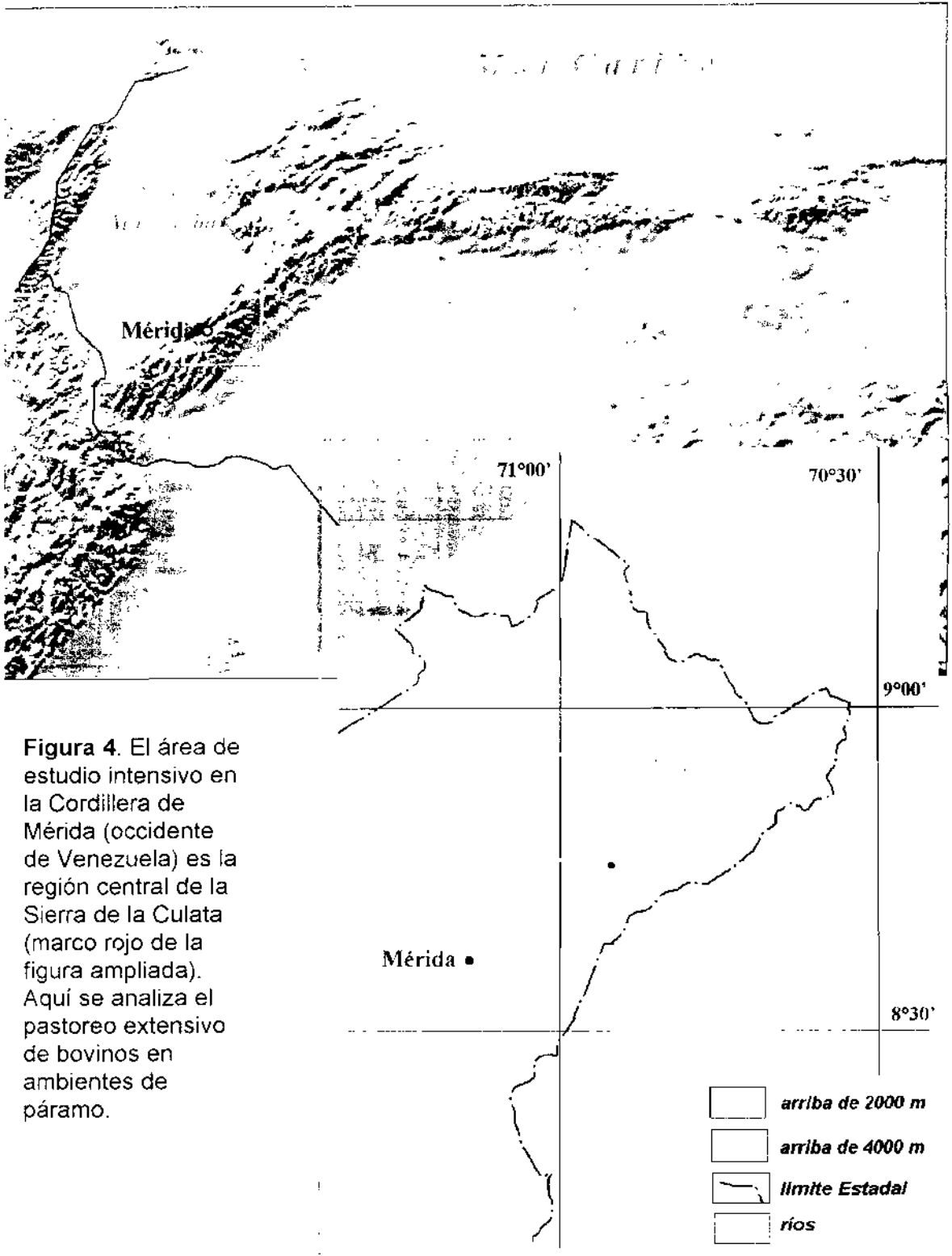
El sistema agropastoral (agricultura de papa y cereales, y pastoreo de bovinos) que se analiza en los Andes Septentrionales se ubica en la Cordillera de Mérida, prolongación de la Cordillera oriental de Colombia que penetra en territorio de Venezuela. Aquí se estudia el pastoreo extensivo de bovinos en los ambientes de Páramo del núcleo central de la Sierra la Culata (8° 43' a 8° 57' latitud norte y 70° 46' a 71° 05' de longitud oeste), ramal norte de la Cordillera de Mérida (Estado Mérida), entre los 3500 m y los 4300 m (Figura 4).

El clima de esta región tropical altiandina es frío y húmedo, con una relativa isoterminia anual y un patrón de precipitaciones de régimen unimodal. Es decir precipitaciones concentradas en un período único entre mayo y octubre, y un período seco con un mínimo de 4 meses sin lluvias, entre diciembre y marzo (Monasterio y Reyes 1980). Esta estacionalidad tiene marcadas consecuencias ecológicas, entre las que se encuentran las variaciones de la oferta de forraje de la vegetación, lo cual tiene una influencia determinante sobre el comportamiento de pastoreo en la ganadería. Para dos localidades en la Sierra La Culata, para las cuales se tienen mediciones continuas, la precipitación media anual oscila entre 630 mm (3156 m) y 813,8 mm (3870 m), y la temperatura media anual entre 10,6°C y 3,8 °C respectivamente.

El área de estudio (40.660 ha) comprende los pisos Andino (por debajo de los 4000 m) y Altiandino (arriba de 4000) de la Sierra La Culata. La vegetación dominante por encima del límite de la agricultura (3700 m) es un Rosetal-Arbustal de *Espeletia schultzii* en las laderas y céspedes de gramíneas y ciperáceas en los fondos de valles glaciales y rellanos de vertientes. En el piso Altiandino se extienden rosetales gigantes (*E. timotensis*) de la formación páramo desértico y el desierto periglacial con sus extensiones arenosas con vegetación esparcida dominada por cojines (Monasterio 1980c).

La época húmeda permite el desarrollo de una agricultura libre de heladas, y la introducción del riego favoreció la ampliación del período de cultivos a la época seca, donde el balance energético es más favorable (Monasterio 1980b). Los asentamientos agrícolas en la Sierra La Culata se concentran por debajo de los 3700 m, cultivándose papa, hortalizas, un poco de cereales (trigo y avena) y recientemente también ajo. Los pisos más altos (por encima de los 3700 m) son utilizados para el pastoreo extensivo de vacunos y equinos pertenecientes a unas 10 comunidades agrícolas. Se calcula que entre 4000 a 6000 vacunos se alimentan estacionalmente de céspedes y ciénagas de fondos de valles glaciales en el piso Andino y en el Altiandino. En el piso agrícola (3000 m a 3700 m) un mosaico de parcelas en sucesión, rastrojos y forrajes cultivados también aportan alimento para el ganado, especialmente en la época seca (octubre a marzo).

Las poblaciones no tienen asentamientos permanentes y muy pocos transitorios en los ambientes de páramo por encima del piso agrícola donde viven. Las zonas destinadas al pastoreo extensivo son manejadas como de propiedad comunal y cada familia tiene derechos de uso sobre una porción determinada a donde puede llevar sus animales a pastorear. El ganado es dejado en el páramo, controlado una a dos veces por mes y bajado al piso agrícola en los momentos de necesidad (arar para cultivar, parición de crías, etc.).



**Figura 4.** El área de estudio intensivo en la Cordillera de Mérida (occidente de Venezuela) es la región central de la Sierra de la Culata (marco rojo de la figura ampliada). Aquí se analiza el pastoreo extensivo de bovinos en ambientes de páramo.

**Tabla 1: Características de los sistemas de pastoreo que fueron comparados en Bolivia, Argentina y Venezuela**

	<b>Ulla-Ulla -Bolivia</b>	<b>Cumbres Calchaquiles - Argentina</b>	<b>Sierra La Culata - Venezuela</b>
<b>Ubicación geográfica (Coordenadas Lat-Long)</b>	Altiplano de Bolivia, 15° 00' a 15° 10' latitud S; 69° 05' a 69° 20' longitud W	Sierras Pampeanas, 26° 13' a 26° 24' latitud S; 65° 33' a 65° 43' longitud W	Cordillera de Mérida, 8° 43' a 8° 57' latitud N; 70° 46' a 71° 05' longitud W
<b>Rango altitudinal</b>	4300 – 5000 m	2000 a 4000 m	3000 a 4700 m
<b>Región biogeográfica</b>	Puna húmeda	Pastizales de Altura - Puna	Páramo
<b>Carac. Climáticas (Temp. Media , Precip. anual)</b>	4,2 °C; 490 mm; fuerte estacionalidad, más de 200 días con heladas al año (4300 m). Inviernos secos y muy fríos	13,4 °C; 417 mm (Valle Tafi, 2000 m) 1,5° C; 385 mm (Dacha Huesi, 4250 m) Veranos lluviosos, inviernos secos	10,6°C; 630 mm; (3156 m) 3,8 °C; 814 mm (3870 m) Isotermia anual, menores precip. invierno
<b>Superficie (ha)</b>	33.957 ha altiplano Ulla-Ulla	16.440 ha Cuenca Tacanas	42.020 ha área arriba 3700 m
<b>Unidad político-administrativa</b>	Departamento de La Paz, provincia Franz Tamayo (W Bolivia)	Provincias de Tucumán y Salta (NW Argentina)	Estado Mérida (W Venezuela)
<b>Áreas Protegidas</b>	Reserva de Fauna, Parque Nacional y Reserva de Biosfera	Proyecto Parque Nacional Aconquija	Parque Nacional Sierra de La Culata
<b>Tipos de vegetación</b>	Bofedales, céspedes, pastizales en planicies y serranías	Bosques, Pastizales de altura, céspedes y vegas, arbustales punefños	Rosetal-arbustal andino, céspedes y ciénagas, rosetal altiandino, desierto periglacial
<b>Población</b>	10 comunidades aymaras organizadas en un Ayllu (más de 3000 personas)	Población mestiza (indígenas y españoles). Más de 300 personas	Población criolla de origen español, 10 comunidades. Más de 2500 personas
<b>Act. Económica</b>	Exclusivamente ganadería, comercio de lana de llama y alpaca	Casi exclusivamente ganadería, venta de queso, artesanías y mano de obra (migraciones laborales)	Agricultura comercial de papa, hortalizas y recientemente ajo
<b>Animales de Pastoreo</b>	Camélidos domesticados (Alpacas, Llamas); Bovinos en menor cantidad	Ovinos en su mayoría; bovinos y caprinos en menor cantidad	Bovinos en su mayoría, Equinos, ovinos en menor cantidad
<b>Patrones de pastoreo</b>	Transhumancia horizontal entre bofedales irrigados y planicies y serranías con forraje estacional	Transhumancia vertical entre Pastizales de Altura (estación húmeda) y bosques (estación seca)	Pastoreo extensivo en páramos con complementos forrajeros en el piso agrícola
<b>Densidad Ganadera</b>	Bofedal: 2,7 alpacas/ha Planicies: 0,3 alpacas/ha	5000 a 7000 ovejas 1,5 ovejas/ha en las veranadas	4000 a 6000 vacunos; 1 vacuno/12 ha en arbustales; 1 vacuno/2 ha en céspedes
<b>Especies forrajeras</b>	<i>Distichia muscoides</i> , <i>Plantago tubulosa</i> , <i>Calamagrostis</i>	<i>Lachemilla</i> , <i>Hypoxis</i> , <i>Stipa uspallatensis</i> , <i>Koeleria</i> , <i>Eleocharis</i>	<i>Calamagrostis</i> , <i>Carex</i> , <i>Muhlenbergia</i> , <i>Lachemilla</i> , <i>Agrostis</i> .
<b>Unidades con alta calidad forrajera</b>	Bofedales, Céspedes	Vegas y Céspedes, Pastizales bajos	Ciénagas y céspedes
<b>Antigüedad de las prácticas de pastoreo</b>	Miles de años exclusivamente pastoril con camélidos (llamas y alpacas).	Aprox. 400 años con ovinos, tradición pastoril prehispanica con camélidos	Aprox. 400 años con bovinos, sin tradición pastoril prehispanica

### III. Metodología

A fin de poner a prueba las hipótesis planteadas, los tres sistemas de pastoreo fueron analizados y comparados en base a cuatro temas fundamentales:

- Los tipos de vegetación dominantes, su distribución y su significado en términos de oferta de forraje.
- Las prácticas de pastoreo, que incluyen los movimientos diarios y estacionales de los animales con la finalidad de aprovechar la oferta de forraje natural, así como las prácticas para ampliar el espacio pastoral.
- La eficiencia en el uso del espacio pastoral, para lo cual se calcula la capacidad, impacto y aptitud para el desarrollo de la ganadería en cada una de las zonas analizadas.
- La relación entre los patrones de vegetación presentes en cada zona y los patrones de pastoreo desarrollados para adecuar la ganadería a la distribución espacial y temporal del forraje.

A pequeña escala (igual o mayor a 1:250.000) se consideró todo el ámbito de pastoreo de cada comunidad analizada, que generalmente incluyen dos o más pisos ecológicos. Esquematizando según Soffer (1982), un piso intermedio dedicado a la agricultura extensiva, bosques y pasturas, y un piso superior utilizado fundamentalmente para el pastoreo extensivo. A esta escala se investigaron los patrones de pastoreo con sus arreglos temporales y espaciales (movimientos estacionales trashumantes, migraciones, etc.) que tratan de aprovechar las ofertas de forraje complementarias.

A mayor escala (igual o menor a 1:100.000) se analizaron las diferentes unidades de vegetación que constituyen cada área de estudio intensivo. Aquí se analizaron la oferta de forraje, los patrones de vegetación, los movimientos de los animales en sus patrones espaciales diarios, y la relación entre la vegetación y el pastoreo.

## **1. Patrones de Vegetación y Forraje**

### **a. Muestreos y mapas de vegetación**

Los mapas de vegetación con los que se calculó la oferta de forraje fueron obtenidos a partir de procesamiento digital de imágenes y fotointerpretación en el caso de Venezuela y Argentina, y de la modificación de una clasificación ya existente para Bolivia.

El mapa de vegetación de la región del páramo de la Culata (Venezuela) se obtuvo mediante procesamiento digital de la imagen Landsat-TM 006-054 de 1996. La composición con las bandas 234 (falso color compuesto) fue clasificada de manera supervisada mediante el método de máxima similitud. Se realizaron controles en el campo utilizando fotografías aéreas escala 1:40.000 de 1989-1990 para las pequeñas unidades. En la clasificación de vegetación así obtenida se realizaron muestreos al azar en cada unidad.

Para el mapa de vegetación de la cuenca del río Tacanas (Argentina) se tomó el mapa de Unidades Homogéneas realizado mediante fotointerpretación de fotos aéreas escala 1:50.000 con correcciones a partir de una imagen Spot de 1986 (Molinillo y Guido 1989). Para el valle de Lara se mapeó la vegetación a partir de una foto aérea escala 1:50.000. En los dos casos las unidades determinadas fueron muestreadas mediante cuadrantes y lineantes al azar y métodos de caracterización de bosques (Molinillo 1990). Para el mapa del altiplano de Ulla-Ulla se generalizó el mapa de vegetación de Seibert (1994) y se realizaron muestreos con cuadrantes al azar para estimar cobertura y biovolumen por especie.

En las tres áreas de estudio los mapas preliminares de vegetación sirvieron para el muestreo, especialmente de céspedes, bofedales (Bolivia), vegas (Argentina), y ciénagas (Venezuela) en donde se concentra el pastoreo. Los muestreos que se realizaron sirvieron tanto para corroborar la clasificación preliminar, como para obtener información sobre las características (composición, estructura, inventario, impacto) de las unidades de vegetación. Los sitios seleccionados para el muestreo fueron representativos de las diferentes unidades cartografiadas y clasificadas.

En cada sitio de muestreo se realizaron levantamientos de información sobre: pendiente, orientación, accesibilidad, pedregosidad, cercanía a fuentes de agua, y humedad del suelo. Cada uno de estas variables fue medida mediante el uso de índices que permiten tanto la comparación entre diferentes sitios muestreados como el análisis de la información a través de métodos multivariados (Austin 1977). Para la información detallada sobre las características de la vegetación se muestreó cada sitio seleccionado mediante 20 cuadrantes de 0,25 m<sup>2</sup> para céspedes y 1m<sup>2</sup> para arbustales y pastizales dispuestos al azar. En cada cuadrante se midió presencia, cobertura (Bannister 1966), y con la bajada de 20 agujas por cuadro, biovolumen (Passera *et al* 1986) de las diferentes especies vegetales, la cobertura de variables indicadoras de pastoreo (suelo descubierto, excremento de ganado, y erosión de suelo) y la presencia de otras variables asociadas como: cantidad de humedad, pedregosidad, vegetación seca, etc. Los resultados de estos muestreos posteriormente fueron analizados por métodos multivariados (Whittaker 1973, Persson 1981, Uresk 1990) que permitieron relacionar la diversidad vegetal, las especies vegetales dominantes, y las variables ambientales y de impacto del pastoreo.

Durante los muestreos se recolectaron ejemplares de las especies vegetales, que posteriormente fueron identificados por especialistas en Instituciones de cada país. El Instituto de Ecología (Universidad de San Andrés) en Bolivia, la Fundación Miguel Lillo y la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad de Tucumán) en Argentina, y el

Departamento de Botánica y el Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes) en Venezuela.

### b. Cálculos de oferta de forraje

En los tres casos los mapas de vegetación fueron transformados en mapas de oferta de forraje (OF) mediante la siguiente fórmula:

$$OF = \frac{[(PP_1 * CF_1) + (PP_2 * CF_2)] [CFt]}{Es \cdot 100}$$

Donde:

- PP<sub>1</sub> es el peso de la palatabilidad de escala 1
- CF<sub>1</sub> es la cobertura forrajera de palatabilidad 1
- PP<sub>2</sub> es el peso de la palatabilidad de escala 2
- CF<sub>2</sub> es la cobertura forrajera de palatabilidad 2
- Es es un índice de la estacionalidad del forraje
- CFt es la cobertura forrajera total de la unidad de vegetación

Para realizar estos mapas sólo se consideraron las especies palatables y medianamente palatables. La selección de especies vegetales realizada por los animales se identificó en base a los seguimientos de los animales en pastoreo (Van Reesh y Hutson 1983), por índices de daño y de preferencia tanto en pastoreo libre como inducido (Heady 1964, Krueger 1972, Holecheck *et al.* 1982, Molinillo 1992), por encuestas a pastores y por fuentes bibliográficas.

En la Sierra la Culata la información de forraje se obtuvo mediante muestreos de preferencia de los animales en el campo y un índice de daño sobre la vegetación (Molinillo 1992). Para el altiplano de Ulla-Ulla se tuvieron en cuenta trabajos específicos de palatabilidad realizados en la región (Bárcena 1988; La Fuente *et al.* 1988); y para la cuenca de Tacanas estudios anteriores realizados en la zona

(Molinillo 1988, 1990) y bibliografía de la región de puna (Tapia y Flores Ochoa 1984; Ruiz y Tapia 1987). Los valores de oferta de forraje obtenidos mediante la fórmula para cada unidad de vegetación posteriormente fueron escalados a 100 y asignados a cada unidad en el mapa.

## **2. Prácticas de Pastoreo**

Las prácticas de pastoreo fueron indagadas mediante entrevistas y seguimiento de los animales en sus recorridos diarios y estacionales. Aquí se tuvo en cuenta no sólo el manejo ganadero, sino también las interrelaciones con la agricultura, la organización social e ideologías que apoyan las prácticas pastoriles.

En todos los casos se les preguntó a los pastores y la gente encargada del manejo del ganado sobre la cantidad y tipo de animales que manejaban, los recorridos diarios y estacionales, las causas de la elección de los sitios a pastorear, las preferencias de los animales sobre los sitios y determinados tipos de vegetación, los principales problemas encontrados en el campo para el desarrollo de la ganadería (falta de pastos o de agua, predación, bajas temperaturas, relieves abruptos, etc.), la existencia o no de algún tipo de control del pastoreo (limitación voluntaria directa o indirecta sobre el número de animales para conservar el recurso forrajero), y sobre la existencia de otras prácticas y creencias relacionadas al pastoreo.

Pastores y animales fueron seguidos en sus rutas diarias desde la salida de los corrales (camélidos en Bolivia y ovejas en Argentina), pasando por cada unidad de vegetación visitada, hasta el regreso a los asentamientos al atardecer. En Argentina se siguieron las rutas diarias de pastoreo tanto en el piso de bosques de aliso como en los Pastizales de Altura. En Bolivia se observaron a los niños y mujeres en el cuidado de llamas y alpacas hembras, y a los animales durante la selección de forraje en el bofedal. En Venezuela los seguimientos diarios fueron realizados sin pastor debido a que el ganado bovino pastorea de manera libre siguiendo sus

propios recorridos. Se acompañó a los pastores cuando realizaban su visita una o dos veces al mes a las zonas de páramo.

Además, se siguieron las rutas de transhumancia o movimientos estacionales entre pisos de vegetación. En Argentina se acompañó a las familias completas en el traslado de ganado entre los bosques de aliso y los Pastizales de Altura a comienzos del verano (fines de diciembre, comienzos de enero), y en el descenso a comienzos del otoño (fines abril, comienzos de mayo). En Bolivia se visitaron los sitios de pastoreo en verano (serranías y planicies) y los de pastoreo en invierno (bofedales irrigados). En Venezuela se siguieron a los animales en el piso altiandino (por encima de 4000 m) y en los lugares de pastoreo del piso agrícola (debajo de 3700 m).

### **3. Eficiencia en el Uso del Espacio Pastoral**

Para analizar el uso del espacio pastoral se calculó lo que se conoce como aptitud (Cendrero 1982) o capacidad de acogida (Gómez Orea 1992), es decir el grado de idoneidad que presenta un territorio para el desarrollo de una determinada actividad, teniendo en cuenta a la vez las potencialidades del territorio para cubrir los requisitos de la actividad (capacidad según Cendrero 1982), y los efectos de la actividad sobre el medio (impacto). La combinación de la capacidad con el impacto permite obtener la aptitud de la región. Se asumió, con fines comparativos, que los valores máximos de capacidad o de aptitud en cada región corresponden al espacio pastoral óptimo para un tipo de ganadería. Las comparaciones se realizaron por medio del porcentaje de la superficie total de los valores más altos de capacidad o de aptitud.

Para realizar los cálculos de capacidad, impacto y aptitud se confeccionaron mapas de vegetación y de forraje, de hidrografía y fuentes de agua, de pendientes y de distribución de asentamientos humanos en cada una de las zonas analizadas.

### a. Cartografía, escalas, y fuentes de información

Para los tres sitios se utilizaron fotografías aéreas escala 1:40.000 a 1:50.000 de los años '80. Además, para la región de Venezuela se utilizó una imagen Lansat-TM del año 1996 de donde se obtuvieron datos de vegetación, para la región de Argentina una imagen Spot de 1986 que sirvió para corregir la hidrografía e identificar grandes unidades de vegetación. Para Venezuela se utilizó como mapa base el mapa de Cartografía Nacional de escala 1:100.000 de donde se obtuvo la topografía, hidrografía y distribución de los asentamientos humanos. Para Argentina se utilizó, el Mapa de Cartografía Nacional escala 1:100.000 especialmente para la ubicación de los asentamientos humanos. Para Bolivia el mapa de Vegetación de Seibert (1994) escala 1:50.000 sirvió como fuente para la topografía, hidrografía, distribución de asentamientos y vegetación.

### b. Cobertura del suelo

Un indicador del grado de protección del suelo fue utilizado con el fin de realizar cálculos sobre el posible impacto del pastoreo. Este índice de Protección del suelo (IPS) tiene en cuenta la cobertura y la estratificación de la vegetación:

$$\text{IPS} = (\text{CV} * \text{PCV}) (\text{EV} * \text{PEV})$$

Donde:

**CV** es la cobertura vegetal

**PCV** es el peso de la cobertura vegetal

**EV** es la estratificación de la vegetación

**PEV** es el peso de la estratificación de la vegetación

Los valores obtenidos por la fórmula para cada unidad de vegetación fueron multiplicados por el peso de la variable Cobertura del Suelo y escalados a 100 para ser asignados a cada unidad de mapeo de cada región.

### **c. Modelos Digitales del Terreno y mapas de pendientes**

Los mapas de pendientes de las tres regiones se obtuvieron a partir de Modelos Digitales del Terreno (MDT), los cuales fueron realizados mediante el módulo "Surface Interpolation/Intercon" del programa Idrisi. Los MDT utilizaron las curvas de nivel vectorizadas cada 100 m de los mapas de Cartografía Nacional de Venezuela y Argentina (escala 1:100.000) y del mapa de vegetación de Seibert (1994) para Bolivia (escala 1:50.000).

La obtención de las pendientes se realizó mediante el módulo "Surface/Slope" del programa Idrisi con una posterior reclasificación en tres clases de pendientes (1. <10%, 2. 10-30%, 3. >30%) para capacidad y 4 clases (1. <10%, 2. 10-30%, 3. 30-50%, 4. >50%) para impacto. En los tres casos a las unidades de pendientes resultantes se les asignó un peso escalado a 100.

### **d. Cálculo de distancias**

El mapa de distancia a las fuentes de agua y de distancia a los asentamientos poblacionales principales fue realizado vectorizando la hidrografía (ríos y lagunas) y los núcleos poblacionales de los mapas oficiales de Cartografía Nacional de Venezuela y Argentina, y del mapa de vegetación de Seibert (1994) para Bolivia. Las distancias fueron calculadas mediante el módulo "Buffer" del programa Idrisi, realizando 4 clases de distancias (menos de 1000 m, entre 1000 y 2000 m, de 2000 a 5000 m, y más de 5000 m) tanto para las fuentes de agua como para las poblaciones. En ambos casos, a cada unidad de distancia se le asignó un valor correspondiente al peso escalado a 100.

### e. Evaluación Multicriterio y Sistema de Información Geográfica

Para realizar los cálculos de capacidad, impacto y aptitud para el pastoreo en las tres regiones se utilizó el procedimiento de Evaluación Multicriterio (EMC), entendido este como el conjunto de técnicas orientadas a asistir en los procesos de toma de decisiones (Barredo 1996). Se trata de la construcción de matrices criterios-alternativas y la asignación de pesos a cada criterio como una manera de jerarquización. Los criterios fueron expresados mediante mapas temáticos cuyas unidades representan las diferentes alternativas que ofrece el territorio.

Posteriormente la capacidad y el impacto se calcularon para cada región mediante una sumatoria lineal ponderada, que se describe en la siguiente ecuación (tomada de Barredo 1996):

$$r_i = \sum_{j=1}^n W_j X_{ij}$$

Donde:

$r_i$  es la capacidad para la instalación de determinada actividad

$W_j$  es el peso del criterio  $j$

$X_{ij}$  es el valor de la alternativa  $i$  en el criterio  $j$

Para realizar EMC se utilizó el módulo "Decision Support/MCE" del programa Idrisi. Allí fueron colocados los mapas temáticos (factores) como una expresión de los criterios considerados, y los pesos de esos factores (el procedimiento de asignación de pesos se explica más adelante). Así también, se colocaron factores limitantes o áreas del territorio que no fueron consideradas en el procesamiento. Se trata especialmente de zonas sin vegetación donde no es posible realizar pastoreo. Para la Culata se excluyó la zona del desierto periglacial, para Ulla-Ulla las zonas de suelo descubierto, cubierta de pedregales y con vegetación pionera (muy pequeñas

extensiones de las cuales no se tenía datos sobre la composición), y para la cuenca de Tacanas la zona de la llanura de inundación del río principal cubierta de pedregales y sometida a una fuerte dinámica por la crecida del cauce.

#### f. Asignación de pesos

Para la asignación de pesos tanto de los factores como de las alternativas se utilizó el módulo "Decision Support/Weigth" de Idrisi. Allí se colocaron las matrices que fueron construidas utilizando el método de las jerarquías analíticas (Saaty 1980), en el cual los pesos son asignados realizando una comparación por pares. De ésta manera, se asigna a cada uno de los factores un valor relativo de ponderación frente a los demás. Este método nos acerca más a la realidad que un simple procedimiento sin ponderación. Para asignar pesos a los factores en las diferentes regiones se consideró la influencia de cada factor en cada sistema de pastoreo en particular.

La escala de medida para la asignación de juicios de valor es una escala de tipo continua que va desde un valor mínimo de 1/9 (extremadamente menos importante) hasta un valor máximo de 9 (extremadamente más importante), indicándose la igualdad en importancia entre pares de factores con el valor 1, según lo define Saaty (1980).

1/9    1/7    1/5    1/3    1    3    5    7    9

Donde:

1/9 es extremadamente menos importante

1 es igualmente importante

9 es extremadamente más importante

En todos los casos las matrices de asignación de pesos fueron construidas y utilizadas teniendo en cuenta que el valor de la tasa de consistencia (Consistency ratio de Idrisi) fuera igual o inferior a 0,1 que asegura cierta solidez en la coherencia de los juicios de valor asignados.

#### **g. Modelo de capacidad-impacto para la aptitud del pastoreo**

Para entender mejor toda la metodología utilizada para la determinación de capacidad e impacto se brinda un diagrama donde entran en juego los procedimientos de SIG y de EMC para la evaluación de la aptitud del pastoreo en las tres regiones a comparar. Como se muestra en el diagrama (Figura 5) el modelo es de un objetivo y de múltiples criterios. Los criterios constituyen la base medible y evaluable para la toma de decisiones, son la evidencia sobre la que se basa una decisión. Los factores son criterios que realzan o detractan la aptitud de asentamiento de una alternativa específica para la actividad en consideración (Eastman *et al.* 1995).

Los criterios para conseguir la mayor capacidad de pastoreo fueron: 1. las zonas con menor pendiente; 2. las zonas con más alta calidad forrajera; 3. las zonas más cercanas a las fuentes de agua; y 4. las zonas de pastoreo más cercanas a los asentamientos. A partir de estos criterios se confeccionaron los mapas temáticos de pendientes, oferta de forraje, distancia a fuentes de agua y distancia a los asentamientos.

Los criterios para conseguir el más alto valor de impacto del pastoreo fueron: 1. las zonas de pendientes medias a altas; 2. las zonas con alta erodabilidad de suelos; 3. las zonas con baja cobertura del suelo; y 4. las zonas cercanas a los asentamientos. Este último criterio fue eliminado en un segundo análisis de impacto para evaluar la influencia de la cercanía de los asentamientos. Todos estos criterios se transformaron en factores que presentan escalas de valores en función de las

condiciones de la región, y reciben diferentes pesos en función de las condiciones de los animales y del sistema de pastoreo utilizado.

Las limitantes son criterios que restringen la disponibilidad de algunas alternativas según la actividad evaluada. En el caso de la aptitud del pastoreo, como ya se mencionó, fueron las zonas sin vegetación, con abundantes pedregales o vegetación pionera sin información. La Regla de Decisión es una parte de los procedimientos de los EMC que permiten integrar de manera coherente los criterios implicados en la toma de decisión (Barredo 1996). Esto es especialmente útil para la búsqueda de la aptitud del pastoreo, donde existen numerosos criterios en juego. El método que se utilizó fue la sumatoria lineal con el módulo "Decision Support/MCE/Weighted Linear Combination" de Idrisi, que da más importancia al peso asignado.

Finalmente, las coberturas de capacidad y de impacto obtenidas por el método de EMC fueron combinadas aplicando nuevamente sumatoria lineal y combinando los criterios limitantes para obtener el modelo de aptitud para el pastoreo.

#### **h. Mapas finales**

Todos los mapas temáticos que intervinieron en el proceso de evaluación de la aptitud para el pastoreo, así como las coberturas obtenidas de capacidad, impacto y aptitud, fueron escalados a 100 como parte del procedimiento de EMC. Sin embargo, para su mejor presentación y para facilitar la comprensión de las diferentes unidades mapeadas, los valores fueron divididos en 5 clases utilizando la media y la desviación estándar, de acuerdo al siguiente esquema:

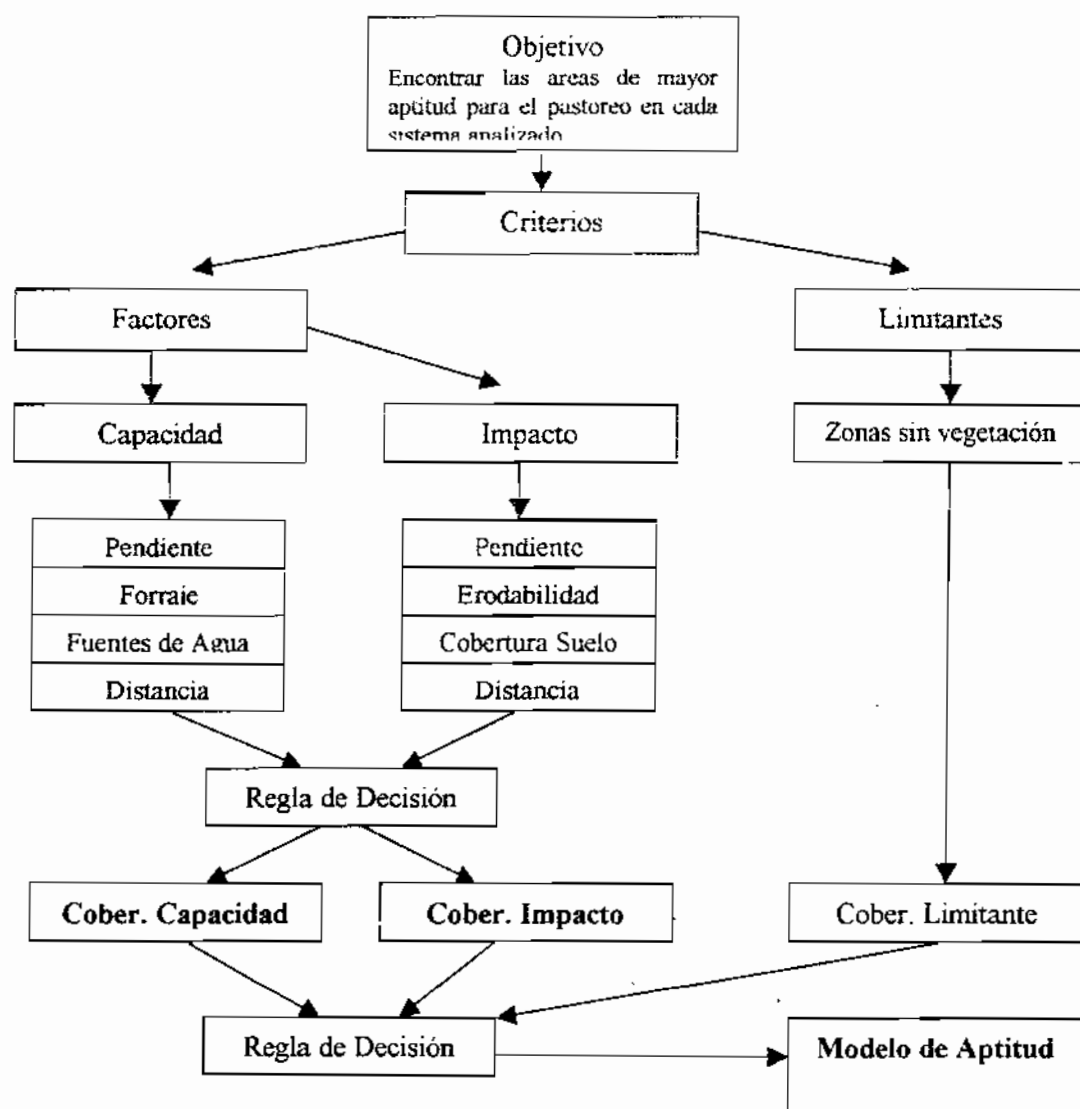
-1,0 S	-0,5 S	X	+0,5 S	+1,0 S
1	2	3	4	5

Donde:

X es la media

S es la desviación estándar

En los mapas finales donde se compara los máximos valores de capacidad (espacio pastoral), impacto y aptitud se calculó el área que ocupa cada una de estas clases con el módulo "Database Query/Area" de Idrisi. Los valores fueron transformados a porcentajes para poder ser comparados.



**Figura 5.** Modelo de capacidad - impacto utilizando SIG y EMC para el cálculo de la aptitud para el pastoreo en las tres regiones andinas. (Tomado con modificaciones de Barredo 1996).

#### **4. Análisis de la Relación entre los Patrones de Vegetación y de Pastoreo**

Para analizar la relación entre los patrones de vegetación y de pastoreo se utilizaron métodos de análisis multivariado (Whittaker 1973, Austin 1977, Persson 1981, Uresk 1990). En este análisis intervienen preferentemente las características ambientales de las unidades (pendiente, altitud, pedregosidad, etc.), la composición de la vegetación (principales especies, cobertura y riqueza florística), y las características de manejo ganadero (accesibilidad, oferta de forraje, y densidad de pastoreo).

Esta es una manera de representar las unidades ambientales, sus características ecológicas y de manejo pastoril en un espacio multidimensional, de donde se obtendrán las variables más importantes de los sistemas considerados. Estos métodos permiten un buen acercamiento para determinar la posible influencia de los patrones de pastoreo sobre los patrones de vegetación, lo cual indicará también la eficiencia de la estrategia pastoral (Molinillo 1993).

Para realizar estos análisis se utilizó el programa CANOCO for Windows versión 4.0, se analizan las matrices principales de censos de especies y matrices secundarias de variables ambientales y culturales. Las variables consideradas fueron: cantidad de agua en el suelo, oferta de forraje, densidad de pastoreo, pedregosidad, número de especies, cantidad de estiércol, cantidad de materia seca, suelo descubierto, pendiente, altitud y erosión de suelos.

En el procesamiento se utilizó análisis de correspondencia (CCA) como un método de análisis unimodal apropiado para matrices con gran número de ceros. No se realizó ninguna transformación a los datos de las especies y se utilizó el módulo de distancia entre las especies que brinda más importancia a las relaciones entre las especies en el diagrama de ordenamiento. El tipo de escalamiento fue "biplot scaling" que da una interpretación más cuantitativa para gradientes cortos (Ter Braak y Smilauer 1998). Las representaciones gráficas de los primeros ejes fueron realizadas con el programa CanoDraw 3.1, y el diseño final de los gráficos por medio del programa CanoPost versión 1.0.

#### IV. Punas y Páramos como Ambientes de Pastoreo

La Cordillera de los Andes constituye una de las estructuras ecológicamente más variadas de la biosfera. A la diversidad de sus ecosistemas naturales se suman los variados usos de la tierra que conforman agroecosistemas únicos, ambos se combinan para formar un ambiente heterogéneo en tiempo y espacio (Billing 1979, Ives 1979, Monasterio 1980a, Sarmiento 1986, Gómez Molina y Little 1984).

En esta región surgieron civilizaciones autónomas, que desarrollaron, en una prolongada interacción hombre-ambiente, estrategias culturales singulares para la utilización de los recursos naturales (Flores Ochoa 1977, Murra 1975, Dollfus 1981). Dichas estrategias no sólo tenían en cuenta prácticas eficientes para utilizar los recursos, sino también medidas para mantener la estabilidad de estos ecosistemas, cuyas características sobresalientes en este aspecto son las condiciones naturales de elevada fragilidad (Billing 1979, Ives 1979). Bajas temperaturas, suelos superficiales, procesos de meteorización acelerados, estacionalidad en las precipitaciones, fuertes pendientes y relieves abruptos, entre otros, conforman un panorama que puede traducirse en dos aspectos: baja productividad vegetal y elevada susceptibilidad a la generación de procesos destructivos. Aspectos fundamentales en el "modelado" de estrategias culturales para el uso de recursos naturales, si se considera que los modelos de adaptación corresponden en gran medida a respuestas a las restricciones ambientales (Baker y Little 1976)

En el pasado las adaptaciones más importantes estuvieron centradas en el sistema de subsistencia (cultivos, animales, estrategias agrícolas y pastorales), diseñadas y seleccionadas a través del tiempo para producir una dieta adecuada a los recursos naturales locales y para tener las menores consecuencias de degradación. Las adaptaciones se basaron en dos recursos vitales: a) el conocimiento de como utilizar el medio, base para el empleo de diferentes estrategias (utilización de distintas fajas agroclimáticas, prácticas de rotación de cultivos y de pasturas,

sistemas de riego, trashumancia, etc.), y b) la base genética de vegetales y animales andinos domesticados, resultado de milenios de selección y del mantenimiento de una amplia base genética (Brush 1984).

Es de esperar entonces diferentes respuestas del ambiente según el grado de adaptación de las estrategias pastorales empleadas y de los tipos de animales utilizados. El uso de recursos naturales con tecnologías y animales "tradicionales" adaptados al ambiente ha sido asociado generalmente a cambios que producen mayor estabilidad y aumentos de la productividad en el sistema (Little 1984).

Actualmente la región andina por encima de los 2500 m constituye la zona habitada a esa altura más poblada de la Tierra (Little 1984). Dicha población depende en gran medida directamente de los recursos naturales locales. La subsistencia de estas poblaciones y la conservación de los ecosistemas dependerán fundamentalmente del tipo de prácticas de extracción de recursos y de la manera en que las mismas se articulan con el medio natural.

En este trabajo se realiza una reseña bibliográfica de las diferentes estrategias de pastoreo desarrolladas en ambientes de páramos y punas, las implicancias de los tipos de animales manejados, las modificaciones sobre el ambiente natural para adaptar las prácticas de pastoreo, los mecanismos de control sobre la cantidad de animales para favorecer la conservación del recurso forrajero y la influencia de la antigüedad de las prácticas tanto sobre la respuestas de la vegetación como sobre la eficiencia en el uso del espacio.

## **1. Pastoreo como Estrategia de Uso de la Tierra**

La agricultura como uso de la tierra ha tenido una enorme trascendencia en Los Andes y en la mayor parte de las montañas del mundo, por muy fuertes que sean las

limitaciones para su desarrollo, tanto como para asegurar la alimentación de la población como para complementar la dieta del ganado. Además, la agricultura permite un mayor rendimiento energético comparado con la ganadería. Pero a medida que las condiciones climáticas se hacen más rigurosas con la altura, la agricultura implica un mayor riesgo ambiental comparado con la cría de animales.

Así, el pastoreo generalmente ha sido seleccionado en aquellos lugares donde la agricultura se hace muy difícil, especialmente en montañas de latitudes medias a altas y a grandes alturas en montañas de bajas latitudes (Price 1981). La selección de la ganadería ha sido favorecida por la alta eficiencia de los herbívoros nativos para utilizar el ambiente, debido a que consumen plantas que no podrían ser utilizadas directamente por las poblaciones humanas (Thomas y Winterhalder 1976), por la movilidad del ganado que permite el fácil acceso a las distintas unidades del territorio en los heterogéneos ambientes de montaña y garantiza el aprovechamiento de los recursos pastorales en el momento de mayor producción (Lasanta Martínez y Molino 1995).

Sin embargo, a pesar de las dificultades y fuertes limitaciones para la agricultura a grandes alturas, una combinación de agricultura y pastoreo fue la estrategia predominante en las elevadas zonas andinas. De esta manera, la agricultura podría ofrecer forraje en campos de cultivo, rastrojos y barbechos, para los períodos de baja productividad de la vegetación natural, y los animales brindarían el estiércol para abonar los suelos tan pobres (Guillet 1984).

En las laderas orientales y profundos valles de altura de la Cordillera Oriental Andina, especialmente de Perú, los patrones de asentamientos generalmente se ubicaron cerca del límite superior de la agricultura y los comienzos de las zonas exclusivas para el pastoreo, con la finalidad de desarrollar estrategias agropastorales en estas zonas. Sólo en las más altas zonas de pastos puneños, donde la agricultura

encuentra serias limitaciones, el pastoralismo puro fue la estrategia principal (McGreevy 1991).

Desde el comienzo, en las regiones andinas el manejo de los animales se relacionó a dos principales estrategias: trashumancia y agropastoralismo, ambas adaptaciones culturales a los ciclos anuales y cambios estacionales en los pisos ecológicos andinos. La trashumancia implica la migración de animales y pastores entre las pasturas de invierno y las de verano. En general los asentamientos permanentes se encuentran en pisos ecológicos más bajos, donde se encuentran los cultivos. Mientras que los pisos más elevados son utilizados sólo para el pastoreo con asentamientos temporarios, a donde llegan los pastores o pocas familias. La cantidad de asentamientos y pisos ecológicos involucrados, la cantidad de movimientos migratorios, dirección y tiempos de estadía constituyen una variada gama de patrones de pastoreo dentro de la trashumancia (Flores Ochoa 1977, 1979, Merlino y Rabey 1979, Gundermann 1986, Rabey 1991, Moliniillo 1993) y responden no sólo a características ecológicas locales, disponibilidad y accesibilidad del forraje, sino también a requerimientos culturales (Price 1981, Merlino y Rabey 1983).

El agropastoralismo pone más énfasis en la agricultura que en la ganadería. Los movimientos de los animales están mucho más controlados y se limitan a recorridos dentro de una misma ladera o valle cercanos a las áreas de cultivo. La poca disponibilidad de forraje invernal obliga a dedicar parte de los cultivos a la producción de forraje suplementario. Se pueden encontrar una variedad de patrones de pastoreo en el agropastoralismo y en las formas de transición con la trashumancia. En la actualidad muchos casos de trashumancia están en declinación (Price 1981) y han evolucionado hacia el agropastoralismo debido al incremento de la agricultura en pisos bajos, al aumento de la productividad de las tierras agrícolas, y a las dificultades para el traslado de los animales (Lasanta Martínez y Moliniillo 1995).

## 2. Punas y Páramos como ambientes de pastoreo

La Puna se distribuye en forma continua a través del sur de Perú, Bolivia, y norte de Chile y Argentina. El Páramo *sensu stricto* se distribuye en forma de pequeñas y discontinuas "islas" en el norte de Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela (Monasterio y Vuilleumier 1986). Estos dos grandes ambientes de pastoreo de los Andes tropicales se diferencian en sus características ambientales, biogeográficas y etnohistóricas (Murra 1979, Monasterio y Celecía 1991).

Punas y Páramos no sólo se diferencian marcadamente desde el punto de vista climático y de composición florística, sino también en cuanto a la historia del uso de la tierra. Además de una marcada estacionalidad hídrica y térmica en la que fueron seleccionadas las formas vegetales de la Puna (Sarmiento 1986), estas evolucionaron también durante miles de años bajo la acción de la herbivoría de grandes mamíferos domesticados (Baied y Wheeler 1993). Mientras, las formas vegetales de los Páramos fueron seleccionadas bajo relativa isotermia anual y distribución menos discontinua de las precipitaciones (Sarmiento 1986) también la ausencia de una herbivoría de las características de la Puna habría influido en esta evolución. Esto es realmente cierto para los páramos de Venezuela y Colombia, pues en los páramos de Ecuador (White y Maldonado 1991) y los del Norte de Perú (Brush 1984) se realiza pastoreo de camélidos desde tiempos incaicos.

En el Páramo, una menor frecuencia de heladas en altura y formas de vida vegetal dominantes (rosetas y arbustos micrófilos) de bajo valor forrajero habrían contribuido al desarrollo de culturas dedicadas casi exclusivamente a la agricultura. En la Puna, el dominio de formas gramíneas perennes xeromorfas, adaptadas a una fuerte estacionalidad, permitió también una buena oferta de forraje, al menos estacionalmente. Esto habría contribuido al aprovechamiento de las altas tierras como lugares de pastoreo extensivo por culturas con fuerte tendencia a la ganadería.

En otros ambientes con largas historias (miles de años) de pastoreo de grandes mamíferos, la herbivoría influyó de manera determinante sobre la estructura de la vegetación, estableciéndose complejas interacciones entre herbívoros y plantas (McNaughton 1979 y 1986, Owen y Wiegert 1981, y Stebbins 1981, Mack y Thompson 1982). Tal podría ser el caso de la Puna en Andes Centrales donde las culturas pastoriles datan de varios miles de años (Engel 1976, Kent 1988, Wheeler 1988a). Debido a que la vegetación del Páramo andino sólo sostiene al ganado desde hace pocos cientos de años, este pastoreo podría tener serias implicancias en cambios de vegetación (cambios en diversidad, fisonomías y estructura).

En los Páramos de Venezuela el piso Andino constituye el de mayor extensión en las montañas. En este piso los asentamientos humanos prehispánicos se concentraron en valles de mayor insolación, favorables para los cultivos (Monasterio 1980b), siendo la agricultura la principal actividad. A diferencia del resto de la región andina (Andes Centrales y Meridionales), no existió la práctica del pastoreo con animales domésticos antes de la llegada de los españoles. La ganadería en estos páramos se comenzó a practicar como un pastoreo extensivo principalmente con ganado vacuno y equino. Actualmente esta actividad constituye un complemento de la explotación agrícola, y se realiza en la parte superior del Piso Andino y en el Altiandino (Monasterio 1980b, Molinillo y Monasterio 1997a).

En los Páramos Venezolanos, debido a su aparente baja oferta de forraje y al poco tiempo de coevolución entre herbívoros domésticos y plantas, los cambios de vegetación podrían estar relacionados con el pastoreo del ganado exótico, como ocurre en otras regiones andinas. Tal es el caso en punas de Argentina donde los animales de pastoreo traídos por la colonización española, que reemplazaron a los camélidos, no se adaptaron completamente al forraje de la vegetación dominante, por lo que concentraron el pastoreo en pocas zonas aptas. En estos lugares actualmente se producen fuertes cambios en el suelo y en la vegetación (Molinillo 1993).

### **3. La Colonización española y los cambios en las Estrategias Pastorales**

En ambientes de montaña de Andes Centrales las poblaciones humanas practican desde épocas prehispánicas tanto agricultura como pastoreo con animales autóctonos (la domesticación data de hace aproximadamente 5000 años). Aquí se desarrollaron estrategias de uso de recursos que tienen como base principal la utilización de los gradientes verticales, ya sea a través de un control de dos o más pisos altitudinales o mediante el establecimiento de redes comerciales locales y regionales (Murra 1975, Brush 1976). Caracterizándose como piso de pastoreo el que se encuentra por encima de los 3500 m (Brush 1984).

El pastoreo se realiza actualmente tanto con ganado autóctono (llamas y alpacas) como con exóticos (ovejas, vacunos), estos últimos introducidos por los españoles hace poco más de 400 años. Las tendencias son hacia la disminución del ganado autóctono (especialmente llamas) y aumentos del exótico, debido principalmente a presiones externas del mercado y a la imposición de tecnologías foráneas (Brush 1984, Flores Ochoa 1979).

La colonización española significó el mayor impacto sobre las poblaciones humanas andinas. La introducción de nuevas especies animales y vegetales, y la implementación de nuevas tecnologías produjo impactos de diferente magnitud sobre los tradicionales usos de la tierra. Estos cambios han tenido y tienen hasta el presente consecuencias tanto sobre el ambiente, como sobre las culturas (Thomas 1979, Little 1984). Una de estas consecuencias fue el cambio en los modelos de patrones de pastoreo desarrollados en milenios de interacción con el ambiente.

En ambientes de puna la principal modificación fue el reemplazo de llamas y alpacas por los animales de pastoreo traídos de Europa (ovinos, caprinos y vacunos). Esto se realizó especialmente en los altos valles andinos y regiones de puna, mientras que en las regiones mas elevadas con clima más riguroso la falta de adaptaciones de los

animales introducidos impidió este reemplazo (Wheeler 1988c). Allí comenzó un proceso de expansión de ovinos y vacunos, que hasta hoy continúa, y al que están relacionados fuertes impactos sobre la vegetación y los suelos, y sobre la organización de las comunidades y sus estrategias de pastoreo (Flores Ochoa 1988a y b; Molinillo 1993).

La colonización española también introdujo animales de pastoreo en ambientes de páramo de Andes Septentrionales que no tenían historia de pastoreo de grandes rebaños de mamíferos domesticados como en la puna de Andes Centrales. Esto se realizó como parte de los nuevos cultivos y tecnología de cereales introducidos (Monasterio 1980a). En pocos cientos de años se desarrollaron patrones de pastoreo estrechamente ligados al calendario agrícola y a las oscilaciones de productividad de la vegetación de los pisos andino y altiandino, con una variedad de respuestas individuales y familiares, en una típica estrategia de agropastoralismo (Molinillo 1992, Molinillo y Monasterio 1997a).

Este reemplazo de animales de pastoreo y cambios de uso de la tierra asociados ocurrieron en diferentes lugares de los Andes Centrales, incluso en montañas extra-andinas como las Sierras Pampeanas (noroeste de Argentina), culturalmente parte de los Andes Centrales. En esta región los datos más antiguos de las culturas andinas datan de, a lo menos, comienzos de la era actual (2000 años A.P.), e indican ya una economía basada en el cultivo de maíz y apacentamiento de llamas (Parodi 1966). La temprana colonización de los españoles implicó una rápida apropiación de las tierras, desorganizando y desplazando a las comunidades indígenas a diferentes regiones como fuerza de trabajo. De forma muy diferente a lo que ocurrió en otros lugares de los Andes Centrales, donde las comunidades nativas mantuvieron parte de sus tierras y sobrevivieron con sus prácticas junto a los asentamientos europeos (Solbrig 1984). Es decir que se produjo no solamente el reemplazo de los animales de pastoreo en épocas muy tempranas, sino también el despoblamiento de las comunidades nativas.

Actualmente, la principal actividad por encima de los 2500 m es el pastoreo con ovejas, cabras y vacas (Ragonesse 1967, Molinillo 1988). En algunos casos se ha producido un reemplazo total del ganado autóctono y las poblaciones humanas conformadas generalmente por mestizos tienen relativamente poco tiempo de estadía en esas regiones y son producto de migraciones y reinstalaciones (Santamarina 1945, Molinillo 1988). Cambios en el uso de la tierra y tendencias hacia el aumento de los animales de pastoreo se han experimentado en el último siglo y han ocasionado modificaciones de vegetación y procesos erosivos (Solbrig 1984, Molinillo 1993).

Los páramos en los Andes del Norte se han caracterizado desde épocas prehispánicas por poblaciones dedicadas casi exclusivamente a la agricultura, con límites para dichas prácticas que pueden llegar hasta los 3600 m (Monasterio 1998). Actualmente el Piso Andino (2500 - 4000 m) en su parte superior (3500 -3900 m) es manejado con agricultura tradicional de papa y cereales con rotación de parcelas (Sarmiento *et al.* 1993), mientras que la ganadería constituye sólo un complemento de la explotación agrícola (Monasterio 1980b). Se trata principalmente de ganado vacuno y muy poco ganado ovino, con los que se practica un pastoreo extensivo con movimientos fuertemente dependientes del calendario agrícola.

Los cambios de uso de la tierra en ambientes de páramo estuvieron relacionados a cambios en la agricultura: implementación de nuevas tecnologías y cultivos. En Páramos de Venezuela se pasó de la agricultura de tubérculos prehispánica a la introducción de los cereales y el posterior auge especialmente del trigo con excedentes comerciales. En la actualidad los altos valles se caracterizan por el cultivo de hortalizas especialmente el de papa a nivel comercial, con el trigo limitado a valles altos aislados y en vías de desaparición.

El ganado vacuno introducido como fuerza de trabajo de la nueva agricultura también habría experimentado cambios en su densidad y patrones de pastoreo, acompañando

los cambios en el uso de la tierra. El cambio de una agricultura cerealera a una de papas habría implicado desajustes en la oferta de forraje ligado a los cultivos en las estaciones secas y un consiguiente aumento del pastoreo extensivo sobre la vegetación natural en pisos altos (Molinillo 1992). En la actualidad una gran variación de prácticas para la obtención de forraje pueden encontrarse en los páramos de la Cordillera de Mérida como evidencia de estrategias de pastoreo íntimamente relacionadas a una agricultura cambiante y a procesos de experimentación en busca de patrones de pastoreo más eficientes para las condiciones ecológicas de estos ambientes (Molinillo y Monasterio 1997a).

#### **4. Impacto del pastoreo en ambientes altoandinos**

Las evidencias arqueozoológicas indican que la primera domesticación de camélidos fue en la puna de Junín (Perú) en un período entre el 4000 y el 3500 AC, y el pastoreo de animales plenamente domesticados después del 3500 AC (Wheeler 1988b). Esto significa que hace aproximadamente 5000 años A.P. se desarrollaron completamente los asentamientos permanentes y la domesticación animal y vegetal en los ambientes andinos (Little 1984). Este lapso de tiempo representa la mitad del período desde el fin de la última glaciación (Van der Hammen y Cleef 1986). Tiempo durante el cual las tierras estuvieron sometidas al pastoreo, en aquellas regiones donde esta actividad se desarrolló.

La composición y estructura de los ecosistemas andinos, al igual que otros en el mundo, ha sido tradicionalmente adjudicada a los factores naturales (p.e. clima, suelo, "pool" génico fuente). Estos habrían actuado a lo largo del tiempo para "modelar" a la biota andina (Villagrán *et al.* 1983, Arroyo *et al.* 1988). Sin embargo, el pastoreo, como una forma indirecta de aprovechamiento de energía por parte del hombre, representaría un factor selectivo adicional de importancia a nivel regional (Duffey *et al.* 1974, Billing 1979).

Se ha establecido que el efecto de la herbivoría puede representar uno de los factores modificadores más importantes de la vegetación, tanto a escala ecológica como evolutiva. La herbivoría en ecosistemas naturales puede llegar a ser tan alta, que selecciona características morfológicas y fisiológicas, modificando el crecimiento y la reproducción de las plantas, e influenciando la capacidad competitiva de las especies y la composición de las comunidades (Harper 1969, Crawley 1983).

Es de esperar que la vegetación de ecosistemas sometidos a pastoreo por largos periodos de tiempo (miles de años) presente características que respondan a la presión de la herbivoría. Los diferentes tipos de defensas químicas y morfológicas antiherbívoros, y la selección de especies y de formas de vida resistentes al pastoreo (Duffey *et al.* 1974, Crawley 1983), representan algunas de las respuestas más comunes.

En algunos ambientes de montaña el efecto del pastoreo puede haber sido de tal magnitud, que tal vez nunca se hayan conocido estos ecosistemas en su relativo "estado natural" (Billing 1979). A escala ecológica el pastoreo tiene efectos sobre la composición de las comunidades vegetales. En general se han mencionado tres principales efectos sobre la vegetación: la defoliación, el pisoteo, y la remoción y redistribución de nutrientes (Duffey *et al.* 1974).

Los cambios generalmente implican la selección de unas especies por otras, lo cual depende de la intensidad, el tipo de animales y los patrones de pastoreo. Una larga historia de pastoreo puede modificar fisonomías completas de la vegetación, tales como el dominio de pastos cortos altamente productivos (O'Connor 1978), o la proliferación de especies poco palatables como leñosas, especies tóxicas, etc.

Es de esperar entonces que en ambientes de puna, donde el pastoreo durante miles de años significó fuertes interacciones entre animales y plantas, se haya desarrollado una vegetación adaptada a las presiones pastorales y una ganadería que haga un

uso eficiente de la vegetación dominante sin que esto signifique un detrimento sobre la misma. Cambios en esta presión selectiva por modificaciones en los patrones de pastoreo (aumento de densidad ganadera o cambios en los animales de pastoreo) podrían producir fuertes impactos sobre la vegetación. Esto parece ser especialmente cierto en ambiente de puna donde se han reemplazado camélidos por ovinos (Molinillo 1993). Mayores impactos pueden preverse en ambientes nunca sometidos a presiones de herbivoría del tipo de la puna, como el caso de pastizales de fondo de valle de ambientes de páramo donde se produce la concentración de vacunos en sus recorridos de pastoreo (Molinillo 1992, Molinillo y Monasterio 1997a). La expansión de compuestas en estos mismos ambientes registrada hace pocos cientos de años (Salgado-Labouriau 1980) podría también deberse a efectos del pastoreo a escala ecológica.

El papel de los animales de pastoreo traídos de Europa como factores de cambio en los ambientes andinos preferentemente ha sido estudiado en los Andes Centrales (entre otros: Thomas 1979, Millones 1982, Ottonello y Ruthsatz 1984, Wilcox *et al.* 1987). Así también, las prácticas culturales ligadas al pastoreo sólo son bien conocidas en las Punas andinas (Flores Ochoa 1977 y 1988c, Merlino y Rabey 1983).

En los Andes Centrales el sobrepastoreo ha sido considerado un problema de gran antigüedad (Browman 1974). Pero es el sobrepastoreo del período de posconquista y producido por ovejas al que se ha atribuido los mayores cambios de vegetación (invasión de especies leñosas y dominancia de vegetación poco palatable) y procesos erosivos en suelos. Incluso la disminución del límite de árboles en altura ha sido atribuido en parte al sobrepastoreo (Ellemberg 1958, cit. por Thomas y Winterhalder 1976). En el altiplano los principales cambios de vegetación se deben a la desaparición de los pastos apetecibles y de alto valor nutritivo, como consecuencia del pastoreo exclusivo de ovejas (Millones 1982). Esto se ha explicado por la poca adaptación de los animales introducidos a las características de los ecosistemas andinos (Flores Ochoa 1979, Millones 1982). Por lo que en los Andes Centrales los

mayores cambios de vegetación son tradicionalmente atribuidos a los últimos 500 años, cuando se introdujeron nuevos animales y patrones culturales.

En punas del noroeste de Argentina cambios en la vegetación de altura hacia el predominio de pastos o arbustos de bajo valor forrajero y notable disminución de cobertura vegetal, son atribuidos al sobrepastoreo con animales exóticos (Solbrig 1984). En estas últimas, las fisonomías de vegetación en cuencas de montaña bajo pastoreo han sido interpretadas como respuestas a la presión del ganado. De acuerdo a las características climáticas y los patrones de uso se han identificado dos grandes tendencias en el cambio. Una hacia la disminución del valor forrajero de la vegetación y el aumento de la protección, como es el cambio de pastizales a bosques o arbustales (Grau 1985, Molinillo 1990). La otra hacia el aumento de la productividad útil y disminución de la protección natural, que es el caso de arbustales a pastizales o de pastizales altos a céspedes (Molinillo 1990).

Uno de los factores fundamentales en el cambio de vegetación y la generación de procesos erosivos ha sido la limitación de los animales exóticos para alimentarse de la vegetación natural, lo cual ha disminuido la capacidad de carga potencial de las tierras y ha favorecido la concentración del pastoreo. Por lo que el sobrepastoreo se relacionaría tanto con la carga excesiva como con el tipo de animales (Molinillo 1988, 1993).

En ambientes de páramo la consideración de la ganadería como una actividad complementaria de menor importancia ha implicado también muchas menos investigaciones en este tema. Aunque todavía se cuentan con pocos datos acerca del efecto del pastoreo sobre los ecosistemas de páramo, se sabe que el mismo ha implicado impactos sobre vegetación y suelos en grado variable (Nauman 1986, Paul 1986, Molinillo 1992, Pérez 1992, Molinillo y Monasterio 1997a, Hofstede 1995, Verwey 1995). Algo lógico de esperar si se tiene en cuenta una vegetación cuya historia natural no se encuentra asociada al pastoreo de manadas de grandes herbívoros domesticados.

## **El Pastoralismo Tradicional de Camélidos en el Altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia)**

Esta sección está dedicada al caso de estudio sobre pastoralismo tradicional de camélidos en el altiplano de Ulla-Ulla. Aquí se analiza la vegetación como oferta de forraje para el ganado (los patrones de vegetación son discutidos posteriormente en el capítulo IX Patrones de Vegetación y de Pastoreo), y las prácticas de pastoreo y el manejo que se realiza con los animales en función de desarrollar la ganadería a partir del aprovechamiento de los recursos locales.

### **1. Ganadería y Usos de la Tierra**

En la región del altiplano de Ulla-Ulla, ubicada al norte del Lago Titicaca a 4300 m y en los límites con el Perú, se concentra el 75 % de la actividad pastoral de alpacas de Bolivia. La región es habitada por comunidades Aymaras que se dedican casi exclusivamente a la ganadería.

Desde 1972 fue establecida en la región la Reserva Nacional de Fauna de Ulla-Ulla sobre un área de 240.000 ha. La reserva incluye desde los bosques tropicales montanos en la laderas orientales hasta el pajonal de la puna en la zona altoandina, hábitat de la vicuña, principal especie bajo resguardo (Nogales 1980).

Las comunidades Aymaras del altiplano de Ulla-Ulla presentan numerosas características, entre ellas uso de la tierra, tipos de asentamientos, arquitectura, organización social, organización del pastoreo e irrigación, cuyo origen se remontan a tiempos prehispánicos (Caro 1985). La población se distribuye en pequeños caseríos esparcidos en el altiplano, teniendo como principal centro comunal el caserío de Ulla-Ulla.

Se ha calculado que en el altiplano de Ulla-Ulla pastan más de 150.000 llamas y alpacas (Seibert 1994) moviéndose entre los pastizales de las planicies (estación húmeda) y las zonas siempre inundadas de los bofedales (estación seca). Las actividades agrícolas se limitan a los cultivos de papa amarga localizados entre los 3900 m y los 4300 m. Estos se realizan en pequeños espacios que suelen ser excluidos por paredes de adobe para evitar la entrada de los animales.

Las comunidades se ubican sobre dos áreas netamente diferentes. Por un lado comunidades como Ulla-Ulla y Ucha-Ucha se extienden sobre altiplanicies ("pampas") con pastizales secos y grandes zonas inundadas cubiertas de céspedes (bofedales o ju'qu en Aymara). Por otro, comunidades como Coololo, Puyo-Puyo y Suchez están localizadas al pie de la cordillera de Apolobamba. La superficie de las estancias (grupos de casas agrupadas generalmente alrededor de los bofedales) y los bofedales son mayores sobre las pampas que al pie de la cordillera. Por esta razón las estancias localizadas en la cordillera requieren de prácticas más frecuentes de rotación de pasturas y de un manejo más grande de territorios de pastoreo para sus animales. En todos los casos se practica la trashumancia entre las zonas de bofedales y las zonas de pastizales durante las diferentes estaciones del año.

En el bofedal de Ulla-Ulla la fuente permanente de agua es una laguna de origen glaciar. Una toma del río que sale de la laguna permite llevar el agua hasta el altiplano. Por medio de canales principales y secundarios el agua penetra en el bofedal. El sistema de irrigación es mantenido por las comunidades y a través de la irrigación se pueden mantener y ampliar bofedales de los que dependen en gran medida la ganadería de camélidos de esta región.

La formación del bofedal permite la posibilidad de tener forraje verde durante el periodo de estrés hídrico cuando el forraje dominante de las planicies se encuentra en una condición que lo hace poco palatable y digerible. En la mayoría de los sistemas de pastoreo el periodo seco señala el límite de la cantidad de animales que se puede

sostener y generalmente este límite se marca por la mortalidad de los animales que no pueden ser alimentados. De esta manera, la construcción del bofedal implica ampliar la capacidad de carga de la región, al hacer posible el sostenimiento de más animales en el período seco.

## 2. Vegetación y Oferta de Forraje

En el altiplano de Ulla-Ulla la vegetación natural está fuertemente influenciada por los tipos de suelos, la disponibilidad de agua y el pastoreo de los animales. Aquí se dispone de un amplio gradiente de condiciones, desde los sitios rocosos secos y con gravas hasta los suelos profundos y permanentemente inundados.

Las comunidades de pastizales de *Stipa ichu* y *S. brachyphylla* y las estepas de *Fycnophyllum* crecen sobre suelos secos a méxicos donde dominan las arcillas y las gravas. Sobre estas mismas condiciones por encima de los 4500 m dominan además los pastizales de *Calamagrostis minima*. Las zonas de transición entre estas estepas secas y los bofedales están dominadas por comunidades vegetales caracterizadas por *Azorella diapensoides*. En los sitios de bofedales permanentemente saturados de agua y sometidos a pastoreo son dominantes los cojines de *Distichia* (Seibert 1994).

En la Tabla 2 se muestra la palatabilidad de las principales especies en el altiplano de Ulla-Ulla. De acuerdo a esta clasificación la Figura 6 muestra la proporción de biovolumen forrajero en las unidades de bofedal que fueron muestreados cerca de la comunidad.

**Tabla 2. Clasificación de las principales especies en el altiplano de Ulla-Ulla según su palatabilidad para las alpacas. Tomado con modificaciones de Bárcena 1988.**

Nombre Científico	Nombre vulgar	Gr. taxonómico	Nombre Científico	Nombre vulgar	Gr. taxonómico
<i>Poa gymnantha</i>	-	Gramineae	<i>Calamagrostis antoniiana</i>	Sota	Gramineae
<i>P. candamoana</i>	k'annu	"	<i>C. rigidus</i>	-	"
<i>P. annua</i>	-	"	<i>C. eminens</i>	-	"
<i>P. gigiana</i>	-	"	<i>Stipa obtusa</i>	Tiafia	"
<i>Calamagrostis vicunaranum</i>	Crespillo	"	<i>S. mexicanae</i>	-	"
<i>C. heterophylla</i>	kenkorkara	"	<i>Aciachina pulvinata</i>	Paco paco	"
<i>C. curvula</i>	-	"	<i>Distichia filamentosa</i>	Kuliputi	Juncaceae
<i>C. jamesoni</i>	-	"	<i>Ephedra americana</i>	Pinco pinco	Gnetaeae
<i>Festuca dolichophylla</i>	Chiliigua	"	<i>Gomphrena meyeniana</i>	Pacha thokay	Amaranthaceae
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	Napa pasto	"	<i>Senecio canescens</i>	Papusa	Asteraceae
<i>Stipa brachyphylla</i>	-	"	<i>Wermeria dactylophylla</i>	Tola	"
<i>Bromus lanatus</i>	Willma cebadilla	"	<i>Parastrephia quadrangularis</i>	Wira wira	"
<i>B. catharticus</i>	Cebadilla	"	<i>Gnaphalium</i> sp.	Turpa	Malvaceae
<i>Agrostis tolucensis</i>	-	"	<i>Nicotricha</i> sp.	-	"
<i>Lachemilla pinnata</i>	Sillu sillu	Rosaceae	<i>N. flabellata</i>	-	"
<i>Gentiana prostrata</i>	Penka p'enka	Gentianaceae	<i>Plantago monticola</i>	Pampa llantén	Plantaginaceae
<i>Gentianella punicea</i>	Tantiani	"	<i>Ranunculus aquatilis</i>	-	Ranunculaceae
<i>G. persquarrosa</i>	Jallu jallu	"	<i>Oenothera multiflora</i>	Yahuarchonka	Onagraceae
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	Pilli	Compositae	<i>Oxalis pygmaea</i>	Añu cebolla	Oxalidaceae
<i>H. stenoccephala</i>	Pilli flor	"	<i>Mirabilis glabratus</i>	Berro	Scrophulariaceae
<i>Weimeria pygmaea</i>	Valeriana	"	<i>Stipa ichu</i>	Ichu	Gramineae
<i>Liabum ovatum</i>	Mula pilli	"	<i>Juncus andicola</i>	-	Juncaceae
<i>Senecio nivale</i>	Kea kea	"	<i>Margaritarpus pinnatus</i>	Kanili	Rosaceae
<i>Myriophyllum</i> sp.	Liacho	Haloragidaceae	<i>Tetraglochin cristatus</i>	-	"
<i>Selaginella peruviana</i>	-	Selaginellaceae	<i>Astragalus uniflora</i>	-	Leguminosae
<i>Luzula peruviana</i>	Uma sutu	Juncaceae	<i>Lupinus</i> sp.	-	"
<i>Distichia muscoides</i>	-	"	<i>Opuntia floccosa</i>	Waraco	Cactaceae
<i>Eleocharis retroflexa</i>	K'emillo	"	<i>Azorella diapsenoides</i>	Yareta khota	Umbelliferae
<i>E. alibracteata</i>	-	"	<i>Pycnophyllum glomeratum</i>	Huari coca	Caryophyllaceae
<i>Carex</i> sp.	Cercipasto	"	<i>Chersodoma jodopapus</i>	Itapallo	Asteraceae
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	-	Ranunculaceae	<i>Perezia multiflora</i>	Escorzonera	"
<i>Geranium sessiliflorum</i>	Ojetilla	Geraniaceae			

En los bofedales inundados el 80 % del biovolumen palatable está dado por la contribución de *Distichia muscoides*, junto a *Plantago tubulosa* y *Calamagrostis* sp.. Muy poca de la vegetación del bofedal se presenta como biovolumen poco deseable. Cuando en el bofedal disminuye la disponibilidad permanente de agua se hace menor el biovolumen de plantas deseables y aumenta la estacionalidad del forraje en general. Aquí, el principal forraje es ofrecido por *Calamagrostis* sp., *Festuca andicola* y *Wemeria* sp., entre las principales especies indeseables que aumentan se encuentran: *Azorella* sp., *Aciachne* sp. y *Arenaria* sp.

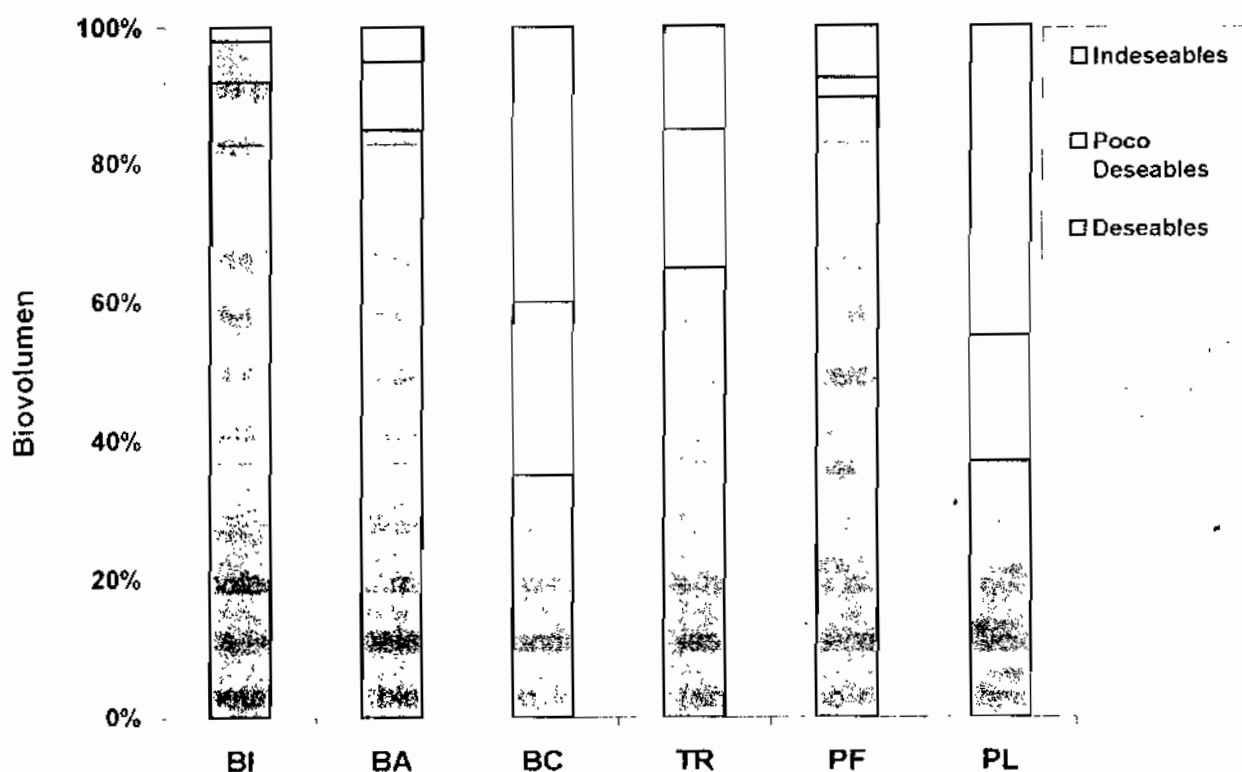
En un bofedal abandonado, el biovolumen fuertemente estacional es brindado por *Calamagrostis* sp., *Wemeria* sp. y *Festuca andicola*, las que forman las 3/4 partes del biovolumen deseable solamente en la época húmeda. Debido a la dominancia de estas especies estacionales, durante la época seca el bofedal reduce su oferta de vegetación deseable a 1/4 de los valores de la época húmeda. Esta situación explica que estas secciones de bofedal abandonado sean pastadas preferentemente en la época húmeda.

En las áreas fuera del bofedal inundado, por donde discurren los canales de irrigación, la humedad permite la modificación de la vegetación especialmente en la proximidad de los canales. Allí, el biovolumen forrajero deseable está dado por *Lachemilla pinnata* y *Hypochaeris taraxacoides*, pero en estos lugares se mantienen elevadas proporciones de biovolumen forrajero poco deseable, como el caso de *Scirpus* sp. y *Calandrinia acaulis*.

También fuera del bofedal inundado permanentemente, donde las aguas discurren hacia el río Suches ya no controladas por canales, se conservan altos valores de humedad en el suelo especialmente en la estación húmeda, dando lugar a la vegetación con elevado valor forrajero y dominada por *Festuca andicola*. Esta especie junto a *Wemeria apiculata*, *Eleocharis tucumanensis*, *E.albibracteata* y *Calamagrostis* sp. constituyen el 80 % del biovolumen forrajero total. Debido a esta composición y a la falta de irrigación permanente la vegetación está sujeta a las oscilaciones estacionales, con fuertes variaciones de las especies deseables.

Las planicies naturales que rodean los bofedales son las unidades que menor forraje de especies deseables ofrece y sólo son pastadas durante la época húmeda especialmente por llamas. Entre las especies forrajeras deseables se encuentran: *Stipa* sp., *F. andicola*, y *A. pinnata*. Esta unidad se caracteriza por los altos valores de forrajeras poco deseables e indeseables, entre las que se encuentran *Arenaria* sp., *Cardionema* sp. y *Astragalus* sp..

La vegetación de los bofedales irrigados no cambia de composición abruptamente a la vegetación de planicies sino a través de zonas de transición en las que se combinan forrajeras deseables permanentes y estacionales, tales como: *Werneria* sp., *A. pinnata*, *Calamagrostis* sp. y *F. andicola*. En estas unidades ya se encuentra una buena proporción (cerca de 1/3 del biovolumen total) de especies poco deseables e indeseables en la época húmeda.



**Figura 6.** Calidad forrajera de las unidades de vegetación cercanas al bofedal de Ulla-Ulla. Para una explicación detallada de las unidades se debe consultar la sección sobre el altiplano de Ulla-Ulla en el capítulo IX sobre Patrones de Vegetación y Pastoreo. BI: Bofedal inundado, BA: Bofedal abandonado, BC: bofedal entre canales; TR: zona de transición, PF: Pastizal de Festuca, PL: Planicies.

La comparación del biovolumen forrajero de diferente calidad en las distintas unidades de vegetación muestra que el bofedal inundado constituye una transformación de la vegetación hacia un forraje más deseable, con mínimos valores de vegetación poco deseable e indeseable. Aunque otras unidades de vegetación (como el bofedal abandonado y el pastizal de *F. andicola*) puedan tener valores cercanos de biovolumen deseable, esto es cierto sólo para la época húmeda, pues estos valores caen abruptamente en todas las unidades (salvo en bofedal irrigado) durante la época seca. Así, el bofedal irrigado significa un forraje más permanente y de un crecimiento continuo, con elevados valores de biovolumen forrajero de alta calidad.

La condición del bofedal irrigado, dadas las características señaladas, ha sido definida como "excelente" (La Fuente *et al.* 1988), con una capacidad de carga de 2,7 UA/ha (unidad alpaca por hectárea). Esto permite que durante todo el año se pueda mantener un pastoreo casi permanente de alpacas y durante la estación seca también de llamas.

El abandono de las prácticas de irrigación en algunos sectores del bofedal conduce a la disminución del biovolumen forrajero, pero lo más importante es que se produce un aumento de la estacionalidad por el cambio en la composición vegetal. Así, en la época seca el biovolumen de forraje deseable puede llegar a 1/4 del ofrecido en la época húmeda.

El paso del bofedal con irrigación permanente hacia las planicies que sólo reciben las precipitaciones estacionales pasando por las zonas de transición, supone una disminución notable del biovolumen forrajero (en el caso de las planicies en la época húmeda se llega a menos de la mitad del valor del bofedal inundado), una creciente estacionalidad del forraje (que llega a ser mínimo en la época seca en las planicies), y un cambio en la calidad. En este último aspecto se registra el paso desde especies siempre verdes tiernas, palatables todo el año, hasta el dominio de especies más duras, sólo verdes en una corta estación de crecimiento, momento en el que son consumidas. En estas zonas se registran los mayores contrastes entre el biovolumen ofrecido en la época húmeda y en la época seca.

El paso del bofedal hacia las planicies implica el aumento de especies poco deseables e indeseables. A esto debe sumarse el deterioro de las pasturas naturales en las planicies y la selección en contra de las especies palatables por el sobrepastoreo. Esta situación da como resultado una condición regular para las zonas de transición (entre bofedal y planicies) con una capacidad de carga de 1 UA/ha, mientras que las planicies presentan una condición pobre, con una carga de 0.33 UA/ha.

### 3. Prácticas de Pastoreo

En la comunidad de Ulla-Ulla cada familia cuenta en promedio con unos 200 animales, siendo el número de alpacas generalmente el doble que el de llamas. También se tienen ovejas y vacunos pero en pequeñas cantidades. Todas las familias, tanto de las comunidades de la pampa como de la cordillera, practican algún tipo de trashumancia con sus animales. Para esto cuentan con lugares de residencia principal (Jach'a uta) donde la familia permanece la mayor parte del año dentro del ámbito de una comunidad y sitios secundarios o temporarios cuyo emplazamiento varía de acuerdo al tipo de movimientos que realizan y los espacios utilizados.

Por lo general las comunidades de las pampas presentan movimientos trashumantes más restringidos. Las familias de Ulla-Ulla y Ucha-Ucha tienen su Jach'a uta cercanos a los bofedales irrigados y allí pasan casi todo el año. Sin embargo, pueden mover los animales sobre diferentes sitios cercanos de pasturas. Utilizan el bofedal como fuente de forraje fundamentalmente en el período seco (invierno). En este período cuando escasean los pastos estacionales que dominan en planicies y serranías, el pastoreo de alpacas y llamas hembras se concentra en los humedales permanentes del bofedal. Durante la época húmeda (verano), tradicionalmente las llamas son trasladadas a planicies y serranías vecinas donde se alimentan de los pastos estacionales, aprovechando el período de crecimiento de los mismos. Las alpacas por su parte son retiradas de los lugares inundados del bofedal para evitar que contraigan enfermedades (Figura 7a).

Las comunidades de la cordillera practican movimientos trashumantes con mayores variaciones espaciales y altitudinales. Además de su Jach'a uta, que puede localizarse en zonas de bofedales naturales o en laderas de pastizales, tienen lugares de residencias temporarias llamadas Jit'iña. Estos sitios pueden variar anualmente y ser intercambiados entre miembros de una familia extensa. Si la residencia permanente se ubica cerca de un bofedal, lo cual asegura buenos forrajes durante la estación seca, la Jit'iña se encuentra en pastizales de ladera y es utilizada durante la estación húmeda. Si

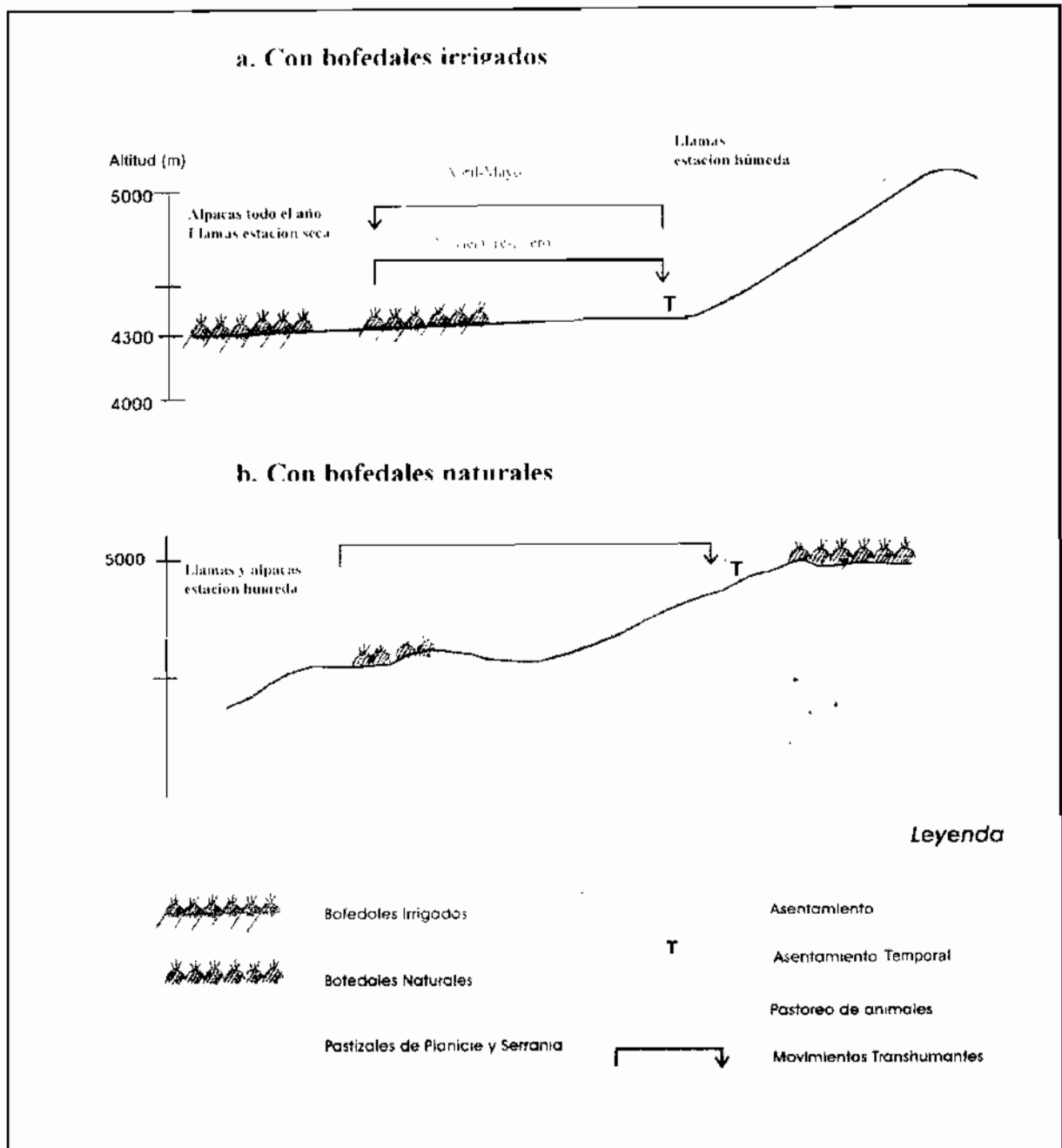
por el contrario la residencia se encuentra en zonas de pastizales secos, que sólo pueden ser utilizados durante la estación húmeda, la Jit'íña se ubica cerca de bofedales y se utiliza durante el periodo seco. En algunos pocos casos se tienen Jit'íñas en dos sitios diferentes tanto para la estación húmeda como para la seca y se pasa unos pocos meses al año en la residencia principal (Caro 1985). A manera de ejemplo la comunidad de Cañuma realiza una trashumancia (Figura 7b) que incluyen los pastos de la serranía en el verano y parte del otoño (noviembre a marzo), y los bofedales naturales en la alta montaña en invierno y parte de la primavera (junio a octubre).

### a. Manejo del bofedal y pastoreo

La formación y mantenimiento de un bofedal implica fuertes cambios en la vegetación de planicies desde los pastos estacionales (*Stipa* sp., *Festuca* sp., *Calamagrostis* sp.) hasta una composición de vegetación que permite una elevada y permanente oferta de forraje (*Distichia* sp., *Lachemilla* sp., etc). Esto sólo es posible mediante un sistema que asegure el suministro continuo de agua a la vegetación. El abandono de la irrigación en parte del bofedal implica la regresión hacia formas estacionales. Así también un sobrepastoreo en el bofedal puede conducir al aumento de especies menos palatables y por consiguiente a la disminución de la capacidad de carga, tal como parece estar sucediendo en algunos sectores del bofedal.

Pero los cambios más notables relacionados a la disminución del forraje palatable debido al sobrepastoreo están teniendo lugar en la unidad de planicies en donde los pastos estacionales (*Stipa* sp. y *Festuca* sp.) han disminuido notablemente su biovolumen (comparado con el interior de clausuras), y se han incrementado las superficies descubiertas. Aunque no se cuenta con mediciones de estos cambios de vegetación, los mismos han influido de manera considerable sobre la capacidad de carga y el movimiento de los animales de pastoreo. Durante la época húmeda, muchas llamas que pastoreaban tradicionalmente en las planicies y al pie de las serranías, todavía permanecen pastando junto a las alpacas debido a la disminución del forraje.

Así, la presión del pastoreo aumenta sobre el bofedal irrigado, lo cual se relaciona a evidencias de sobrepastoreo. En estas circunstancias, la concentración del pastoreo en la estación seca, la disminución de la capacidad de carga, y los ciclos climáticos con precipitaciones inferiores a la normal, producen según los pastores elevada mortalidad entre los animales que puede llegar hasta un 50 %.



**Figura 7.** Modelos de transhumancia horizontal en el altiplano de Ulla-Ulla. Arriba movimientos trashumantes de la comunidad de Ulla-Ulla con bofedales irrigados. Abajo movimientos trashumantes de la comunidad de Cañuma con bofedales naturales en alta montaña.

## **b. Manejo de los animales**

El manejo de los animales en el altiplano de Ulla-Ulla requiere de la participación de todos los miembros de la familia y de mucho tiempo de dedicación. Por lo que algunos han señalado que la disponibilidad de mano de obra se constituye en un factor de producción decisivo para el incremento y el buen manejo del rebaño (Caro, 1985; Alzérreca, 1992).

El ganado por lo general es dividido en dos grupos. Por un lado, alpacas y llamas hembras requieren de un cuidado constante que es realizado por mujeres y niños en el espacio del bofedal. Estos animales son recogidos diariamente en corrales donde se los protege del frío y de los predadores. Durante el día, mientras los animales pastorean (especialmente en la estación seca), las mujeres que cuidan el ganado pueden dedicarse al tejido de pequeñas prendas de lana.

Por otro lado, alpacas y llamas machos son cuidados por los hombres que las llevan a pastar a praderas un poco alejadas a donde las vigilan una o dos veces por semana. Esta división por sexo responde en parte a un pastoreo y cuidado más eficiente y por otro al comportamiento propio de los camélidos de formación de grupos de machos jóvenes y grupos de hembras con un macho dominante.

La estación húmeda está marcada por las múltiples actividades relacionadas a la dispersión y cuidado de los animales en el pastoreo, y a las tareas de empadre y esquila. Durante Diciembre y Marzo los pastores seleccionan las parejas de animales con los cuales se realiza una monta forzada. Estas prácticas se repiten varias veces en periodos espaciados entre una y dos semanas durante el tiempo de reproducción.

A pesar de la dedicación y los cuidados de la hacienda, en general la productividad es baja. En esta región es común una cría cada dos años. De cada 100 alpacas hembras servidas, el 70 % son fecundadas. De estas el 30% pierden el feto por aborto, de las 50 crías nacidas sólo el 50 % sobreviven para ser marcadas (Alzérreca 1992). Por esto motivos, las tasas de crecimiento son bajas. Sólo el 5% en rebaños

de 100 animales (cantidad común entre las familias de la región) y 13% cuando la hacienda asciende a 300 animales (Caro 1985). Bajo estas condiciones las familias tratan de incrementar el número de sus animales por medio de cuidados especiales, bajo consumo anual, poca venta de animales vivos, adquisición de ejemplares por intercambio de mano de obra, o a través del matrimonio.

La esquila de fibra de alpacas y llamas se realiza en verano y primavera. Por lo general cada animal adulto es esquilado cada dos años. Debido a esto, y para mantener una producción continua de lana se esquila cerca de una cuarta parte de la hacienda por año. La fibra de alpaca es la que más se comercializa (venta y trueque) incluso a nivel internacional. Mientras que la de llamas se utiliza para elaborar prendas de vestir para la familia y fabricar sogas.

También durante la estación húmeda se realiza anualmente la marcación de los animales. Se trata de un ritual de agradecimiento a la "madre tierra" en el cual también se establece la propiedad por medio de marcas en las orejas, aretes de fibras o pintado en diferentes partes del cuerpo.



**Figura 8.** Alpacas pastando en el bofedal de Ulla-Ulla (4300 m) en la época húmeda

## Vegetación y Uso de Ovinos en las Cumbres Calchaquiles (Argentina)

En este capítulo se analiza el caso de estudio del pastoreo transhumante con ovinos en las Cumbres Calchaquíes, los pisos de vegetación utilizados, los principales tipos de vegetación que sirven de forraje y las prácticas de pastoreo. Las unidades de vegetación y su distribución en el área de estudio son presentadas en el capítulo IX sobre Patrones de Vegetación y Pastoreo.

### 1. Ganadería y Usos de la Tierra

En las Cumbres Calchaquíes las poblaciones mestizas dedicadas al pastoreo transhumante se ubican a partir de los 2000 m, en el piso de bosques de aliso (*Alnus acuminata*), y utilizan la vegetación de este piso y la de los Pastizales de Altura (2800 a 3800 m) para la cría de ganado en su mayor parte ovino. Por debajo de los 2000 m las poblaciones son sedentarias y se dedican a la agricultura y la cría de ganado bovino.

Los pastores trashumantes cultivan algunos pocos productos en el piso de bosques (principalmente papa y maíz) en pequeñas extensiones. Las poblaciones que tienen su asentamiento principal más cerca de los bosques disponen de más superficie y variedad de cultivos. Aquellos que tienen su asentamiento principal en Pastizales de Altura se dedican casi exclusivamente a la ganadería transhumante. En los valles interandinos más secos y zonas de puna y prepuna aumenta la ganadería de cabras que puede llegar a ser tan importante como la de ovejas. Las poblaciones transhumantes no son dueñas de la tierra y deben pagar un arriendo por cabeza de ganado. Esto ha conducido en general a ocultar la cantidad de real de animales que poseen.

La hacienda de cada familia se compone en promedio de unos 250 animales, de los cuales la mayor parte son ovinos, y en menor cantidad caprinos y bovinos. El

rango de variación oscila entre algunas familias con 350 a 400 animales y otros con menos de 150 animales. El pastoreo con llamas está limitado a muy pocos lugares en las Cumbres Calchaquíes y no reviste importancia desde el punto de vista cuantitativo. Las ovejas son utilizadas principalmente para la producción de carne y de lana. Este último producto permite el desarrollo de actividades artesanales. Los vacunos son utilizados casi exclusivamente para la producción de leche, con lo que se elaboran quesos, principal producto de intercambio comercial de la región. Los productos derivados de la hacienda (carne, queso, lana, cuero y tejidos) son vendidos en las zonas agrícolas vecinas tanto de las laderas orientales (poblaciones de Rearte, Gonzalo, San Pedro, La Higuera, etc.) como de las occidentales (Ampimpa, Amaicha, Colalao del Valle, etc.) en las Cumbres Calchaquíes.

En el área de estudio de la cuenca del río Tacanas las más de 50 familias pasan el invierno y la primavera (junio a diciembre) en los límites superiores del bosque y trasladan entre 5000 y 7000 ovejas a los pastizales de altura y valles interandinos en donde pasan el verano y parte del otoño (diciembre a mayo). Además de la ganadería, la segunda fuente importante de recursos proviene de la migración estacional que la población, especialmente varones mayores de 14 años, practica estacionalmente hacia las zonas de cultivos de caña de azúcar y citrus en las zonas bajas de la provincia de Tucumán. Esto es lo que se conoce como migración pendular con fines laborales (Escobar y Beall 1984) y es la preparación para migraciones de tipo semi-permanente y permanente a centros urbanos, tan comunes en los últimos decenios en estas regiones. Las migraciones contrarrestan en parte el crecimiento demográfico, pero no producen a corto plazo una disminución de la densidad ganadera como se esperaría. Debido a que los emigrantes mantienen parte de su hacienda como seguro contra cualquier eventualidad en su nuevo lugar de residencia (Molinillo 1988).

## 2. Vegetación y Forraje

Las poblaciones trashumantes que se instalan estacionalmente en las partes más altas de las Cumbres Calchaquíes utilizan, además de los pisos de Pastizal y bosques de aliso, otros pisos de vegetación como los de Puna y Prepuna.

Las vertientes orientales de las Cumbres Calchaquíes por encima de los 1800 m están ocupadas por bosques de alisos (*Alnus acuminata*), los que pueden llegar como bosques hasta los 2700 m, especialmente sobre las laderas de orientación sur. En este mismo piso las laderas más insoladas de orientación norte están cubiertas de arbustales mesofíticos (como *Baccharis* y *Eupatorium*). Por encima del nivel superior de bosques y hasta aproximadamente 3500-3600 m se extienden las "Praderas Montanas" (Cabrera 1976), también llamadas "Pastizales de Altura" (Vervoorst 1981) o "Páramo Pajonal" (Halloy 1983). En este piso las quebradas húmedas son ocupadas por bosquecillos de "Queñoa" (*Polylepis australis*). Arriba de los 3700 m comienza la transición hacia la Provincia Altoandina. Hacia las laderas occidentales se extienden el ecotono entre los Pastizales de altura y las zonas de Puna y Prepuna.

En las Cumbres Calchaquíes se consideran dos áreas de pastoreo: el valle de Lara, que representa el pastoreo en el ecotono de Pastizales de Altura y ambientes de Puna y Prepuna (3200 - 3700 m), y la Cuenca del Río Tacanas, con pastoreo en bosques y Pastizales de Altura (2000 - 3500 m).

### a. El valle de Lara

En el valle de Lara el ganado se concentra sobre las laderas y cumbres orientales con dominio de pastizales, céspedes y vegas (ciénagas). Las principales especies forrajeras son listadas en la Tabla 3. A continuación se describen las características forrajeras de las diversas fisonomías vegetales en el valle de Lara, con especial referencia a la palatabilidad para la hacienda vacuna y ovina.

**Pastizales:** Los pastizales altos de *Festuca hieronymi* y *Stipa leptostachya* son poco palatables para la hacienda vacuna y ovina. Son pastoreados únicamente al comienzo de la estación de crecimiento (principios del verano) y cuando no se encuentra otro forraje más apetecible. También son pastoreados después que han sido sometidos al fuego, cuando los brotes tiernos se encuentran más accesibles y sin hojas secas. En estos pastizales el pastoreo se concentra especialmente en el estrato de herbáceas debajo de las macollas de pasto.

En el altiplano de Perú y Bolivia, especies de los géneros *Festuca* y *Stipa* sólo son palatables para el ganado exótico (vacunos y ovinos) en estado tierno y su valor forrajero decrece rápidamente a medida que transcurre el período vegetativo (Tapia 1971, Masias Marrou 1963). En el caso de los pastizales bajos de *Festuca lilloi*, las evidencias de campo muestran que es un pasto más palatable que los anteriores. Su altura llega a 20-25 cm en las áreas de pastoreo, mientras que en el interior de lugares cercados puede llegar a 40-45 cm. Las áreas donde se distribuyen estos pastizales son lugares de pastoreo intensivo con presencia de gran cantidad de "pie de vacas" que evidencian el tránsito continuo de los animales.

**Céspedes de vega:** Se trata de áreas sometidas a pastoreo intenso, especialmente por vacunos, ovinos y equinos. La especie dominante *Lachemilla pinnata* es muy buscada por el ganado ovino y vacuno. Su crecimiento continuo en lugares húmedos y su estado siempre palatable a lo largo del año la hacen uno de los mejores forrajes de la región. En el altiplano de Perú y Bolivia esta misma especie es uno de los pastos más apetecidos por el ganado ovino y alpacuno, con un alto valor de minerales sobre todo Calcio y Fósforo (Tapia-Núñez y Flores-Ochoa 1984). Otras especies palatables de estos céspedes son: *Stipa uspallatensis*, *Koeleria permolis*, *Eleocharis* sp., y *Trifolium* sp.

**Arbustales:** En los Tolares, Parallantales y Sunchillares los arbustos dominantes son poco o nada palatables para la hacienda vacuna. Muchos de las especies arbustivas

presentan resinas que disminuyen su palatabilidad. Sólo las cabras pueden ramonear los brotes tiernos de la "tola" (*Parastrephia phyllicaeformis*) y de la "añagua" (*Adesmia horridiuscula*). En estas formaciones el pastoreo se concentra en el estrato herbáceo en donde se encuentran: *Bowlesia* sp., *Oxalis* sp., *Bromus uniloides*, *Trifolium* sp., *Geranium* sp., *Stipa uspallatensis* y *Festuca weberbaueri*. Algunas de estas especies sólo crecen debajo de las "tolas", poco accesibles para el ganado.

#### b. La cuenca del río Tacanas

La vegetación natural de la cuenca del río Tacanas es utilizada como área de pastoreo durante parte del otoño, el invierno y la primavera (mayo a noviembre). En la Tabla 3 se listan las principales especies clasificadas por su preferencia por el ganado. Aunque no todos los pastores con sus haciendas permanecen este prolongado periodo en los ambientes de bosques, prácticamente la totalidad si lo hace durante la primavera, momento en que se produce la mayor escasez de forraje. Para esta época pueden encontrar algo de forraje natural y esperar el crecimiento de los pastos con las primeras lluvias.

En los bosques es poca la cantidad de vegetación disponible como forraje, comparada con la de los pastizales. Aquí son dominantes las forrajeras indeseables y poco deseables. Los arbustales, al igual que los bosques, presentan una baja capacidad para el pastoreo por sus bajas ofertas de forraje y su relieve con fuertes pendientes. En los pastizales, que alcanzan su máximo desarrollo por encima de los 2000 m y sobre laderas por donde no crecen los bosques, las especies dominantes (*Festuca* sp., y *Stipa* sp.) pueden llegar a más del 60 % del total de la biomasa como forraje apetecible sólo en la estación de crecimiento. Aquí, la capacidad para el pastoreo es moderada debido a la estacionalidad del forraje, las fuertes pendientes, y la baja disponibilidad de fuentes de agua. En los céspedes y pastizales bajos, tanto de laderas, rellanos como superficies cumbrales, las especies dominantes (*Lachemilla* sp., *Hypoxis* sp., *Paspalum* sp.) presentan una elevada

oferta de forraje, con más del 90 % de la biomasa total disponible como forraje de buena calidad. La poca variación estacional, las pendientes suaves y la mayor disponibilidad de agua, son las características por las cuales estas unidades presentan muy alta capacidad para el pastoreo (Figura 9 y 10).

Tanto en el valle de Lara como en la cuenca del río Tacanas la baja palatabilidad de la vegetación dominante y la topografía accidentada han influido para configurar especiales patrones de pastoreo, preferentemente del ganado vacuno y ovino, que muestran como características fundamentales las concentraciones en pocos sitios de alta capacidad forrajera y amplias dispersiones sobre extensas superficies con vegetación de baja calidad.

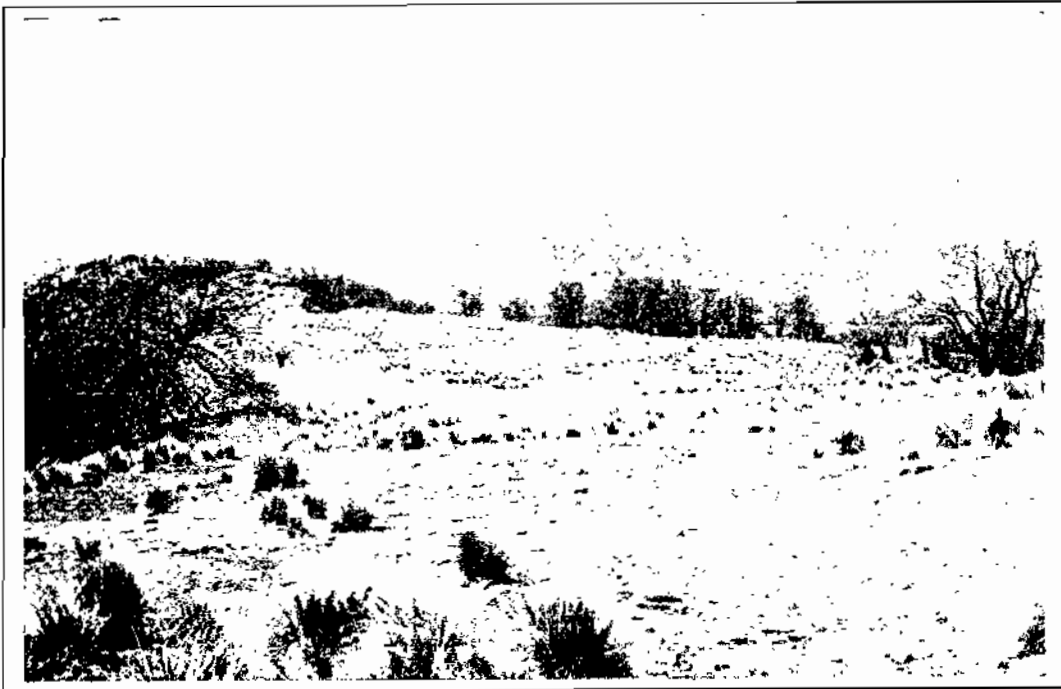


Figura 9: Principales áreas de pastoreo en la cuenca del río Tacanas: céspedes y pastizales de superficies cumbrales en el límite superior de bosques de aliso (*Alnus acuminata*).

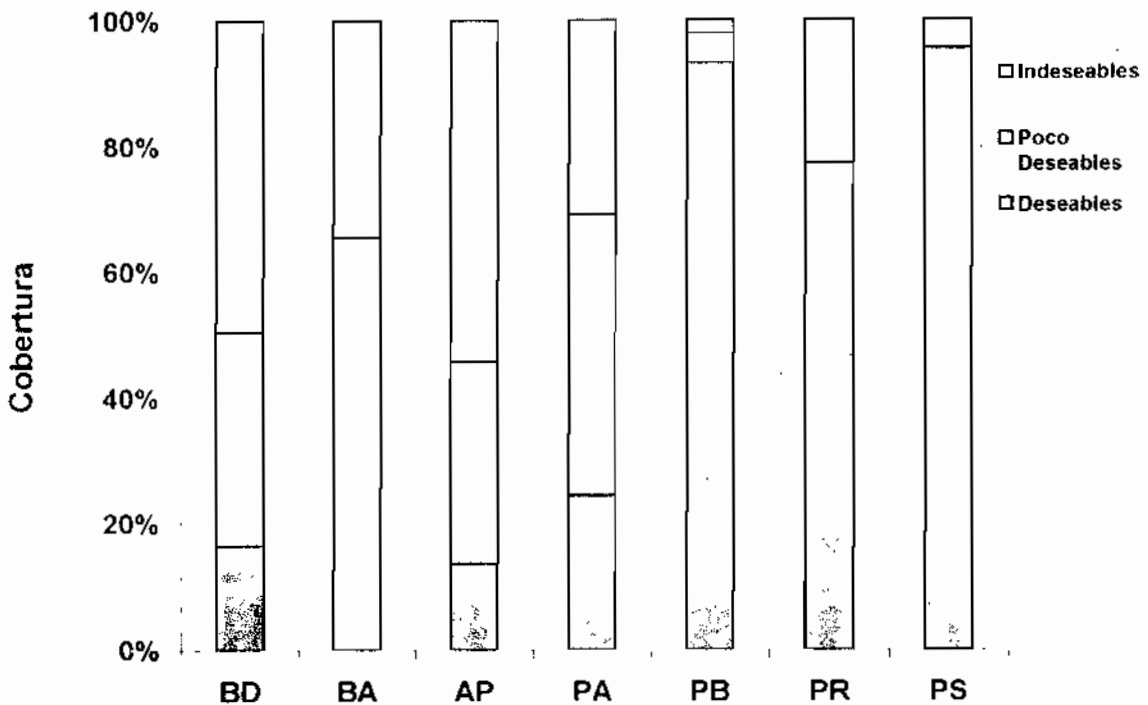


Figura 10. Calidad forrajera de las unidades de vegetación de la cuenca del río Tacanas (Cumbres Calchaquíes, Argentina).

Para una explicación detallada de las unidades se debe consultar el capítulo sobre Patrones de Vegetación y Pastoreo.

BD: Bosque Denso, BA: Bosque Abierto, AP: Arbustal-Pastizal, PA: Pastizal Alto, PB: Pastizal bajo, PR: Pastizal de Rellanos, PS: Pastizal de Superficies Cumbrales.

**Tabla 3. Clasificación de las principales especies en el valle de Lara (izquierda) y en la cuenca de Tacanas (derecha) según su preferencia para ovinos y bovinos. (\*) especies palatables al comienzo de la estación húmeda**

Nombre Científico	Nombre vulgar	Gr. taxonómico
<i>Festuca. weberbaueri</i>		Gramineae
<i>F. illioi</i>		"
<i>Stipa uspatlatis</i>		"
<i>Koeleria permollis</i>		"
<i>Trichloris</i> sp.		"
<i>Bromus catharticus</i>		"
<i>Eleocharis</i> sp.		Juncaceae
<i>Lachemilla pinnata</i>		Rosaceae
<i>Oxalis</i> sp.		Oxalidaceae
<i>Trifolium</i> sp.	vinagrillo	Leguminosae
<i>Stipa leptostachya</i> (*)	paja comun	Gramineae
<i>Festuca hieronymi</i> (*)	paja para techar	"
<i>Plantago</i> sp.		Plantaginaceae
<i>Geranium</i> sp.		Geraniaceae
<i>Bidens</i> sp.		Asteraceae
<i>Perezia</i> sp.		"
<i>Gamochoete</i> sp.		"
<i>Phacelia secunda</i>		"
<i>Calycera</i> sp.		"
<i>Heliotropium</i> sp.		"
<i>Tarasa</i> sp.		Malvaceae
<i>Chiliotrichopsis keidellii</i>		Asteraceae
<i>Baccharis polifolia</i>		"
<i>Chuiraga</i> sp.		"
<i>Parastrephia</i>		"
<i>phylicaeformis</i>		"
<i>Adesmia horridiuscula</i>		Leguminosae
<i>Cheilanthes</i> sp.		"
<i>Glandularia incisa</i>		"
<i>Bowlesia</i> sp.		Umbelliferae
<i>Solanum</i> sp.		Solanaceae
<i>Astragalus</i> sp.		Leguminosae
<i>Paronychia setigera</i>		Caryophyllaceae

Nombre Científico	Nombre vulgar	Gr. taxonómico
<i>Paspalum pygmaeum</i>		Gramineae
<i>Piptochaetium</i>		"
<i>panicoides</i>		"
<i>Vulpia bromoides</i>		"
<i>Calamagrostis poligama</i>		"
<i>Poa annua</i>		"
<i>Setaria parviflora</i>		"
<i>Stipa erioslachya</i>		"
<i>Tripogon spicatus</i>		"
<i>Juncus</i> sp.		Juncaceae
<i>Lachemilla pinnata</i>		Rosaceae
<i>Hypoxis</i> sp.		"
<i>Festuca hieronymi</i> (*)		Gramineae
<i>Plantago</i> sp.		Plantaginaceae
<i>Tibouchina</i> sp.		"
<i>Duchesnea</i> sp.		"
<i>Hypochoeris</i> sp.		Asteraceae
<i>Hydrocotyle</i> sp.		Umbelliferae
<i>Jungia polita</i>		Asteraceae
<i>J. pauciflora</i>		"
<i>Gnaphalium</i> sp.		"
<i>Baccharis</i> sp.		"
<i>Stevia</i> sp.		"
<i>Sigesbeckia jorullensis</i>		"
<i>Dunalia brachyacantha</i>		"
<i>Hyptis mutabilis</i>		"

### 3. Prácticas de Pastoreo

#### a. Movimientos diarios de los animales

Durante la estación húmeda, las pequeñas comunidades de pastores se concentran en valles por encima de los 3000 m. Estos valles reúnen buenas condiciones en lo que se refiere a forraje, fuentes de agua y disponibilidad de leña (generalmente arbustal). En ese período la densidad ganadera es de 1,5 UO/ha (unidades oveja por hectárea). Cada asentamiento cuenta con una superficie para el pastoreo de la hacienda que varía entre 20 y 25 ha. Dentro de este espacio los pastores distribuyen sus rebaños.

Las ovejas son dispersadas en el campo para recorrer un área determinada y regresar, realizando un recorrido diario de pastoreo. En su recorrido diario pastan sobre áreas cubiertas de pastizal (pastizales bajos de *Festuca hieronymi*), de arbustal - pastizal (tolares con *Stipa* y *Festuca*), y de céspedes (*Lachemilla pinnata*) poco pedregosas y de pendientes bajas a moderadas. Los pastores invierten periódicamente la dirección del recorrido diario, a fin de aprovechar más eficientemente el forraje de cada territorio.

Los recorridos diarios de ovejas definen áreas de pastoreo cercanas a cada puesto. Las áreas de pastoreo son defendidas de la entrada de animales de otras familias, por lo que representan verdaderos territorios de pastoreo en el sentido ecológico (Pianka 1982). El sistema territorial así establecido impone dificultades para la instalación de nuevos asentamientos en los valles intramontanos y presenta limitaciones al crecimiento poblacional humano y ganadero.

Las tensiones sociales provocadas por la defensa de los territorios de pastoreo son disminuidas por el hecho de que la mayoría de los pastores están ligados por algún lazo de parentesco, que representa una carga de obligaciones. Las relaciones de parentesco han favorecido por un lado la formación de grupos de

pastoreo, donde territorios de varios puestos son unidos en uno solo común. De este modo, el forraje podría ser distribuido en forma más equitativa a través de grupos de pastoreo y favores mutuos entre pastores. Sin embargo, la formación de estos grupos y la flexibilidad del sistema territorial también podrían tener consecuencias negativas para el ambiente. Esto sucede cuando en un territorio limitado pastorean animales de varias familias, elevando la densidad de pastoreo.

#### **b. Movimientos trashumantes entre pisos ecológicos**

Los pastores y sus haciendas ocupan el valle de Lara y sus inmediaciones durante los meses de verano (diciembre a marzo). Antes de la llegada del invierno (junio) la mayoría de ellos abandona los valles intramontanos para dirigirse a otros pisos de vegetación. Generalmente bajan hacia las laderas orientales (pastizales parameros y bosques de aliso) y se ubican a diferentes alturas donde tienen uno o dos asentamientos.

Los períodos de máxima y mínima productividad de los Pastizales de Altura, y el comienzo del crecimiento de la vegetación en los Bosques de aliso, constituyen factores determinantes en los movimientos trashumantes. Todos los pastores se encuentran en los Pastizales de Altura durante el período de elevada productividad (enero - febrero) y todos se ausentan de este piso de vegetación en el período de mínima productividad (septiembre - octubre), para aprovechar el comienzo del crecimiento de la vegetación en los bosques (Figura 11). Durante el otoño (marzo - junio) y el invierno (junio - septiembre) la duración y el lugar donde se dirigen para el pastoreo están menos determinados por factores ambientales. No existe un factor de productividad en algún piso de vegetación que atraiga a los pastores. Como consecuencia es en estos períodos en los que se diferencian básicamente todas las formas de trashumancia (Molinillo 1988). La amplia dispersión del pastoreo que se

produce por los diferentes pisos de vegetación podría ser interpretada como adecuada a la escasez general de forraje.

Durante cuatro meses de la estación húmeda (enero a abril) los valles intramontanos, como el valle de Lara, soportan una carga ganadera de alrededor de 1,5 unidades oveja por hectárea (UO/ha). Hasta el mes de mayo la carga se mantiene a 1UO/ha debido a que el 75 % de los pastores retrasa su partida hacia pisos de vegetación a menor altura esperando el fin del periodo lectivo de la escuela. Durante el invierno (junio a septiembre) continua la carga ganadera con una intensidad de 0,23 UO/ha debido a la permanencia de vacunos en esta estación. Esta inversión de la trashumancia con el ganado vacuno se debe a que los pastores tratan de disminuir los accidentes por despeñamientos en el periodo invernal manteniendo los animales en estos valles planos evitando las escarpadas laderas orientales de las Cumbres Calchaquíes. Únicamente durante la primavera (septiembre a diciembre) la carga ganadera disminuye a sus valores más bajos.

### **c. Manejo de los animales**

Con el propósito de disminuir la mortalidad los pastores brindan cuidados especiales a los animales de la hacienda, especialmente a los recién nacidos. Las cabras, especialmente sus crías, son cuidadas de las bajas temperaturas y de la predación de carnívoros como zorros (*Canis culpaeus*) y pumas (*Felis concolor*). Algunas de ellas pueden llegar a ser criadas dentro de las casas y alimentadas artificialmente a fin de que salgan adelante. Es muy común ver que, especialmente los niños, adoptan algunas crías que se encuentran en malas condiciones como sus mascotas y les brindan cuidados especiales. Los rebaños de ovejas y cabras son guiados diariamente en sus recorridos de pastoreo en la compañía de perros pastores con la finalidad de evitar su dispersión y protegerlos de los predadores.

Los vacunos son pastoreados evitándose terrenos abruptos. Por otra parte, aunque las ovejas son acompañadas en sus recorridos diarios de pastoreo, parecen ser las

menos problemáticas y son consideradas las más adecuadas para estos ambientes de montaña. La mayoría de los cuidados se concentran en los animales menores de un año de edad, debido a que en ese período se produce la mayor mortalidad.

A principios de cada año los pastores reúnen todas las crías nacidas el año anterior (durante las pariciones de marzo y diciembre) y son marcadas con cortes en las orejas que indican la propiedad entre las familias y dentro de una familia. El número de crías marcadas no es el mismo que las crías paridas, sino menor producto de la mortalidad que es mayor en esta etapa. El marcado de los animales está inmerso en un ritual conocido como "la señalada". Se trata de una fiesta ceremonial de agradecimiento a la "Madre Tierra" o "Pachamama" por los nuevos animales que se incorporan a la hacienda. En esta fiesta los cortes de orejas son enterrados en el interior de los corrales mientras se consume alcohol entre los participantes y se da a tomar a la tierra. En estas circunstancias también se reparten crías entre los hijos del propietario con la finalidad de que cada uno pueda ir formando una pequeña hacienda desde pequeño.

El ritual pone de manifiesto la importancia que significa que un buen porcentaje de las crías nacidas el año anterior pueda incorporarse a la hacienda, habiendo pasado la primera y más importante limitación al crecimiento. La cantidad de animales que posee una familia está relacionada con el tipo de prestigio que la familia tiene dentro de la población. Aunque la economía de prestigio funciona entre los miembros de la comunidad, hacia afuera los pastores tienden a subestimar el tamaño de sus haciendas debido a que de acuerdo al número de cabezas es el pago de arriendo por los terrenos que utilizan para el pastaje.

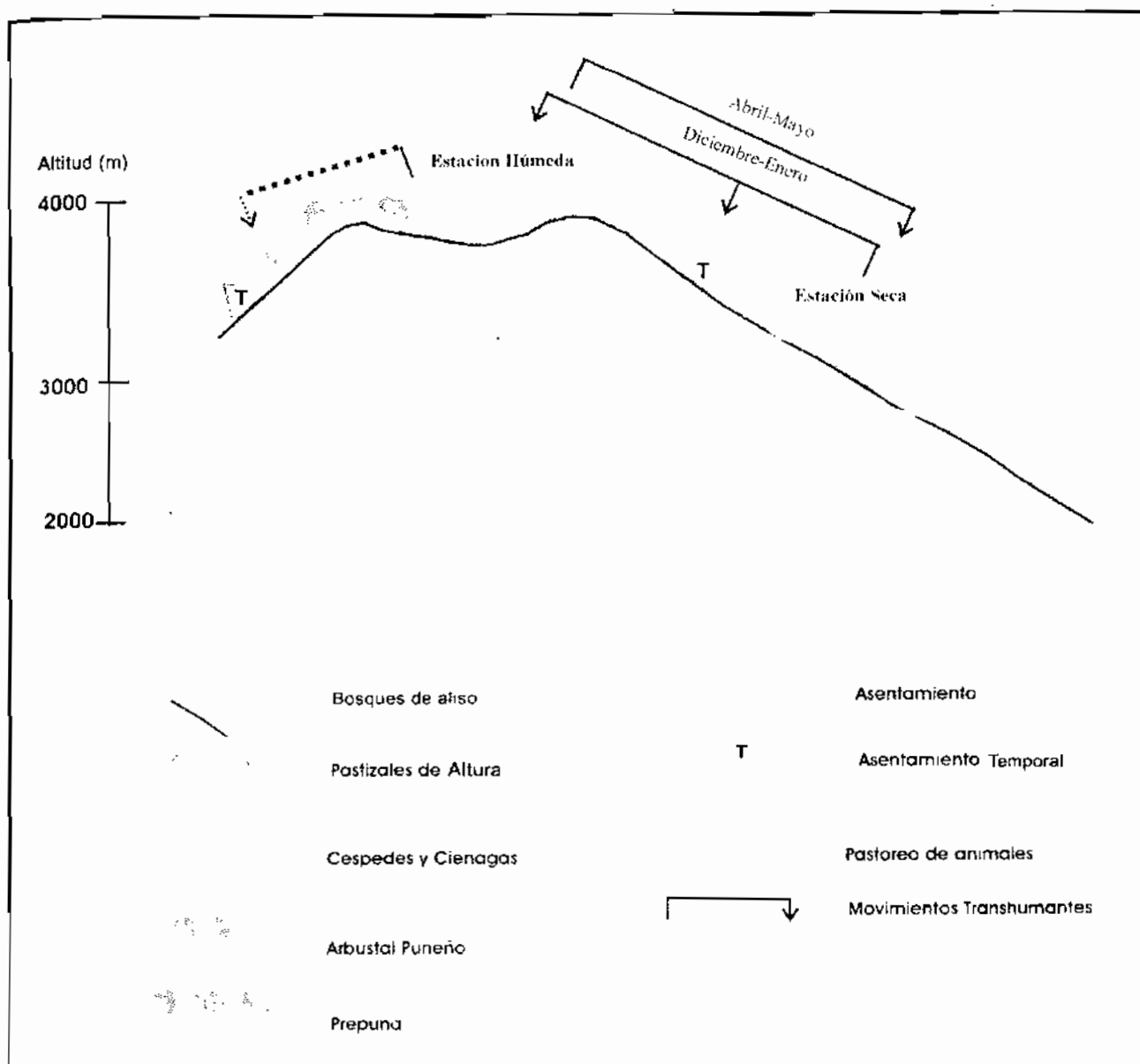


Figura 11. Modelo de trashumancia vertical con ovinos en las Cumbres Calchaquies (Argentina)

## VII. Pastoreo Extensivo de Bovinos en Páramos de la Sierra La Culata (Venezuela)

En esta sección se analiza el caso de manejo de bovinos en pastoreo extensivo en páramos de la Sierra La Culata. Se describen los principales tipos de vegetación utilizados como forraje, se listan las especies clasificándolas según las preferencias de los animales y se discuten las prácticas de manejo en relación con las actividades agrícolas. En el capítulo IX se detallan los patrones de vegetación de páramo y su relación con los patrones de pastoreo.

### 1. Ganadería y Usos de la Tierra

Las comunidades campesinas que habitan los páramos en la Cordillera de Mérida se dedican en su mayor parte a la producción comercial de papa, zanahoria y recientemente ajo, que se vende en los mercados regionales a través de intermediarios. También cultivan trigo, cebada y avena pero sólo a nivel de autoconsumo. Cada familia dispone de 2 a 5 ha en el piso agrícola de páramo (3000 a 3700 m) y tienen en promedio de 10 a 20 vacunos, además de equinos destinados al transporte y unos pocos ovinos. Los vacunos y equinos pastorean la mayor parte del año en las extensas tierras del piso andino superior y el altiandino (por arriba del piso agrícola), y son bajados a la zona de cultivos en diferentes momentos del ciclo agrícola para las labores de roturación de la tierra.

Las 10 comunidades que hacen uso de los páramos altoandinos como zonas de pastoreo mantienen alrededor de 4000 a 6000 vacunos. El pastoreo extensivo en las altas tierras se realiza con poco control. Los vacunos se dispersan sobre tierras parameras manejadas de manera comunal, y una vez al mes los campesinos suben a reunir sus animales, darles sal y controlar su estado de salud. Por lo general en estas zonas no existen viviendas o refugios, ni siquiera temporales. Por lo cual, la mayoría tienen su ganado a varias horas de camino desde sus residencias en la zona

agrícola, en donde tienen derechos para el uso del forraje natural. El ganado es dejado en el páramo, controlado una a dos veces por mes y bajado del páramo al piso agrícola en los momentos de necesidad (parición, necesidad de bueyes para arar, etc.).

En el piso agrícola las tierras están divididas en propiedades, incluso aquellas que no se encuentran bajo uso, pues representan forraje para la época seca. Las parcelas agrícolas están divididas por muros de piedra para evitar la entrada de los vacunos cuando pastorean en la época seca. Aquí, un mosaico de parcelas en sucesión, rastros de cultivos y forrajes cultivados también aportan alimento para el ganado, especialmente en la época seca (octubre a marzo).

Los variados movimientos de animales entre los páramos y las zonas agrícolas dependen de la dinámica del uso de la tierra, la cual a su vez está en relación directa con las condiciones del mercado y la situación económica de cada familia. En los últimos años los cambios en el uso de la tierra como la roturación de grandes superficies de céspedes para el cultivo de papa, el abandono del cultivo del trigo, la expansión altitudinal de la frontera agrícola y la disminución del período de descanso de las parcelas, han modificado los patrones de pastoreo. A estas tendencias deben sumarse las presiones ejercidas para restringir el pastoreo sobre ciertas áreas naturales. Estos cambios han conducido a incrementar el problema del forraje para los animales y el tiempo de permanencia en las tierras altas.

## **2. Vegetación y Forraje**

El páramo en la Cordillera de Mérida ocupa los pisos altitudinales superiores (piso andino y altiandino). En el piso andino se extienden las formaciones de Páramo Andino y de Pastizal Paramero Andino (Monasterio 1980c). La primera es una formación vegetal heterogénea que incluye rosetales (principalmente varias especies

del género *Espeletia*) y arbustales (*Hypericum*, *Stevia*, *Hesperomeles* entre otros) en diferentes asociaciones características de cada serranía entre 2800 y 4000 m. Mientras que el Pastizal Paramero es una formación gramínea (*Bromus*, *Agrostis*, *Calamagrostis*, *Carex*, entre otros) de composiciones variadas que ocupan faldeos y fondos de valles glaciales por encima de los 3000 m. Arriba de los 4000 m se extiende el piso altiandino cubierto por las formaciones de Páramo Desértico, un rosetal alto y abierto (*Espeletia timotensis*), y la formación de Desierto Periglacial, manchones de vegetación (*Draba*, *Arenaria*, *Azorella*, entre otros) separados por áreas de substrato sin recubrimiento.

#### a. Forraje en la vegetación del páramo

En la Tabla 4 se brinda una lista de las principales especies del páramo El Banco (Sierra de la Culata) clasificadas según su preferencia como forraje para los vacunos. Estas especies se distribuyen de manera muy heterogénea por las unidades de vegetación, concentrándose la mayor cantidad de especies deseables en los céspedes y ciénagas de fondos de valle que permanecen con suelos húmedos buena parte o la totalidad del año (Figura 12 y 13).

**Rosetal - Arbustal Andino:** El principal estrato forrajero de esta formación es el herbáceo. Las principales especies (según su aporte de biomasa) son macollas y hierbas (*Stipa philipi*, *Poa petrosa*, *Vulpia myuros*, *Calamagrostis* sp., *Geranium* sp., *Bidens* sp.). La vegetación dominante de esta formación (*Hypericum laricifolium* y *E.schultzii*) son poco o nada palatables para la hacienda vacuna.

**Céspedes de Fondo de Valle:** La característica más distintiva de esta unidad es que ofrece forraje palatable de alta calidad. Más del 80 % del biovolumen total es vegetación que puede de alguna forma ser consumida por los animales de pastoreo. Del biovolumen palatable la mayor parte lo constituyen: *Eleocharis acicularis*,

*Calamagrostis mulleri*, *Carex albolutescens* y *Muhlenbergia ligularis*, *Lachemilla* spp., y *Agrostis breviculmis*.

**Rosetal del Altiandino:** En el Altiandino, además de los céspedes de fondo de valles por encima de los 4000 m, el aporte forrajero está muy reducido a pocas especies del estrato herbáceo, entre las que se encuentran: *Rumex acetosella*, considerada una forrajera de regular calidad, *Agrostis breviculmis* y *Calamagrostis* sp.. Esta última es la única que constituye un buen forraje pero su aporte al biovolumen total es muy bajo. Al igual que en el Rosetal Arbustal Andino, estas regiones durante la época seca no ofrecen forraje suficiente sobre sus laderas para el pastoreo del ganado.

En general, la calidad del forraje disponible en las diferentes unidades de vegetación muestra una distribución heterogénea. Mientras en los céspedes del andino y altiandino se encuentra concentrado y en abundancia el forraje de mejor calidad, en los rosetales arbustales y rosetales del andino y altiandino la vegetación dominante es de regular a baja calidad forrajera. Esto condiciona diferentes formas de pastoreo según las características de las unidades de vegetación. En los céspedes la vegetación, dominada por buenas forrajeras que forman un tapiz continuo, favorece un pastoreo detenido e intenso; mientras en los rosetales arbustales la vegetación dominada por especies de poca calidad forrajera, donde las especies preferidas del estrato herbáceo están dispersas, favorece un pastoreo muy extensivo.

### **3. Prácticas de Pastoreo**

#### **a. Movimientos de los animales**

Para las múltiples tareas agrícolas a lo largo del año se requiere de la fuerza de trabajo de los animales. Aquellos que pastorean en los altos páramos son bajados al piso agrícola, estableciéndose a lo largo del año una serie de movimientos entre pisos ecológicos que dependen en gran medida del calendario agrícola. Por lo

general las tareas relacionadas al cultivo y cosecha de papa dominan actualmente las actividades agrícolas en la cuenca El Banco. Los meses de la época seca y comienzos de la húmeda son de intensa actividad y coinciden con la baja disponibilidad de forraje natural en el piso Andino y Altiandino. En estos meses se establecen los principales movimientos de animales entre las altas tierras y el piso agrícola.

Los diferentes momentos de la siembra de papa (febrero a mayo) requieren de animales para el arado de las parcelas. En este periodo los animales son mantenidos en el piso agrícola a partir de forraje natural de parcelas en sucesión o forraje cultivado (avena, cebada, etc.) para estas ocasiones. Otro período importante corresponde a la época seca (octubre-diciembre) cuando se cosecha la papa y en lugares donde se dispone de riego, se siembra la zanahoria. En estos meses también es una fuerte limitación la disponibilidad de forraje natural. Aquellos que no disponen de céspedes naturales entre sus tierras del piso agrícola deben arrendar tierras o dedicar parte de sus parcelas al cultivo de forrajes. En el período entre la última siembra y la primera cosecha de papa (mayo a septiembre) los animales son subidos a las tierras altas pues es el momento de mayor disponibilidad y mejor calidad del forraje natural. Aparte de estos periodos importantes para el calendario agrícola, los vacunos (principalmente bueyes y toros para el arado) pueden ser bajados al piso agrícola en otras ocasiones, como en la barbechadura (arado varios meses antes de la siembra), en la siembra de trigo, u otras actividades agrícolas de aquellos campesinos y productores que disponen de riego y se han independizado un poco de los períodos de precipitaciones.

El período de mayor aporte de forraje en el piso agrícola coincide en su mayor parte con los meses de menor disponibilidad de forraje en las tierras altas. Aunque esto significa aportes forrajeros sólo para los animales más utilizados en la agricultura y para las vacas de ordeño, es de gran importancia para el sistema. En este período las parcelas en sucesión y las tierras con vegetación natural en las zonas de cultivos

son controladas para evitar el acceso de animales de otros propietarios. El pastoreo de las parcelas en descanso no sólo aporta el forraje de herbáceas colonizadoras (principalmente *Rumex acetosella*) sino también permite el ingreso de abono a partir del excremento de los animales.

#### **b. Pastoreo extensivo en las tierras altas**

Otra parte de los vacunos permanece la mayor parte del año en las altas tierras del páramo sin bajar al piso agrícola. A estos animales pueden unirse temporalmente aquellos que son utilizados en las labores de la agricultura una vez que las mismas finalizan. Para estos animales que utilizan las altas tierras, las zonas y los recorridos de pastoreo varían estacionalmente.

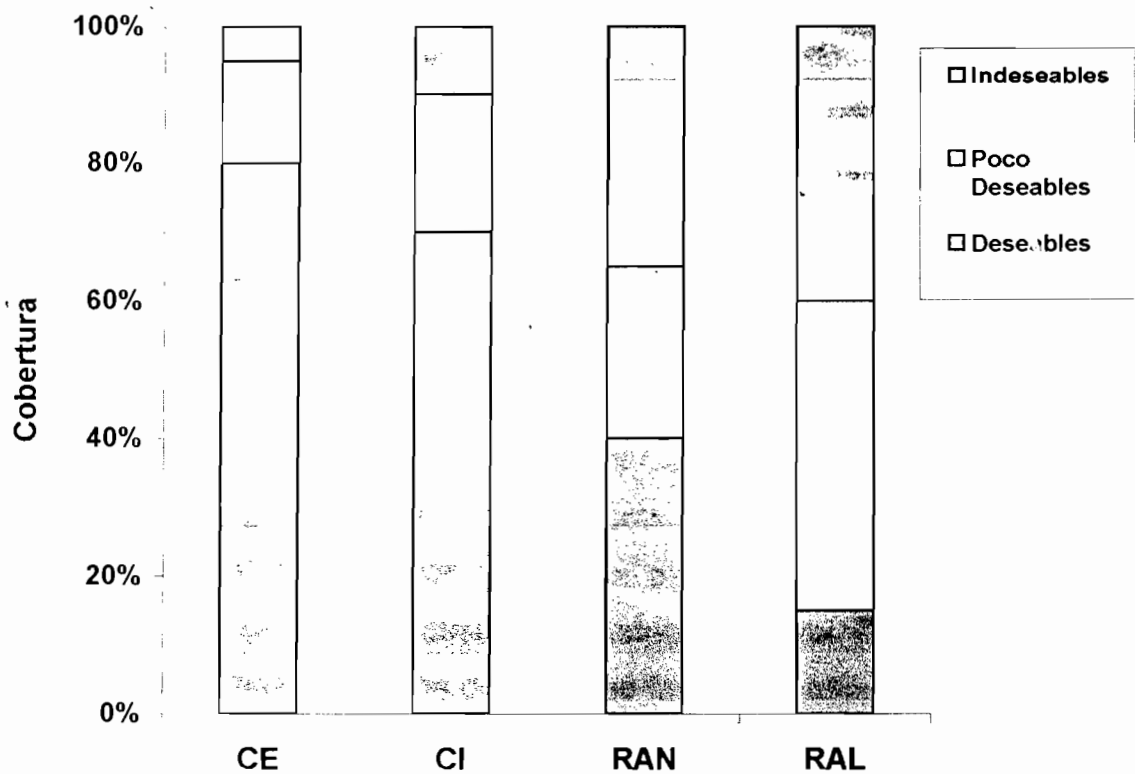
Durante el período seco el forraje natural disminuye casi hasta quedar restringido a lugares que permanecen húmedos la mayor parte del año. Se trata generalmente de humedales (céspedes que se inundan estacionalmente y ciénagas que permanecen siempre con agua) de tamaño relativamente pequeño en el piso andino y altiandino. En el período húmedo, además de los céspedes y ciénagas, los animales pueden encontrar forraje en el estrato inferior con pastos del Rosetal Arbustal Andino, formación dominante en el páramo andino. Estas áreas son aprovechadas mediante un pastoreo muy extensivo moviéndose entre el piso Andino y el Altiandino, deteniéndose sobre todo en los humedales (Figura 14). Las nevadas en este período, sobre todo en el Altiandino, pueden obligar a los animales a pastorear más en el piso Andino. Los animales utilizados para las tareas agrícolas y las vacas lecheras con sus becerros pueden encontrar forraje natural en zonas cercanas a las casas en el piso Andino inferior.

Para el páramo El Banco se ha señalado una carga ganadera de 1 UA/13 ha (unidad animal), con una intensidad de la explotación ganadera (carga actual/capacidad de carga) en la cuenca de muy intensiva ( $I_e = 0.91$  en la escala de Passera *et al.* 1986),

si todos los animales utilizaran la vegetación natural en la época húmeda. Durante la época seca la disminución de las precipitaciones produce una importante restricción de la productividad vegetal útil, y se calcula una carga aproximada de 1 UA/24 ha. Es decir que sólo es posible mantener con forraje natural la mitad de los animales que pastorean en la época húmeda.

**Tabla 4.** Clasificación de las principales especies en el Rosetal-Arbustal (izquierda) y en céspedes de fondos de valle (derecha) según su preferencia para bovinos

Nombre Científico	Nombre vulgar	Gr. taxonómico	Nombre Científico	Nombre vulgar	Gr. taxonómico
<i>Stipa philippii</i>		Gramineae	<i>Calamagrostis coarctata</i>		Gramineae
<i>Poa petrosa</i>		"	<i>Muhlenbergia ligularis</i>		"
<i>Muhlenbergia</i> sp.		"	<i>Agrostis breviculmis</i>		"
<i>Vulpia australis</i>		"	<i>Vulpia australis</i>		"
<i>Calamagrostis</i> sp.		"	<i>Sporobolus tenuissimus</i>		"
<i>Luzula racemosa</i>		Juncaceae	<i>Trisetum irazuense</i>		"
<i>Bidens andicola</i>		Asteraceae	<i>Carex albolutescens</i>		Cyperaceae
<i>Espeletia schultzei</i>	Frailajón	"	<i>C. humboldtiana</i>		"
<i>E. flosca</i>	"	"	<i>Eleocharis acicularis</i>		"
<i>Hypochoeris setosus</i>	Chicoria	"	<i>Lachemilla</i> spp.		Rosaceae
<i>Conyza lasseriana</i>		"	<i>Geranium</i> sp.		Geraniaceae
<i>Rumex acetosella</i>	Cizaña	Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i>	Cizaña	Polygonaceae
<i>Geranium</i> sp.		Geraniaceae	<i>Lucilia venezuelensis</i>		Asteraceae
<i>Echeverria venezuelensis</i>	Chupa quebo	Crassulaceae	<i>Hypochoeris sessiliflora</i>	Chicoria	"
<i>Acaena elongata</i>	Cadillo	Rosaceae	<i>Gnaphalium paramorum</i>		"
<i>Hypericum laricifolium</i>		Guttiferae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de León	"
<i>Blakella bartisiaefolia</i>		Asteraceae	<i>Calandrinia</i> sp.		Portulacaceae
<i>Aciachne pulvinata</i>		"	<i>Hydrocotyle</i> sp.		Umbelliferae
<i>Gnaphalium meridanum</i>		"	<i>Aciachne pulvinata</i>		Gramineae
<i>Lucilia radians</i>	Cachivenado	"	<i>Hypericum brathys</i>		Guttiferae
<i>Hinterhubera ericoides</i>		"	<i>Acaulimalva acaule</i>		Malvaceae
<i>Oxibobus glanduliferus</i>		"	<i>Arenaria</i> sp.		Caryophyllaceae
<i>Senecio formosus</i>	Tabacote morado	"	<i>Sisyrinchium</i> sp.		Iridaceae
<i>Arenaria</i> sp.		Caryophyllaceae	<i>Azorella crenata</i>		Apiaceae



**Figura 12.** Calidad forrajera de las unidades de vegetación en el páramo El Banco (Sierra La Culata, Cordillera de Mérida). Para una explicación detallada de las unidades consultar la sección sobre el páramo de la Sierra La Culata en el capítulo sobre Patrones de Vegetación y Pastoreo. CE: Céspedes de fondos de valle, CI: Ciénagas, RAN: Rosetal Arbusrtal Andino, RAL: Rosetal Altiandino.

### c. Manejo de los animales

Se ha señalado que en las punas el cuidado de los diferentes animales y las tareas vinculadas con ellos, están fuertemente divididas por sexo y por edad (Thomas 1973, Caro 1985). A tal punto que llamas y alpacas tienen que ser cuidados por hombres y mujeres de manera separada. La mitología como las prácticas rituales relacionadas con los animales perpetúan tal división del trabajo y atribuyen a los dos sexos papeles fundamentales y complementarios (Flores-Ochoa 1977). Sin llegar a este punto, también en los Páramos existe una división por sexo y por edad en los miembros de la familia tanto en las prácticas ligadas a los animales como en los

espacios en los que ellos se encuentran. Las mujeres se ocupan de las vacas lecheras y del ordeño en el ámbito doméstico, ellas generalmente no suben a los altos páramos a buscar ganado, esto último es tarea reservada a los hombres. Los niños se ocupan de llevar las ovejas a pastar en céspedes cercanos a la casa y pueden mover vacunos en las proximidades de las viviendas. Sólo a los hombres está reservado el arado y el trabajo con bueyes y toros.

La característica territorialidad en el pastoreo en ambientes de puna (Merlino y Rabey 1983; Molinillo 1988), interpretada como una estrategia ahorrativa del recurso forrajero, no existe en las altas tierras parameras, pero en la parte media y baja de la cuenca El Banco, cada familia tiene lugares exclusivos de pastoreo para sus animales (ciénagas, parches con céspedes, parcelas abandonadas en sucesión, etc.). La tenencia de tierras comunales tendría aquí una notable influencia para impedir la formación de territorios de pastoreo familiares, aunque el rebaño de cada familia sólo puede pastar en los Páramos en donde se cuenta con derechos o con permiso de pastaje.

A diferencia de las Punas, en los Páramos poco se conoce acerca del significado trascendente del ganado vacuno para los campesinos. Sin embargo, aquí también tiene una especial importancia, mas profunda de lo que la apariencia pueda mostrar, y difícilmente comprensible con sólo factores económicos. En el aislado páramo de Apure se explica la pérdida de algunos animales en el campo por la existencia de seres sobrenaturales ("cheses", "duendes" o "dueños del páramo"), habitantes de las altas tierras y de las lagunas, que podrían adueñarse de los vacunos si éstos son descuidados por los campesinos (De Robert 1993). Todavía no se sabe si esta creencia es generalizada en los demás paramos, pero no deja de sorprender la similitud con las creencias puneñas, las cuales forman parte de una cultura con miles de años dedicados al pastoreo.

Mientras en las punas, el ambiente de alta montaña inspira un profundo respeto, es el lugar donde habitan seres que protegen las plantas, los rebaños, los animales silvestres, fuera del dominio del hombre. Allí, los pastores puneños deben rendir un culto especial a las divinidades protectoras de los rebaños a fin de obtener su aprobación. En los Páramos, esta misma actitud invade a los campesinos cuando transitan por las tierras más altas. Ellos suben periódicamente (por lo menos una vez por mes) a dar sal a los animales y a controlar su estado, ahora se sabe que en el páramo de Apure muchos lo hacen también con la idea de que sus cuidados disminuyen las posibilidades de que desaparezcan sus animales sin explicación racional. También en Apure, tienen en San José un santo protector del ganado vacuno, y organizan en el día del Santo procesiones hacia una parte alta del piso Andino, donde se encuentra levantado un pequeño altar en una zona de pastizal paramero. Poco sabemos acerca de otros páramos, pero la convergencia de estos aspectos con culturas pastoriles de los Andes Centrales son una pequeña evidencia del significado trascendente de la ganadería vacuna.

El cuidado y la dedicación propiciada al ganado también se ponen de manifiesto en el trato cotidiano. En el Páramo El Banco todos los vacunos tienen nombres propios, que hacen referencia a alguna particularidad física o de comportamiento, y su trato va más allá que simples comedores de pastos. También al igual que en Andes Centrales, la posesión de los animales es un bien tan importante que en la familia campesina a medida que se reproduce el rebaño se va dividiendo entre los hijos. Así, los niños van creciendo con la responsabilidad de manejar una parcela de tierra y animales de pastoreo, a los cuales brindan cuidados especiales.

Lo expuesto brevemente es sólo una forma de señalar la ausencia de información sobre la relación del campesino con sus animales de pastoreo, pero los pocos ejemplos mostrados, junto con las prácticas desarrolladas para manejarlos y la estrecha relación con la agricultura, muestran que a pesar de que los vacunos fueron introducidos hace pocos cientos de años, un tiempo muy corto en relación

con las demás sociedades pastorales andinas, ellos están actualmente integrados en la cultura campesina del Páramo. Aún falta mucho por indagar acerca de la religiosidad y el simbolismo ligados al rebaño en ambientes de Páramo.

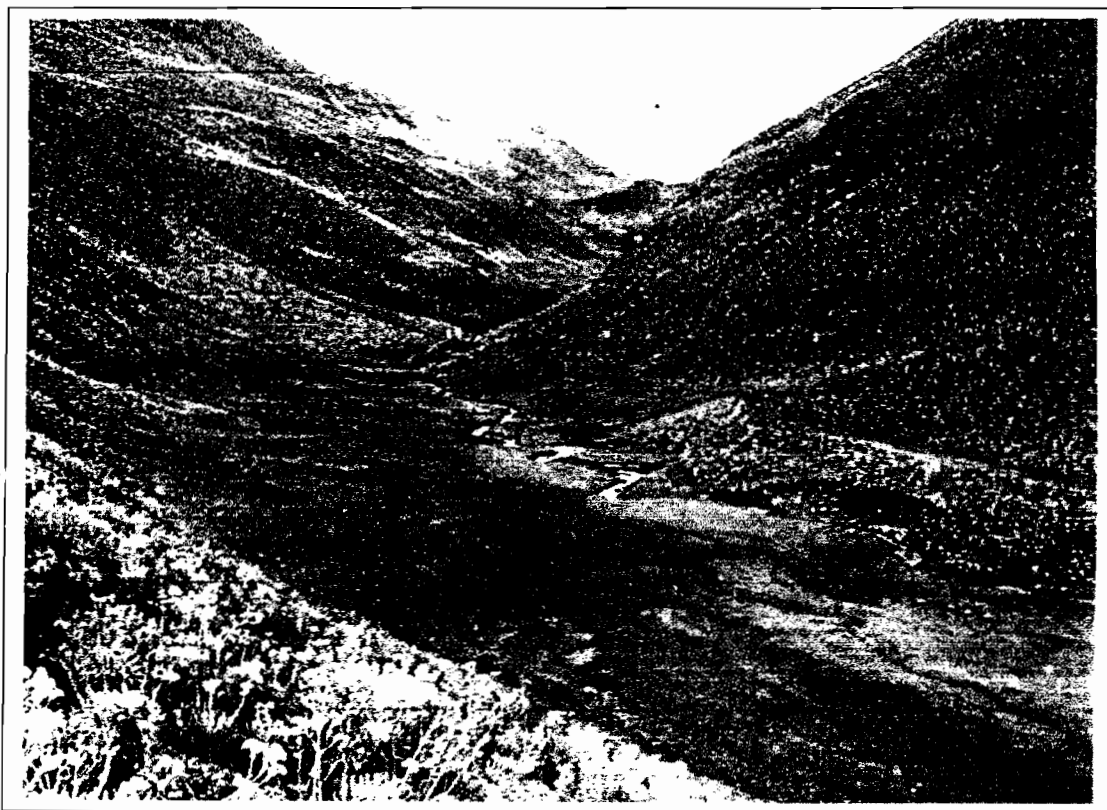
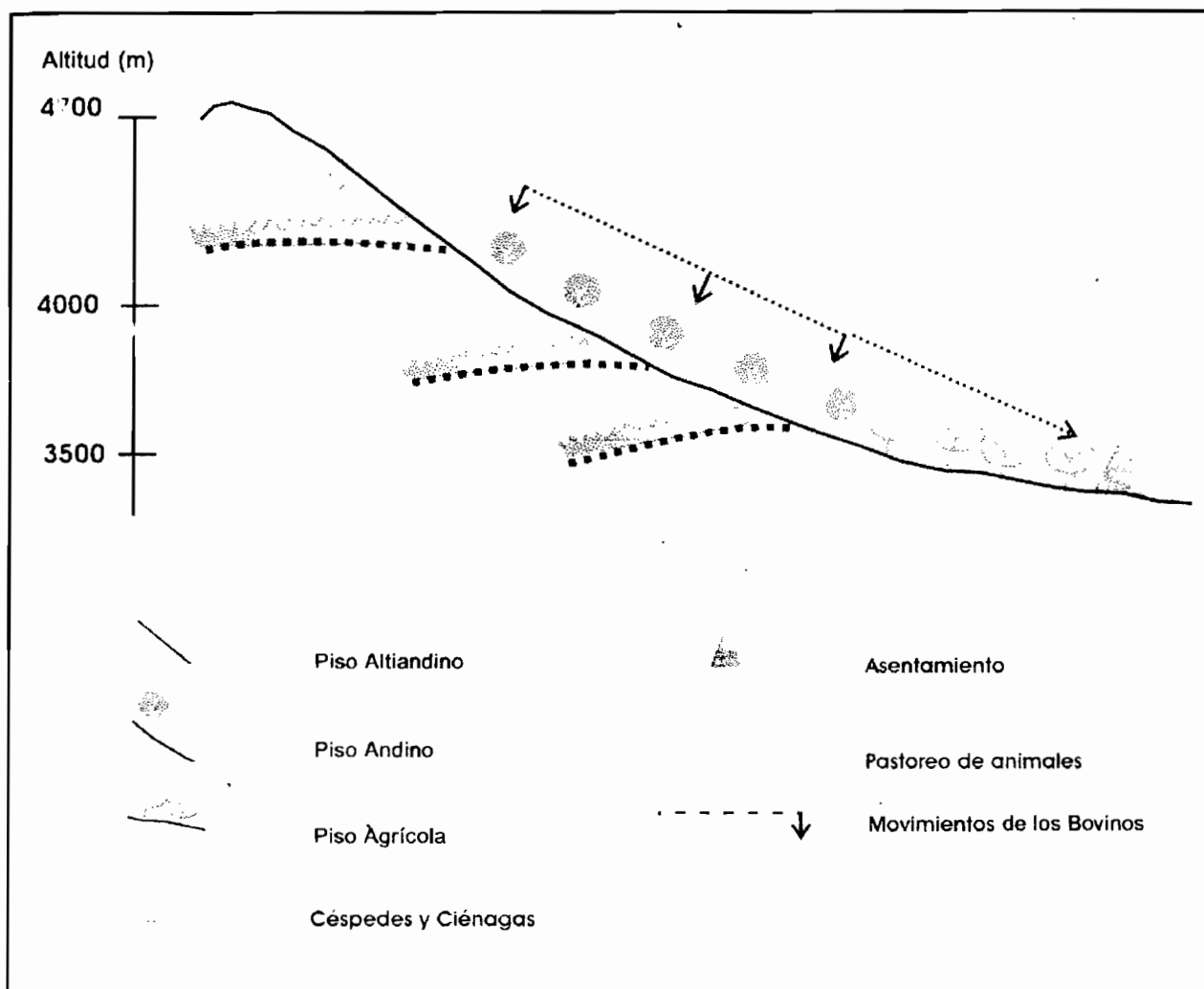


Figura 13: Fondos de valles glaciales por encima de los 3700 m de altitud cubiertos de céspedes y ciénagas en la Sierra de la Culata (Cordillera de Mérida, Venezuela).



**Figura 14.** Movimientos de los bovinos sobre fondos de valles en los pisos Andino y Altiandino de la Sierra de La Cúlata (Venezuela). La bajada al piso agrícola donde se encuentran los asentamientos poblacionales corresponde con los requerimientos de fuerza de trabajo de la agricultura

## VIII. Capacidad e Impacto del Pastoreo

En esta sección se analiza la potencialidad de cada sitio para el desarrollo de la ganadería bajo las mejores condiciones (Capacidad), así como los efectos negativos que tendría sobre la vegetación y los suelos (Impacto). La consideración de estos dos aspectos son sintetizados en el concepto de Aptitud para el pastoreo. Tanto las variables, expresadas como mapas temáticos, considerados para la elaboración de la Capacidad e Impacto, como los mapas finales sobre el uso del espacio pastoral (lugares de máxima capacidad) son comparados en los tres sistemas de pastoreo andino.

### 1. Capacidad para el Pastoreo

#### a. Factores que determinan la capacidad para el pastoreo

Dentro de la capacidad se evalúan cuatro factores (forraje, pendientes, fuentes de agua y distancia a los lugares de pastoreo) que intervienen para el desarrollo de la actividad con la finalidad de encontrar las áreas donde el pastoreo podría ofrecer los máximos rendimientos, sin tener en cuenta los aspectos perjudiciales de su desarrollo.

##### a.1. Oferta de forraje (OF):

En las tres regiones fue calculada a partir de los mapas de vegetación. La OF mostró una concentración de la clase más alta en poco espacio del territorio analizado. Es el caso de los bofedales (*Distichia*, *Plantago*, *Calamagrostis*) en Ulla-Ulla, de los Pastizales bajos de laderas (*Lachemilla*, *Hypoxis*, *Paspalum*) en Tacanas y de los Céspedes de fondos de valle (*Calamagrostis*, *Agrostis*, *Lachemilla*, *Carex*, *Muhlenbergia*) en la Culata (Tabla 5). Estas unidades representan entre el 5 y el 10 % de la superficie de cada región, y debido a que en estos sistemas el forraje ha sido considerado el factor más importante, la capacidad del pastoreo estará determinada

en gran medida por la distribución de esta variable. En el caso de Tacanas, si se considera también la unidad de Céspedes en superficies cumbrales que tiene valores tan altos de oferta de forraje como la unidad de Pastizales Bajos en laderas, se tiene cerca del 20 % de la superficie total con forraje de buena calidad. Pero la muy baja calidad del forraje del resto de la cuenca produce aún una concentración del pastoreo sobre la mejor vegetación forrajera. En las Figuras 42, 43 y 44 del capítulo IX se muestra la distribución de los principales tipos de vegetación utilizados como forraje.

#### **a.2. Pendiente:**

Este factor es fundamental especialmente en los sistemas de pastoreo de la Culata y de Tacanas donde la mayor parte de los animales son bovinos y ovinos respectivamente. Estos tipos de ganado tiene preferencia por los relieves planos a ondulados (Van Reesh y Hutson 1983) y concentran el pastoreo en las áreas donde se combinan bajas pendientes con buen forraje. En el caso del pastoreo de alpacas en Ulla-Ulla, aunque la pendiente es importante, la presencia de agua es fundamental para la formación de los bofedales donde se encuentra el forraje de mejor calidad. La mayoría de las alpacas pasa la mayor parte del año en bofedales naturales o irrigados (Palacios Ríos 1988), los cuales se forman con mayor frecuencia relacionados a sitios de baja pendiente. Es por esta razón que el forraje, la pendiente y el agua son fundamentales para estos tres sistemas de pastoreo.

Con respecto a la pendiente, los valores menores al 10% en Ulla-Ulla ocupan más del 65 % de la superficie total y forman extensos campos como altiplanicies al pie de las montañas (Figura 15). Mientras que en la cuenca de Tacanas y la Sierra La Culata muestran similares patrones de distribución de pendientes, se trata de estrechas franjas de bajas pendientes en medio de laderas con altas pendientes. En Tacanas apenas sobrepasan el 10 % de la superficie total en fondos de valle y en superficies cumbrales (Figura 16). En la Culata los fondos de valle con bajas pendientes representan menos del 5 % de la superficie total (Figura 17). Sólo la

situación de las pendientes plantearía formas de pastoreo diferentes para el altiplano de Ulla-Ulla respecto de las otras dos regiones.

### **a.3. Fuentes de agua:**

La presencia de agua es una condición fundamental para el pastoreo de alpacas (Palacios Ríos 1988), y así también sucede con los vacunos tanto en la Culata como en Tacanas. La ganadería vacuna pasta con preferencia en sitios de buenos forrajes relativamente cercanos a fuentes de agua (Van Reesh y Hutson 1983). En menor medida sucede con los ovinos en las Cumbres Calchaquíes (norte de Argentina) donde los circuitos de pastoreo que realizan necesitan pasar al menos una vez por sitios con agua (Molinillo 1988, 1993).

En el altiplano de Ulla-Ulla existen extensas áreas a más de 1 km de alguna fuente de agua, y poco más del 25 % de la superficie se encuentra a menos de 250 m de una fuente de agua (Figura 18). La distribución de las fuentes de agua es abundante en Tacanas debido a la ubicación de la cuenca sobre las laderas orientales de las Cumbres Calchaquíes que reciben los vientos húmedos del Atlántico. Prácticamente hay muy pocos sitios en la cuenca que se encuentren a más de 1 Km de una fuente de agua. Más del 66 % de la superficie se encuentra a menos de 250 m de una fuente de agua (Figura 19). Las condiciones de la Sierra La Culata en la Cordillera de Mérida son similares. A pesar de que la región analizada se encuentra en un páramo relativamente seco (comparado con el resto de los páramos en la Cordillera) más del 40 % de la superficie total se encuentra a menos de 250 m de una fuente de agua (Figura 20).

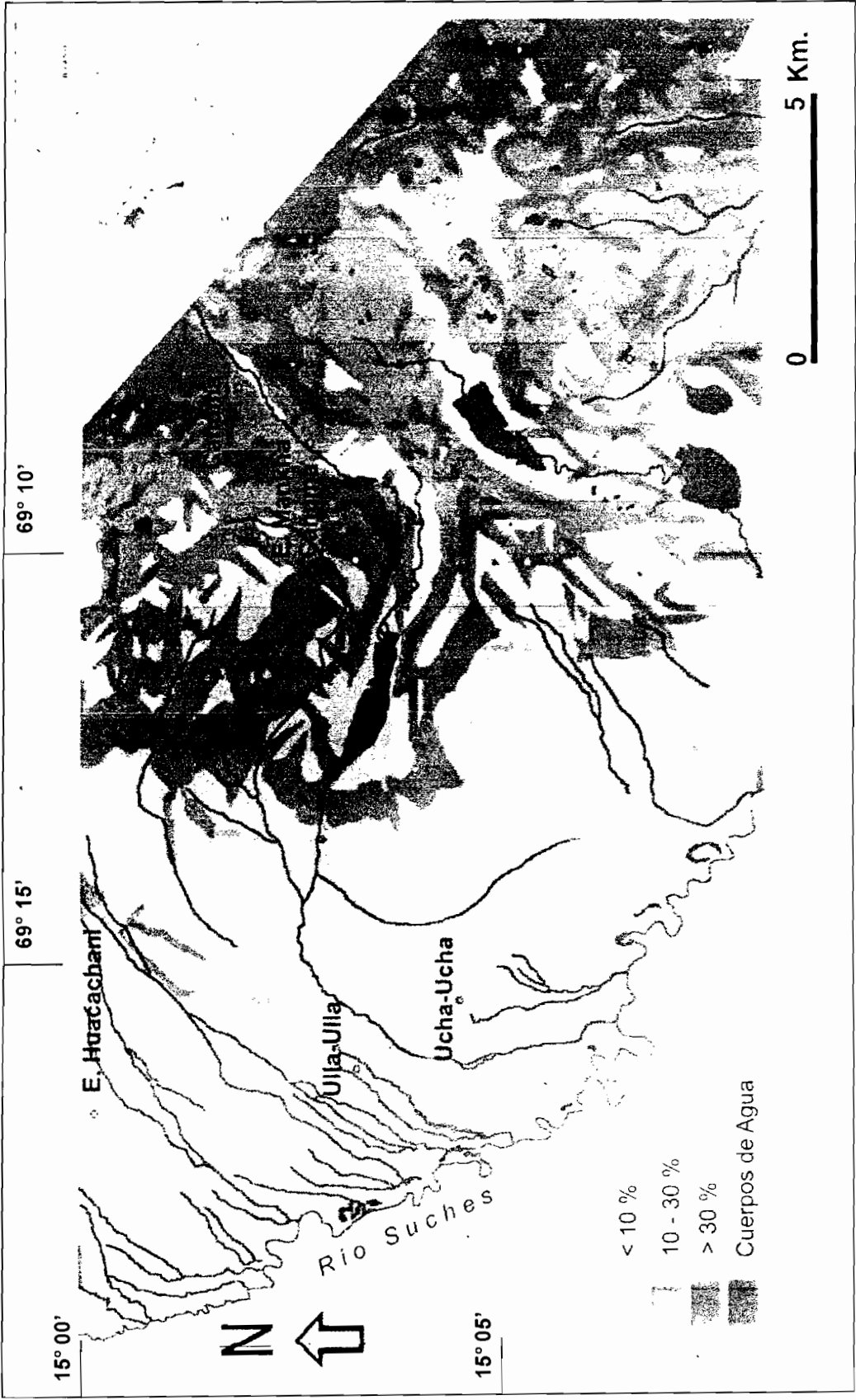


Figura 15. Mapa de pendientes en el altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia).

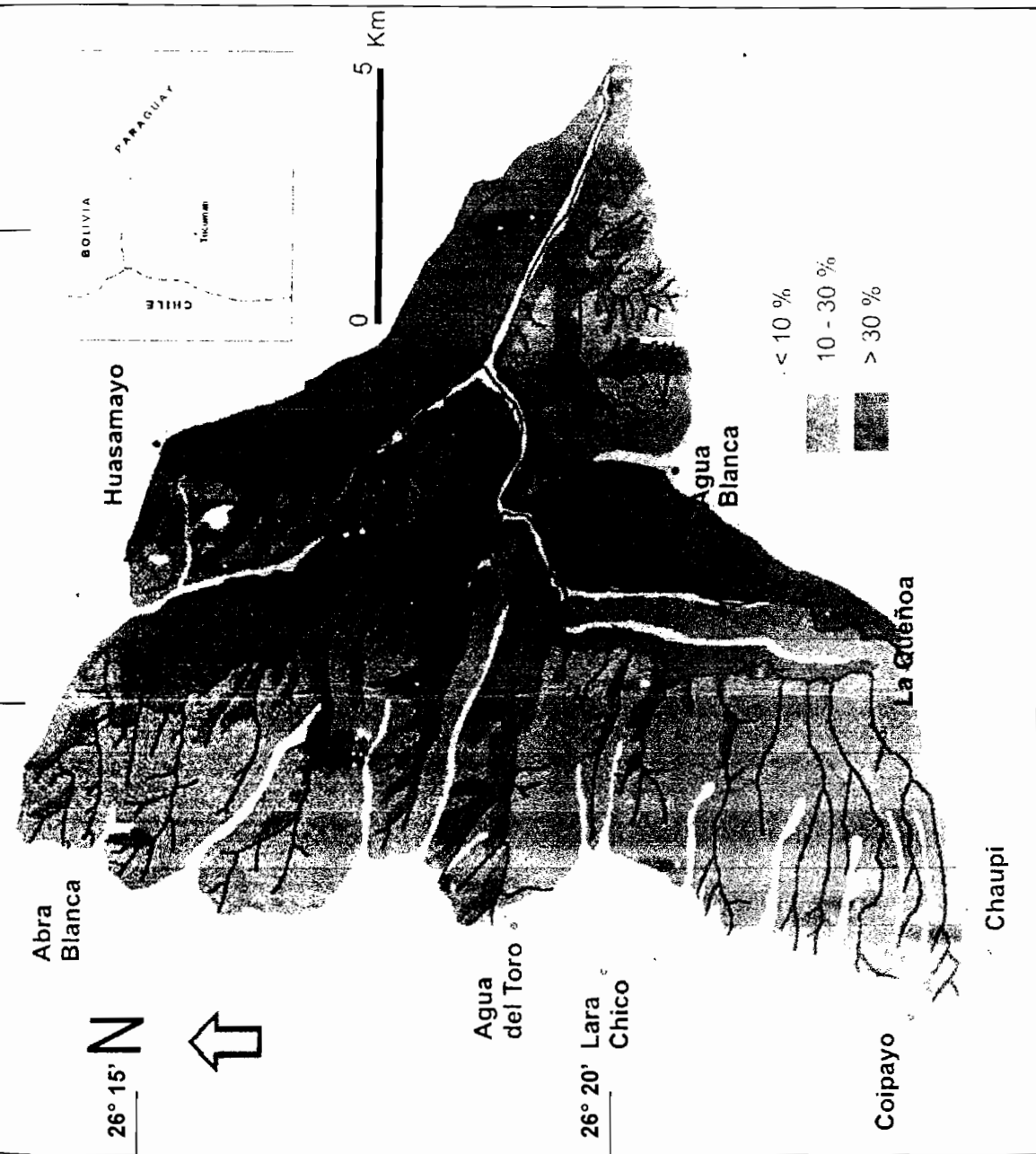


Figura 16. Mapa de Pendientes en la cuenca del río Tacanas (Argentina)



Figura 17. Mapa de Pendientes en la Sierra de la Culata (Venezuela)

**Tabla 5.** Cuadro comparativo de la oferta de forraje (OF) obtenido mediante una fórmula, Peso de la oferta de forraje (Peso OF) resultado del método de jerarquías analíticas, Valor como resultado del producto de la OF por el Peso, y la Escala en números sobre 100. Este último es el que se le asigna a cada unidad cartográfica.

Unidades de Vegetación	OF	Peso OF	Valor	Escala
<b>Ulla-Ulla- Bolivia</b>				
1. Turberas	46,4	0,3409	1583	49
2. Céspedes de <i>Plantago</i>	30,3	0,1931	585,1	18
3. Césp. <i>Plantago/Lachemilla</i>	26,4	0,1931	509,8	16
4. Pastizal de <i>Stipa</i>	6,5	0,0604	39,4	1
5. Pastizal de <i>Calamagrostis</i>	38,5	0,1063	40,9	2
6. Pastizal de <i>Festuca</i>	43,9	0,1063	466,7	14
<b>Tacanas – Argentina</b>				
1. Lad. Bosques	0,9	0,0296	2,7	1
2. Lad. Arbustos	2,1	0,0756	15,9	1
3. Lad. Pastizal Alto	8,0	0,1814	145,1	4
4. Lad. Pastizal Bajo	36,6	0,3990	1460	41
5. Lad. Mosaicos	19,1	0,2684	513,4	14
6. Césp. Sup. Cumbrales	35,4	0,3990	1412	39
7. Veg. Pionera Llanura Inund.	-	0,0458	-	-
<b>La Culata – Venezuela</b>				
1. Ciénagas	10,0	0,2158	215,8	15
2. Céspedes	25,4	0,3319	843,03	58
3. Céspedes-Rosetales	14,7	0,2158	317,23	22
4. Rosetal-Arbustal	4,0	0,0982	39,28	3
5. Arbustal	2,5	0,0648	16,2	1
6. Rosetal Altiandino	1,8	0,0432	7,8	1
7. Desierto Periglaciar	-	0,0303	-	0,5

#### **a.4. Distancia a los sitios de pastoreo:**

La distancia a los lugares de pastoreo o el recorrido que deben realizar los animales para acceder a los sitios de pastaje es también importante a la hora de considerar la estrategia empleada para el aprovechamiento de los recursos forrajeros de la región (Hubert 1994). Al considerar este factor se plantean dos estrategias de pastoreo diferentes entre las regiones analizadas. Por un lado, los asentamientos inmersos en las zonas de mayor oferta de forraje como es el caso de Ulla-Ulla y Tacanas. Aquí los asentamientos se han ubicado en las zonas de pastoreo lo cual implica una alta capacidad para el desarrollo ganadero. En el caso de Ulla-Ulla los asentamientos están muy cerca de los bofedales lo cual facilita el cuidado y la producción (Figura 21). En el caso de Tacanas los asentamientos permanentes están en el borde superior de los bosques o en los mismos pastizales, muy cerca de las zonas de mayor forraje en la primavera y el invierno (Figura 22). Mientras que en el verano (época húmeda) los animales son trasladados a otros sitios de mayor oferta de forraje donde se encuentran asentamientos temporales (Molinillo 1993).

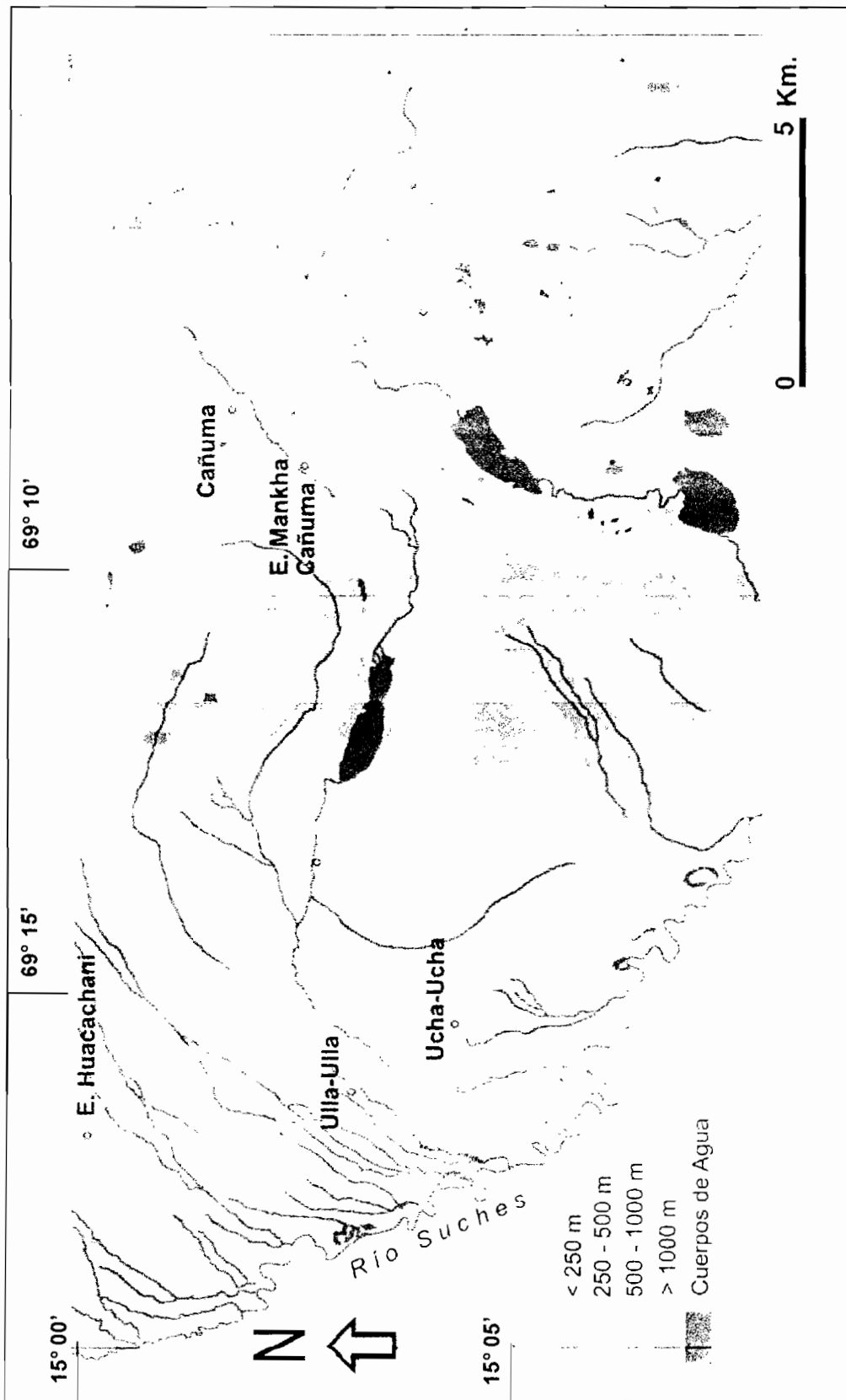


Figura 18. Mapa de distancia a las fuentes de agua en el Altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia)

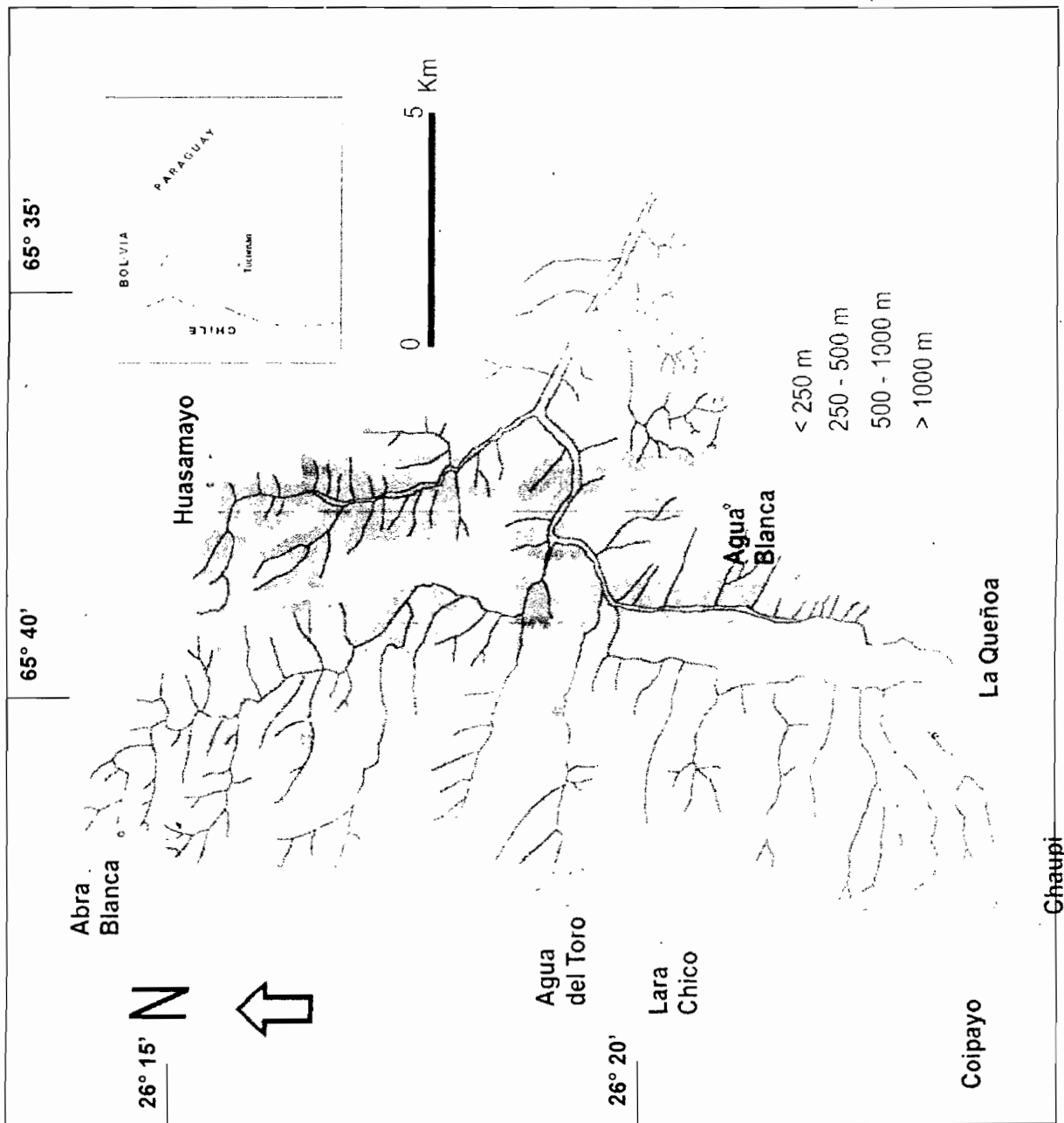


Figura 19. Mapa de distancia a las fuentes de agua en la cuenca de Tacanas (Argentina)

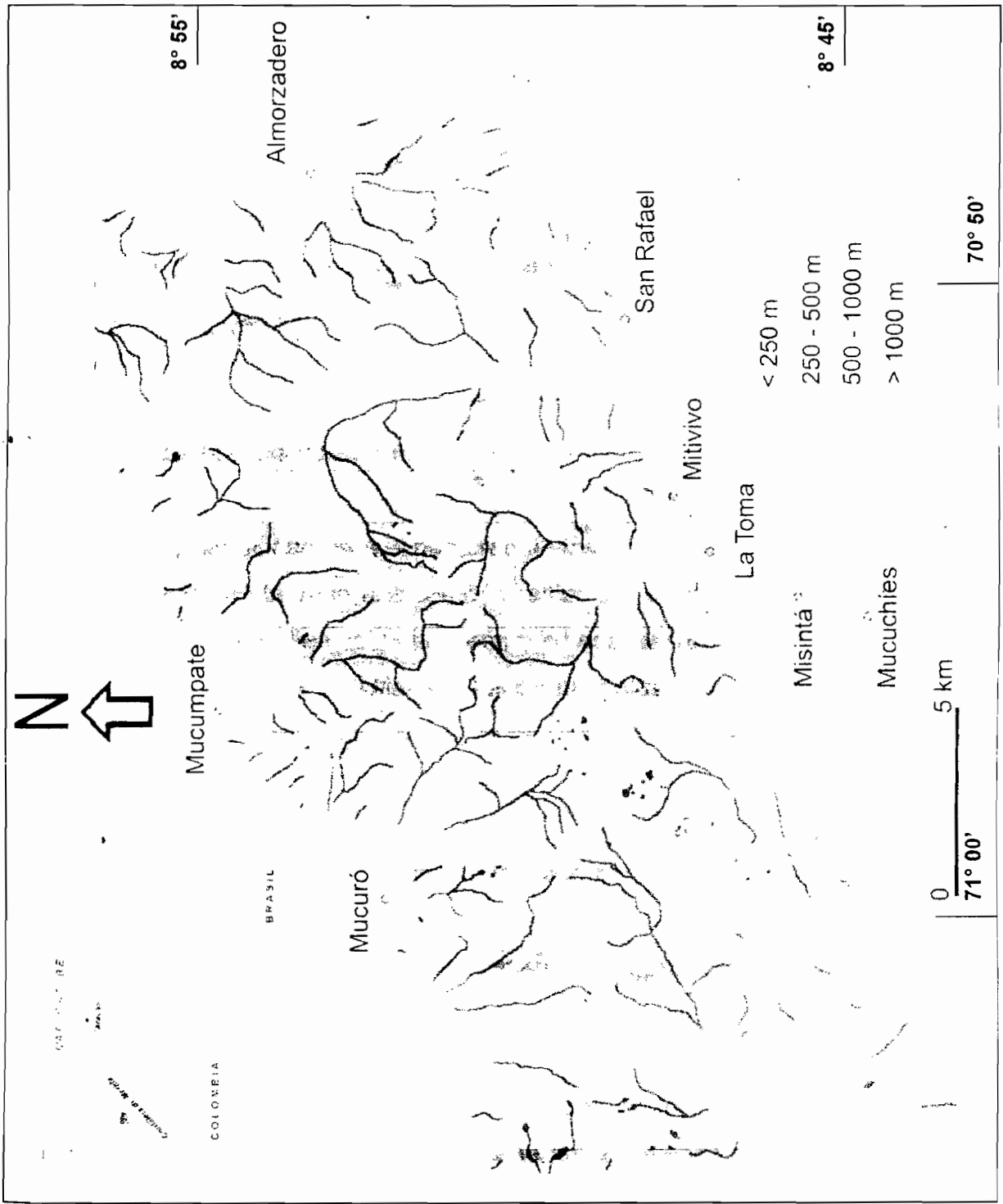


Figura 20. Mapa de distancia a las fuentes de agua en la Sierra La Culata (Venezuela)

Por otro lado, los asentamientos fuera de los sitios de mayor oferta de forraje como el caso de la Culata, y se podría decir en general de la Cordillera de Mérida, define la estrategia agropastoral en los páramos. La mayor parte de los asentamientos de la Culata se encuentran a más de 2 km de los lugares de pastoreo, y lo normal es de aproximadamente 5 Km. (Figura 23). Esto se debe a que los asentamientos se encuentran en el piso agrícola y pueden llegar en altitud hasta el límite de la agricultura (3700 m). Lo curioso es que existan muy pocos sitios temporales por encima del piso agrícola para controlar mejor el pastoreo de los animales en el páramo, lo cual trae como consecuencia visitas y travesías mensuales en busca de los animales que muchas veces se extravían y llegan a perderse o a ser robados.

#### **b. Análisis de la capacidad para el pastoreo**

Los mapas de capacidad para el pastoreo de las tres regiones señalan en general las zonas de mayor oferta de forraje como los sitios con la más alta capacidad. Los sitios de bofedales en pendientes bajas, entre cursos de agua, y muy cercanos a los asentamientos humanos en Ulla-Ulla tienen muy alta capacidad y representan poco más del 12 % de la superficie, que llega al 20 % si se incluyen los céspedes (Figura 24).

En tanto que en la región de Tacanas, la clase de capacidad muy alta por sí misma llega al 23 % de la superficie total ocupando los Pastizales Bajos en laderas y cumbres de las nacientes del río Tacanas (Figura 25), donde se sitúan los asentamientos permanentes y temporarios para el pastoreo.

En la Culata los Céspedes, Céspedes-Rosetales y Ciénagas en fondos de valle de baja pendiente y atravesados por cursos de agua a menos de 5 Km de distancia de los asentamientos ocupan la clase más alta de capacidad con el 12 % de la superficie total de la región. Si a esto le sumamos la clase de capacidad inmediatamente inferior (alta capacidad) se tiene más del 20 % de la superficie total (Figura 26).

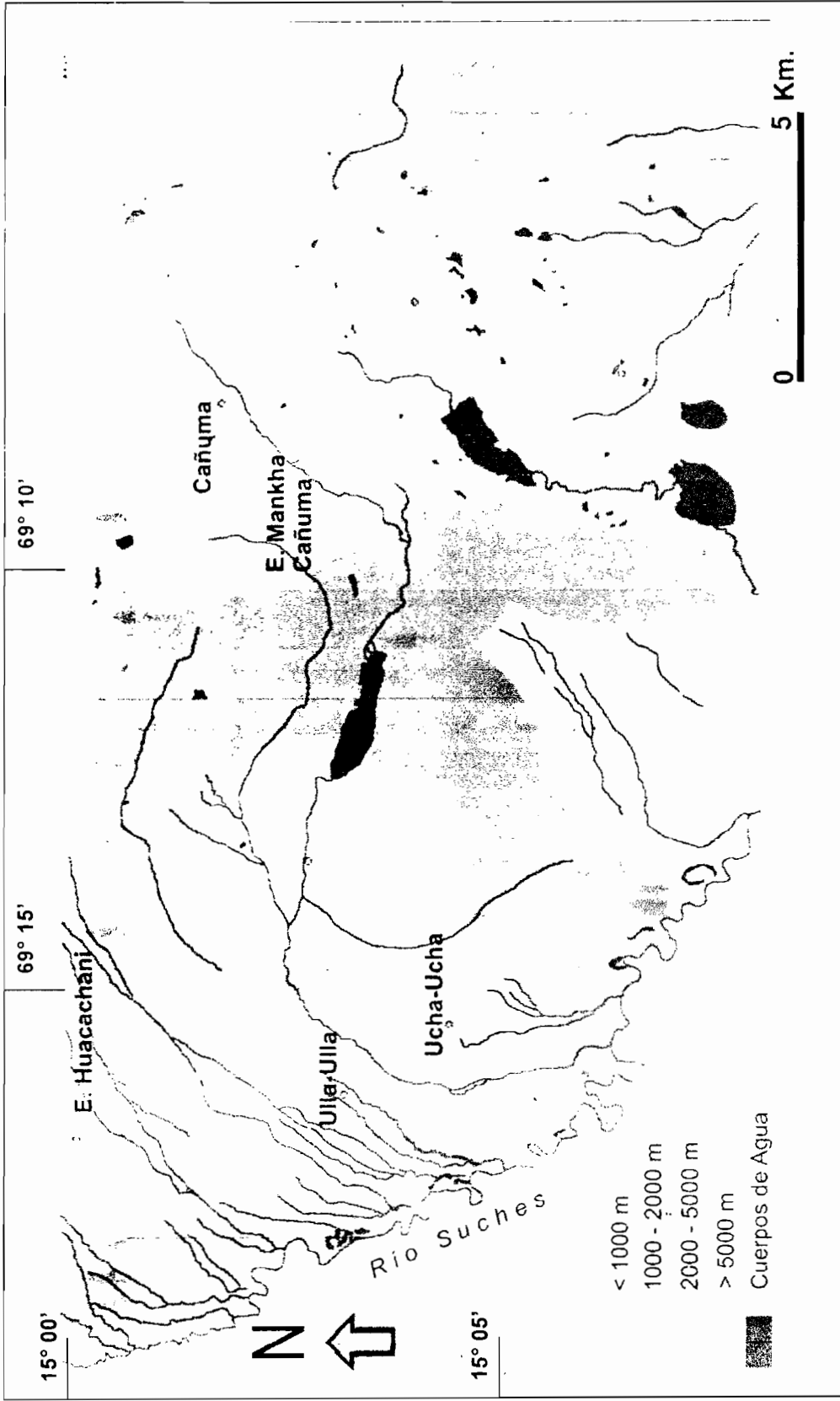


Figura 21. Mapa de distancia a los asentamientos humanos en el Altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia)

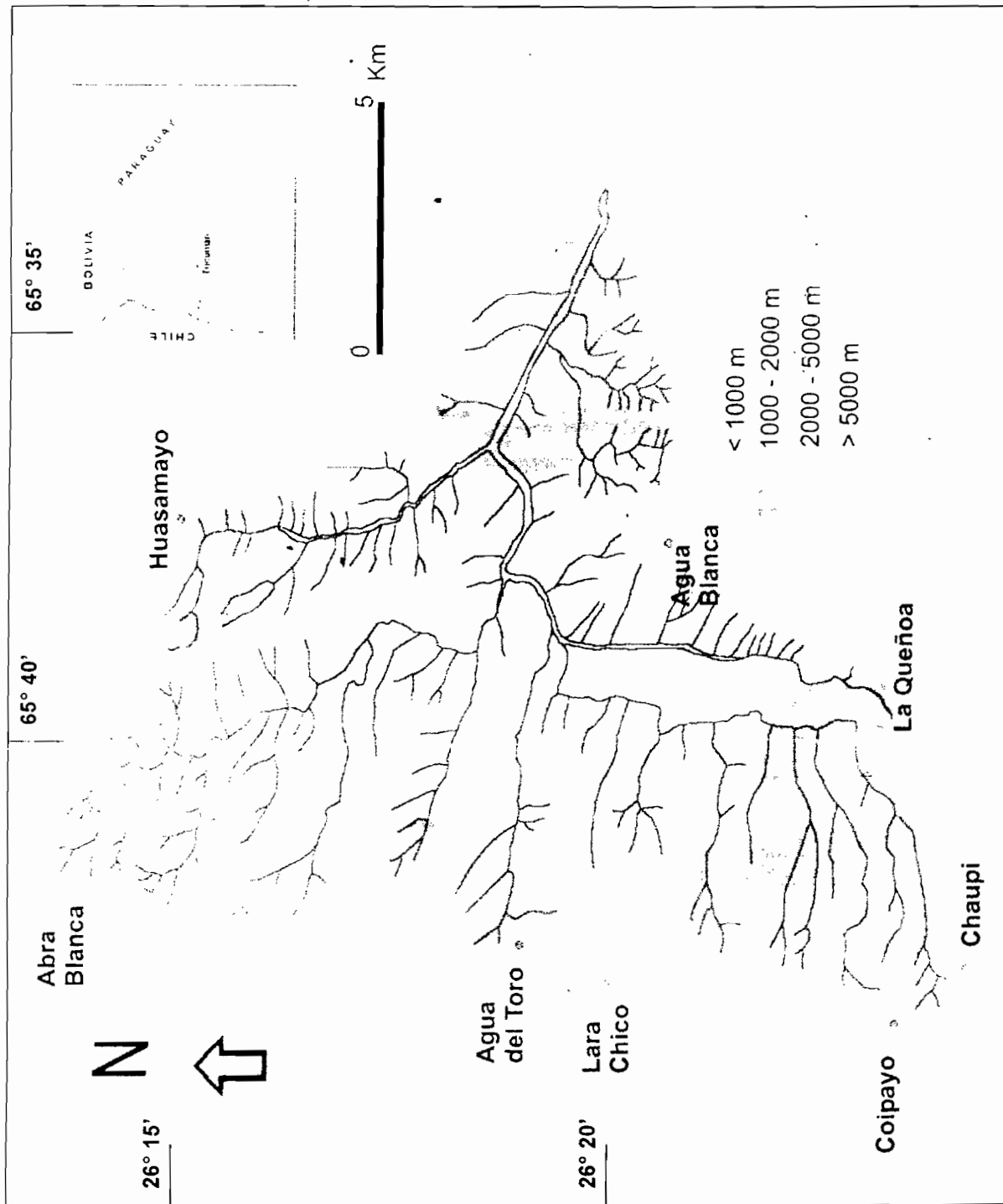


Figura 22. Mapa de distancia a los asentamientos humanos en la cuenca de Tacana (Argentina)



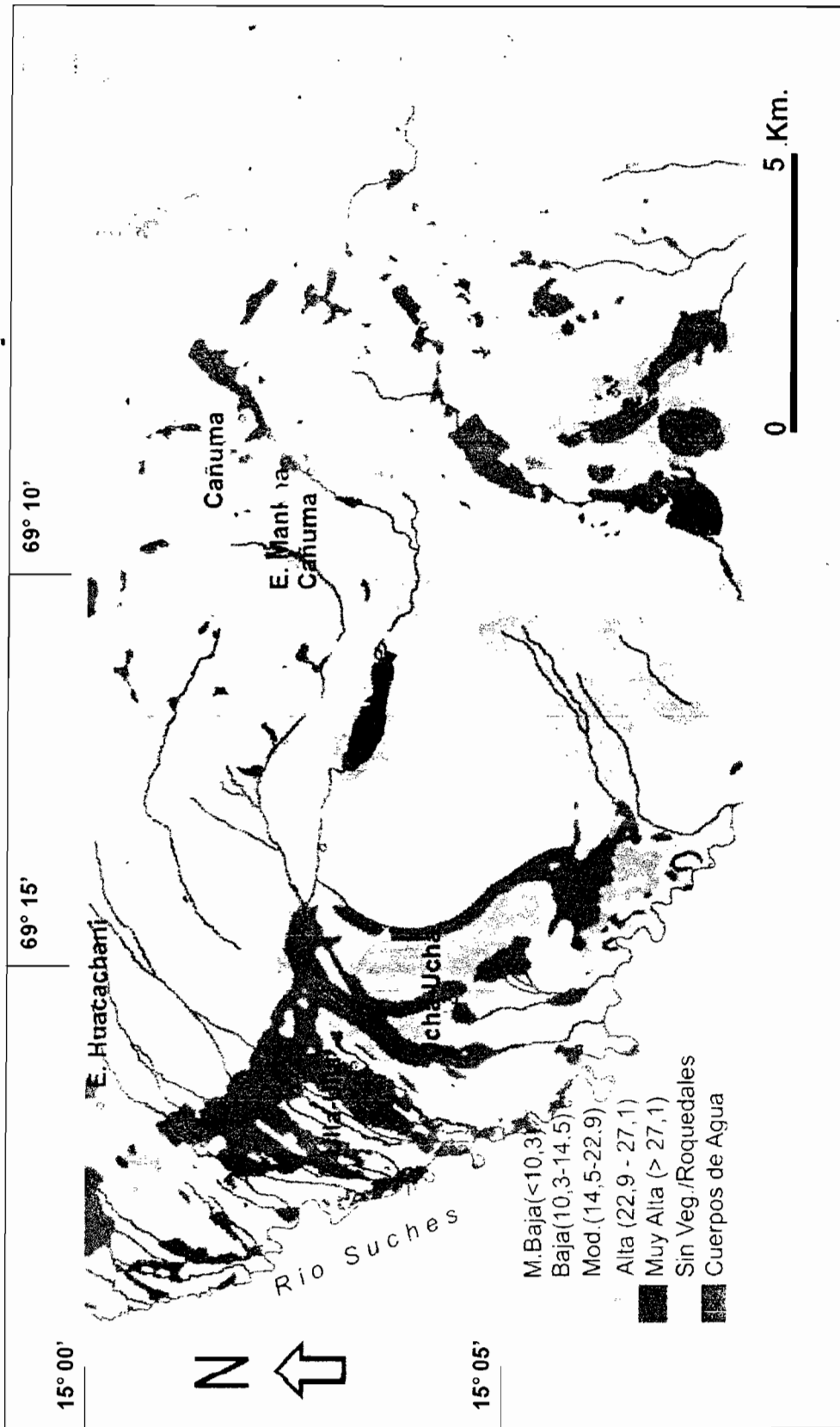


Figura 24. Mapa de Capacidad para el pastoreo en el Altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia)  
 Los valores corresponden al Índice de Capacidad

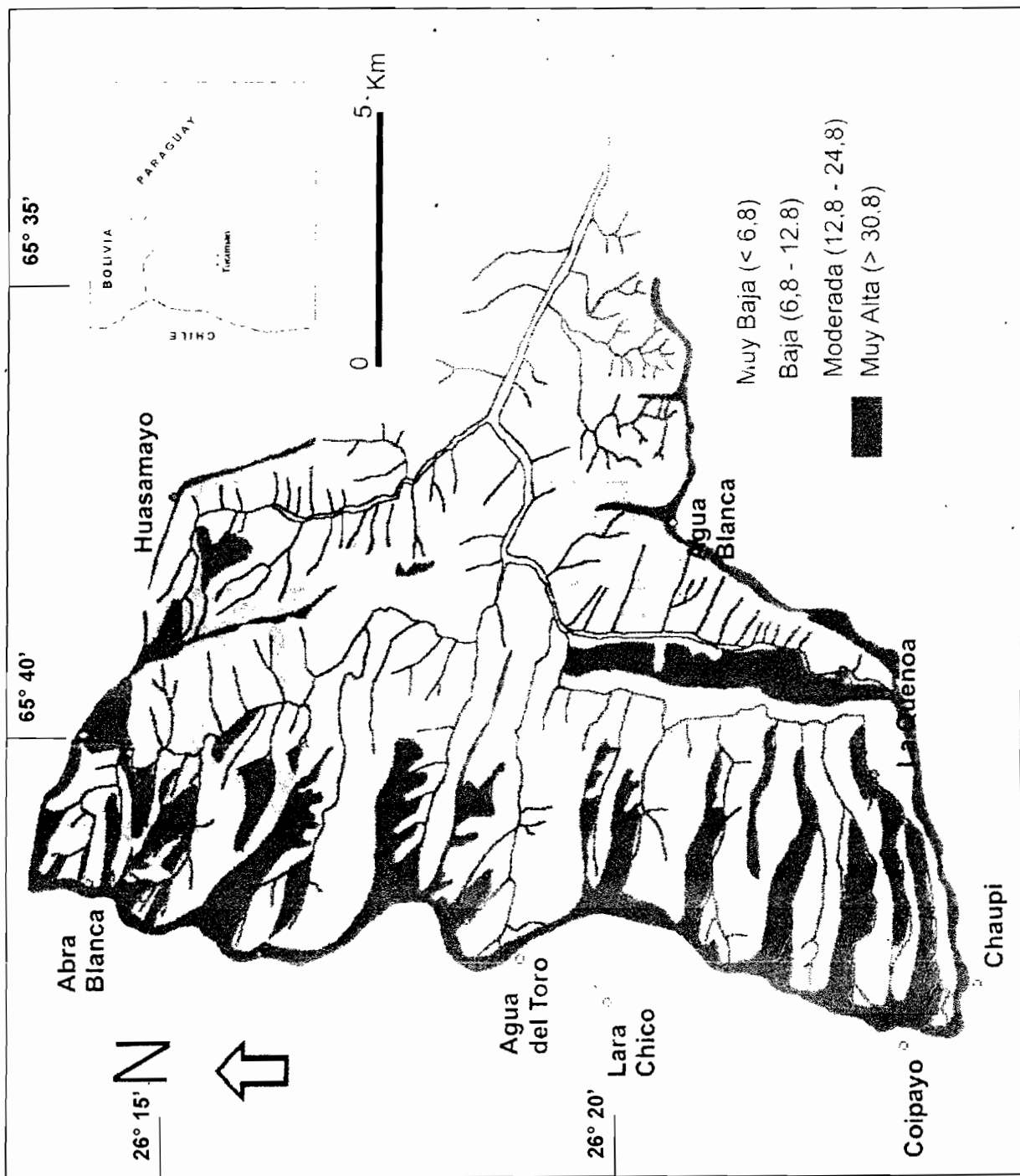
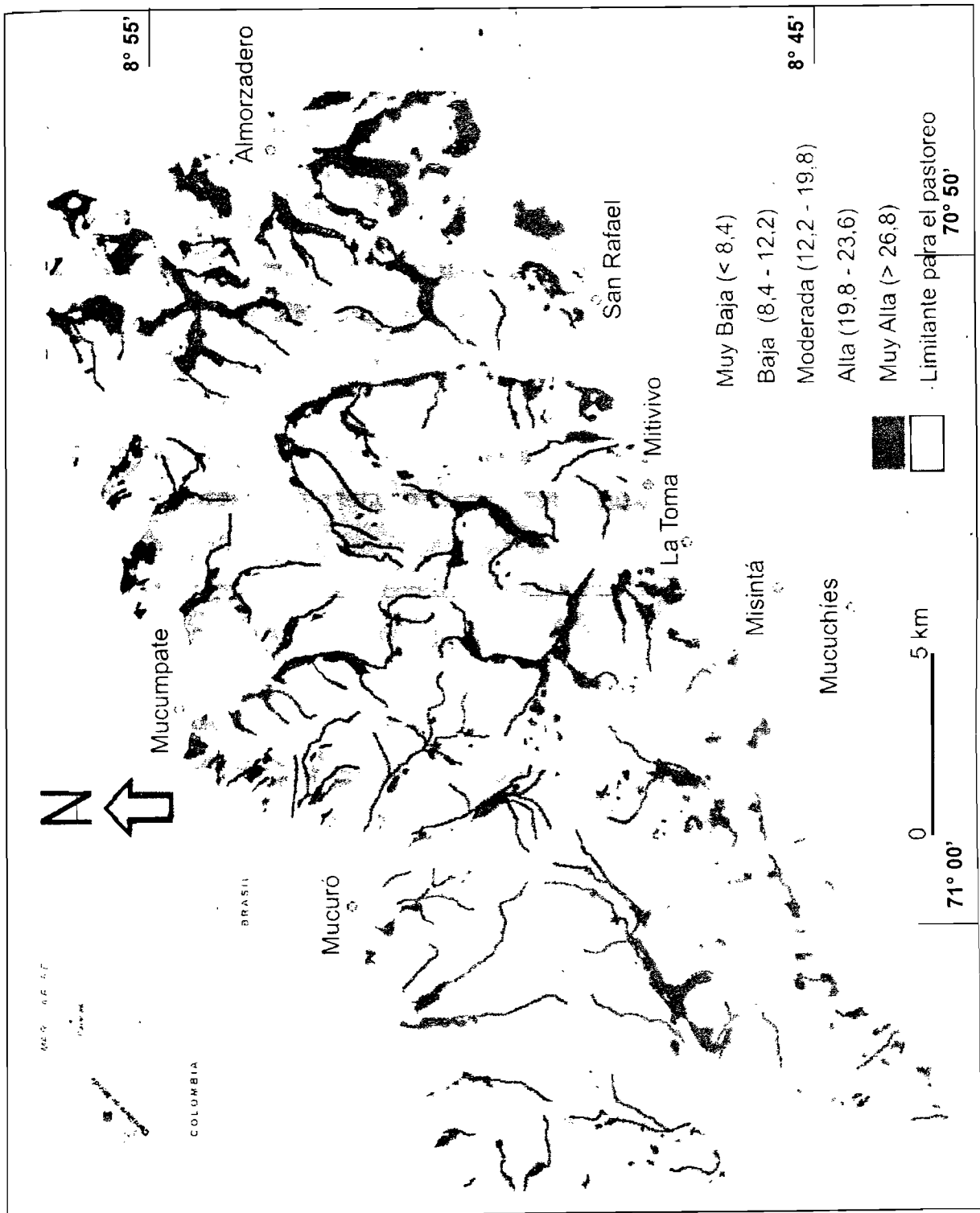


Figura 25. Mapa de Capacidad para el pastoreo en la cuenca de Tacanas (Argentina). Los valores corresponden al Índice de Capacidad



**Figura 26.** Mapa de Capacidad para el pastoreo en la Sierra La Culata (Venezuela). Los valores corresponden al Índice de Capacidad

## **2. Impacto del Pastoreo**

### **a. Factores que determinan el Impacto del pastoreo**

El impacto potencial del pastoreo se calculó teniendo en cuenta dos efectos principales: la generación de procesos erosivos y el impacto directo sobre la vegetación (composición, estructura, y cobertura). En el primer caso la cobertura del suelo, la pendiente y la erodabilidad fueron considerados factores fundamentales en la evaluación del impacto potencial. Para el segundo caso fue considerado el tipo de vegetación que sería afectado y su posible respuesta al pastoreo. Para ambos casos se asumió que la distancia a los lugares de pastoreo es un indicador indirecto de la intensidad de pastoreo que podría sufrir un sitio determinado. Es decir, cabe esperar que los lugares más cercanos a los sitios desde donde se dispersan los animales (viviendas, corrales, etc.) tengan mayor posibilidad de ser impactados. La presencia y ausencia de este último criterio puede determinar dos tipos de análisis de impacto, que darían información adicional para evaluar la importancia de la ubicación de los asentamientos en las estrategias de pastoreo.

#### **a.1. Cobertura del suelo:**

El Índice de Protección del suelo utilizado muestra los valores más bajos en las planicies y laderas con macollas aisladas y zonas sin vegetación de Ulla-Ulla con casi el 40 % de la superficie (Figura 27), en los céspedes de laderas y superficies cumbrales de la cuenca de Tacanas con el 23 % de la superficie total (Figura 28), y en el Rosetal Altiandino y el Desierto Periglacial de la Culata que cubren el 21% de la región (Figura 29). En la Tabla 6 se muestran los valores del Índice para cada unidad en las tres regiones, los pesos asignados y las escalas de las unidades cartográficas.

#### **a.2. Pendiente:**

El aumento de la pendiente tiene una correlación positiva con el aumento de la erosión hídrica. Esto es cierto desde pendientes bajas a moderadas-altas. En pendiente altas a muy altas la erosión no progresa de la misma manera. Por lo que

se consideró que las superficies cubiertas por pendientes entre el 10 y el 50 % de inclinación son una buena indicación de la generación potencial de erosión por pastoreo de animales que se concentran especialmente dentro de este rango. Estas pendientes ocupan el 62 % en la región de la Culata, más del 45 % en Tacanas, y sólo el 31 % en Ulla-Ulla, mostrando los diferentes comportamientos que tendría el impacto del pastoreo en la generación de procesos erosivos en las diferentes regiones. Esto además sin considerar las adaptaciones de los camélidos para disminuir el impacto sobre la vegetación y los suelos en los ambientes de puna, comparado con vacunos y ovinos.

**Tabla 6.** Cuadro comparativo del índice de protección del suelo (IPS) obtenido mediante fórmula, Peso de cada unidad (Peso) resultado del método de jerarquías analíticas, el Valor producto del IPS por el Peso, y la Escala en números sobre 100. Este último es el que se le asigna a cada unidad cartográfica.

Unidades de Vegetación	IPS	Peso	Valor	Escala
<b>Ulla-Ulla- Bolivia</b>				
1. Turberas	23,8	0,3274	777,9	32
2. Céspedes de <i>Plantago</i>	20,9	0,1883	393,2	17
3. Césp. <i>Plantago/Lachemilla</i>	19,3	0,1883	363,8	15
4. Pastizal de <i>Stipa</i>	20,16	0,0987	199,0	8
5. Pastizal de <i>Calamagrostis</i>	34,2	0,0987	337,5	14
6. Pastizal de <i>Festuca</i>	33,8	0,0987	334,0	14
<b>Tacanas – Argentina</b>				
1. Lad. Bosques	51,1	0,4597	2349,9	52
2. Lad. Arbustos	48,0	0,2150	1032,0	23
3. Lad. Pastizales Altos	42,5	0,1376	584,8	13
4. Lad. Pastizales Bajos	19,8	0,0510	100,9	2
5. Lad. Mosaicos	40,9	0,0858	350,9	8
6. Césp. Sup. Cumbrales	18,5	0,0510	94,3	2
7. Veg. Pionera Llanura Inund.	-	-	-	-
<b>La Culata - Venezuela</b>				
1. Ciénagas	20,4	0,2200	448,8	22
2. Céspedes	21,6	0,2200	475,2	24
3. Céspedes-Rosetales	16,8	0,2200	369,6	18
4. Rosetal-Arbsutal	24	0,1252	300,5	15
5. Arbustal	28,8	0,1252	360,6	18
6. Rosetal Altiandino	8,4	0,0530	44,5	2
7. Desierto Periglaciario	2,4	0,0364	8,6	1

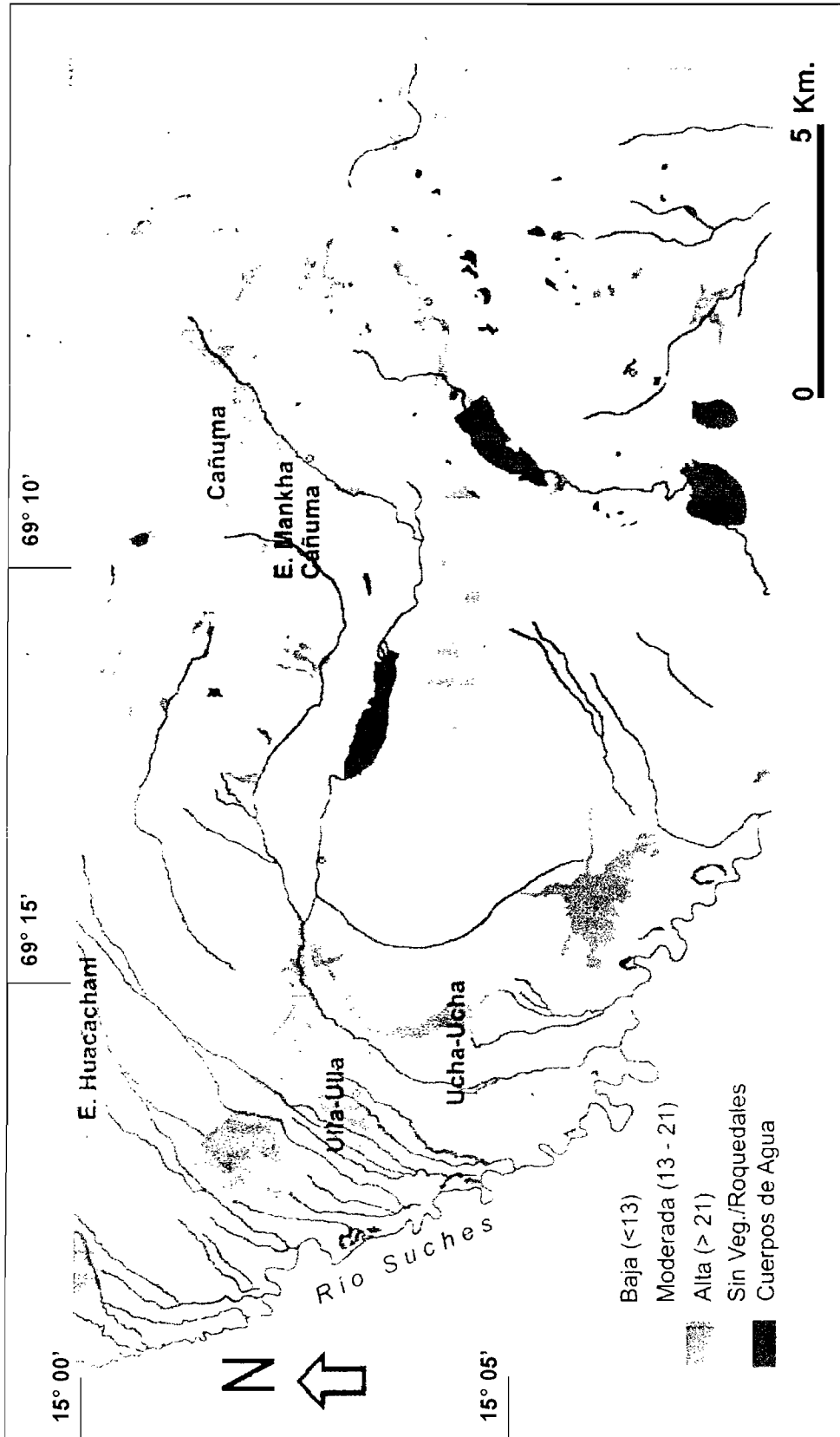


Figura 27. Mapa de Cobertura del suelo en el Altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia)  
 Los valores corresponden a un Índice de Protección del Suelo

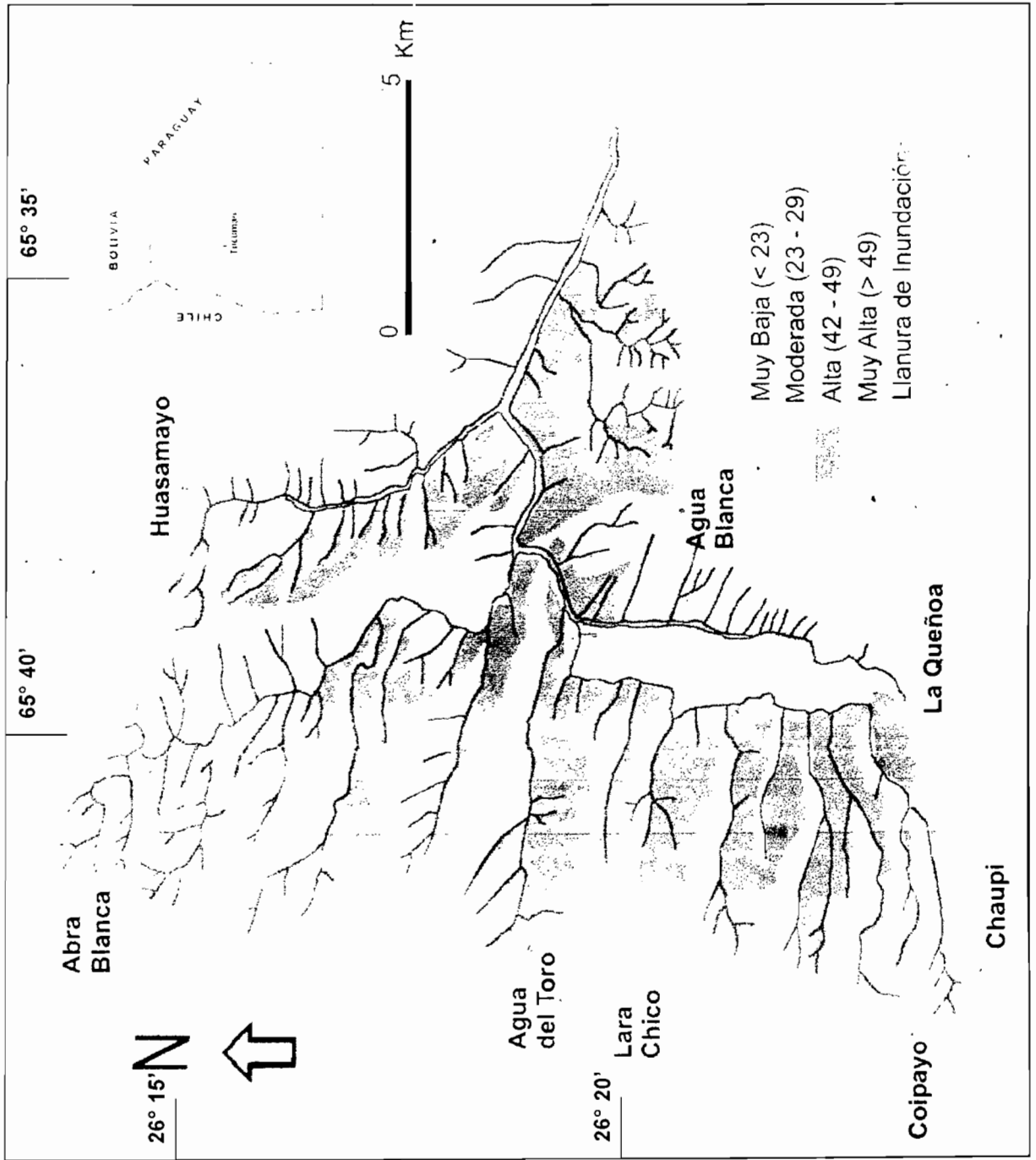


Figura 28. Mapa de Cobertura del suelo en la cuenca de Tacanas (Argentina). Los valores corresponden a un Índice de Protección del Suelo

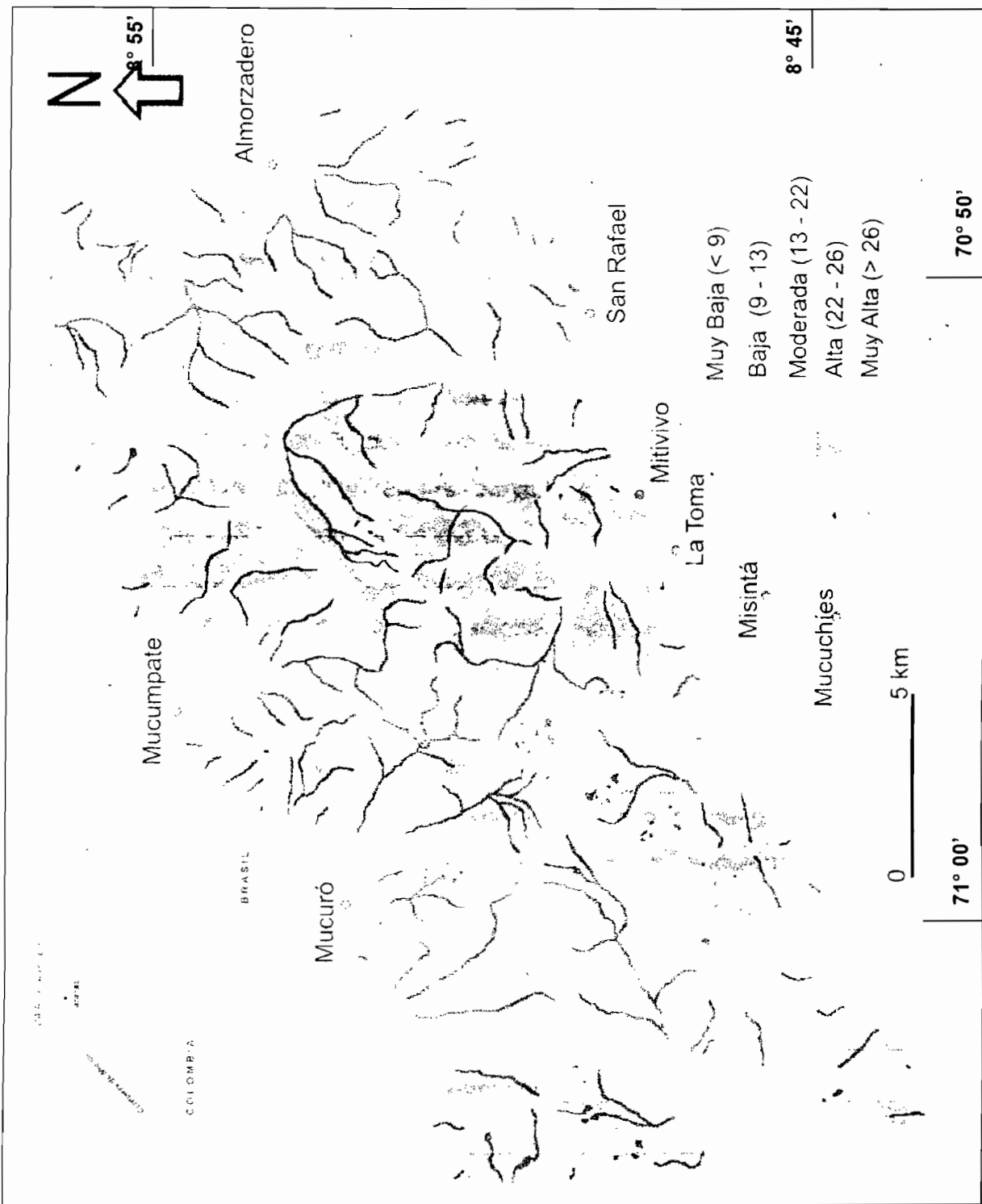


Figura 29. Mapa de Cobertura del suelo en la Sierra de la Culata (Venezuela)  
 Los valores corresponden a un Índice de Protección del Suelo

### **a.3. Erodabilidad de suelos**

Se utilizó el término erodabilidad en el sentido de las características del suelo y de la resistencia a los procesos de erosión hídrica. Distinguiéndose aquí los suelos forestales, los suelos de céspedes y ciénagas de fondos de valle con abundante materia orgánica, los suelos superficiales de laderas con macollas o arbustos, y el material altamente erodable del desierto periglacial o las laderas del altiandino de punas y páramos. La clase más alta de erodabilidad en cada región ocupó el 50 % en Ulla-Ulla, 33 % en Tacanas y 20 % en la Culata.

### **a.4. Impacto sobre la vegetación**

Con respecto a los tipos de vegetación que pueden ser afectadas por el pastoreo (tanto por la selección como por el tránsito de los animales) se consideró que los céspedes y bofedales constituyen las formaciones más resistentes debido a que su composición vegetal se relaciona a cargas ganaderas estacionales (Hofstede 1995, Verwey 1995, Molinillo y Monasterio 1997a), y que los pastizales altos y los arbustales se encuentran entre las formaciones que pueden ser más afectadas.

### **a.5. Distancia a los lugares de pastoreo**

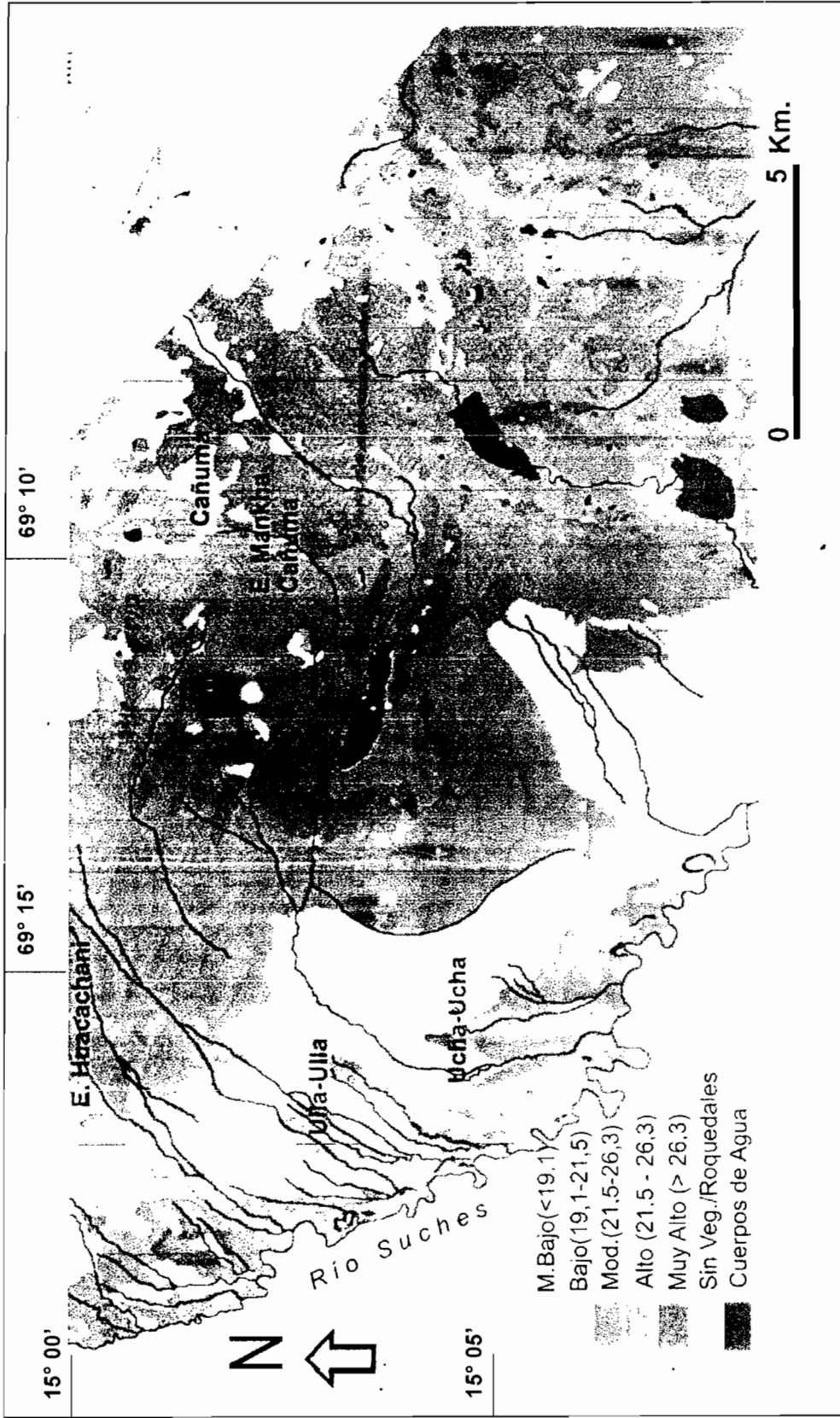
La ubicación de los asentamientos dentro de las áreas de mayor oferta de forraje exige un control mayor del pastoreo, pues las áreas cercanas podrían ser más proclives a ser impactadas que los sitios que se encuentran lejos de los asentamientos. En este punto se realizó un doble análisis del impacto. La exclusión de este criterio en un segundo análisis llevó a examinar las características propias de cada región con respecto al impacto potencial de la ganadería.

## **b. Análisis del Impacto potencial del pastoreo**

Las zonas de alto impacto en Ulla-Ulla y la Culata no se sitúan en los lugares de más alta capacidad para el pastoreo. Es decir que en los bofedales y céspedes del altiplano puneño, y en las ciénagas y céspedes de fondos de valle de los páramos,

no se generaría el mayor impacto del pastoreo (Figuras 30 y 32). En la cuenca de Tacanas la clase más alto de impacto potencial rodea a las de mayor capacidad en una clara evidencia de la influencia de la cercanía de los asentamientos a los lugares de pastoreo (Figura 31). Esta situación no ocurre en Ulla-Ulla por las bajas pendientes de los lugares de pastoreo. La clase de más alto impacto ocupa superficies similares en Tacanas y la Culata (alrededor del 15 %) y llega al 19 % en Ulla-Ulla. Lo más sobresaliente es que si se considera además la clase inmediatamente inferior de alto impacto queda afectada casi la mitad de la cuenca de Tacanas debido a la dominancia de los pastizales en fuertes pendientes. Mientras que la Culata llegaría al 26 % de la superficie total y Ulla-Ulla al 35 %.

La eliminación del factor de distancia a los lugares de pastoreo dentro del análisis de impacto hace pasar los sitios de céspedes que rodean los bofedales en Ulla-Ulla de moderado a bajo impacto, pero mantiene los sitios de pastizales en laderas que rodean los lugares de alta capacidad en Tacanas como de alto impacto. Lo cual muestra que estas últimas unidades tiene características intrínsecas de alto riesgo potencial. El análisis de impacto tipo 2 no afecta en gran medida a la Culata que presenta sus asentamientos fuera de las zonas de pastoreo. Según el análisis de impacto potencial en la región de Tacanas se daría una situación de alto riesgo potencial con respecto al desarrollo de la ganadería, el impacto sobre la vegetación y la generación de procesos de erosión hídrica. Esto se debería especialmente a que las áreas con moderada a alta capacidad para el pastoreo (más del 40 % de la superficie total) coinciden con zonas de alto impacto potencial (elevadas pendientes, relativamente bajo índice de protección del suelo, moderada a elevada erodabilidad, y tipos de vegetación que son afectadas por el pastoreo). Situación que no se da en las regiones de Ulla-Ulla y de la Culata.



**Figura 30.** Mapa de Impacto Potencial del pastoreo en el Altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia)  
 Los valores corresponden al Índice de Impacto Potencial

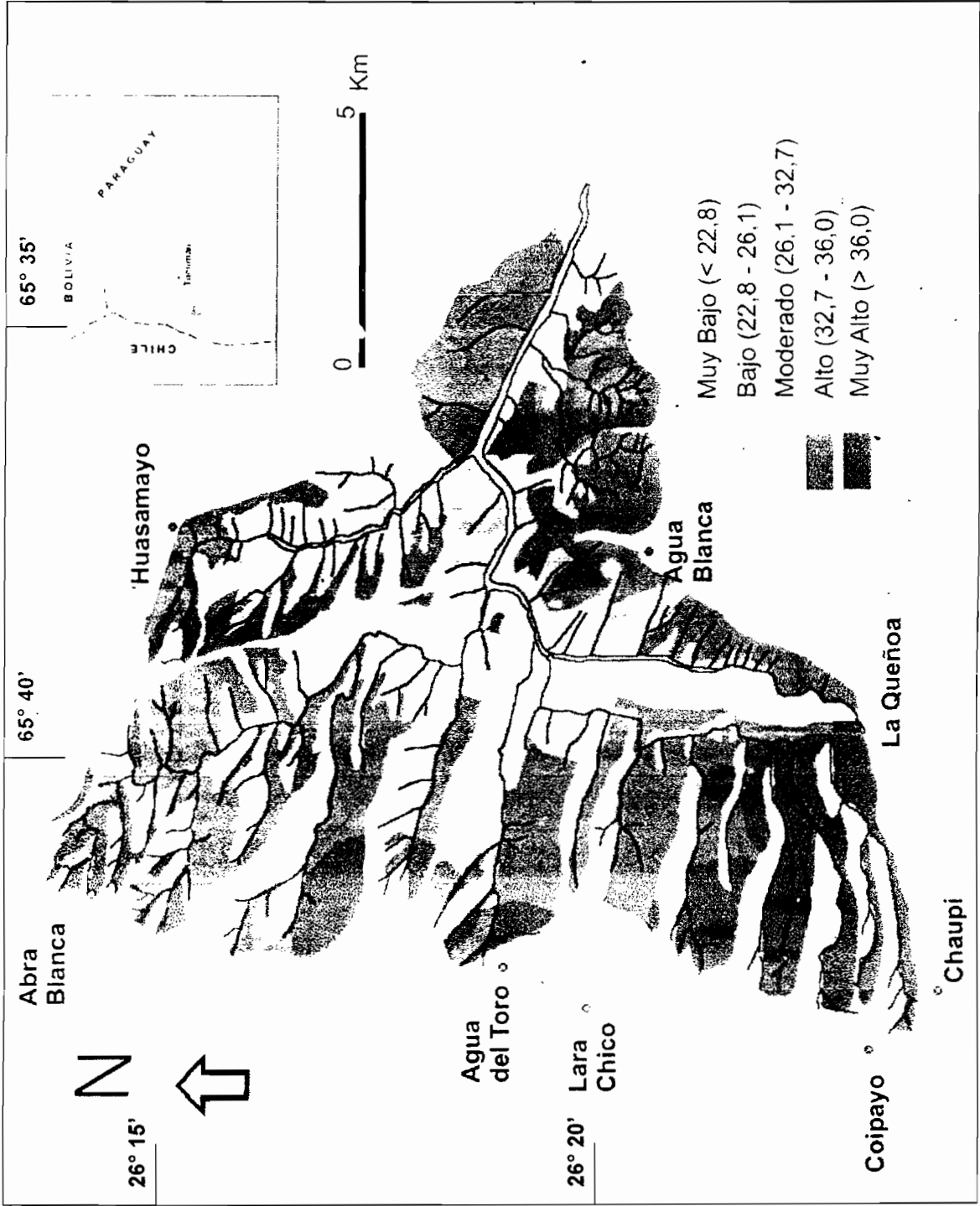


Figura 31. Mapa de Impacto Potencial del pastoreo en la cuenca de Tacanas (Argentina). Los valores corresponden al Índice de Impacto Potencial

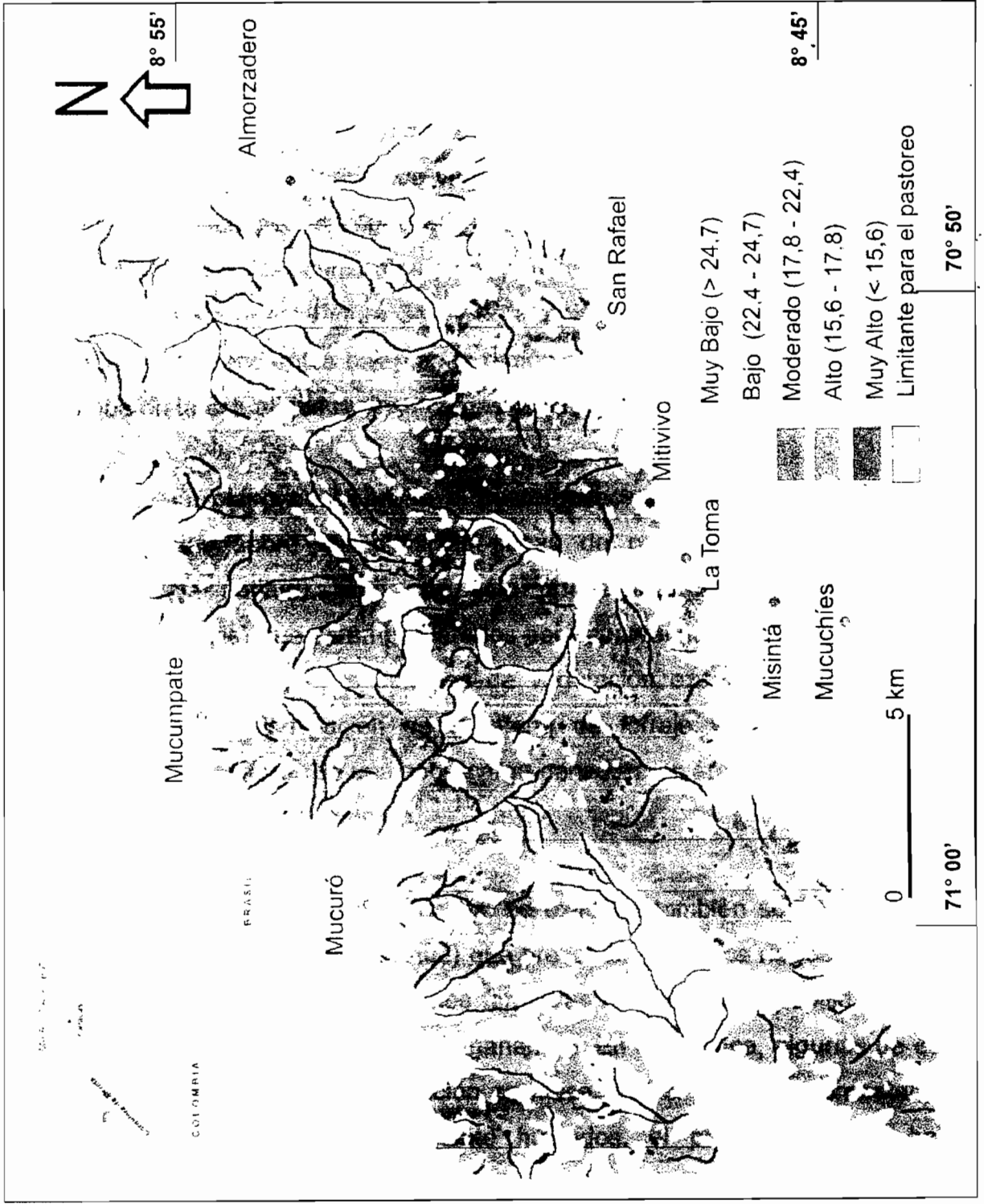


Figura 32. Mapa de Impacto Potencial del pastoreo en la Sierra de la Culata (Venezuela)

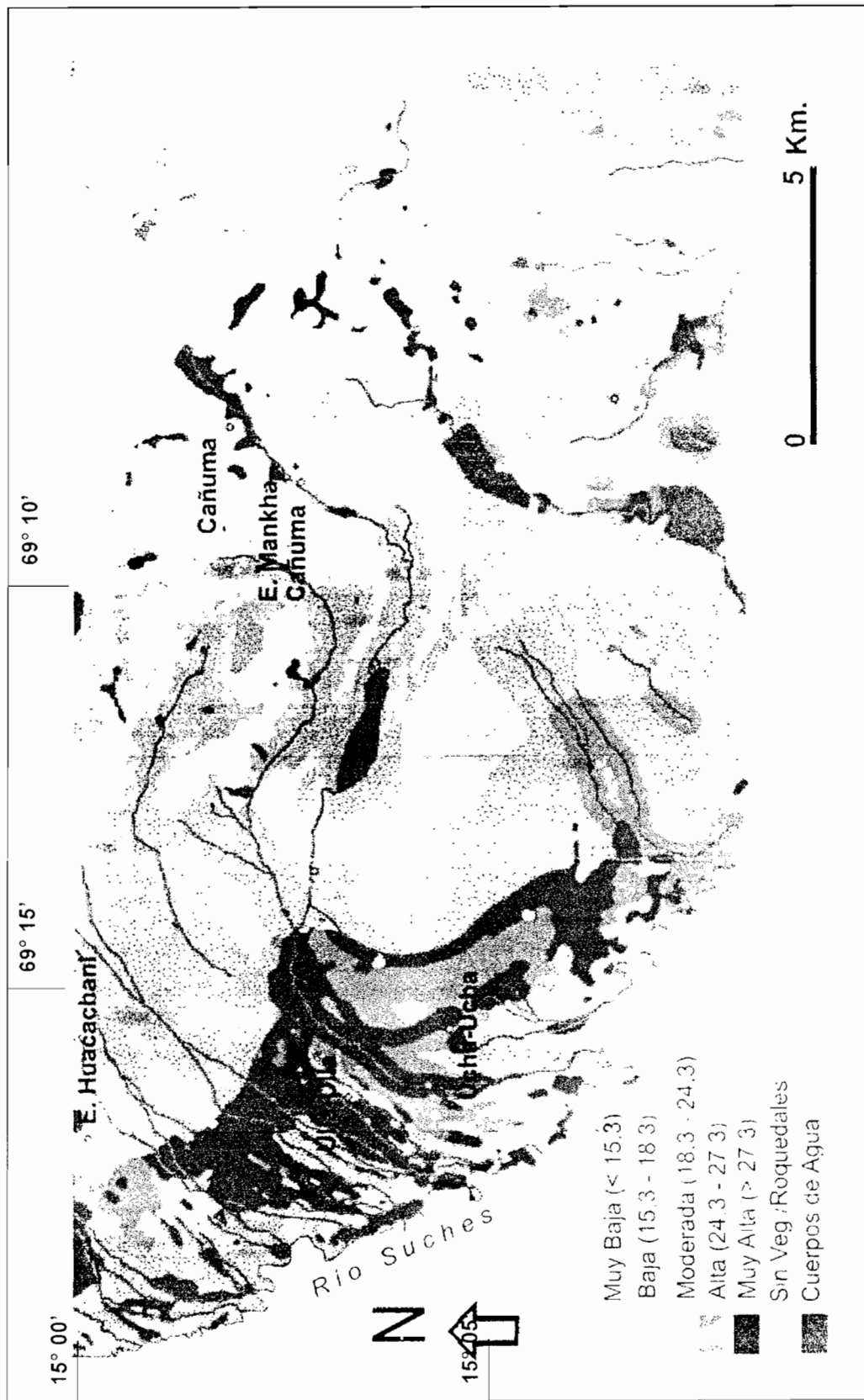
### 3. Aptitud para el Pastoreo

Las zonas de mayor aptitud para el pastoreo corresponden a aquellas que tienen las mejores potencialidades para el desarrollo de la ganadería (forrajes de alta calidad, bajas pendientes, fuentes de agua cercanas y lugares de pastoreo poco distantes) y donde el desarrollo de esta actividad produce los menores impactos posibles (referidos a erosión hídrica y tipos de vegetación afectada). Estos sitios se localizan en los bofedales y céspedes irrigados del altiplano de Ulla-Ulla (Figura 33), en los céspedes de superficies cumbreles con pendientes bajas a onduladas de las nacientes del río Tacanas (Figura 34), y en las ciénagas y céspedes de fondos de valles glaciares de pendientes bajas en la región de la Culata (Figura 35). Estos son los sitios que en la actualidad reciben cargas ganaderas de moderadas a pesadas.

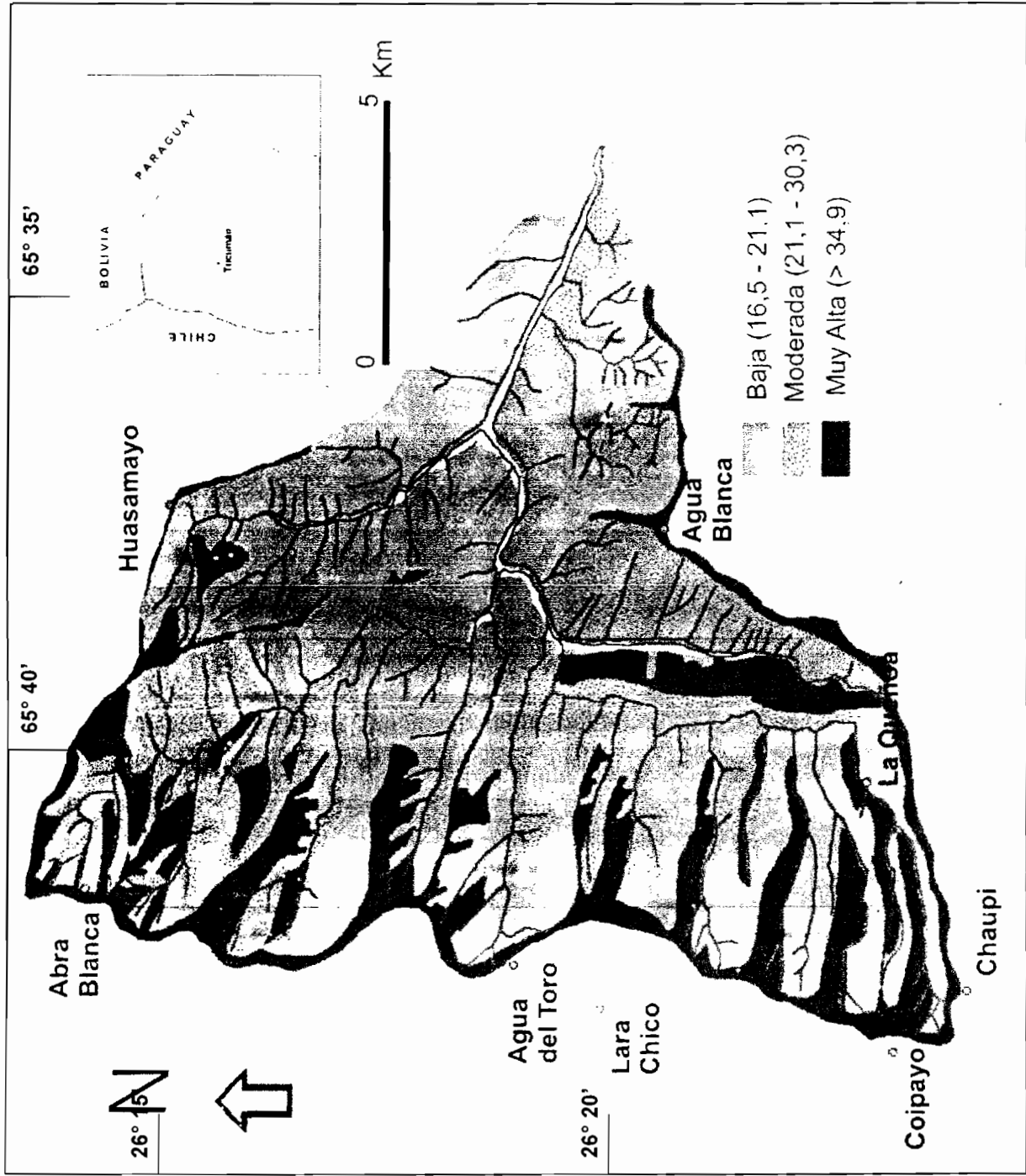
En el caso del altiplano de Ulla-Ulla el pastoreo actual también se extiende con importantes cargas sobre las planicies secas de pastizales (consideradas de moderada a baja aptitud), algo que sólo puede hacerse con los camélidos (especialmente llamas) que están preparados para aprovechar mejor las pasturas de baja calidad. Sin embargo, los cambios de vegetación experimentados en estas unidades hacia una disminución de la oferta de forraje y aumento del suelo descubierto son indicadores de una sobrecarga ganadera en áreas que no reúnen las mejores condiciones para el pastoreo.

En Tacanas el pastoreo pesado estacional se extiende también sobre laderas con pastizales (consideradas de baja aptitud) que presentan elevados riesgos de impacto. Esta combinación de buenas condiciones forrajeras con alta susceptibilidad erosiva plantea serios problemas para el manejo ganadero. En la práctica, algunas de estas laderas han sufrido procesos de remoción en masa, que si bien parecen estar más relacionados con años excepcionalmente húmedos, el pastoreo podría haber aumentado los riesgos de deslizamientos (Molinillo 1990, 1993).

En la Culata aunque el ganado vacuno y equino se concentra sobre los sitios de mayor aptitud, el pastoreo extensivo también se extiende sobre áreas con alta susceptibilidad erosiva como las laderas de rosetales-arbustales del andino y rosetales del altiandino, y sobre sitios de extrema fragilidad como el páramo desértico y el desierto periglacial por encima de los 4100 m. La falta de un manejo adecuado del ganado y las deficiencias forrajeras (especialmente en la época seca) que caracterizan a la región llevan a los animales a buscar alimento sobre lugares de extrema fragilidad como las ciénagas en pendientes en el piso altiandino. Aquí se hace necesario urgentes planteamientos de alternativas forrajeras y controles eficientes dentro de las áreas de páramo bajo régimen especial de conservación.



**Figura 33.** Mapa de Aptitud para el pastoreo en el Altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia)  
 Los valores corresponden al Índice de Aptitud para el Pastoreo



**Figura 34.** Mapa de Aptitud para el pastoreo en la cuenca de Tacanas (Argentina). Los valores corresponden al Índice de Aptitud para el Pastoreo

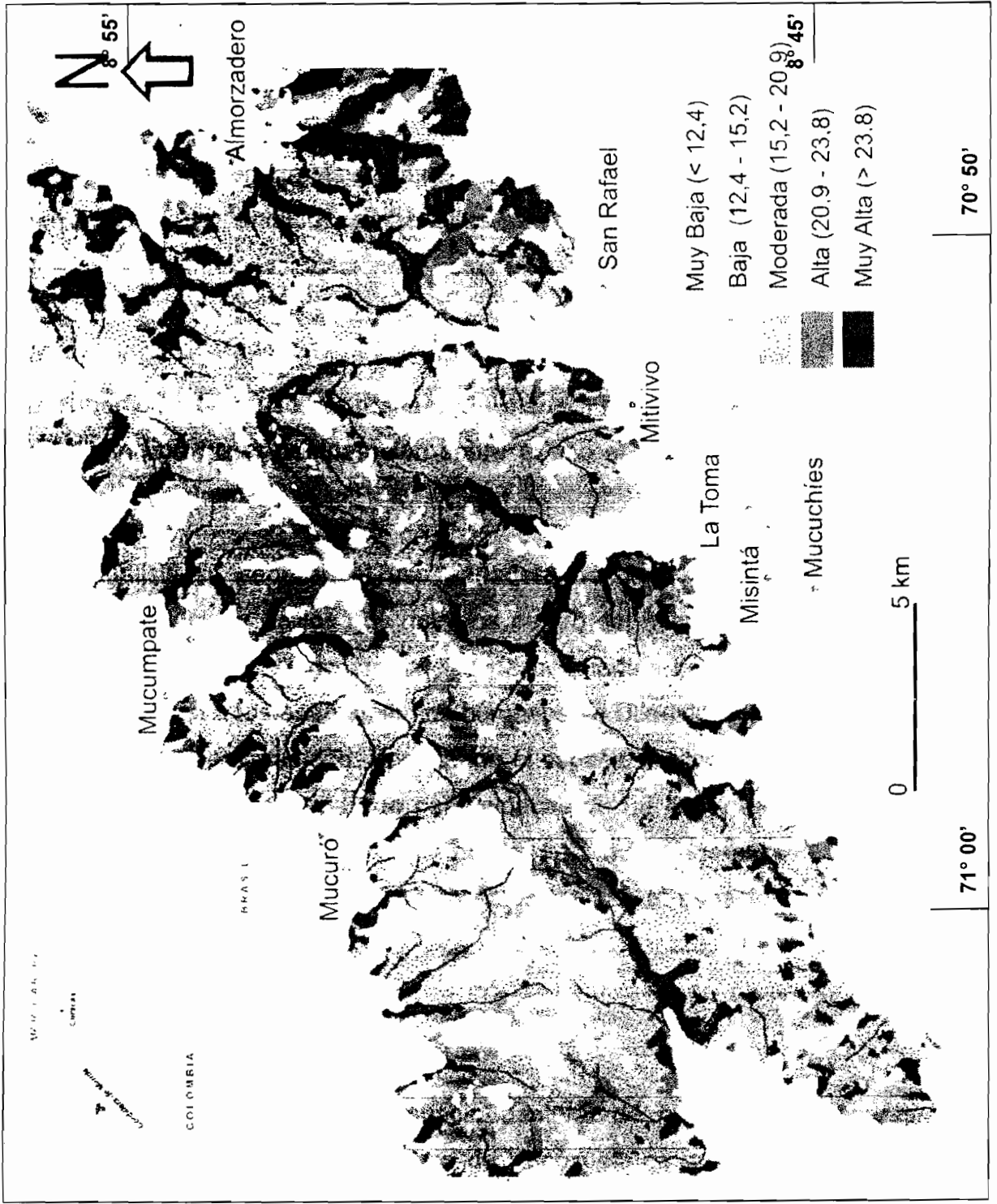


Figura 35. Mapa de Aptitud para el pastoreo en la Sierra La Culata (Venezuela)

#### 4. Capacidad, Impacto y Aptitud Comparados

Los resultados de la Capacidad, Impacto y Aptitud para el pastoreo han sido clasificados según la media y la desviación estándar de los datos. Este procedimiento permite evaluar internamente la distribución de los datos y analizar las características de los lugares que están siendo utilizados para el pastoreo. Para una comparación entre regiones que permita visualizar y comparar de manera clara las superficies que reúnen las mejores condiciones pastoriles se utilizan sólo los valores de las clases alta y muy alta de las clasificaciones. Estos elevados valores dan una buena idea del tamaño del espacio de pastoreo que cada sistema está utilizando y en donde se reúnen las mejores condiciones para el desarrollo de cada ganadería en particular. Estas superficies bajo uso expresadas de manera porcentual con respecto al área total facilitan una mejor comparación sobre el uso eficiente del espacio pastoril en cada caso.

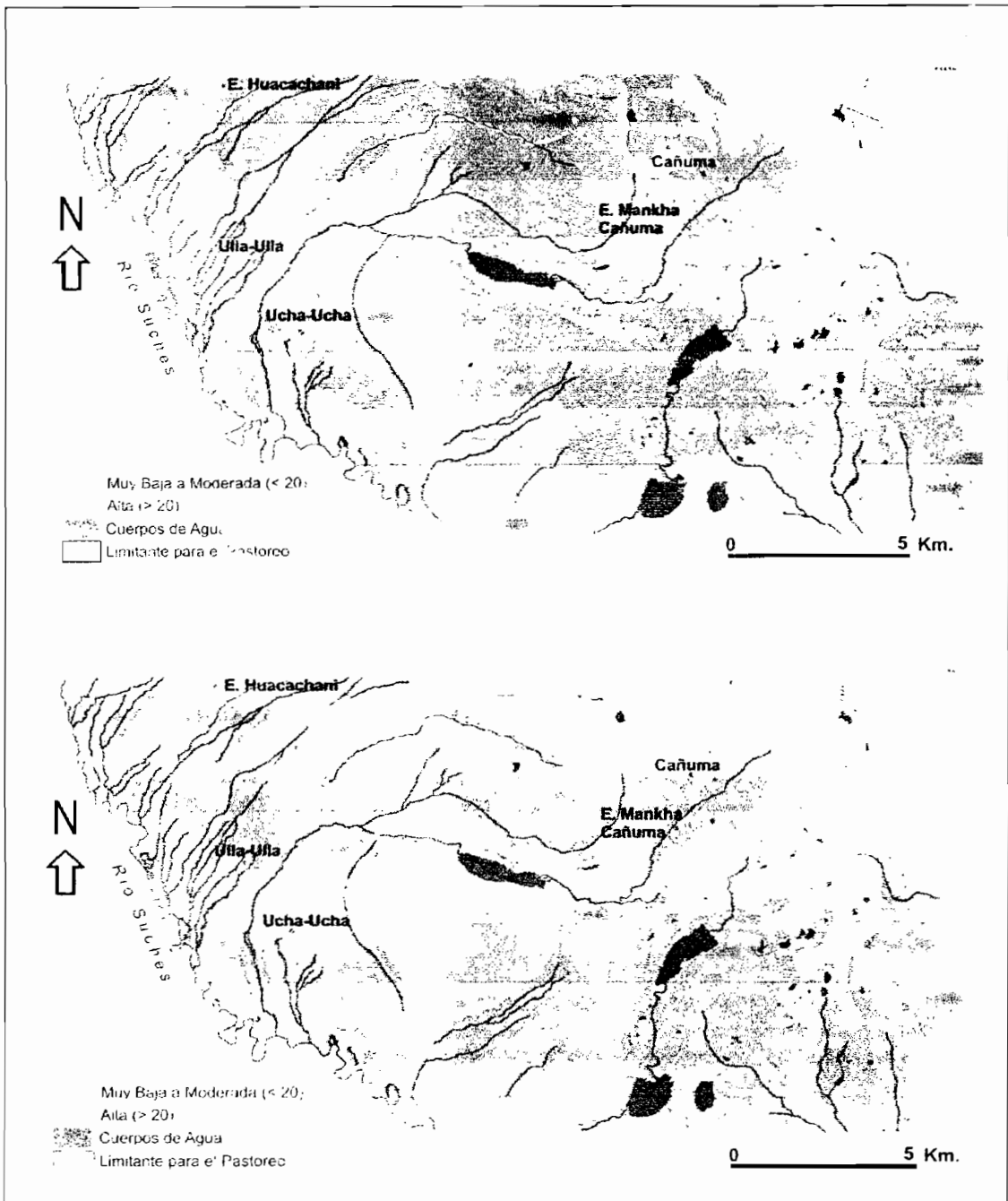
En este análisis se separan el uso ganadero de llamas y alpacas, permitiendo comparaciones incluso de los dos manejos dentro del mismo altiplano de Ulla-Ulla. Los sitios de bofedales sobre superficies de pendientes bajas, entre los cursos de agua, y que rodean a los asentamientos humanos en Ulla-Ulla (Bolivia) presentan los más altos valores de capacidad. Resultando el espacio pastoral para llamas de 60 % de la superficie total, mientras que para alpacas de un 40 % de la superficie total (Figura 36). Esta diferencia se explica por la dieta más generalizada de las llamas comparada con la de las alpacas. Para estas últimas el espacio pastoral ideal se circunscribe a las unidades de bofedales y céspedes del altiplano. Mientras que las llamas pueden encontrar buenas áreas en los pastizales de *Calamagrostis* de las planicies.

La proporción de superficie del espacio pastoral de ovinos en el noroeste de Argentina y de vacunos en los páramos de Venezuela es mucho menor a la de los sistemas ganaderos de camélidos en Bolivia. Incluso al del menor espacio pastoral de las alpacas. En la cuenca de Tacanas (Argentina), la clase de capacidad muy alta

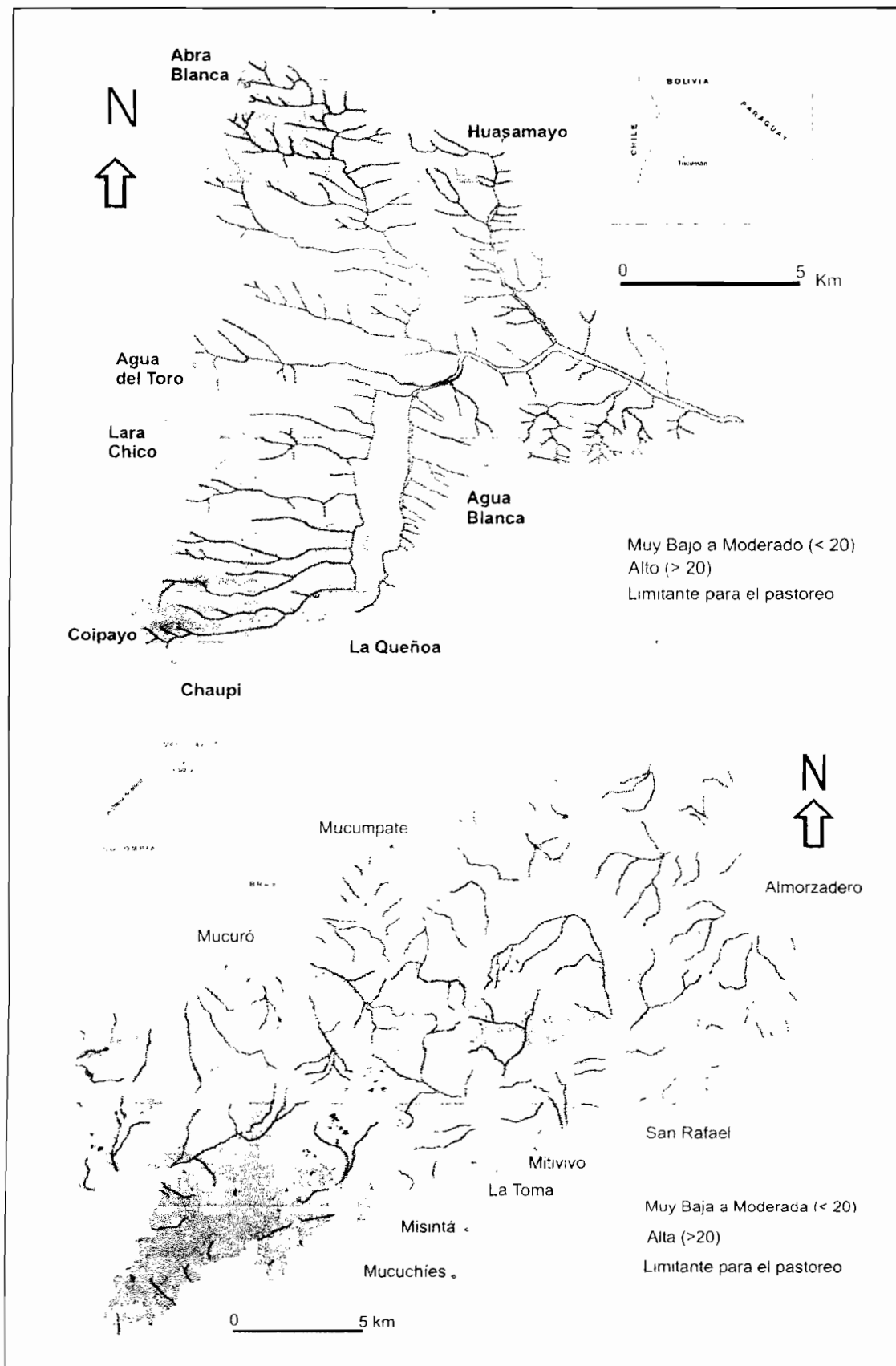
ocupa los céspedes en laderas y cumbres de las nacientes del río Tacanas, donde se sitúan los asentamientos permanentes y temporarios para el pastoreo. En este caso el espacio pastoral está reducido a un 24 % de la superficie total. En la Sierra la Culata (Venezuela) los céspedes, céspedes-rosetales y ciénagas en fondos de valle de baja pendiente y atravesados por cursos de agua a menos de 5 km de distancia de los asentamientos ocupan la clase más alta de capacidad. Esto resulta en apenas el 21 % de la superficie total (Figura 37). En ambos casos el espacio pastoral se restringe a sitios con buenos forrajes, superficies planas de baja pendientes, y fuentes de agua cercanas. La concentración de los animales en estos lugares está asociada a la presencia de céspedes y pastizales bajos que soportan cargas de moderadas a pesadas de manera estacional.

La menor superficie con altos valores de impacto se encuentra en la cuenca de Tacanas con sólo el 15% de la superficie total, pero situados en sitios con alta capacidad para el pastoreo. La extensiones de bosques y arbustales sobre fuertes pendientes disminuyen las zonas de alto impacto potencial. En el altiplano de Ulla-Ulla y la sierra de la Culata las superficies con alto impacto potencial no se ubican en las áreas de alta capacidad para el pastoreo. Los elevados valores en los páramos (68 % de la superficie) evidencian el riesgo del desarrollo ganadero sobre laderas con elevadas pendientes y gran proporción de suelo descubierto (Figura 38).

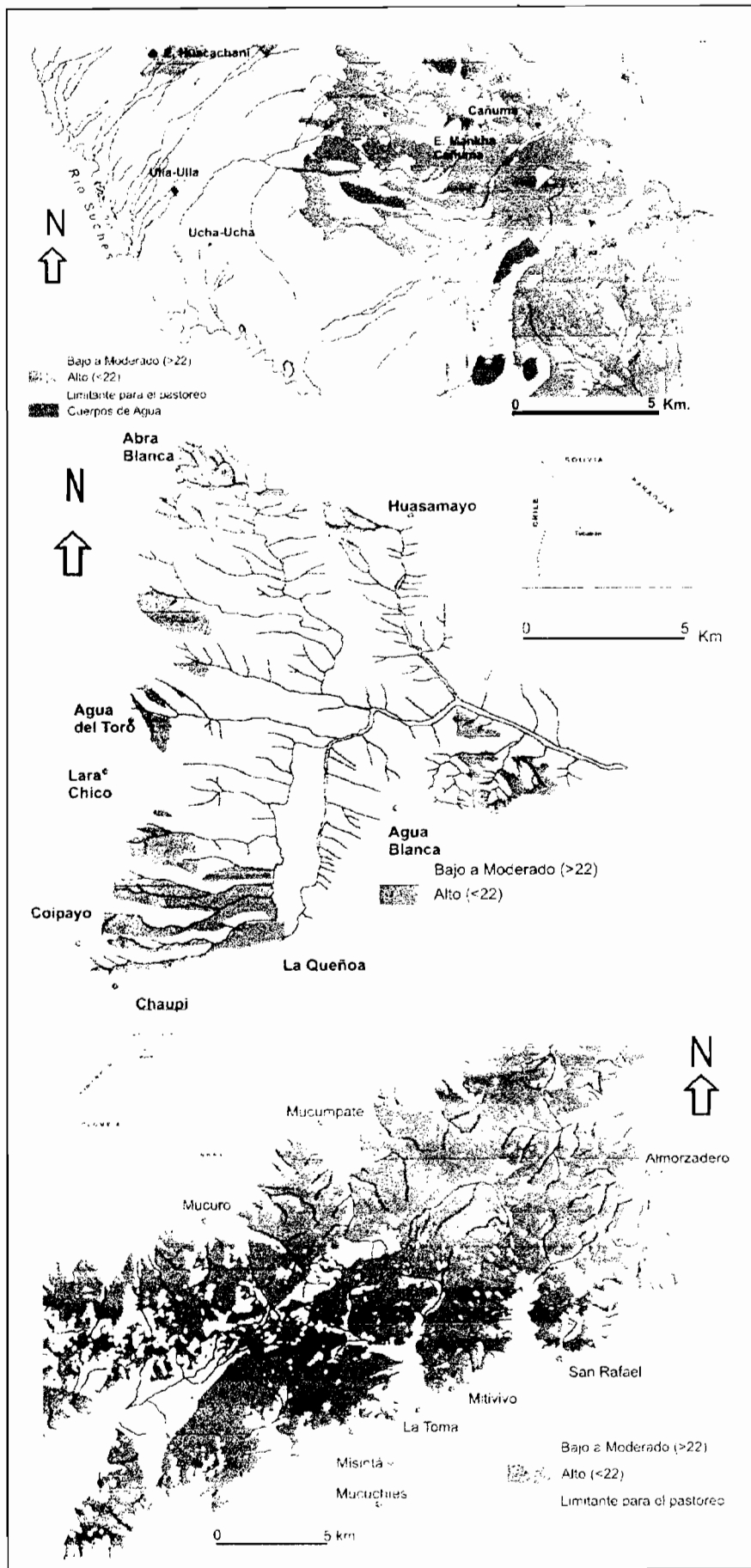
Finalmente los altos valores de la aptitud para el pastoreo siguen los mismos patrones que para la distribución de la capacidad (Figuras 39 y 40). Las mayores superficies se encuentran en la ganadería de llamas (37 %) y alpacas (32%) del altiplano de Ulla-Ulla. Luego la ganadería de ovinos en la cuenca de Tacanas (26%) y por último el sistema de vacunos en la Culata (18%). Una síntesis de los resultados comparativos se encuentra en la Figura 41, donde puede apreciarse claramente la mejor adecuación de los sistemas de camélidos en las punas sobre los sistemas con animales introducidos por la colonización española en montañas de Argentina y Venezuela.



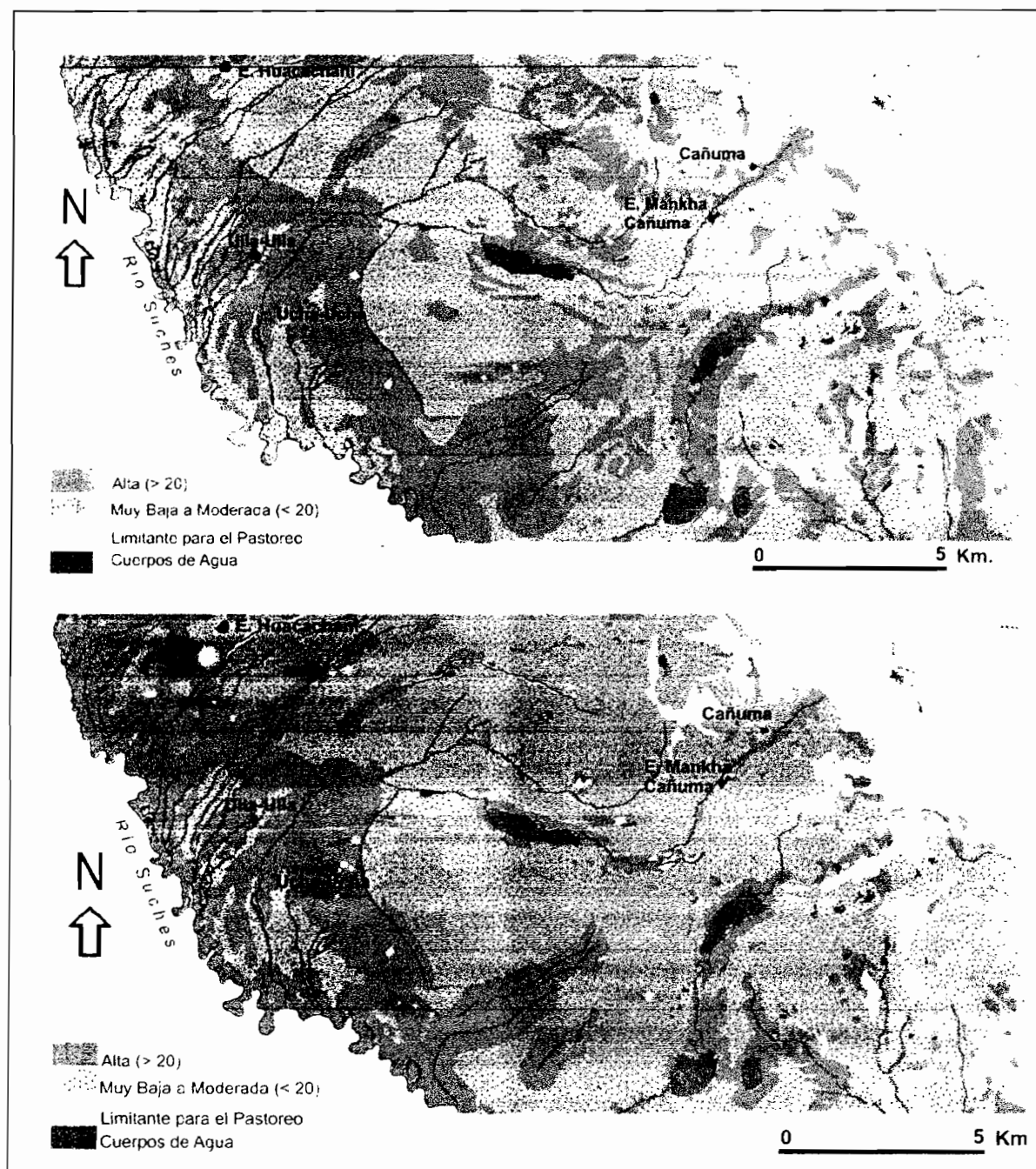
**Figura 36.** Distribución de los valores altos de Capacidad para el pastoreo en el Altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia). Arriba pastoreo de llamas, abajo pastoreo de alpacas. Los valores corresponden al Índice de Capacidad.



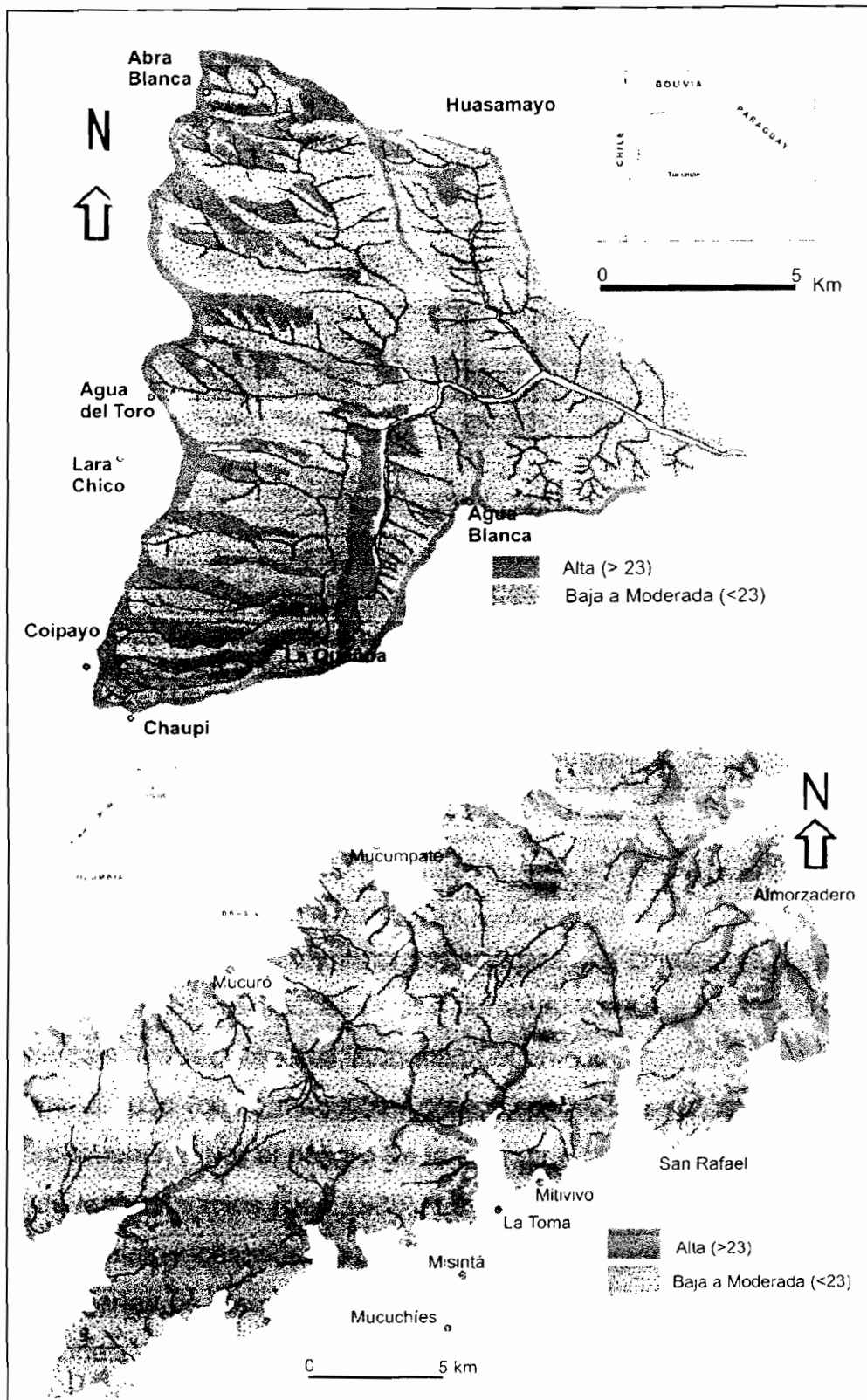
**Figura 37.** Distribución de los valores altos de Capacidad para el pastoreo en la cuenca de Tacanas (arriba) y la sierra de la Culata (abajo). Los valores corresponden al Índice de Capacidad.



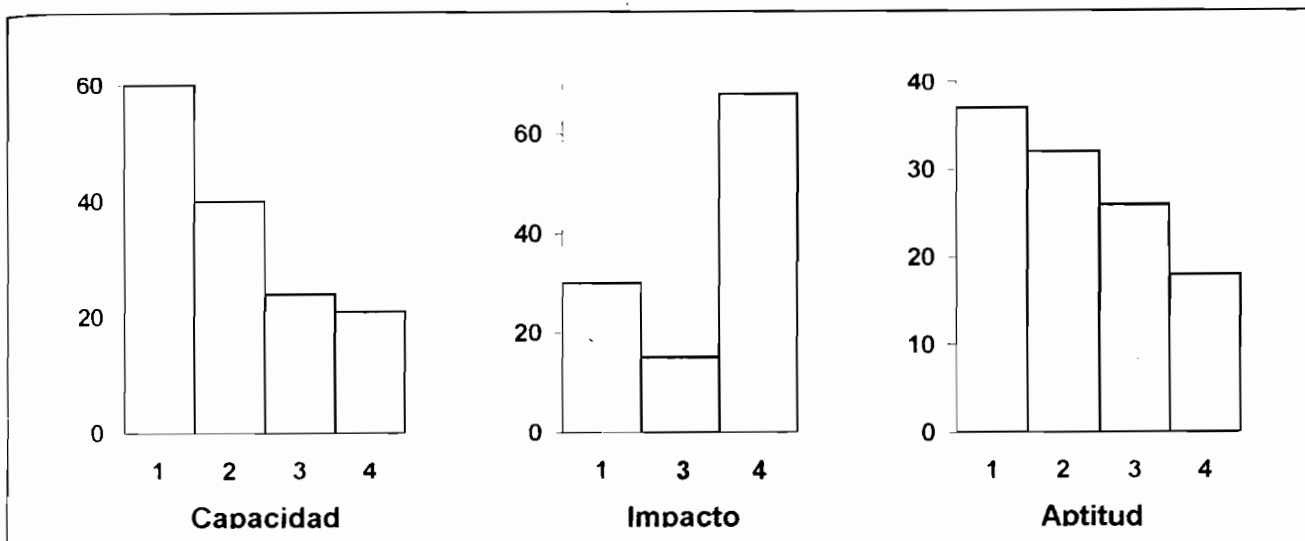
**Figura 38.** Distribución de los altos valores de Impacto Potencial del Pastoreo en el Altiplano de Ulla-Ulla (arriba), cuenca del río Tacanas (medio) y Sierra de la Culata (abajo). Los valores corresponden al Índice de Impacto Potencial



**Figura 39.** Distribución de los valores altos de Aptitud para el pastoreo en el Altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia). Arriba pastoreo de llamas, abajo pastoreo de alpacas. Los valores corresponden al Índice de Aptitud para el pastoreo.



**Figura 40.** Distribución de los valores altos de Aptitud para el pastoreo en la cuenca de Tacanas (arriba) y la sierra de la Culata (abajo). Los valores corresponden al Índice de Aptitud para el Pastoreo.



**Figura 41.** Superficie ocupada en cada región por los valores más elevados de Capacidad, Impacto y Aptitud para el pastoreo.

- 1: ganadería de llamas en el altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia)
- 2: Ganadería de alpacas en el altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia)
- 3: Ganadería de ovinos en la cuenca de Tacanas (Argentina)
- 4: Ganadería de vacunos en la sierra la Culata (Venezuela)

## 5. Uso del Espacio Pastoral

En el altiplano de Ulla-Ulla el menor espacio pastoral de alpacas puede ser explicado por las exigencias forrajeras de pastos tiernos y verdes y el hábitat húmedo que se consigue sólo en los bofedales. Aunque pueden comer también pastos secos y duros típicos de la puna (como macollas *Festuca* sp. y *Stipa* sp.), no lo pueden hacer de manera permanente por el peligro de la malnutrición y los efectos negativos sobre su apreciada lana (Palacios Ríos 1988). Las alpacas sólo son sacadas temporalmente de los bofedales y céspedes durante la época húmeda. En algunos casos sólo se trata de alejarlas de los cuerpos de agua o de las partes más húmedas para evitar enfermedades. De hecho las residencias permanentes y los corrales principales se encuentran a orillas de los bofedales, cuyas extensiones determinan la cantidad de

alpacas que puede tener una familia o la comunidad, debido principalmente a que es el único medio de sustento para estos animales durante la crítica estación seca. El caso de las llamas es diferente, su amplio rango de alimentación incluso su mayor capacidad, comparada con ovinos y otros animales para digerir los pastos duros dominantes en las laderas de puna (Genin *et al.*, 1994) las hace tener un mayor aprovechamiento del espacio pastoral que el de las alpacas. Es por esta razón que las dos únicas maneras de ampliar el espacio pastoral aprovechable por las alpacas es buscar bofedales naturales en las zonas altas dependientes de los glaciares o aumentar el tamaño de los bofedales por medio de la tecnología de la irrigación.

En las Cumbres Calchaquies (norte de Argentina) donde se encuentra la cuenca del Tacanas el bajo porcentaje del espacio pastoral para la ganadería ovina y vacuna se explica como parte de la limitación que presenta el ganado para consumir el forraje dominante de la región (Molinillo 1990, 1993). Con el objeto de ampliar este espacio pastoral los pastores de la región han recurrido a diversas prácticas. Por un lado, la quema de vegetación, especialmente de los pastizales de *Festuca* sp. y *Stipa* sp., es una práctica común que busca aumentar la relación pasto tierno/pasto seco con el objeto de que los animales puedan utilizar, al menos temporalmente, vastas extensiones de pastizales poco accesibles en su estado maduro. Por otro lado, el cambio de sitio de pastoreo de manera diaria y estacional es también una forma muy común en la que los pastores tratan de sacar el máximo provecho posible de los recursos forrajeros dentro de las limitaciones de sus animales. Los pastores del valle del río Lara (valle cercano a la cuenca del Tacanas) realizan con sus animales recorridos diarios, durante el verano, que invierten y cambian temporalmente dentro de sus espacios pastorales con el objeto de aprovechar al máximo los diferentes tipos de vegetación disponible (Molinillo 1988). A nivel estacional, las prácticas de trashumancia les permiten utilizar ambientes de bosques, pastizales de altura, arbustales puneños y vegetación prepuneña, con el objeto de ampliar el espacio pastoral. Aún así, se produce una concentración de los animales en sitios con buenos forrajes, de baja pendiente y cercanos a fuentes de agua.

En la Sierra de la Culata (Cordillera de Mérida) las limitaciones de los vacunos para el uso del espacio pastoral paramero ha conducido a los animales a utilizar casi exclusivamente fondos de valle con parches de céspedes de alta calidad forrajera, mientras sólo pastan de manera extensiva las zonas de rosetales y arbustales que dominan la mayor parte de las laderas entre los 3700 y los 4100 m. Aquí, las limitaciones forrajeras para el ganado son mucho más serias que en el caso anterior. En los páramos de la Culata el mosaico de parches de céspedes y ciénagas que presentan la mayor capacidad para los vacunos es utilizado de manera intensiva por el ganado. Sin embargo, los aportes alimentarios del piso agrícola se hacen casi imprescindibles para sostener la ganadería vacuna en los páramos, especialmente en la época seca cuando la capacidad de carga cae abruptamente (Molinillo y Monasterio 1997a).

## **IX. Patrones de Vegetación y de Pastoreo**

En esta sección se presenta la descripción de la distribución de la vegetación con sus especies más características en cada área de estudio. En una segunda parte se relacionan los patrones de vegetación con las prácticas de pastoreo por medio de análisis de correspondencia para encontrar las principales interacciones entre el comportamiento forrajero de la ganadería y la composición de especies de las diferentes unidades.

### **1. Patrones de Vegetación**

#### **a. Altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia)**

En el altiplano de Ulla-Ulla (por encima de los 3900 m de latitud) los patrones de vegetación están fuertemente influenciados por los suelos y la disponibilidad de agua. Las zonas glaciares y sus lagunas en la Cordillera de Apolobamba brindan una fuente permanente de agua que forman bofedales naturales especialmente en las áreas planas y poco inclinadas. Estos bofedales han sido ampliados por las comunidades indígenas mediante complejos sistemas de irrigación que les permiten abastecer de agua a amplias superficies en el altiplano de Ulla-Ulla. De esta manera se han formado extensos bofedales de variada composición según la cantidad y permanencia del agua durante el año. Estos humedales se caracterizan por la dominancia de *Plantago tubulosa* y los cojines de *Distichia muscoides*.

En contraste con los bofedales de *Plantago* y *Distichia* se extienden las planicies dominadas por macollas de pastos (*Calamagrostis*, *Stipa*, *Festuca*) y cojines (especialmente *Pycnophyllum*). A manera de zonas transicionales, entre los extremos de sequía y saturación de agua, los céspedes con *Azorella* y *Lachemilla* se extienden sobre zonas estacionalmente húmedas. En la Tabla 7 se muestra la relación entre las características de los suelos, la altitud, disponibilidad de agua y la presencia de las diferentes comunidades vegetales.

### a.1. Principales comunidades vegetales

En la Figura 42 el mapa de vegetación del altiplano de Ulla-Ulla (modificado a partir del mapa de Seibert, 1994) detalla la distribución espacial de las principales comunidades, entre las que se encuentran:

**Bofedales de *Distichia/Plantago*:** Las comunidades dominadas por *Plantago tubulosa* están permanentemente saturadas de agua durante la estación húmeda y forman una densa carpeta plana. Seibert (1994) distingue una serie de variantes según el balance de agua en el suelo. Una de ellas la constituye los bofedales dominados por los cojines de *Distichia muscoides*. La diferencia de estos sitios es que permanecen con agua prácticamente todo el año y su distribución está fuertemente restringida por esta condición. En los bofedales de Ulla-Ulla estas comunidades son acompañadas por cojines de *Oxychloe andina*.

**Céspedes de *Plantago/Azorella*:** Otra variante en las zonas húmedas dominadas por *Plantago* es la presencia de *Azorella diapensoides* en las partes más secas. Estos sitios se caracterizan por las fuertes variaciones estacionales de agua y se encuentran en los límites transicionales de los humedales y las estepas más secas de *Pycnophyllum*.

**Tabla 7.** Gradiente de comunidades vegetales dependientes del tipo de sustrato y humedad del suelo en el altiplano de Ulla-Ulla entre los 4300 y 4800 m de altitud. Tomado con modificaciones de Seibert, 1994

Sustrato y Humedad	4300 a 4500 m	4500 a 4800 m
Sustrato de gravas con baja capacidad de retención de agua	Estepas de <i>Stipa ichu</i> y <i>S. brachyphylla</i>	
Sustrato de gravas parcialmente cubierto de material fino	Estepas de <i>Pycnophyllum</i> , y <i>S. brachyphylla</i>	Estepas de <i>Calamagrostis minima</i> . <i>S. brachyphylla</i>
Sustrato de gravas con cubierta continua de material fino	Estepas de <i>Pycnophyllum</i> con <i>Selaginella</i>	Estepas de <i>Calamagrostis minima</i>
Suelos parcialmente húmedos	Estepas de <i>Pycnophyllum</i> con <i>Azorella diapensoides</i>	Estepas de <i>Calamagrostis minima</i> con <i>Azorella diapensoides</i>
Suelos parcial a permanentemente húmedos	Comunidad de <i>Plantago tubulosa</i> con <i>Azorella diapensoides</i>	
Suelos parcialmente húmedos pero mal aireados	Comunidad de <i>Plantago tubulosa</i> con <i>Limosella</i>	
Suelos permanentemente húmedos	Comunidad de <i>Plantago tubulosa</i> con <i>Lachemilla diplophylla</i>	
Suelos inundados	Cojines de <i>Distichia muscoides</i>	

**Céspedes de *Plantago/Lachemilla*:** La variante con *Lachemilla diplophylla* se encuentra en las zonas de humedales de *Plantago* que permanecen saturadas de agua todo el año y que no han sido ocupadas por los cojines de *Distichia*.

**Pastizales de *Stipa/Pycnophyllum*:** Estas formaciones se extienden ampliamente por el altiplano de Ulla-Ulla. Se trata de comunidades dominadas por cojines de *Pycnophyllum* que presentan macollas de gramíneas y plantas en rosetas distribuidas de manera aislada. La extensa formación se distribuye preferentemente por encima de los 4300 m por las áreas más secas de la región. Dentro de la estepa de *Pycnophyllum*, Seibert (1994) distingue algunas variantes dominadas por macollas de pastos como *Stipa brachyphylla* en áreas de pasturas de sitios protegidos preferentemente en suelos de morrenas. Los típicos pastizales de *Stipa ichu* se extienden sobre las zonas más áridas y están fuertemente relacionados al impacto de actividades humanas y de pastoreo (cercanías de los asentamientos, corrales, sitios de pastoreo pesado, áreas removidas por cerdos, etc.)

**Pastizales de *Calamagrostis*:** Sobre las laderas por encima de los 4300 m donde prevalecen condiciones un poco menos secas que en las planicies se extienden comunidades dominadas por macollas de *Calamagrostis mínima*. Pueden formar densos pastizales o formaciones abiertas. Estos pastizales están sometidos al pastoreo de camélidos y Seibert (1994) señala que la escasa distribución de pastizales de *Calamagrostis curvula* en el altiplano de Ulla-Ulla se debería fundamentalmente a la fuerte presión de pastoreo.

**Pastizales de *Festuca*:** En laderas sombreadas y zonas húmedas de las planicies se extienden los pastizales de *Festuca dolichophylla*. Pueden llegar a ser densas formaciones de casi un metro de alto o estar combinados con otros pastos. Estos pastizales son muy sensibles al pastoreo y en el altiplano de Ulla-Ulla solo se encuentran en áreas poco accesibles a los animales. Por otro lado es posible encontrar pastizales más bajos de *Festuca rigescens* esparcidos en medio de las estepas de *Pycnophyllum*.

## a.2. Análisis de sitios en los bofedales de Ulla-Ulla

En la Tabla 8 se muestra las principales especies vegetales de los sitios analizados. En el bofedal irrigado la permanente disponibilidad de agua crea una vegetación muy particular que forma capas de espesor considerable, con suelos de elevado contenido de materia orgánica y nitrógeno, y con pH fuertemente ácido. El microrelieve ondulado del bofedal favorece la formación de un mosaico vegetal heterogéneo, dado por parches de especies dominando las elevaciones y otras dominando las depresiones generalmente inundadas o saturadas de agua. Entre las principales especies se encuentran: *Distichia filarmentosa* y *D.muscoides*, *Plantago tubulosa*, *Calamagrostis* sp., *Caltha sagittata*, *Lachemilla pinnata*, y *L.diplophylla*, *Scirpus* sp. y *Gentiana sedifolia*.

La menor disponibilidad de agua en los límites del bofedal y entre los canales de irrigación produce un fuerte cambio en la composición de la vegetación. En las zonas de bofedal entre canales dominan las especies: *Limosella* sp., *Lachemilla pinnata*, *Muhlenbergia* sp., *Poa* sp., *Scirpus* sp., *Calamagrostis acaulis*, y *Hypochaeris taraxacoides*, entre otras. En las áreas donde disminuye o se elimina la irrigación del bofedal domina netamente *Calamagrostis* sp.. También pueden encontrarse: *Werneria apiculata*, *Plantago rigida*, *Azorella diapensoides*, *Festuca andicola*, y *Carex* sp.

En contraste, las planicies se caracterizan por la dominancia de macollas y cojines mas o menos aislados en suelos muy poco desarrollados, con bajo contenido en materia orgánica, y con pH de neutros a básicos. Dominan entre otras especies: *Stipa* sp., *Arenaria* sp., *Cardionema* sp., *Selaginella peruviana*, *Bougueria andicola*, *Muhlenbergia* sp. En algunos sitios fuera del bofedal pero con condiciones especiales de humedad domina *Festuca andicola*, *W.apiculata*, *Eleocharis tucumanensis* y *E. albibracteata*, *Calamagrostis* sp., y *Arenaria* sp.

**Tabla 8.** Principales especies vegetales en los diferentes sitios analizados del bofedal de Ulla-Ulla. Los números indican cobertura (%).

Unidades de vegetación: BI = bofedal irrigado, BEC = bofedal entre canales, BA = bofedal abandonado, PF = Pastizal de Festuca, TR = zonas de transición, PL = planicies.

Nota: los lugares donde la especie no tiene un valor no necesariamente significa que la especie esté ausente. Sólo se han colocado los valores donde la especie es importante.

<b>Especies</b>	<b>BI</b>	<b>BEC</b>	<b>BA</b>	<b>PF</b>	<b>TR</b>	<b>PL</b>
<i>Distichia filamentosa</i>	39,2	-	-	-	-	-
<i>Plantago tubulosa</i>	19,7	-	-	3,0	-	-
<i>D. muscoides</i>	14,8	-	-	-	-	-
<i>Calamagrostis sp.</i>	14,0	-	52,6	8,5	8,7	-
<i>Azorella sp.</i>	4,8	-	4,3	2,3	13,8	-
<i>Lachemilla pinnata</i>	2,2	20,8	1,3	6,3	18,2	1,9
<i>Elodea sp.</i>	1,3	-	-	-	-	-
<i>Scirpus sp.</i>	1,5	5,9	1,3	-	0,8	-
<i>Gentiana sedifolia</i>	0,7	-	-	-	-	-
<i>Hypochaeris sp.</i>	-	2,5	0,6	-	3,8	-
<i>Arenaria sp.</i>	-	-	0,5	3,6	1,0	24,8
<i>Festuca andicola</i>	-	-	4,7	29,4	2,3	1,9
<i>Wemeria apiculata</i>	-	-	19,6	19,6	33,8	-
<i>Carex sp.</i>	-	-	3,8	-	-	-
<i>Eleocharis albibracteata</i>	-	-	2,5	2,9	-	-
<i>Plantago rigida</i>	-	-	7,3	-	-	-
<i>Geranium sessiliflorum</i>	-	-	0,2	-	-	-
<i>Eleocharis tucumanensis</i>	-	-	-	17,7	-	-
<i>Aciachne pulvinata</i>	-	-	-	3,0	10,8	-
<i>Erigeron rosulatus</i>	-	-	-	0,8	-	-
<i>Pycnophyllum molle</i>	-	-	-	-	3,6	-
<i>Stipa sp.</i>	-	-	-	-	-	30,8
<i>Ephedra sp.</i>	-	-	-	-	-	1,9
<i>Bougueria andicola</i>	-	-	-	-	-	7,0
<i>Astragalus sp.</i>	-	-	-	-	-	4,2
<i>Muhlenbergia sp.</i>	-	10,4	-	-	-	1,9
<i>Cardionema sp.</i>	-	-	-	-	-	12,6
<i>Selaginella peruviana</i>	-	-	-	-	-	5,6
<i>Calandrinia acaulis</i>	-	6,2	-	-	-	-
<i>Limosella sp.</i>	-	33,7	-	-	-	-
<i>Poa sp.</i>	-	7,0	-	-	-	-

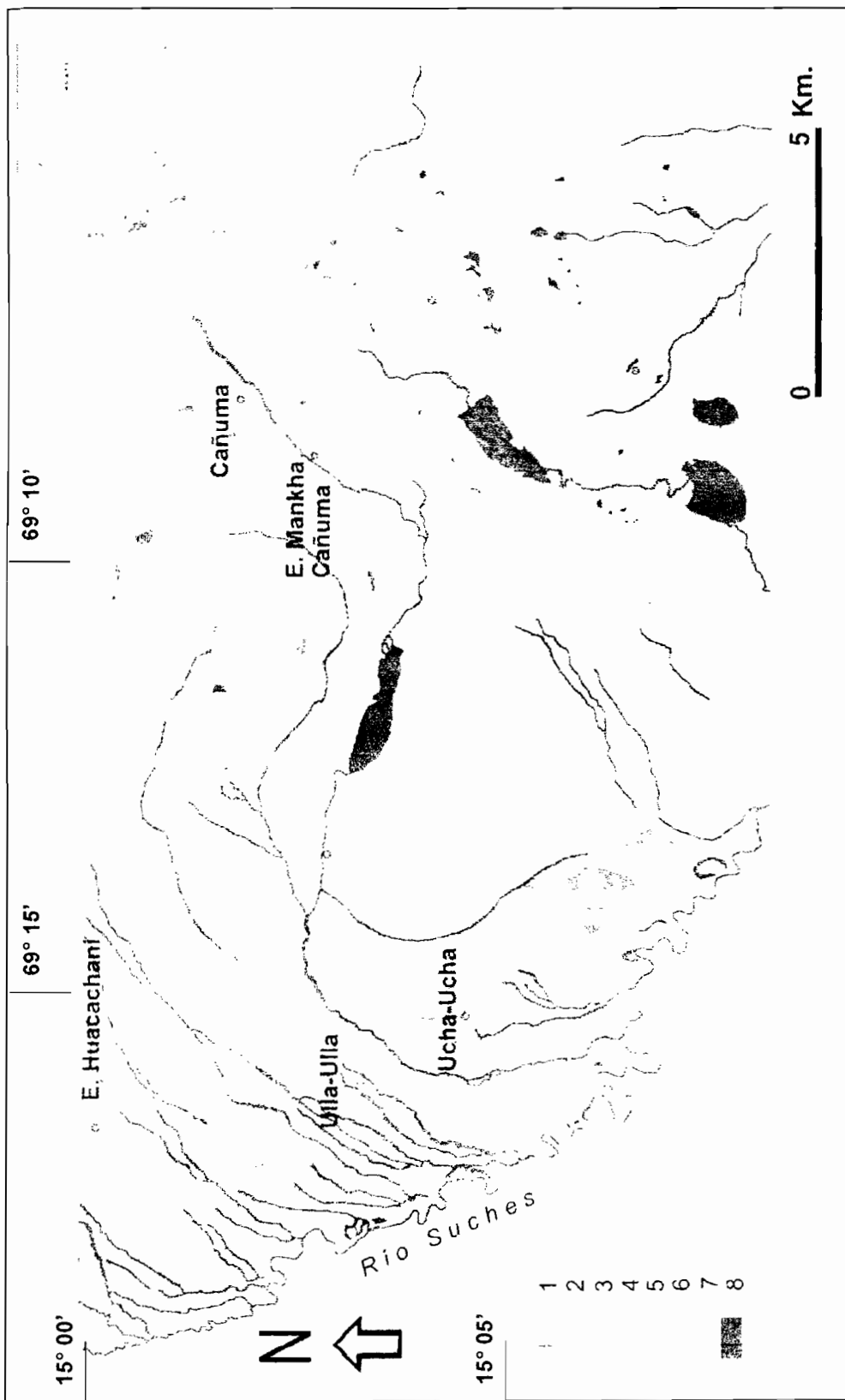


Figura 42. Vegetación del Altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia)

1. Bofedales *Distichia/Plantago*, 2. Céspedes *Plantago/Azorella*, 3. Céspedes *Plantago/Lachemilla*, 4. Pastizales de *Stipa/Pycnophyllum*, 5. Pastizales de *Calamagrostis*, 6. Pastizales de *Festuca*, 7. Zonas de roquedales y gravas, 8. Cuerpos de Agua. Tomado con modificaciones de Seibert (1994).

## b. Cumbres Calchaquíes (Argentina)

### b.1. Valle de Lara

En el valle de Lara tres grandes grupos fisonómicos pueden ser distinguidos claramente: pastizales, arbustales - pastizales y arbustales. En el primer grupo se encuentran las unidades de: Pastizal Alto de *Festuca hieronymi*, Pastizal bajo de *Festuca lilloi*, Pastizal de *Stipa* en fondos de valle, y Céspedes de Vega. Las unidades fisonómicas arbustivas están formadas por: Tolares, Sunchillares de valle, y Sunchillares de ladera. Donde se mezclan arbustos y pastizales de manera más o menos homogénea se encuentran: Tolar - Pastizal y Parallantal - Pastizal. En la Tabla 9 se encuentran las principales especies encontradas en el valle de Lara.

**Pastizal Alto de *Festuca hieronymi*:** La especie dominante es conocida en la región como “paja para techar” por el uso para la construcción de viviendas. Esta unidad cubre las partes altas de las nacientes de los ríos Lara y Corral Grande. En las laderas se asocia con arbustos y en zonas de baja pendiente forma pastizales casi puros. Cuando forma pajonales la cobertura sobrepasa el 60% y las plantas pasan de los 50 cm de altura. El estrato herbáceo es pobre en riqueza y cobertura de especies (entre otras: *Glandularia*, *Astrágalus*, y *Paronychia setigera*), dejando buena proporción de suelo sin cobertura vegetal verde.

**Pastizal Bajo de *Festuca lilloi*:** La especie dominante es conocida como: “paja crespita”, dominan sobre laderas de pendiente moderada ubicadas al Este del valle, hasta donde llegan los vientos húmedos y la elevada nubosidad. Presenta una cobertura mas o menos densa (más del 70 %) con plantas que no superan los 25 cm de altura. En el pastizal se distribuyen otras especies especialmente de los géneros *Geranium*, *Plantago* y *Trifolium*.

**Pastizal de Valle de *Stipa leptostachya*:** La especie conocida como “paja común” forma una cubierta poco densa que se extiende sobre áreas deprimidas en fondos de valle y generalmente asociada a arbustales de tipo “tolar”.

**Céspedes de Vega:** Entre las especies que conforman esta unidad se encuentran: *Lachemilla pinnata*, *Trifolium* sp., *Eleocharis* sp., *Gamochaete* sp., y *Stipa uspallatensis*. Los céspedes se extienden sobre fondos de valle, en terrenos casi planos y asociados a suelos con abundante agua.

**Tolares :** La especie dominante es la “tola” (*Parastrephia phyllicaeformis*) que se presenta como el único arbusto de esta unidad. Se extiende en fondos de valle contiguos a pastizales de *Stipa* y céspedes de Vega. En el estrato herbáceo más o menos rico y denso dominan: *Paronychia setigera*, *Glandularia* sp., *Trifolium* sp., *Plantago* sp., *Geranium* sp., y *Heliotropium* sp.

**Sunchillares :** Esta unidad debe su nombre a uno de los arbustos dominantes, el “sunchillo” (*Baccharis polifolia*) que se extiende en fondos de valle y en laderas de orientación Este y Norte, en las partes bajas de la cuenca del río Corral Grande. En los fondos de valle se encuentra en asociaciones con arbustos de “tola” (*Parastrephia phyllicaeformis*) y de “hierba de guanaco” (*Tetraglochin* sp.), y en las laderas con arbustos de “monte pegoso” (*Fabiana densa*) y “tolilla” (*Senecio argophylloides*). En el estrato herbáceo dominan gramíneas como: *Stipa leptostachya*, *S. uspallatensis*, *Muhlenbergia* sp. y *Trichloris* sp.

**Parallantales :** La “parallanta” (*Chiliotrichiopsis keidelii*), acompañada por otros arbustos como la “añagua” (*Adesmia horridiuscula*), la “santa rita” (*Junellia juniperina*), la “tolilla” (*Senecio argophylloides*), el “sunchillo” (*Baccharis polifolia*) y *Chuquiraga* sp., y una baja cobertura de pastizal (*Festuca hieronymi*) ocupan las laderas rocosas de orientación Sudeste con pendientes mayores del 30%.

**Tolar - Pastizal :** La asociación entre *Festuca hieronymi*, *Stipa leptostachya* y *Parastrephia phyllocaeformis* se extiende sobre laderas de pendientes suaves (menores del 10 %) a moderadas (10-30%) rodeando los “tolares”.

**Parallantal - Pastizal :** El arbustal *Chiliotrichiopsis keidelii* se encuentra asociado a las gramíneas *Festuca hieronymi* y *Stipa leptostachya* sobre laderas de pendientes moderadas (10-30%) a fuertes (mayores de 30%), de orientación Este y con buena cantidad de rocas al descubierto. Esta unidad generalmente rodea a los “parallantales”.

## b.2. Cuenca de Tacanas

La cuenca de Tacanas está cubierta en su parte baja y media por bosques de aliso que varían su composición y cobertura de acuerdo a la exposición de sus laderas. La parte baja también está cubierta de arbustales y arbustales-pastizales. En las porciones media y alta aparecen pastizales y céspedes formando mosaicos según la altitud, pendiente y orientación de las laderas. En la Tabla 10 se encuentran las especies más características de las formaciones encontradas, y en la Figura 43 se muestra la distribución de las unidades de vegetación en la cuenca.

### **Bosques :**

La especie dominante es *Alnus acuminata*, conocida en la zona como “aliso del cerro”. Se extienden generalmente sobre laderas y alcanzan su máximo desarrollo y cobertura sobre laderas de orientación Sur. El sotobosque es de composición variada, dominando arbustales de los géneros *Dunalia* y *Sigesbeckia*. Según la altura, pendiente y orientación del relieve local el bosque de aliso varía en cobertura, perfil vertical y composición del sotobosque, distinguiéndose las siguientes unidades:

**Bosque denso de ladera Sur:** Presenta una densidad de más de 100 árboles por acre, con una cobertura mayor al 60 %, con un sotobosque compuesto de tres estratos (arbustivo alto, arbustivo bajo y herbáceo). Dominando las especies *Dunalia*

*brachyacantha* en el superior, *Sigesbeckia jorullensis* en el medio, y *Duchesnea* sp. en el inferior. Se extiende sobre laderas de orientación Sur, Sudeste y Sudoeste, con pendientes entre 10 y 50 %.

**Bosque Semiabierto:** Presenta una densidad de 50 a 100 árboles por acre, con una cobertura entre 30 y 60 %. Se extiende sobre laderas de orientación Sur, Sudeste, Sudoeste, Este y Oeste, con más de 30% de pendiente.

**Bosque abierto con Pastizal:** Con menos de 50 árboles por acre su sotobosque está dominado por pastos del género *Festuca*. Se extiende sobre laderas de orientación Norte, Noreste, Noroeste y Oeste, con pendientes mayores al 30 %.

**Bosque Abierto con Arbustal:** Con sotobosque dominado por arbustos de los géneros: *Sigesbeckia*, *Dunalia* y *Jungia*, se extiende sobre laderas de orientación Sur, Sudeste, Sudoeste, Este y Oeste.

**Arbustales y arbustales - pastizales:** Entre las especies dominantes se encuentran: *Pennisetum latifolium*, *Stevia* sp., *Ophryosporus* sp., *Digitaria ternata*, *Bidens* sp., y *Setaria geniculata*. Se extienden tanto sobre laderas de orientación Norte como Sur y sobre pendientes mayores del 30%.



**Tabla 10.** Principales especies vegetales en los diferentes sitios analizados en la cuenca del río Tacanas (Cumbres Calchaquíes, Argentina). Los números indican cobertura (%).

BD = Bosque denso, BA = Bosque abierto, AP = Arbustal-Pastizal, PA = Pastizal alto, PB = Pastizal bajo, PR = Pastizal de rellano, PS = Pastizal de superficie cumbrial

Especies	BD	BA	AP	PA	PB	PR	PS
<i>Sigesbeckia jorullensis</i>	27,5	12,0	-	-	-	-	-
<i>Dunalia brachyacantha</i>	5,0	-	5,0	-	-	-	-
<i>Duchesnea</i> sp.	20,0	14,0	-	-	-	-	-
<i>Calamagrostis polygama</i>	7,5	-	-	-	-	-	-
<i>Poa annua</i>	8,0	-	-	-	-	15,0	-
<i>Bidens andicola</i>	4,0	7,5	6,0	-	-	-	-
<i>Trifolium</i> sp.	2,0	-	-	-	-	13,0	-
<i>Hidrocotyle</i> sp.	6,0	-	-	-	-	-	-
<i>Pteris</i> sp.	17,0	6,0	-	-	-	-	-
<i>Tibouchina</i> sp.	3,0	11,0	12,5	-	-	-	-
<i>Oxalis</i> sp.	3,0	-	-	-	-	-	-
<i>Satureja</i> sp.	1,0	-	-	4,0	-	-	-
<i>Ichnanthus minarun</i>	-	15,0	-	-	-	-	-
<i>Pennisetum latifolium</i>	-	9,5	12,0	-	-	-	-
<i>Jungia pauciflora</i>	-	8,0	-	-	-	-	-
<i>Eupatorium lasiophthalmum</i>	-	4,0	-	-	-	-	-
<i>Adiantum</i> sp.	-	-	13,0	-	-	-	-
<i>Hyptis mutabilis</i>	-	-	15,0	-	-	-	-
<i>Stevia</i> sp.	-	-	11,0	10,0	-	-	-
<i>Ophryosporus</i> sp.	-	-	8,0	-	-	-	-
<i>Digitaria ternata</i>	-	-	7,0	-	-	-	-
<i>Setaria geniculata</i>	-	-	6,0	-	-	-	-
<i>Aster</i> sp.	-	-	9,5	-	-	-	-
<i>Festuca hieronymi</i>	-	-	-	23,5	-	12,0	-
<i>Piptochaetium panicoides</i>	-	-	-	4,0	-	-	-
<i>Jungia polita</i>	-	-	-	3,0	-	-	-
<i>Desmodium</i> sp.	-	-	-	5,0	-	-	-
<i>Gnaphalium</i> sp.	-	-	-	3,5	-	-	-
<i>Plantago</i> sp.	-	-	-	3,5	1,5	6,0	1,0
<i>Stipa eriostachya</i>	-	-	-	13,0	-	-	-
<i>Lachemilla pinnata</i>	-	-	-	-	36,0	12,0	29,5
<i>Hypoxis</i> sp.	-	-	-	-	31,0	-	-
<i>Juncus</i> sp.	-	-	-	-	15,5	-	-
<i>Tripogon spicatus</i>	-	-	-	-	7,5	-	-
<i>Taraxacum officinalis</i>	-	-	-	-	3,0	6,5	-
<i>Tagetes pusilla</i>	-	-	-	-	2,0	-	-
<i>Vulpia bromoides</i>	-	-	-	-	-	13,0	13,5
<i>Hypochoeris</i> sp.	-	-	-	-	-	3,0	1,0
<i>Paspalum pygmaeum</i>	-	-	-	-	-	7,0	-
<i>Bromus catharticus</i>	-	-	-	-	-	3,5	-
<i>Trifolium</i> sp.	-	-	-	-	-	13,0	1,0

### **Pastizales y Céspedes:**

Ambas fisonomías dominan por encima de los 2000 m de altitud, extendiéndose tanto sobre laderas como rellanos y superficies cumbrales. En los Pastizales dominan especies de los géneros: *Festuca* y *Stipa*, que se extienden principalmente sobre laderas de orientación Norte. Mientras en los Céspedes son características especies de los géneros: *Lachemilla*, *Hypoxis*, y *Paspalum*, sobre laderas de orientación Sur y superficies planas de rellanos.

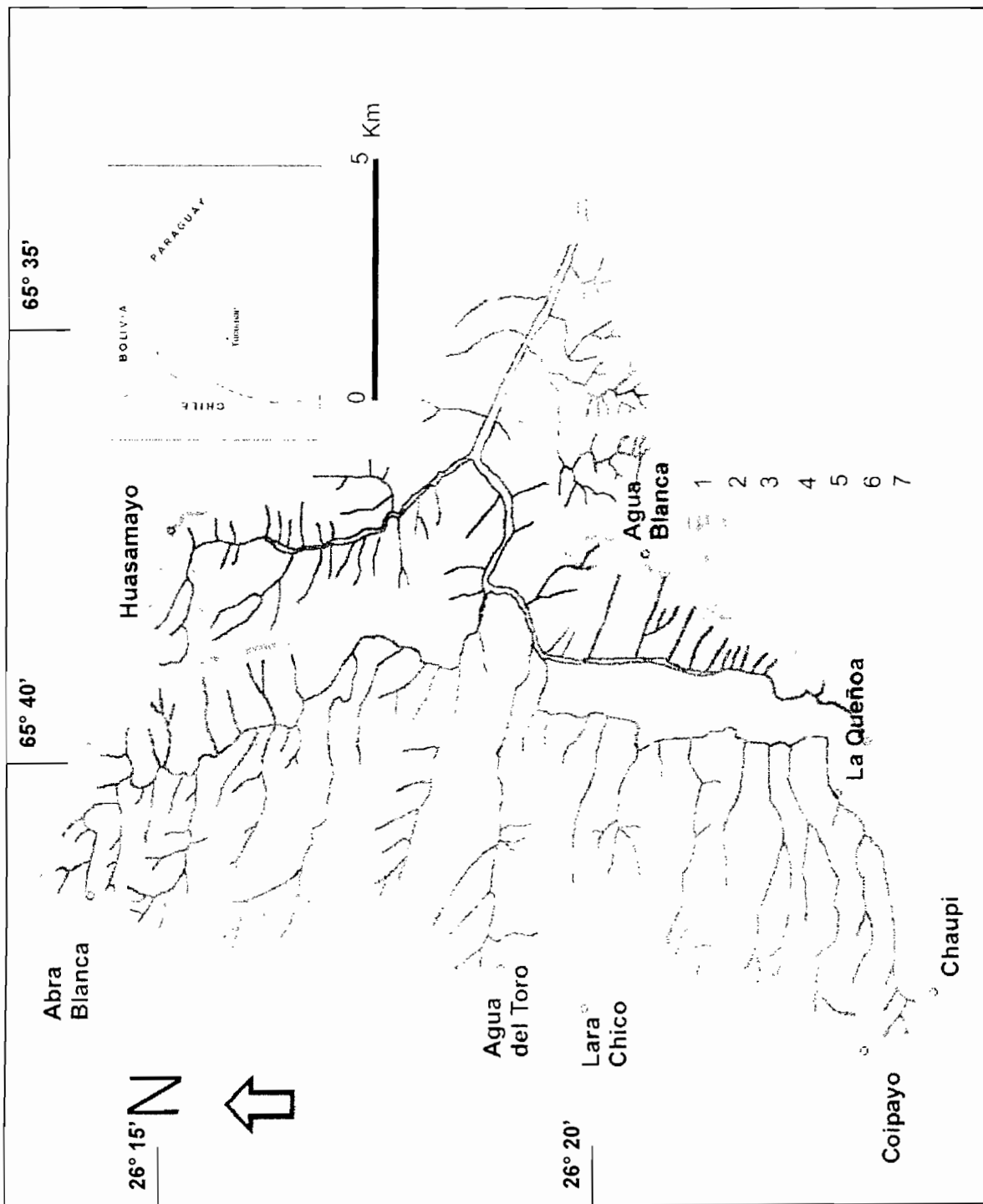
**Pastizal Alto:** Las especies dominantes son *Festuca hieronymi*, *Stipa eriostachya* y *Stevia* sp. Se extiende sobre laderas con pendientes mayores al 10 %, y de orientación Norte, Noreste y Noroeste.

**Pastizal Bajo:** Las especies dominantes son: *Lachemilla pinnata*, *Hypoxis* sp., *Juncus* sp., *Paspalum pygmaeum*. Se extiende sobre laderas de orientación Sur, Sudeste y Este, de pendientes mayores al 30 %.

**Pastizal con Céspedes :** Una combinación de *Lachemilla pinnata* con *Festuca hieronymi* que se extiende sobre laderas mayores al 30 % de pendientes y de orientación Sudoeste y Oeste.

**Pastizal de Superficies Cumbrales :** Dominada por *Lachemilla pinnata*, *Vulpia bromoides* y varias ciperáceas, se extiende sobre relieves cumbrales menores al 10 % de pendiente.

**Céspedes de Rellanos :** Asociaciones de *Lachemilla pinnata*, *Hypoxis* sp., *Paspalum* sp., *Festuca* sp., y *Plantago* sp., que se encuentran en rellanos de vertientes en pendientes menores al 10 %.



**Figura 43.** Vegetación de la cuenca del río Tacanas (Argentina)  
 1. Céspedes en superficies Cumbrales, 2. Mosaicos de céspedes y pastizales en laderas,  
 3. Céspedes en laderas, 4. Pastizales en laderas, 5. Arbustales, 6. Bosques, 7. Llanura de inundación.

### c. Páramos de la Sierra La Culata

Los páramos de la Sierra de la Culata por encima del límite de la agricultura (arriba de 3700 m) se encuentran entre los páramos menos húmedos de la Cordillera de Mérida. Aquí se diferencian dos pisos ecológicos: el piso de páramo andino (por debajo de los 4100 m) dominado por los rosetales arbustales y el piso altiandino en las áreas más elevadas con sus espectaculares rosetales gigantes y sus zonas desérticas que ocupan las cumbres. Los fondos de valles, tanto del andino como del altiandino, están ocupados generalmente por el pastizal paramero compuestos de céspedes húmedos y pantanos o ciénagas de variada composición. A continuación se describen brevemente las formaciones mostradas en el mapa de vegetación de la Sierra de la Culata (Tabla 11 y Figura 44)

#### **Rosetal Arbustal andino:**

Por su extensión es la asociación más característica del piso andino. Las rosetas más comunes son frailejones del género *Espeletia* (*E. schultzii*, *E. spicata*, *E. floccosa*), y entre los arbustos dominan *Hypericum laricifolium* e *Hinterhubera* sp.. Las gramíneas están restringidas al estrato herbáceo donde se distribuyen de manera aislada. Entre ellas: *Stipa* sp., *Muhlenbergia* sp., *Poa* sp. y *Vulpia myuros* son las macollas más abundantes. Entre las hierbas se destacan: *Bidens* sp., *Geranium* sp. y *Rumex acetosella*, y entre los cojines: *Arenaria* sp. y *Aciachne pulvinata*.

#### **Céspedes de Fondo de Valle:**

Esta es una de las formaciones más importantes como zona de pastoreo. Aunque la composición es muy variable y dependen en gran medida de la disponibilidad de agua en el suelo y de la presión de pastoreo, domina la asociación de *Calamagrostis* - *Carex* - *Muhlenbergia*. Se trata de céspedes húmedos con marcada estacionalidad de agua en el suelo y sometidos a cargas medianas a pesadas de pastoreo de vacunos. En esta asociación las gramíneas dominantes son: *Calamagrostis coarctata*, *Muhlenbergia ligularis*, *Agrostis breviculmis* y *Vulpia australis*, y entre las ciperáceas: *Eleocharis acicularis* y *Carex albolutescens*. En las hierbas: *Lachemilla* sp. y *Geranium* sp. Las formas arrosetadas son dominadas por: *Gnaphalium* sp., *Acaulimalva* sp., *Calandrinia*

sp. e *Hypochaeris sessiliflora*. Los musgos ocupan también un lugar importante en estos pastizales húmedos, con más del 10 % de la cobertura de vegetación. Entre los cojines *Aciachne pulvinata* es la especie más común. Los céspedes del piso andino se encuentran entre los más impactados por pastoreo debido a la cercanía al piso agrícola y a los asentamientos.

#### **Céspedes Rosetales del andino:**

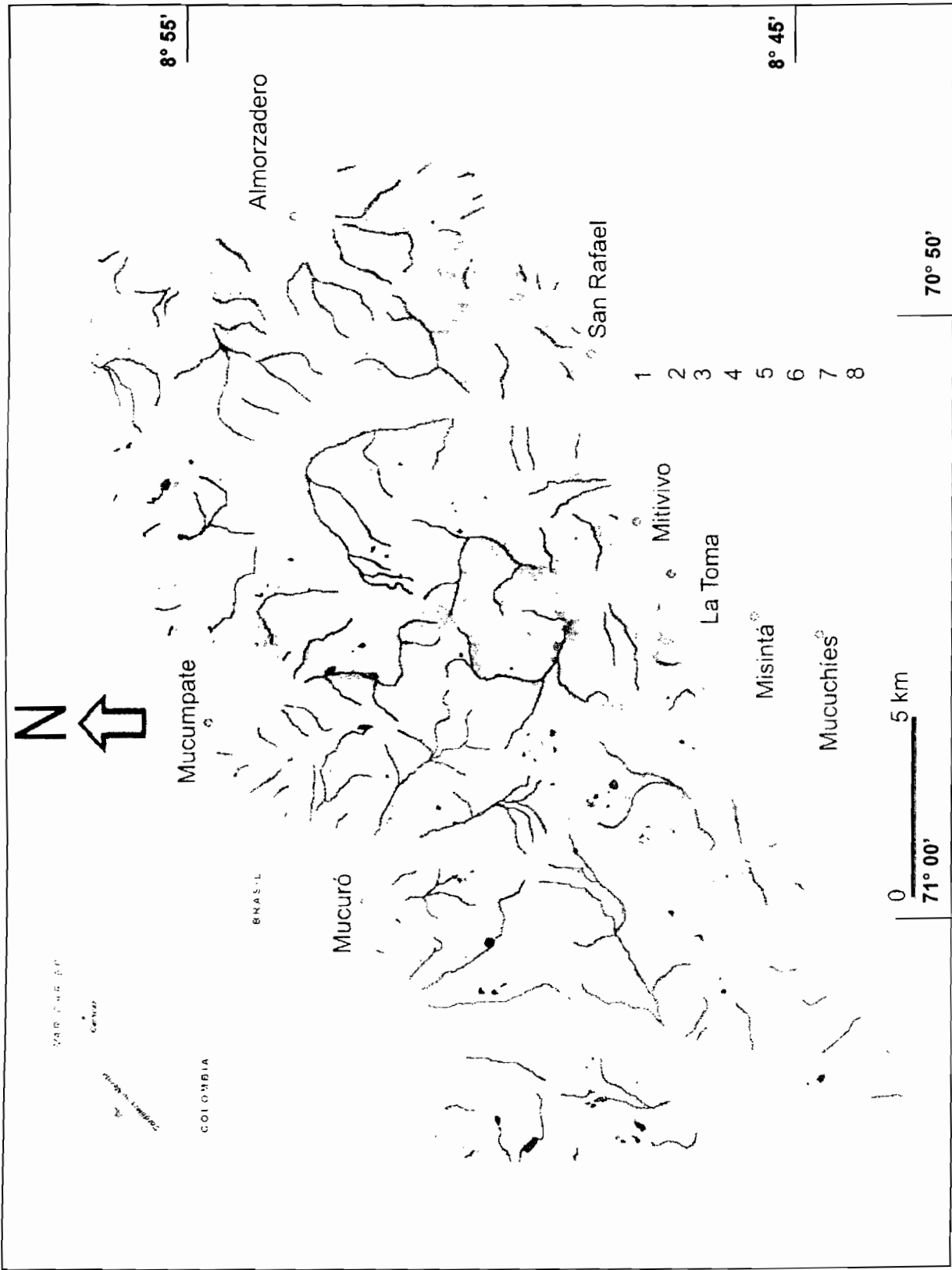
La transición de los rosetales arbustales sobre laderas pedregosas a los céspedes en fondos de valles ocurre en los céspedes con rosetales de *Espeletia schultzii* que se ubican sobre las partes elevadas y onduladas de cierta pendiente al pie de las laderas. La composición de los céspedes es la misma que la mencionada anteriormente.

#### **Pantanos o Ciénagas:**

La mayor permanencia de agua en el suelo a lo largo del año unido a la poca accesibilidad de las ciénagas a los animales produce un cambio en la composición de los céspedes húmedos. La caída de la diversidad, la presencia de macollas de especies de gramíneas que no se encuentran en otros sitios (*Calamagrostis chasei*, *Festuca toluensis*), el aumento de la cobertura de musgos, y los suelos profundos con abundante materia orgánica son algunas características que definen las ciénagas. La mayor parte de estas unidades ocupan superficies reducidas y están íntimamente relacionadas a formaciones cespitosas que las acompañan conformando un gradiente desde las zonas anegadas a las secas. Entre las principales especies se encuentran: *Carex bonplandii*, *Agrostis tricodes*, *Oritrophium* sp., *Veronica* sp., *Hypericum brathys*, *Draba* sp.

#### **Rosetal Altiandino:**

El Rosetal de frailejones gigantes (*Espeletia timotensis*) caracteriza a esta formación que se extiende por encima de los 4100 m. Los rosetales forman parches en medio de una superficie con gran proporción de suelo descubierto. Entre las especies del estrato herbáceo se encuentran: *Lupinus* sp., *Arenaria* sp. que es el cojín más abundante, *Agrostis* sp. y *Calamagrostis* sp. entre las macollas y *Calandrinia* sp. y *Gnaphalium* sp. en las arrosetadas.



**Figura 44.** Vegetación de la Sierra de la Culata (Venezuela) por encima del piso agrícola.  
 1. Ciénagas, 2. Céspedes, 3. Céspedes-Rosetales, 4. Rosetal-Arbustal andino denso, 5. Rosetal-Arbustal andino abierto, 6. Arbustal andino, 7. Rosetal altiandino, 8. Desierto periglacial altiandino

**Tabla 11.** Principales especies vegetales en los diferentes sitios analizados en páramos por encima del piso agrícola en la Sierra la Culata (Cordillera de Mérida, Venezuela).

CE = Céspedes de fondos de valle, CI = Ciénagas, CR = Céspedes-Rosetales en el andino, RA = Rosetal Arbustal andino, RO = Rosetal altiandino

Especies	CE	CI	CR	RA	RO
<i>Aciachne pulvinata</i>	1,0	-	-	1,5	2,0
<i>Lachemilla</i> sp.	7,5	-	5,0	-	-
<i>Calamagrostis coarctata</i>	14	-	8,0	-	10,0
<i>Eleocharis aciculans</i>	24	1,5	4,0	-	-
<i>Carex albolutescens</i>	4,5	-	6,0	-	-
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	15,0	-	10,0	-	-
<i>Acaulimalva acaule</i>	4,5	-	2,0	-	-
<i>Geranium</i> sp.	2,0	-	-	0,5	-
<i>Agrostis breviculmis</i>	2,5	-	2,0	-	2,0
<i>Vulpia australis</i>	1,5	-	-	-	-
<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	1,0	1,0	1,5	-	-
<i>Calandrinia acaulis</i>	2,5	-	-	-	2,0
<i>Gnaphalium paramorum</i>	6,0	-	-	-	2,0
<i>Rumex acetosella</i>	0,5	-	1,0	0,5	11,0
<i>Carex bonplandii</i>	-	16,5	-	-	-
<i>Agrostis tricodes</i>	-	7,0	-	-	-
<i>Oritrophium</i> sp.	-	2,5	-	-	-
<i>Veronica</i> sp.	-	0,5	-	-	-
<i>Hypericum brathys</i>	-	4,0	-	-	-
<i>Cortaderia hapalotrichia</i>	-	4,0	-	-	-
<i>Festuca toluensis</i>	-	1,0	-	-	-
<i>Calamagrostis chasei</i>	-	5,0	-	-	-
<i>Espeletia schultzei</i>	-	-	8,0	11,5	-
<i>Espeletia spicata</i>	-	-	-	6,5	-
<i>Arenaria jahnii</i>	-	-	-	1,0	7,0
<i>Stipa philippii</i>	-	-	-	19,0	-
<i>Poa pauciflora</i>	-	-	-	2,5	-
<i>Vulpia myuros</i>	-	-	-	1,5	-
<i>Luzula racemosa</i>	-	-	-	2,0	-
<i>Hinterhubera ericoides</i>	-	-	-	2,0	-
<i>Hypericum laricifolium</i>	-	-	-	24,0	-
<i>Gnaphalium moritzianum</i>	-	-	-	1,0	-
<i>Bidens andicola</i>	-	-	-	2,0	-
<i>Podocoma bartsifolia</i>	-	-	-	0,5	-
<i>Blakiellaa bartsifolia</i>	-	-	-	2,0	-
<i>Muhlenbergia</i> sp.	-	-	-	13,0	-
<i>Calamagrostis</i> sp.	-	-	-	0,5	-
<i>Espeletia timotensis</i>	-	-	-	-	20,0
<i>Lupinus</i> sp.	-	-	-	-	5,0

## **2. Patrones de Vegetación y Patrones de Pastoreo**

En los sitios analizados los patrones de vegetación tanto a escala local (dentro de las áreas de estudio) como a escala parcelaria (dentro de cada unidad de vegetación) representan mosaicos de sitios de pastura que son utilizados por la ganadería. Las estrategias de pastoreo y los movimientos de los animales tratan de aprovechar la oferta de forraje que brinda la heterogeneidad espacial de la vegetación.

Los patrones de vegetación y su relación con los patrones de pastoreo han sido analizados por medio de análisis de correspondencia entre matrices de especies y matrices de variables ambientales-culturales. En la Tabla 12 se muestra los resultados comparativos de la correlación de los ejes con las Especies-VARIABLES y de los porcentajes de varianza acumulada en los tres primeros ejes de ordenamiento. Esto muestra que los tres primeros ejes explican mejor la variabilidad encontrada en las zonas de Ulla-Ulla y La Culata. Las Tablas 13, 14 y 15 muestran la correlación de las variables consideradas en cada caso con los ejes de ordenamiento. Los datos de correlaciones significativas de algunas variables con los ejes sirven para confirmar las interpretaciones que se realizan más adelante basados en los gráficos de ordenamiento.

**Tabla 12:** Correlación y porcentaje de varianza acumulada en los primeros 4 ejes de ordenamiento del análisis de correspondencia para las tres áreas de estudio.

Ejes de ordenamiento	ULLA-ULLA				TACANAS				LA CULATA			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Correlación de los ejes con la relación Especies - Variables	.981	.982	.915	.897	.986	.959	.945	.953	.946	.777	.651	.636
% acumulado de la varianza de la relación Especies - Variables	25,6	48,9	66,5	81,2	17,3	32,5	46,7	59,3	37,6	55,9	68,8	78,3

**Tabla 13:** Correlación de las variables con los primeros 3 ejes de ordenamiento del análisis de correspondencia para la región de Ulla-Ulla (Bolivia). (\*)correlaciones significativas

VARIABLES/EJES	1	2	3
Agua en Suelo	-.7268*	.5316	.2580
Oferta Forraje	-.3487	.6151*	-.5440
Densidad Alpacas	-.5928	.6944*	.2573
Pedregosidad	.2982	.0034	.1446
# Especies	.0118	.0002	-.0276
Suelo Descubierta	.6460*	-.2845	.3858
Densidad Llamas	-.5769	.6172*	.1219

**Tabla 14:** Correlación de las variables con los primeros 3 ejes de ordenamiento del análisis de correspondencia para la región de Tacanas (Argentina). (\*)correlaciones significativas

VARIABLES/EJES	1	2	3
Agua en Suelo	.1366	.1937	.2209
Oferta Forraje	.3106	.7101*	.0971
Densidad Ovejas	.4007	-.7429*	-.1231
Pedregosidad	.2543	.1364	-.1615
# Especies	-.6619*	-.3509	.3239
Cantidad Estiércol	.2351	-.7796*	.2313
Materia Seca	.0101	-.1621	-.4145
Suelo Descubierta	-.1296	-.0612	-.1694
Pendiente	-.3077	.2031	-.4448
Altitud	.8351*	.2349	.1889
Erosión Suelos	.1310	-.0993	.2310

**Tabla 15:** Correlación de las variables con los primeros 3 ejes de ordenamiento del análisis de correspondencia para la región de la Sierra la Culata (Venezuela). (\*)correlaciones significativas

VARIABLES/EJES	1	2	3
Materia Seca	.2593	.1243	.1026
Suelo Descubierta	.0530	-.0446	.0211
Pedregosidad	.1367	-.1676	.6089*
Cantidad Estiércol	.3814	-.0399	.0163
Agua en Suelo	-.8423*	.0518	.0836
# Especies	.3133	-.1796	-.2217
Oferta Forraje	-.8788*	-.1073	-.1031
Densidad Pastoreo	-.2281	-.6418*	-.2224

En los tres casos, los análisis de correspondencia muestran la estrecha correlación entre los ordenamientos de las especies y censos con las variables oferta de forraje y densidad de animales, indicando que los patrones de pastoreo tienen una fuerte interrelación con los patrones de vegetación. Los sitios más frecuentados por el ganado presentan altas ofertas de forraje y también una composición característica de especies resistentes a la acción del pastoreo. En las siguientes secciones se analizan los casos específicos.

#### a. Altiplano de Ulla-Ulla

En el altiplano de Ulla-Ulla el pastoreo de alpacas se centra en la mayoría de los casos casi exclusivamente en los sitios de bofedales irrigados o naturales y sus alrededores. Si se analiza la palatabilidad de la vegetación natural, las exigencias de la dieta de los animales, y la distribución espacial del forraje podrán comprenderse mejor los patrones de pastoreo a escala local y parcelaria desplegados por estos animales. La ubicación de la casa principal y de los corrales puede tener una fuerte influencia sobre los patrones de pastoreo en alpacas. En el caso de los bofedales de Ulla-Ulla la mayoría de las casas se encuentran dentro del bofedal lo cual asegura un pastoreo diario continuo sobre estas unidades y un mejor control sobre los animales.

Durante la época seca las alpacas realizan recorridos diarios relativamente cortos y cercanos a sus corrales pastando y seleccionando plantas en el bofedal. La composición de estos sitios tendrá una fuerte influencia del pastoreo. En la estación de lluvias los animales son desplazados de los sitios anegados y pueden incluso incursionar en algunas áreas vecinas de pastizales, aumentando así su movilidad.

Para las llamas, la amplitud de la dieta permite mayor desplazamiento y uso más extensivo de las pasturas, especialmente en la época húmeda. El fuerte contraste de disponibilidad de forraje verde que experimentan las punas durante la estación húmeda y seca condiciona movimientos transhumantes más extendidos en busca de aprovechar el rebrote de los pastizales y la permanencia del forraje tierno en los bofedales naturales o irrigados. El sitio de la residencia permanente es determinante en los patrones de pastoreo desplegados, pues de esto depende la ubicación de la jit'iña o sitios temporarios de estadía y pastoreo. Para los residentes en los bofedales de Ulla-Ulla la jit'iña se encuentra en planicies y zonas de montaña vecinas. Los patrones de pastoreo con llamas incluyen recorridos diarios sobre pastizales dominados por *Calamagrostis* y *Stipa* en la estación húmeda, y recorridos diarios cortos dentro del bofedal durante la estación seca. El pastoreo extensivo sobre las planicies secas ha tenido una fuerte influencia sobre la composición de la vegetación de pastizales y herbáceas a tal punto que algunas especies como *Calamagrostis curvula* y *Festuca dolichophylla* sólo se encuentran en sitios poco accesibles a los animales. Así también, especies de comportamiento pionero como *Stipa ichu* se vuelven exitosas en sitios impactados por las actividades ganaderas.

El diagrama de ordenamiento (Figura 45) muestra en el eje I un gradiente de suelo descubierto y agua en el suelo, en el eje II un gradiente de calidad de forraje y densidad de pastoreo. Sobre este último eje se ordenan los muestreos en bofedales inundados, bofedales estacionales o con mala irrigación, y zonas de transición hacia las planicies.

La composición florística de los bofedales se relaciona a los altos niveles de agua en el suelo y a una moderada a elevada densidad de pastoreo. Especies como *Distichia filamentosa*, *D.muscoides*, *Lachemilla diplophylla* y *Plantago tubulosa* dominan bajo las condiciones de pastoreo y alta disponibilidad de agua. Esto es confirmado por el hecho de que en algunos bofedales excluidos del pastoreo algunas especies como *Calamagrostis ovata* y *Juncus arcticus* podrían dominar sobre los cojines de *Distichia* spp. (Seibert 1994).

En el otro extremo la composición de las planicies secas y con relativamente bajos niveles de pastoreo se relacionan a la presencia de *Stipa ichu*, *S.brachyphylla*, *Bougueria andicola*, *Cardionema* sp., *Paronychia andina*, y *Selaginella peruviana*. La especie *S.ichu* ha sido relacionada a lugares modificados por actividades humanas o de pastoreo (Seibert 1994). Se trataría de sitios con baja capacidad de carga y de recuperación que posiblemente fueron impactados por el pastoreo de llamas. El resto de los sitios serían formas transicionales entre los bofedales y las planicies secas tanto en la disponibilidad de agua como en los niveles de pastoreo. Cuando los bofedales son descuidados en su suministro de agua (abandono de sitios o deficiencias en el mantenimiento de los canales de irrigación) su característica composición se modifica hacia formaciones con dominio de *Azorella diapensioides*, *Plantago rígida*, *Werneria apiculata*, *Festuca andicola*, *Gentiana sedifolia*, *Lachemilla pinnata*, en las zonas más húmedas y *Aciachrie pulvinata*, *Muhlenbergia* sp., *Scirpus* sp., *Calamagrostis mínima* en las zonas más secas.

## **b. Cumbres Calchaquies**

En las montañas del noroeste de Argentina es muy común el uso de los diferentes pisos ecológicos mediante patrones transhumantes estacionales. Como en el caso de la puna, la marcada variación de la oferta de forraje en los pastizales obliga a utilizar las zonas elevadas por encima de los 3000 m como sitios de pastoreo sólo en la estación húmeda ("veranadas").

El valle de Lara en las Cumbres Calchaquíes representa un sitio de veranadas (diciembre a abril) donde se concentra la ganadería proveniente de las laderas orientales boscosas de este cordón montañoso, entre ellos de la cuenca del río Tacanas. Los patrones diarios en el valle de Lara incluyen recorridos de cortos a medianos que parten desde la residencia principal y se extienden sobre laderas vecinas dominadas por pastizales y arbustales y siempre incluyen zonas planas con fuentes de agua y vegetación de céspedes y vegas donde el pastoreo puede detenerse. La selección más fuerte de plantas se realiza sobre el estrato herbáceo de pastizales y arbustales y sobre las zonas de los humedales. Son comunes las inversiones y modificaciones de los recorridos con el fin de lograr un mejor aprovechamiento del territorio de pastoreo disponible, pero en todos los casos es obligado el paso sobre sitios con agua y cubiertos de céspedes. Aquí los patrones diarios están influenciados por los territorios delimitados y las decisiones del pastor.

La cuenca del río Tacanas por encima de los 2000 m es utilizada como lugar de pastoreo especialmente durante el invierno y la primavera (junio a diciembre). Los recorridos diarios son más extensos que en el valle de Lara y preferentemente incluyen laderas con pastizales y céspedes sobre rellanos. Estas formaciones pueden ser sometidas a fuego con la finalidad de aumentar la accesibilidad del forraje. Muchos de los mosaicos de pastizales y céspedes que dominan estas laderas tienen una fuerte influencia del fuego y la frecuencia de pastoreo. A comienzos de la estación lluviosa el inicio de la trashumancia hacia los pastizales del valle de Lara produce una caída de la carga ganadera, lo cual permite la recuperación de las pasturas durante el verano. Los patrones de pastoreo estacional dependen en gran medida de la ubicación de las residencias permanentes. Si se encuentran dentro de la cuenca, estos serán los pastizales utilizados con mayor intensidad y por más tiempo.

El diagrama de ordenamiento (Figura 46) muestra en el eje I un gradiente de altitud, mientras que en el eje II un gradiente de calidad de forraje, densidad de pastoreo y cantidad de estiércol. Sobre este último eje se ordenan desde un extremo muestreos en arbustales, arbustales-pastizales y zonas de bosques con baja frecuencia de

pastoreo y que algunas veces deben ser intervenidos con fuego antes de ser pastoreados; hasta el otro extremo con censos de céspedes y ciénagas con alta frecuencia de pastoreo y con una característica composición de especies.

En el pastoreo extensivo de las montañas del noroeste de Argentina la ganadería, y seguramente la práctica del fuego, han creado mosaicos de pastos bajos y céspedes tanto en el piso de bosques como en el de Pastizales de Altura y arbustales prepuneños. Estos céspedes inducidos por pastoreo están compuestos por especies buenas forrajeras y resistentes a cargas animales estacionales de moderadas a pesadas.

En la cuenca del río Tacanas por debajo de los 3200 m, los céspedes de *Lachemilla pinnata*, *Hypoxis* sp., *Juncus* sp, *Tripogon spicatus*, *Bromus catharticus*, *Vulpia bromoides*, *Hypochaeris meyeniana*, *Paspalum pygmaeun* están relacionados a suelos casi permanentemente húmedos y a pastoreo de ovinos y bovinos buena parte del año. En los altos valles de la cuenca del río Lara (3200 a 3800 m) las unidades de céspedes y vegas de *Lachemilla pinnata*, *Eleocharis* sp., *Koeleria Permolis*, que acompañan los cursos de agua, y los pastos bajos de *Stipa uspallatensis* y *Festuca lilloi* sobre laderas húmedas y superficies cumbreles, se relacionan a moderadas a elevadas cargas de ovinos durante el verano y variaciones estacionales de la disponibilidad de agua.

### c. Sierra de la Culata

Los páramos por encima del piso agrícola son utilizados desde la época colonial como sitios de pasturas principalmente para la ganadería vacuna y equina. A diferencia del altiplano de Bolivia y de las montañas del noroeste de Argentina donde existe un control de los animales en sus rutas diarias y estacionales, en los páramos de Venezuela la ganadería vacuna y equina pasta de manera extensiva sin pastor ni seguimiento alguno. Los animales se mueven por las zonas de mejores condiciones

(buenos forrajes, pendientes bajas y cercanos a fuentes de agua) dentro de un territorio o derecho de páramo que, aunque presenta legalmente límites definidos, en la práctica no presenta restricciones precisas en sus límites.

En el caso del Páramo El Banco los recorridos diarios de los animales se establecen en fondos de valles glaciales siguiendo los patrones de distribución de céspedes y ciénagas en el piso andino superior y el altiandino. La selección de la vegetación se realiza con una preferencia marcada sobre los céspedes más accesibles (cercanías a las zonas agrícolas, dentro de las sendas establecidas, pendientes bajas, y altitudes menores a 4000 m). Aquí la composición de la vegetación tiene una fuerte influencia de la carga ganadera y de la frecuencia con que la unidad es visitada. Los recorridos diarios no vuelven al mismo sitio como en el caso del pastoreo en Bolivia y Argentina, sino que recomienzan hasta donde llegaron el día anterior estableciendo grandes circuitos que pueden durar varias semanas. De hecho, los campesinos deben subir al páramo una vez al mes para controlar que sus animales se encuentren dentro de sus territorios de pastoreo. En muchas ocasiones deben ser recuperados de sitios muy alejados a sus zonas normales.

Desde el punto de vista ganadero este sistema es ineficiente (deficiencias en la alimentación, accidentes, pérdidas de animales, predación, etc.) y el impacto que produce sobre la vegetación y suelos estará en función de los circuitos que los animales establezcan en el campo. Pueden tratarse de amplios recorridos que permitan la recuperación de los céspedes antes de volver a ser re-visitados (como en la mayoría de los casos) o circuitos cortos y recurrentes que pueden degradar los parches visitados con mayor frecuencia.

A escala estacional los patrones de pastoreo son modificados por los movimientos de los animales entre sus zonas de pastaje y el piso agrícola según el calendario de cultivos y sus necesidades de fuerza de trabajo animal, y los requerimientos de complementar la alimentación con forrajes alternativos especialmente en la época seca (Molinillo y Monasterio 1997b). Las estrategias establecidas por cada familia en

cuanto a cantidad y tipos de cultivo, siembra de forrajes (pastos o avena), producción de leche o queso, etc. serán determinantes en los patrones estacionales y por ende en la influencia del pastoreo sobre los céspedes y ciénagas del páramo.

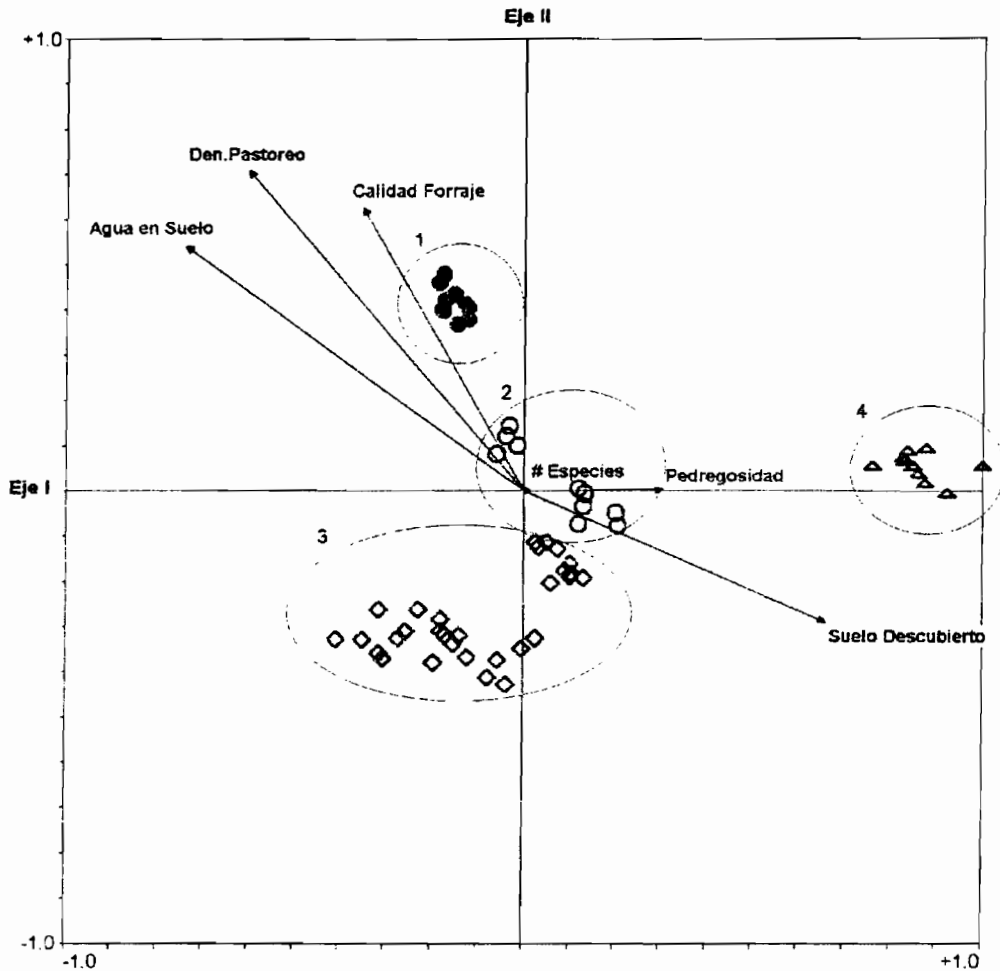
Los resultados del análisis de correspondencia (Figura 47) muestran en el eje I un gradiente de agua en el suelo y calidad de forraje, y en el eje II un gradiente de densidad de pastoreo. En el primer eje se ordenan los censos con vegetación que presenta una disponibilidad de agua muy estacional hasta los que permanecen inundados todo el año. Aquí se presenta una correlación muy fuerte entre la cantidad de agua y la calidad del forraje. Mientras que en el segundo eje los censos se ordenan por un gradiente de pastoreo, desde las poco accesibles ciénagas hasta los céspedes con mayor frecuencia de cargas ganaderas.

Las moderadas a elevadas cargas estacionales de vacunos que se concentran en fondos de valles cercanos a fuentes de agua y con bajas pendientes se relacionan con céspedes de *Calamagrostis mulleri*, *Carex albolutescens*, *Lachemilla* spp., *Muhlenbergia ligularis*, y *Agrostis breviculmis* (grupo 5 de la Figura 47). La frecuencia y permanencia de los animales sobre estos céspedes está estrechamente relacionado al calendario agrícola y al forraje suplementario que puede ser ofrecido en el piso agrícola. Un equilibrio entre la disponibilidad de agua que permite un crecimiento después de un evento de pastoreo y el tipo y duración de una determinada carga animal favorece el mantenimiento de especies buenas forrajeras.

La drástica disminución del pastoreo por anegamiento en zonas de ciénagas inclina la composición hacia la dominancia de *Carex albolutescens*, *C. humboldtiana* y *Juncus* sp. (grupo 1). En zonas que permanecen inaccesibles por varios años pueden aparecer especies de gramíneas en macollas como *Festuca toluensis*, *Calamagrostis ligulata*, y *Sporobolus tenuisinus*, lo cual da una idea del impacto del pastoreo que sufrieron estas unidades de vegetación. Por el contrario, los céspedes con poca disponibilidad de agua y muy accesibles a los animales se relacionan a dominancia de especies de malezas nativas y exóticas como *Rumex acetosella*,

*Aciachne pulvinata*, *Acaulimalva acaule* y *Geranium* spp. (grupo 3). La baja oferta de forraje de estas unidades, unido a la abundancia de estiércol (indicador de pastoreo en el pasado), determinan bajas cargas ganaderas en la actualidad.

Salvo en el caso de zonas cercanas al piso de bosque en las Cumbres Calchaquíes donde la vegetación intervenida cercana a corrales y asentamientos se relaciona con alto número de especies (la mayoría colonizadoras), en los demás casos no se ha encontrado una correlación significativa entre la riqueza de especies y el pastoreo. Así como en las zonas de Tacanas (Argentina), en los páramos de la Culata (Venezuela) el impacto del pastoreo sobre los pastizales bajos y céspedes bajo cargas moderadas a pesadas parece relacionarse a un aumento creciente en el número de especies de colonizadoras nativas y exóticas (Monasterio y Molinillo 2003), por lo cual muchas veces estas zonas pueden mantener valores de riqueza similares al resto de unidades de vegetación. En estos casos el sólo número de especies no parece ser un buen indicador de impacto del pastoreo; mientras que la relación especies nativas – especies exóticas podría mostrar un mejor comportamiento a la hora de analizar las consecuencias del pastoreo, especialmente en ambientes de páramo o de pastizales parameros.



**Figura 45.** Diagrama de ordenamiento (PCA) de 60 cuadros muestrales según su composición florística, que muestra la relación con variables ambientales y de manejo en el altiplano de Ulla-Ulla (Bolivia).

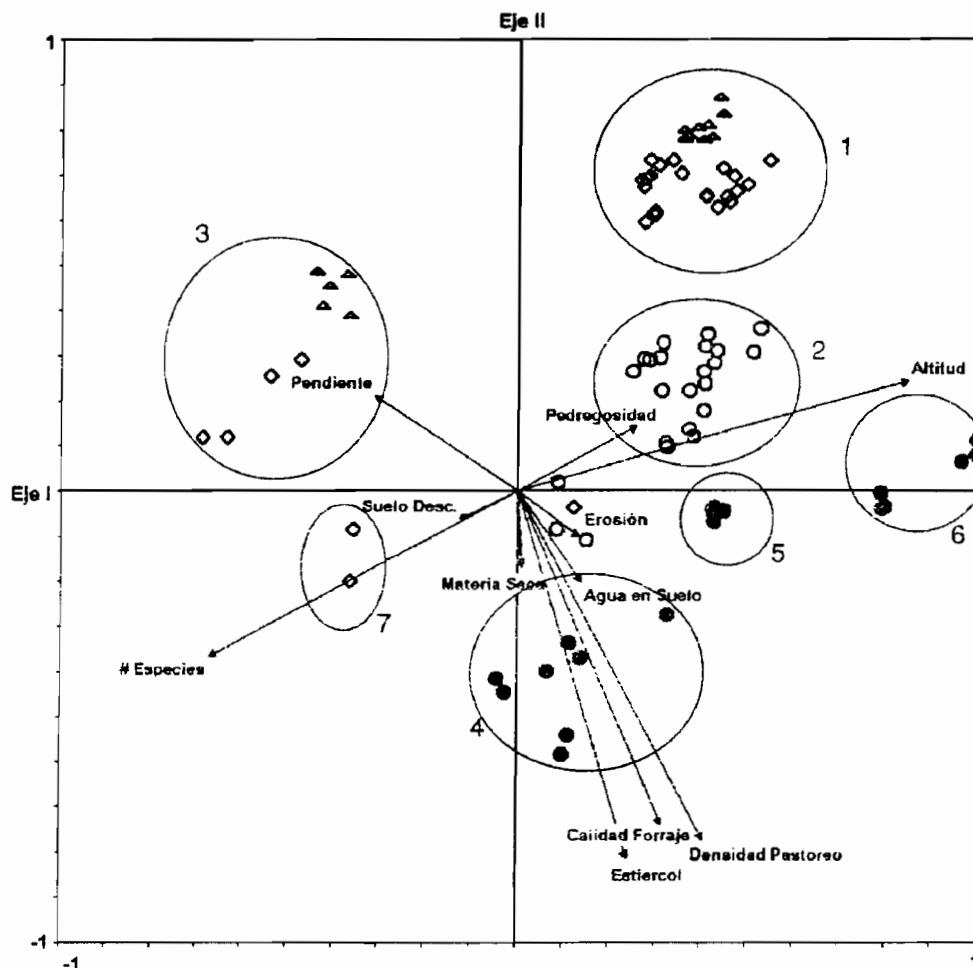
Densidad de pastoreo: ( $\Delta$ ) muy baja para alpacas y baja a moderada para llamas; ( $\diamond$ ) baja para alpacas y moderada para llamas; ( $\circ$ ) moderada para alpacas y alta para llamas; ( $\bullet$ ) alta y muy alta para alpacas y llamas.

Grupo 1: bofedales inundados de *Distichia filamentosa*, *Distichia muscoides*, *Lachemilla diplophylla*, *Plantago tubulosa*, *Caltha sagitata*

Grupo 2: bofedales abandonados con dominio de *Calmagrostis* sp., *Azorella diapensioides*, *Festuca andicola*, *Plantago rígida*, *Werneria apiculata*, *Gentiana sedifolia*, *Geranium sessiliflorum*, *Ranunculus cymbalaria*

Grupo 3: zonas de transición con dominio de *Festuca andicola*, *Werneria apiculata*, *Lachemilla pinnata*, *Eleocharis tucumanensis*, *Scirpus* sp., *Aciachne pulvinata*, *Muhlenbergia* sp., *Calandrinia acaulis*.

Grupo 4: planicies cubiertas de *Stipa ichu*, *S.brachyphylla*, *Bougueria andicola*, *Cardionema* sp., *Paronychia andina*, *Selaginella peruviana*



**Figura 46.** Diagrama de ordenamiento (PCA) de 85 cuadros muestrales según su composición florística, que muestra la relación con variables ambientales y de manejo en unidades de vegetación de bosques de alisos y pastizales de altura entre 2000 y 3800 m en las Cumbres Calchaquíes (Tucumán, Argentina).

Densidad de pastoreo: ( $\Delta$ ) muy baja; ( $\diamond$ ) baja; ( $\circ$ ) moderada; ( $\bullet$ ) alta y muy alta.

Grupo 1: dominio de arbustales (> 3000 m) *Parastrephia phyllocaeformis*, *Chilotrichiopsis keidelii*, *Adesmia horridiuscula*, *Baccharis polifolia*, *Fabiana densa*, *Senecio argophylloides* y herbáceas como: *Glandularia incisa*, *Paronychia setigera*, *Bidens* sp.

Grupo 2: pastizales y pastizales-arbustales (>3000 m) *Stipa leptostachya*, *Festuca weberbaueri*, *F. hieronymi*, *Parastrephia phyllocaeformis*, *Chilotrichiopsis keidelii*, *Solanum* sp., *Astragalus* sp., *Geranium* sp., *Plantago* sp., *Tarasa* sp., *Perezia* sp.

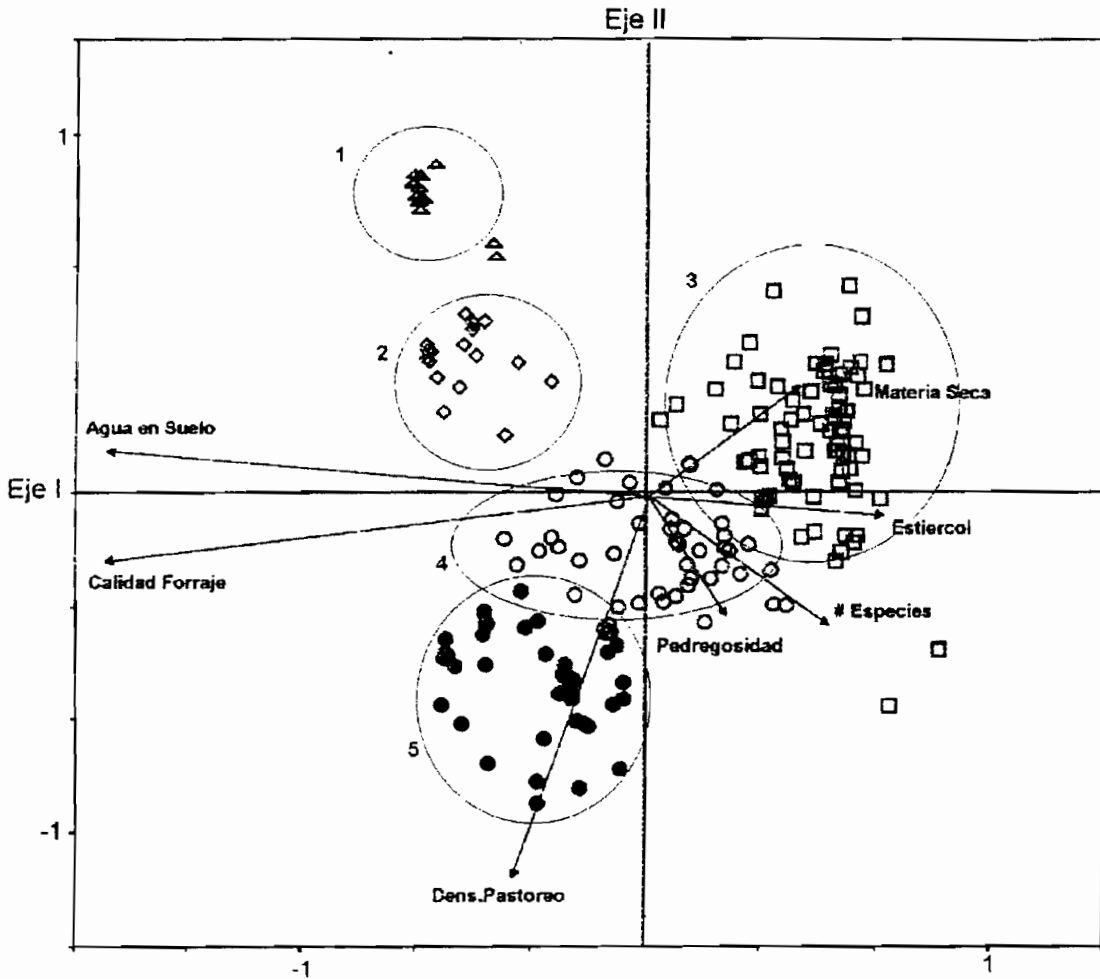
Grupo 3: bosques y arbustales (< 3000 m) *Sigesbeckia jorulensis*, *Calamagrostis polígama*, *Bidens andicola*, *Duchesnea* sp., *Pteris* sp., *Dunalia brachyacantha*, *Tibouchina paratropica*, *Ichnanthus minarum*, *Pennisetum latifolium*, *Jungia pauciflora*, *Adiantum* sp., *Ophryosporus* sp., *Digitaria temata*, *Setaria geniculata*, *Hyptis mutabilis*.

Grupo 4: céspedes (2500 a 3200 m) de *Lachemilla pinnata*, *Hypoxis* sp., *Juncus* sp., *Tripogon spicatus*, *Bromus catharticus*, *Plantago* sp., *Vulpia bromoides*, *Hypochoaenis meyeniana*, *Paspalum pygmaeum*

Grupo 5: céspedes y ciénagas (>3200 m) de *Eleocharis* sp., *Koeleria permollis*, *Gamochoaete* sp.

Grupo 6: pastizales bajos (>3200 m) de *Stipa uspallatensis*, *Festuca lilloi*, *Bowlesia* sp., *Geranium* sp.

Grupo 7: vegetación intervenida cercana a corrales con dominio de malezas: *Lepidium bonariensis*, *Cynodon dactylon*, *Dichondra repens*, *Amaranthus quitensis*, *Calycera* sp., *Tagetes* sp., *Erodium* sp., *Cuphea* sp., *Rumex* sp., *Cirsium* sp.



**Figura 47.** Diagrama de ordenamiento (PCA) de 200 cuadros muestrales según su composición florística, que muestra la relación con variables ambientales y de manejo en céspedes de páramos entre 3800 y 4200 m en la Cordillera de Mérida (Venezuela).

Densidad de pastoreo: ( $\Delta$ ) muy baja; ( $\diamond$ ) baja; ( $\square$ ) muy baja y baja; ( $\circ$ ) moderada; ( $\bullet$ ) alta y muy alta.

Grupo 1: céspedes anegados y ciénagas dominados por *Carex albolutescens*, *C. humboldtiana* y *Juncus* sp.

Grupo 3: céspedes degradados con dominio de *Rumex acetosella*, *Aciachne pulvinata*, *Acaulimalva* sp. y *Geranium* spp.

Grupo 5: céspedes continuos de *Calamagrostis coarctata*, *Carex albolutescens*, *Lachemilla* spp., *Muhlenbergia ligularis*

### 3. Espacio Pastoral y su Relación con los Patrones de Vegetación y Pastoreo

El espacio pastoral de los sistemas ganaderos analizados tiene una estrecha relación con el impacto sobre la vegetación. En el altiplano de Ulla-Ulla el amplio espacio pastoral de las llamas ha permitido el desarrollo de una ganadería con pocas modificaciones sobre la vegetación dominante, comparado con los sistemas andinos con animales foráneos. La formación de bofedales mediante la irrigación ha favorecido el mantenimiento de especies con alto valor nutritivo y alta resistencia a la carga ganadera. Aquí las modificaciones sobre la vegetación están más relacionadas a la tecnología de la irrigación que a la carga pastoril.

La introducción de vacunos en páramos sin historia de pastoreo de grandes manadas de herbívoros, como en Venezuela o el pastoreo con nuevos animales (ovinos que reemplazaron llamas) en montañas de Argentina está relacionada a la presencia de reducidos espacios pastorales y a cambios en la estructura y composición de la vegetación dominante (generalmente de pajonales a céspedes). En los Pastizales de Altura de la cuenca de Tacanas y los páramos de la Culata los reducidos espacios pastorales se traducen en la concentración de los animales sobre pocos sitios donde la composición vegetal responde casi exclusivamente a la carga ganadera y a la disponibilidad de agua. Estas zonas donde el pastoreo ha inducido la formación de céspedes se caracterizan por especies buenas forrajeras que resisten cargas moderadas pero que necesitan exclusión temporal del ganado y disponibilidad de agua para recuperarse. Las estrategias de pastoreo desarrolladas han favorecido la permanencia de estos céspedes que son fundamentales para el desarrollo ganadero, pero dentro de un equilibrio que puede ser quebrado por el aumento de las cargas o de las frecuencias de los eventos de pastoreo.

En otras montañas del mundo la formación y el mantenimiento de céspedes ha sido relacionada directamente al movimiento de los animales y a sus zonas preferenciales de pastoreo (Brasher y Perkins 1978, O'Connor 1978, García González *et al.* 1990). Estos céspedes inducidos por el pastoreo pueden representar un aumento

permanente de la oferta de forraje, de la diversidad y de la estabilidad si están sujetos a un pastoreo controlado que regule la carga. Es decir, la menor eficiencia en el uso del espacio pastoral debe ir acompañada de fuertes regulaciones en el control del pastoreo por la facilidad con que se produce un sobrepastoreo en sitios limitados.

La historia de pastoreo, el tipo de respuesta de la vegetación y la disponibilidad de humedad en el suelo (Milchunas *et al.* 1988) parecen ser factores fundamentales para explicar las causas del impacto sobre la vegetación en estos sistemas ganaderos andinos. En otras montañas andinas donde la ganadería presenta reducidos espacios pastorales también se han registrado fuertes cambios sobre la vegetación. Tal es el caso de la estrategia fuego-pastoreo con la cual se aprovechan los recursos forrajeros de las tierras altas en páramos de Colombia (Hofstede 1995, Verwey 1995) y de Ecuador (Hess 1990, White y Maidonado 1991, Laegaard 1992). Los pajonales de páramo bajo la acción del ciclo fuego-pastoreo se transformaron en mosaicos de pastos de diferente estructura y composición, cuya dinámica ecológica está en función de la frecuencia e intensidad con que se repita el ciclo. Evidentemente estas transformaciones han producido un aumento de la diversidad a escala regional debido a la disminución de la dominancia de las grandes macollas y a la expansión de especies cespitosas y herbáceas. En estos mosaicos los parches de céspedes presentan las mayores ofertas de forraje y valores altos de diversidad, pero con participación creciente de malezas nativas y exóticas (Verwey 1995). Sin embargo, estos céspedes, aunque resistentes al pastoreo, pueden dar lugar bajo cargas frecuentes y pesadas a formaciones herbáceas abiertas de baja calidad forrajera y con descenso marcado de la diversidad

A diferencia de estas maneras de aumentar el uso del espacio pastoral disponible, en los páramos de la Culata es la relación entre agricultura-ganadería la que ha permitido obtener aportes forrajeros extras con mucho menor impacto ambiental. Los cultivos de cereales y pastos, los restos de cosechas, los barbechos y rastros, y los espacios de vegetación natural en el piso agrícola pueden llegar a disminuir la carga ganadera sobre los páramos en algunos momentos críticos. Así también, en las Cumbres

Calchaquíes una estrategia más basada sobre el manejo de los animales (trashumancia estacional, cambiantes recorridos diarios de pastoreo) que sobre la transformación del ambiente ha permitido mantener las cargas ganaderas sobre los sitios de mayor oferta de forraje natural. En algunos de estos sitios la falta de control del pastoreo ha conducido a la generación de procesos erosivos y a la preparación de las laderas para procesos de remoción en masa relacionados a ciclos húmedos en el clima (Molinillo 1993).

En tanto que en el altiplano de Ulla-Ulla un eficiente manejo del agua para irrigación y una buena organización del trabajo comunitario han favorecido la ampliación y mantenimiento de grandes extensiones de bofedales que soportan elevadas cargas, especialmente durante la época seca, cuando por la falta de forraje en las planicies, a las alpacas se les suman las llamas. Sin embargo, el deterioro de las pasturas naturales de las planicies, la mayor concentración del pastoreo en el bofedal y la disminución de la eficiencia en el manejo del agua, ponen en peligro la sostenibilidad del sistema tradicional. En este contexto los campesinos perciben la conservación de las poblaciones de vicuñas (Ulla-Ulla es una de las mayores reservas de vicuñas) como una presión más sobre el delicado sistema. Se vuelve necesario, antes que el sistema natural y cultural se deteriore aún más, medidas para la recuperación de las pasturas naturales de las planicies, mejorar la organización en el manejo del agua, e incluir directamente a los campesinos en el manejo del recurso vicuña con el fin de controlar eficientemente las poblaciones y obtener recursos que permitan disminuir la presión de pastoreo.

## X Estrategias, Control del Pastoreo y Conservación

### 1. Estrategias de Pastoreo

El desarrollo de la ganadería tanto en punas como en páramos estuvo signado en gran medida por estrategias pastorales que se basaron fundamentalmente en las características y adaptaciones de los animales al ambiente, en el tipo y distribución de la vegetación pastoreada, en la potencialidad de producir modificaciones en la calidad del forraje, y en la posibilidad de complementar la dieta de los animales con forrajes alternativos.

Los milenios de interacción de los camélidos con la vegetación en la puna permitió no solamente generar una respuesta en la estructura y composición de la vegetación (Baied y Wheller 1993) sino también adaptar los animales al consumo de pastos con altos contenidos de celulosa (San Martín y Bryant 1989, Genin *et al.* 1994) y generar un amplio espacio pastoral en ambientes con fuertes restricciones ecológicas para otros animales de pastoreo. En ambientes de páramo con corta historia de pastoreo y en lugares de puna o pastizales de altura con ganadería de animales traídos por la colonización española las limitaciones tanto para aprovechar eficientemente el forraje natural dominante y para transitar sobre fuertes pendientes constituyeron un obstáculo para las estrategias de pastoreo al reducir fuertemente el espacio pastoral disponible.

La heterogeneidad de los ambientes de puna y páramo brindó la posibilidad de desarrollar diferentes estrategias, que pueden ser identificadas en función de las modificaciones realizadas al ambiente y a las prácticas desarrolladas para adecuar el pastoreo a una determinada región (Figura 48).

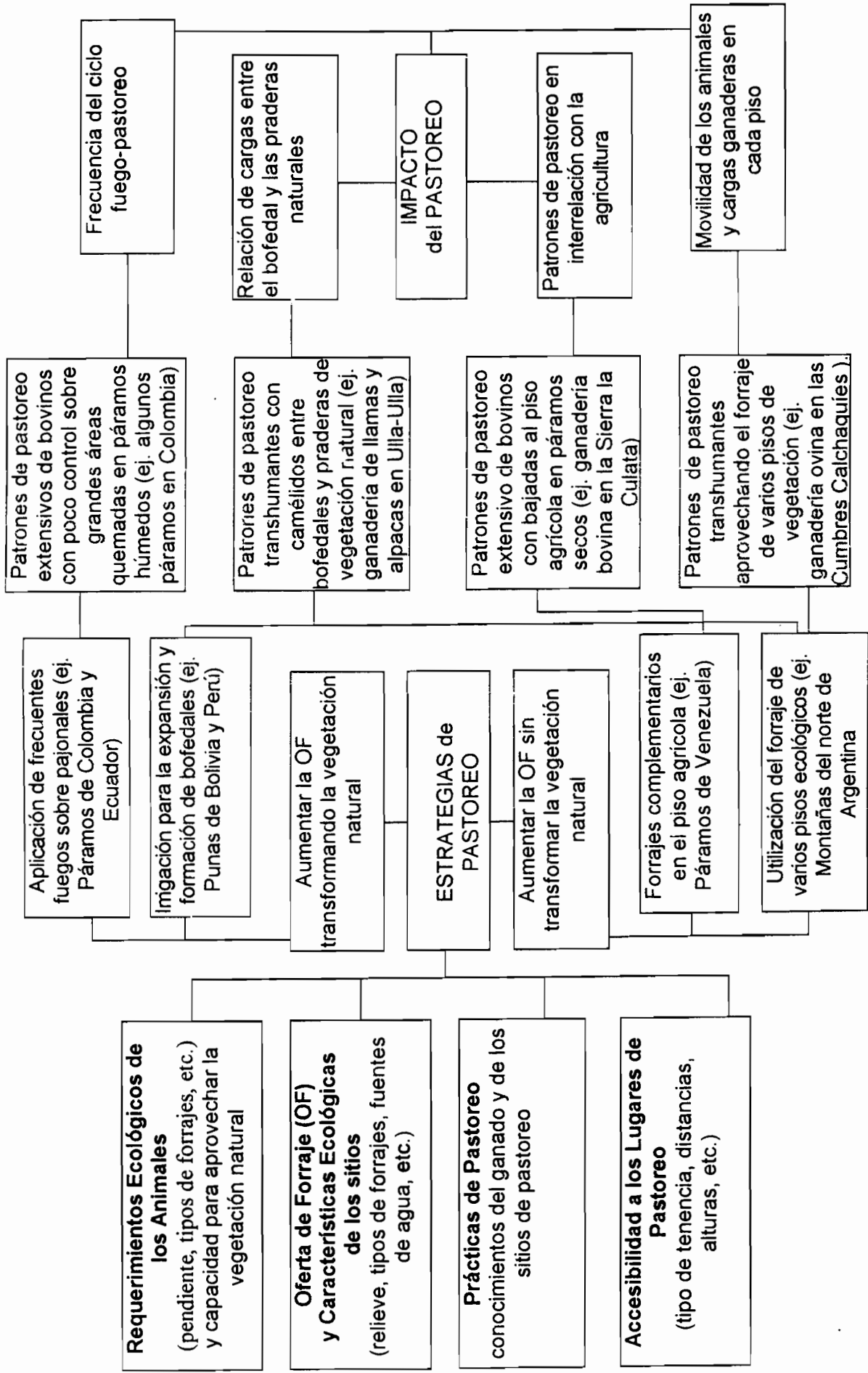
Entre las modificaciones sobre el ambiente se encuentran los cambios de la vegetación natural para aumentar la oferta de forraje, tales como la formación y expansión de extensos bofedales por medio de la irrigación (algunos sistemas puneños con camélidos) y la quema frecuente de extensos pajonales para transformarlos en

céspedes (sistemas de vacunos en páramos húmedos). Aumentar la oferta de forrajes o el espacio pastoral sin modificar la vegetación natural pudo ser realizada por medio de prácticas como complementar la dieta con alternativas forrajeras del piso agrícola (ganadería bovina de páramos secos) y utilizar varios pisos ecológicos en movimientos transhumantes que traten de complementar las ofertas forrajeras de cada sitio (ganadería ovina en pastizales de altura, de camélidos y mixta en punas).

Algunos sistemas de pastoreo combinaron varias estrategias, como el caso de los camélidos en punas de Ulla-Ulla, donde se articula la formación de extensos bofedales con la transhumancia entre pisos ecológicos. En este caso la presencia del bofedal irrigado favorece el aprovechamiento de pastos naturales cercanos durante la época húmeda. Por lo general, los sistemas puneños se caracterizan por utilizar la transhumancia entre pastos de estación húmeda en pisos más bajos y bofedales naturales en los más altos pisos ecológicos durante el invierno seco y frío. En la transhumancia de ovinos de los pastizales de altura del norte de Argentina algunas veces el uso de varios pisos ecológicos es complementado con quemas de los pajonales utilizados en la estación húmeda. De esta manera los pastos tiernos producto del rebrote pueden ser mejor aprovechados por ovinos y vacunos.

En los diferentes ambientes las limitaciones más importantes para el pastoreo fueron superadas en gran parte con consecuencias para la vegetación y los suelos, especialmente en los sistemas con poca historia de pastoreo o que manejan ganado introducido en zonas andinas por los europeos. El impacto generado dependió en gran medida de la frecuencia del ciclo fuego-pastoreo en los páramos húmedos, de la manera de generar grandes superficies irrigadas y articularlas con las pasturas naturales en las punas, de los patrones transhumantes que conecten pisos con ofertas de forrajes complementarias en los pastizales de altura, y del grado de interrelación entre la agricultura y ganadería en los páramos secos.

En la siguiente sección se detallan los movimientos de los animales y las prácticas desarrolladas en cada situación para adecuar el pastoreo al ambiente.



**Figura 48.** Patrones de pastoreo en función de las modificaciones sobre el ambiente, las prácticas desarrolladas y los principales factores de los que dependería el posible impacto en punas y páramos. Sólo se han utilizado como ejemplo los casos analizados en este trabajo

## 2. Manejo de los Animales

El manejo de los animales forma parte de los que se conoce como “tecnología del pastoreo” (Palacios Ríos 1988). Este manejo incluye arreglos en la composición, y el movimiento de los animales, tanto en los ciclos diarios como en los ciclos estacionales. La búsqueda de buenas pasturas, el cuidado de las condiciones climáticas y de los predadores, la reproducción, parición y el manejo de las crías forma también parte de la tecnología del pastoreo. El diseño de estrategias elaboradas en miles de años de interacción entre el hombre, su cultura, los animales y el ambiente han caracterizado a las punas de los Andes centrales. Aquí la fuerte estacionalidad del ambiente y de los recursos forrajeros disponibles influenciaron de una manera notable las estrategias desarrolladas. Los nuevos animales y contextos a partir de la colonización española significaron un fuerte desafío para las culturas pastoriles y agropastoriles que buscaron adaptarse a los nuevos elementos y circunstancias. Por otro lado, las estrategias desarrolladas en páramos de los Andes septentrionales significaron nuevas experiencias en un ambiente cuya vegetación en la mayoría de los casos nunca había recibido altos niveles de herbivoría. Adaptar el pastoreo a estos ambientes incluyó profundas transformaciones de la vegetación y vincular estrechamente las prácticas de pastoreo a la agricultura (Molinillo y Monasterio 2003).

### a. Camélidos en punas

La forma de transhumancia con camélidos que se establecen en Ulla-Ulla y Sajama es característica de los ambientes de puna de Bolivia y Perú (Palacios Ríos 1988). Se aprovechan los pastos naturales de faldas y serranías durante la estación húmeda (*Stipa*, *Festuca* o *Calamagrostis*), momento en que pueden fácilmente ser consumidos por el rebrote, y se evitan enfermedades parasitarias relacionadas a los bofedales en la estación húmeda. En estas residencias temporales se pasa la estación húmeda, para regresar a las residencias permanentes cercanas a los

bofedales donde pasan la estación más seca y donde los animales pueden encontrar forraje verde. La dirección de los movimientos que se establecen entre los sitios de pastoreo, los momentos en los que se realizan y la estadía en cada sitio varía de acuerdo a la disponibilidad de superficies de pastoreo en bofedales irrigados y a la composición de animales de cada hacienda.

Cuando no existe una disponibilidad tan grande de bofedales irrigados, las comunidades de pastores puneños deben depender de los bofedales naturales situados a grandes alturas en el piso altoandino y cercano a los límites nivales. A estas alturas es posible encontrar zonas de bofedales permanentemente húmedas, aunque de menor tamaño que los bofedales irrigados. En estos casos las formas de transhumancia sufren una inversión en el tiempo y la forma en la cual se realizan. Los sitios más bajos con praderas de pastos son aprovechados en la estación húmeda, aquí se encuentran las residencias principales para las familias de los pastores. Durante la estación seca se buscan los bofedales naturales a mayores alturas, cerca de los cuales se encuentran las residencias transitorias.

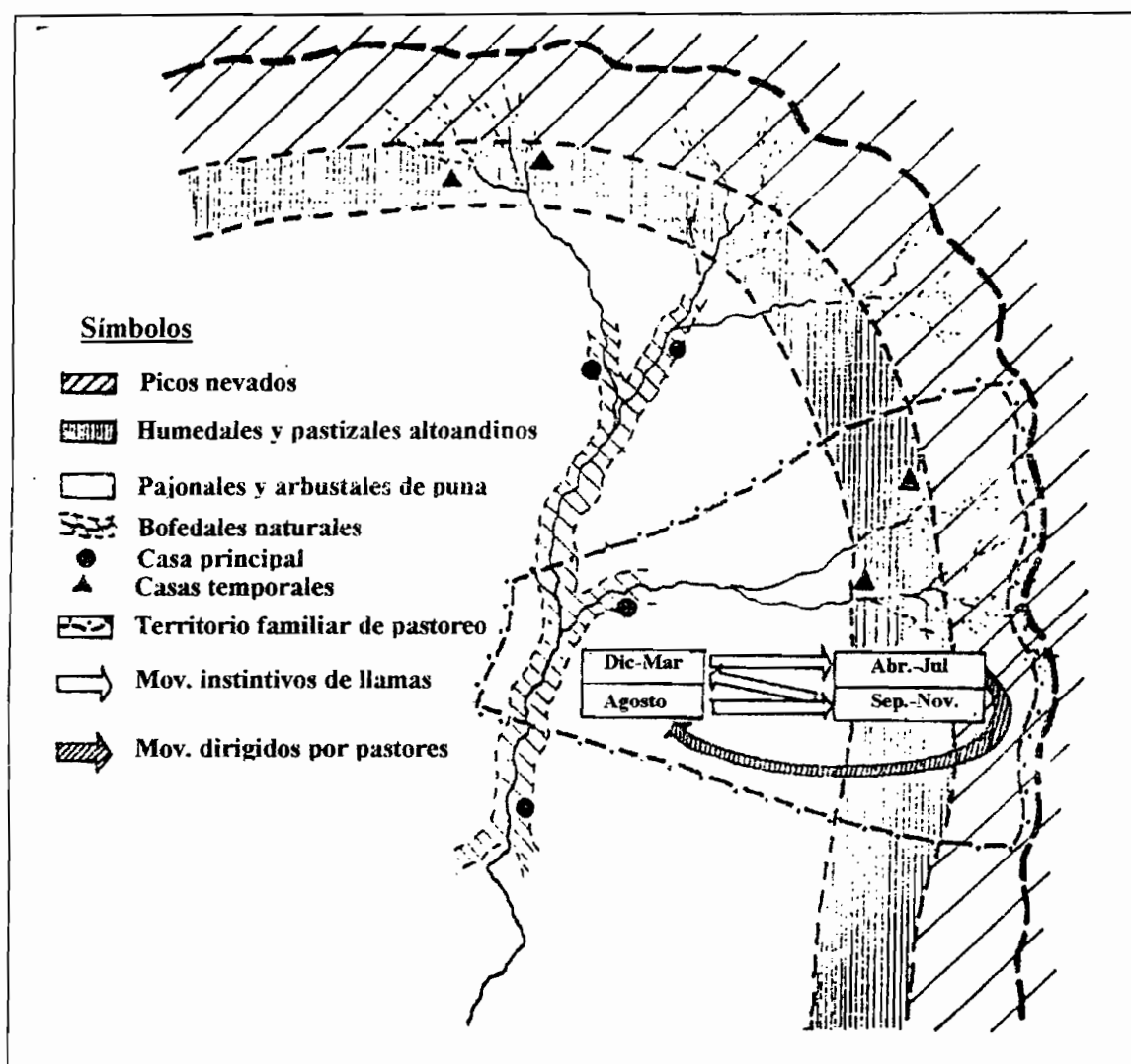
Este es el caso típico de pastores de llamas en punas del noroeste de Argentina y del norte de Chile (Figura 49), donde se buscan bofedales naturales en el piso subnival durante la estación seca (Sanz de Arechaga 1949, Rabey 1991, Gunderman 1988). Estos mismos patrones transhumantes pueden reproducirse en punas secas de Bolivia sin disponibilidad de bofedales irrigados. La ausencia de superficies permanentemente húmedas aumenta la movilidad estacional de la hacienda de camélidos y de ovinos.

En las punas del norte de Argentina merece una mención especial la zona de Laguna Pozuelos (Rabey *et al.* 1985), donde la transhumancia se realiza según la modalidad con llamas del altiplano boliviano y peruano (estación húmeda en las montañas y estación seca en bofedales de zonas bajas). Esta excepción en las punas del noroeste de Argentina se debe a que en las partes bajas las playas de la laguna

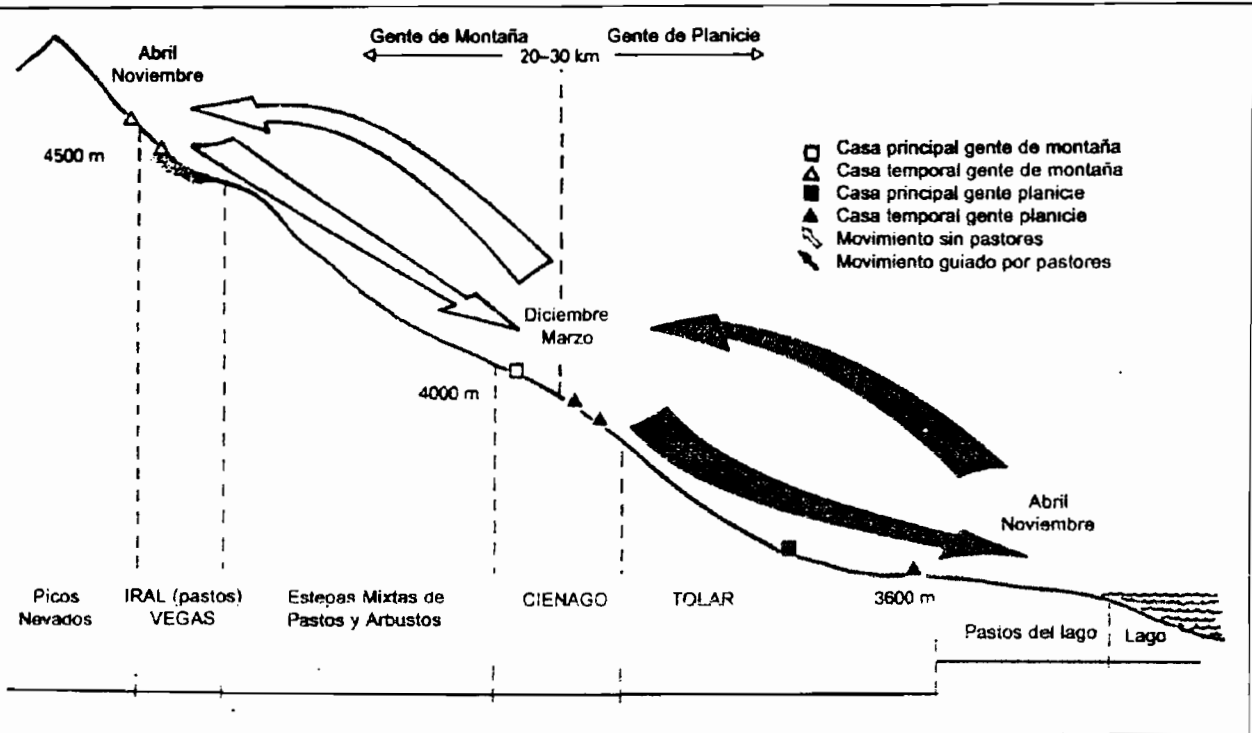
brindan recursos forrajeros durante la estación seca, de la misma manera que lo haría un bofedal. (Figura 50).

#### **b. Ganadería mixta y de ovinos en punas y pastizales de altura**

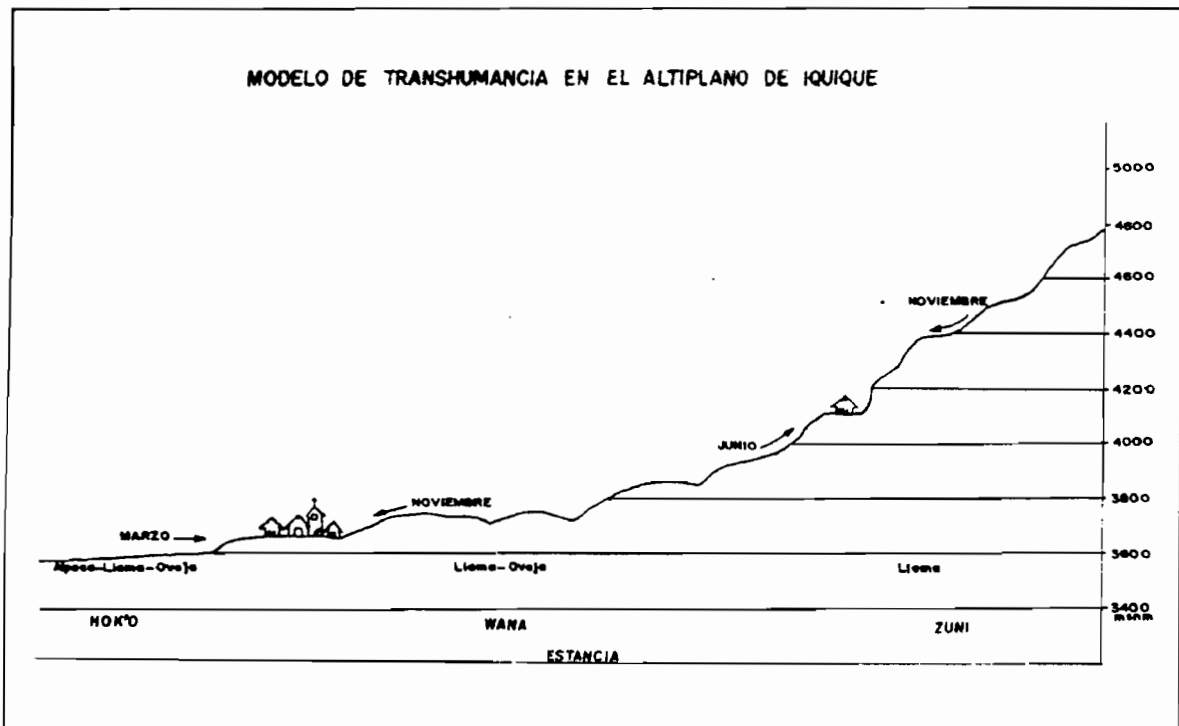
Cuando se manejan a la vez haciendas de camélidos y de ovinos, por lo general estos últimos mantienen patrones de movimientos diferentes con la finalidad de adaptarlos a condiciones menos rigurosas. Tal es el caso de los patrones transhumantes en las punas del norte de Chile (Gunderman 1988). Aquí las ovejas son trasladadas para aprovechar el forraje en los pisos de Hok'ó (bofedales de zonas hasta 3600 m) y Waña (zonas de puna con pastizales y arbustales hasta 3800 m aproximadamente), pero no pastan en el piso de Zuni (aitcandino por encima de 4000 m) donde se encuentran los bofedales naturales que normalmente son utilizados por las llamas durante la estación seca y fría. Las llamas pasan la estación húmeda entre Hok'ó y Waña, con patrones que varían regionalmente, pero invariablemente suben a Zuni al comienzo de la estación seca y se quedan hasta el comienzo de las lluvias, cuando el crecimiento de los pastos en bofedales y pastizales permite volver a aprovechar el Hok'ó y el Waña (Figura 51). Durante el período de estadía en Zuni las llamas pueden ser dejadas sin pastor ("botadas"), algo que nunca ocurre con las ovejas, pero que es común en las punas del norte de Chile (Gunderman 1988) y las del norte de Argentina (Rabey 1991).



**Figura 49.** El patrón transhumante característico de la puna de Argentina y Chile, y también de la puna boliviana cuando no se dispone de grandes superficies de bofedales irrigados. Este es el caso de pastores de llamas en el Norte de Argentina con el uso de bofedales naturales en el piso subnival durante la estación seca. Tomado con modificaciones de Rabey 1991.



**Figura 50.** Patrones transhumantes en punas del Noroeste de Argentina. En el caso de Laguna Pozuelos (Jujuy), la presencia del forraje que ofrece las playas y la misma laguna en la estación seca invierte los patrones transhumantes característicos de la puna de Argentina y Chile. Tomado con modificaciones de Rabey 1991.



**Figura 51.** El modelo transhumante característico de la puna del norte de Chile y Argentina, con el uso de los pastos altoandinos durante la estación seca no es seguido por la hacienda de ovejas, sino tan sólo por la hacienda de llamas. Tomado de Gunderman 1988.

En el caso de las punas de Turco en Bolivia (Llanque 1995) los diferentes patrones transhumantes que se establecen tienen como centro la casa principal situada en las cercanías de los bofedales temporales. Al comienzo de la época seca, los pastores con sus rebaños, especialmente llamas y ovinos, se distribuyen por las planicies de pastizales donde tienen residencias temporales. Desde estas residencias buscan zonas de pastos y van rotando según la disponibilidad de los buenos forrajes en cada lugar (Figura 52). Otros pastores utilizan las serranías para la estación seca, pero siguen el mismo patrón transhumante. En este caso tienen mayor posibilidad de encontrar bofedales naturales donde se establecen las alpacas, mientras las llamas y ovejas utilizan los pastos de laderas de manera rotativa (Figura 53).

El cambio de animales de pastoreo, como es el caso de los ovinos que en algunos lugares reemplazaron casi por completo a los camélidos, también puede conducir a cambios en los patrones de la transhumancia. El uso de bofedales naturales por encima de los 4000 m durante la estación seca y fría en la puna por lo general no se realiza con ovinos, debido a la menor resistencia a las bajas temperaturas que presentan estos animales comparados con las llamas.

El patrón transhumante de punas del noroeste de Argentina y de lugares de punas de Bolivia sin disponibilidad de bofedales irrigados puede ser invertido por completo cuando se maneja solamente ovinos. Incluso, pueden utilizarse pisos ecológicos más bajos, como el de bosques, con la finalidad de disminuir el estrés de los animales no adaptados a las condiciones ambientales de grandes alturas (Molinillo 1993). Este es el caso de la transhumancia con ovinos en las Cumbres Calchaquíes (noroeste de Argentina), donde las praderas de altura (3500 a 4000 m) se aprovechan durante la estación húmeda y el forraje de pastizales y céspedes del piso de bosques (2000 a 3000 m) se utilizan durante el frío y seco invierno (Figura 54).

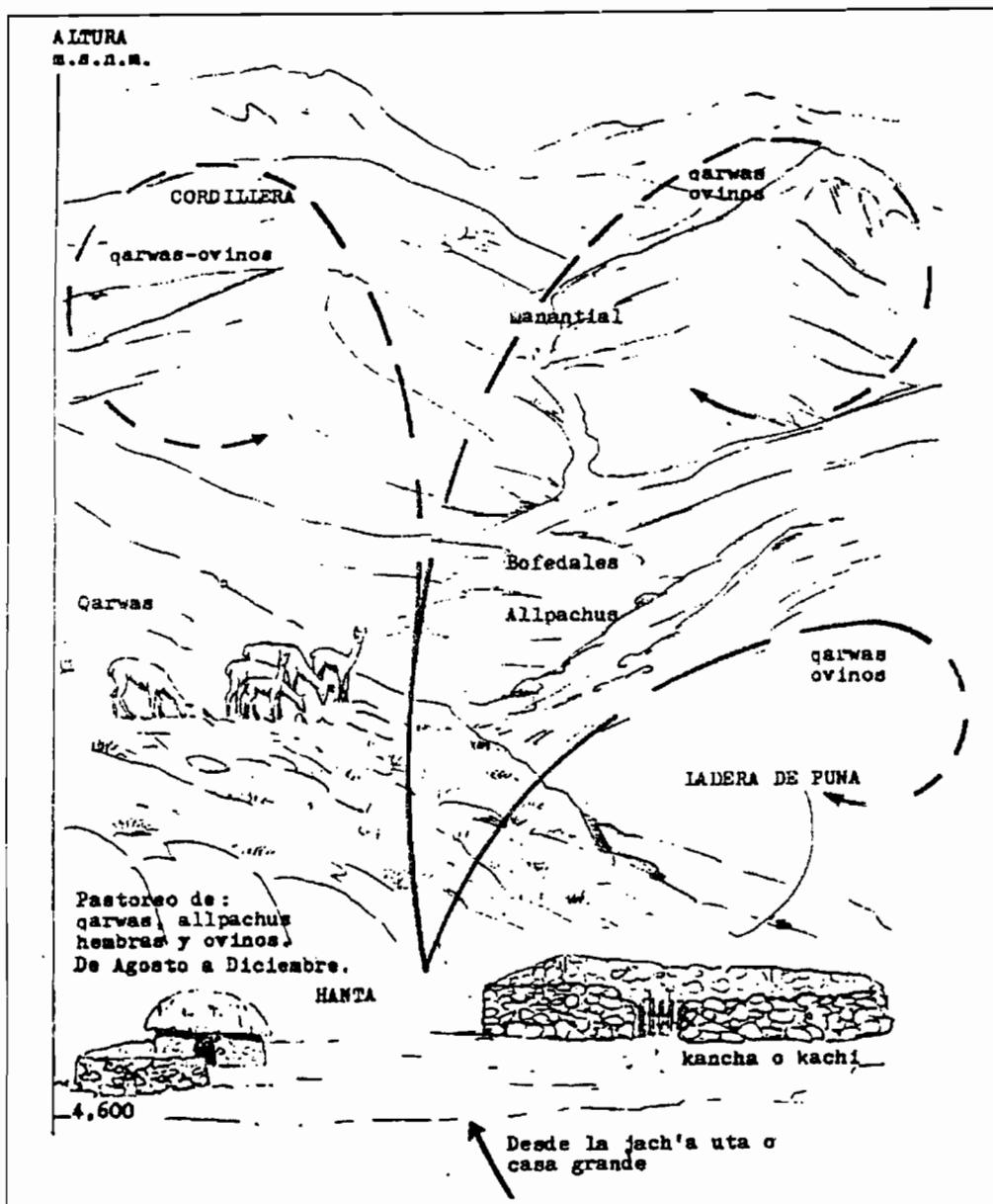
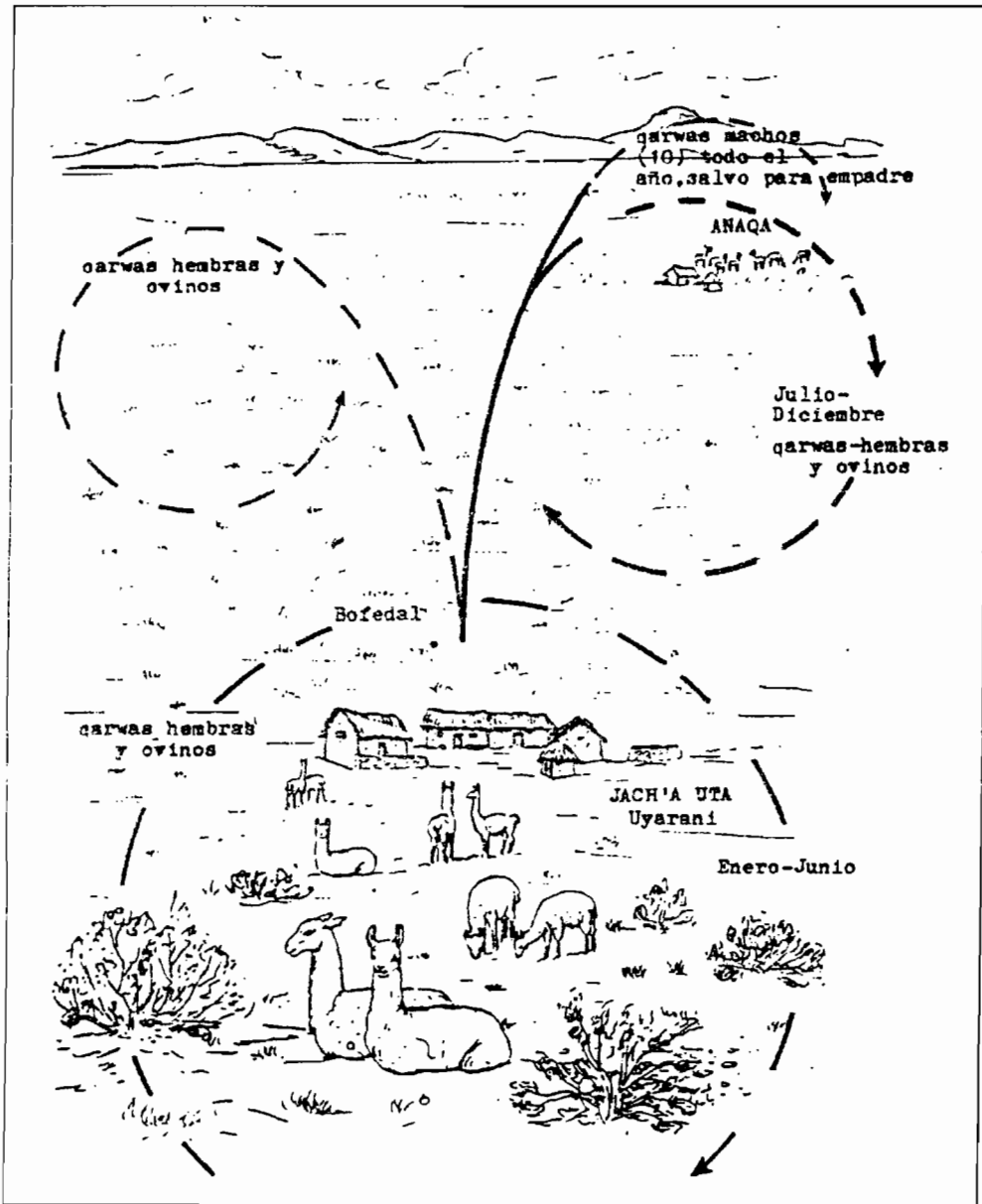
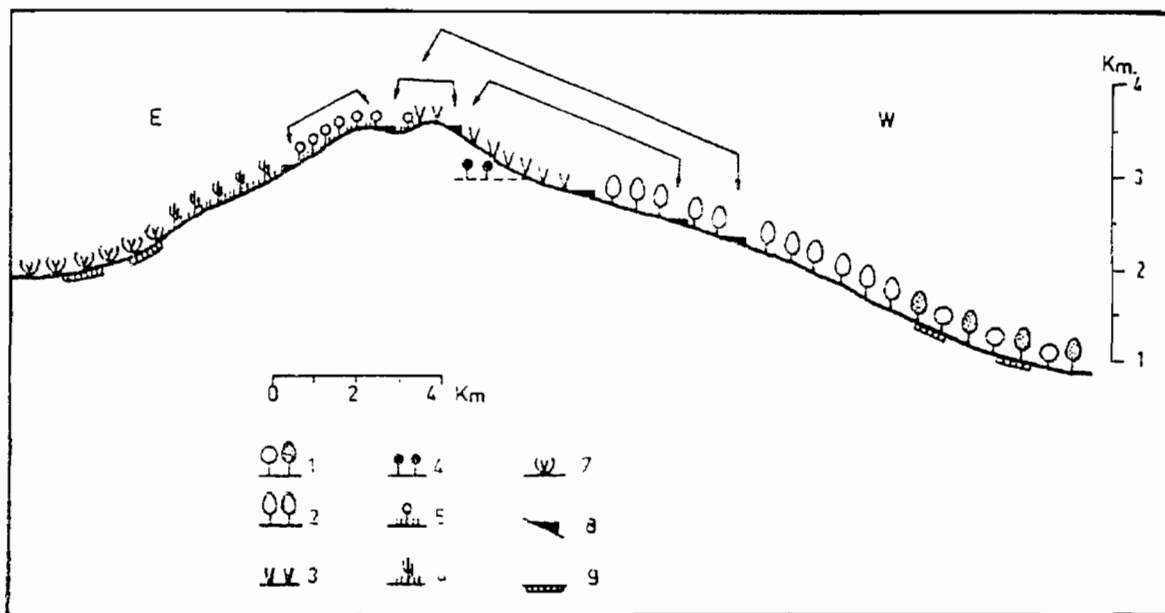


Figura 52. Patrones transhumantes en las serranías de las punas de Turco (Bolivia). Tomado de Llanque 1995.



**Figura 53.** Patrones transhumantes en las planicies de las punas de Turco (Bolivia). La ausencia de bofedales irrigados invierte los patrones característicos de las punas de Bolivia y Perú. Tomado de Llanque 1995.



**Figura 54.** Patrones transhumantes en punas del Noroeste de Argentina. En el caso de las Cumbres Calchaquíes (Tucumán-Salta), el manejo de ovinos y la presencia de forraje disponible en el piso de bosques de aliso (*Alnus*) durante la estación seca invierte los patrones transhumantes característicos de la puna de Argentina y Chile. Tomado de Molinillo 1993.

**Nota:** 1. Bosques Montanos bajos, 2. Bosques de aliso, 3. Pastizales de Altura, 4. Bosques de *Polylepis*, 5. Arbustal puneño, 6. Arbustal y cardonal de Prepuna, 7. Arbustal de Monte, 8. Asentamientos transhumantes, 9. Zona agrícola

### c. Ganadería bovina en páramos

A diferencia de las punas, los páramos no fueron lugares para el asentamiento permanente de la población. Las estrategias de pastoreo usaron las altas tierras de páramo a partir de asentamientos situados en el piso agrícola. Por lo general, el ganado era dejado en los sitios de pastoreo sin control alguno. Esta práctica se ha mantenido hasta la actualidad. Las distancias, en tiempo, a las zonas de pastoreo varían desde pocas horas hasta más de un día de camino, dependiendo de la accesibilidad y la tenencia de la tierra en los lugares de pastoreo. Estas circunstancias hacen que los animales sean controlados solo una o dos veces por mes.

Mientras en las punas se desarrollaron patrones de pastoreo con fuerte control por parte de pastores, en los páramos el aprovechamiento de las pasturas naturales alejadas de los asentamientos humanos significó el desarrollo de patrones de pastoreo libres, extensivos y con pocos controles. Estos patrones tuvieron una gran influencia sobre la selección de la vegetación que realizan los animales y el tipo de impacto sobre las formaciones vegetales. De aquí que los páramos más accesibles y más cercanos al piso agrícola fueran los más fuertemente impactados (Verweij 1995, Molinillo y Monasterio 2003).

### **Páramos secos:**

En páramos menos húmedos y más estacionales, la menor extensión de pajonales y el poco uso del fuego impidieron una modificación de la vegetación de la magnitud producida por el ciclo fuego-pastoreo en páramos húmedos (Molinillo y Monasterio 2003). La ganadería debió subsistir con una fuerte dependencia de los forrajes alternativos en el piso agrícola. El cultivo de especies forrajeras (principalmente cebada y avena), las parcelas en descanso, en barbechos o rastrojos (especialmente de trigo), y los pequeños espacios con vegetación natural en el piso agrícola, sirvieron como fuentes alternativas de forraje. El estrés por forraje condujo a dividir la hacienda ganadera entre los animales más utilizados (bueyes y toros de labores agrícolas y vacas lecheras), para los cuales se hace provisión de forraje suplementario, y el resto del ganado que debe subsistir la mayor parte del año de la vegetación natural de las tierras altas (Molinillo 1992).

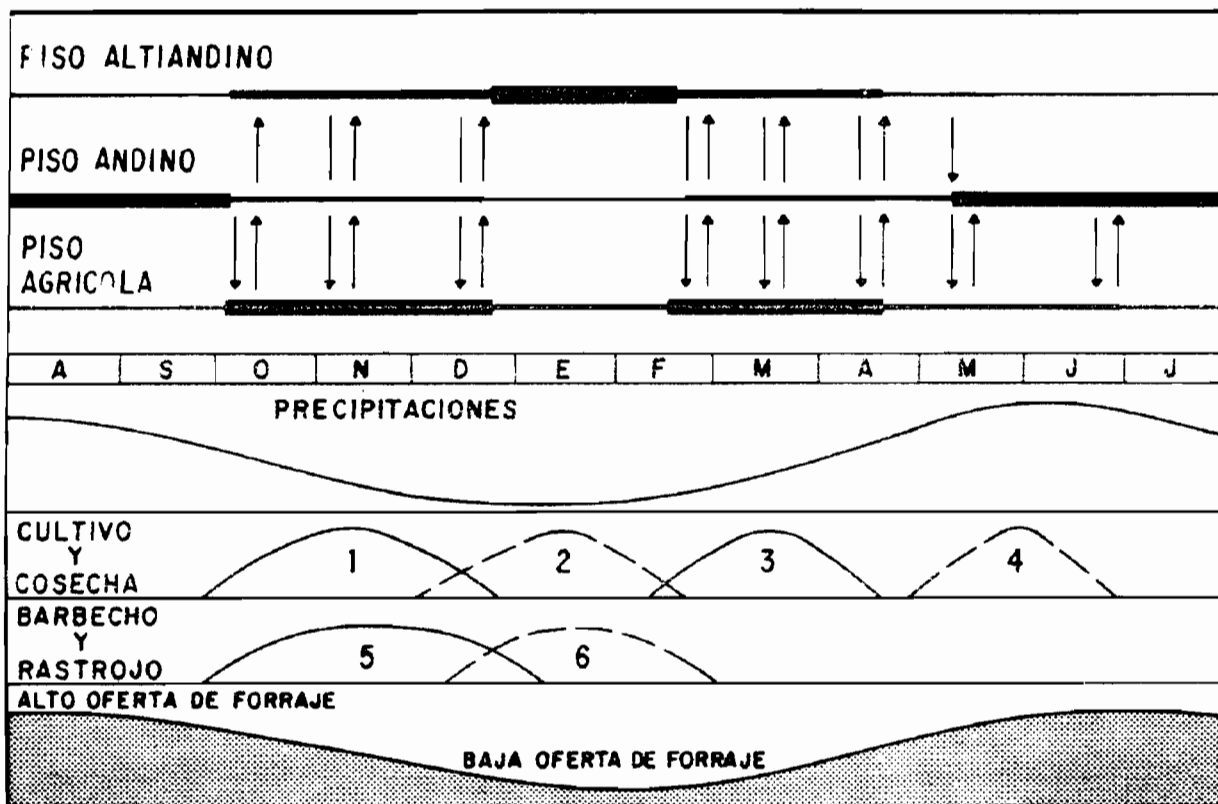
Basados en la escasa superficie forrajera de buena calidad en el piso andino y altiandino, se desarrolló un sistema de pastoreo con concentraciones en céspedes de fondos de valles glaciales (0,2 a 0,4 UA/ha), y con usos extensivos (0,1 a 0,05 UA/ha) sobre el estrato herbáceo forrajero de los arbustales y rosetales-arbustales de laderas (Molinillo y Monasterio 1997a). La utilización de los pastos naturales se intercaló con bajadas al piso agrícola para obtener aportes suplementarios varias veces al año.

De esta manera, se desarrolló en estos sistemas una estrecha interrelación agricultura-ganadería, cuya consecuencia inmediata fue que los patrones de pastoreo estuvieron fuertemente influidos por los ciclos de los cultivos y las actividades relacionadas con el calendario agrícola (Figura 55). Dos principales patrones fueron desarrollados en función de los cultivos realizados. Un antiguo patrón de pastoreo de los sistemas trigueros y un patrón más reciente basado en el cultivo de papa.

Durante el periodo de cultivo generalizado de trigo en la época colonial el ganado tenía su aporte suplementario de forraje en los restos de la cosecha y los rastrojos de las parcelas, justo en el momento de mayor déficit de forraje natural en las tierras altas. Los patrones de pastoreo presentaban arreglos espaciales y temporales para utilizar de manera más eficiente los diferentes pisos de vegetación. El pastoreo en las parcelas cosechadas permitía incorporar abono orgánico del estiércol de los animales, y cuando la parcela era puesta en descanso, después de varios años de siembra, los procesos sucesionales de recuperación eran fuertemente influenciados por la presencia de los animales. Este patrón representaba la forma más tradicional en que la ganadería, que acompañó al sistema cerealero hispánico, se adaptó a las condiciones ecológicas de los páramos secos (Monasterio 1980b). En la actualidad este patrón se presenta de manera relictual en algunos sectores aislados de la Cordillera de Mérida (De Robert y Monasterio 1993).

El patrón papero fue la manera en que el sistema de pastoreo se adecuó a los nuevos cultivos de papa y hortalizas que resultaron como consecuencia del aumento de la accesibilidad y la dependencia de la agricultura de los altos valles de la Cordillera de Mérida a los mercados regionales. La baja disponibilidad de forrajes alternativos en rastrojos y barbechos dejados por la papa, y en general las hortalizas; el uso más intenso y continuo de las parcelas agrícolas y la mayor expansión de la agricultura sobre las áreas de vegetación natural, que

caracterizan a los sistemas paderos mas recientes, condujo a una disminución del forraje alternativo en el piso agrícola y a una mayor utilización de la vegetación natural de las tierras altas (Monasterio y Molinillo 2003).



**Figura 55.** Movimientos verticales de los bovinos a través del año entre el piso agrícola y los pisos de páramos altos en El Banco (Cordillera de Mérida, Venezuela). Tomado con modificaciones de Molinillo y Monasterio 1997a.

**Nota:** 1. cosecha de papa, 2. cosecha de trigo, 3. cultivo de papa, 4. cultivo de trigo, 5. barbecho de papa, 6. rastrojo de trigo

### Páramos húmedos:

En páramos casi permanentemente húmedos y de gran nubosidad, con precipitaciones anuales por arriba de los 1000 mm y hasta 3000 mm o más, como la mayoría de los páramos de Colombia y Ecuador, el uso del fuego sobre los pajonales se transformó en una herramienta para mejorar la palatabilidad y accesibilidad del forraje (Grubb 1970, Williamson *et al.* 1986). Asimismo, el fuego

favoreció el establecimiento o la expansión de formas de vegetación que pudieron ser aprovechados directamente, como los céspedes, con forrajes más productivos y de mejor calidad bromatológica (Ramírez *et al.* 1996). Esta herramienta fue utilizada de la misma manera en algunos ambientes de puna, donde también la baja eficiencia de los animales europeos para digerir la vegetación dominante (San Martín y Bryant 1989, Genin *et al.* 1994) condujo a la modificación del forraje mediante el uso del fuego. En este aspecto, la estrategia fuego-pastoreo utilizada tanto en páramos húmedos como en algunas punas difirió en gran medida de la desarrollada en los páramos secos.

La quema de pajonales para el posterior pastoreo se volvió una práctica común en páramos húmedos, siendo actualmente la actividad directa que más superficie afecta. Aunque la práctica se remonta a tiempos preincaicos (con fines religiosos o de cacería) fueron los colonizadores españoles los que la generalizaron y la aplicaron sobre amplias extensiones para mejorar la accesibilidad del forraje para su ganado (Hofstede 2001). En la actualidad su frecuencia varía en páramos en Colombia desde varios eventos en una década hasta uno en 30 años o más. A pesar del efecto de aumentar a corto plazo la disponibilidad de forraje, altas frecuencias de fuego pueden provocar resultados inversos a los esperados en la oferta forrajera (Verweij 1995).

Aunque también se aplica fuego por otras causas no relacionadas directamente con la ganadería y en algunos casos, como en páramos de Ecuador (Laegaard 1992), ni siquiera se presentan patrones regulares de distribución espacial y temporal; por lo general el uso del fuego se relaciona a determinados tipos de pastizales, cantidad de biomasa disponible, frecuencia de pastoreo y grado de accesibilidad de la zona (Velázquez 1992, Verweij 1995). Así, los ciclos de fuego-pastoreo formaron parte importante de una estrategia característica para aprovechar los recursos forrajeros de las tierras altas en páramos de Colombia (Hofstede 1995, Verweij 1995) y Ecuador (Hess 1990, White y Maldonado 1991, Laegaard 1992).

Aquí, como práctica generalizada de pastoreo el ganado se deja libre y sin rotación en páramos cercanos a los asentamientos, y generalmente los animales terminan concentrándose alrededor de la hacienda, cerca de fuentes de agua, saladeros o áreas con forrajes accesibles producto de una quema. Por estas razones las cargas se elevan en sitios espacialmente limitados donde se produce sobrepastoreo. En páramos húmedos de Colombia las cargas ganaderas varían desde ligeras, con menos de 0,2 UA/ha, hasta pesadas, especialmente en zonas quemadas con más de 0,5 UA/ha (Hofstede 1995, Verweij 1995).

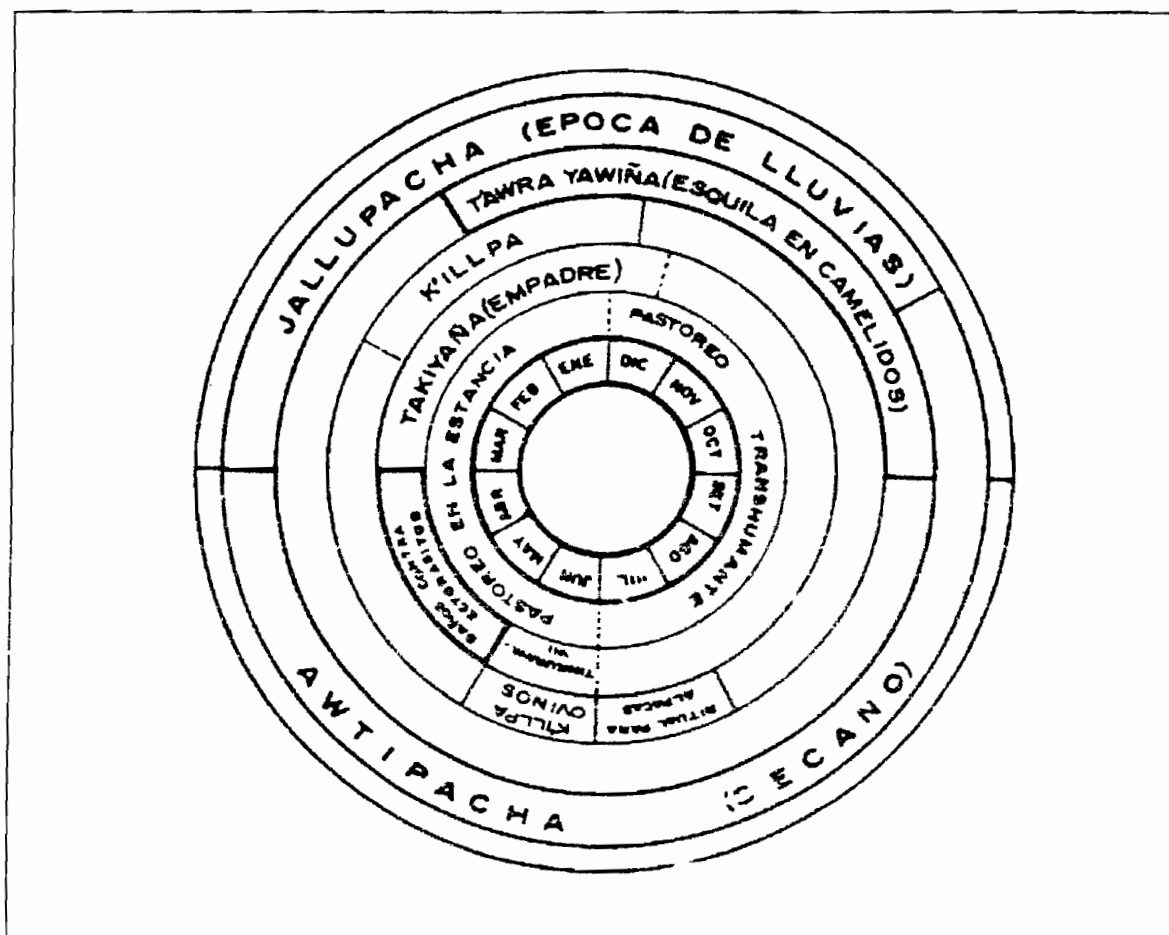
### **3. Otras Actividades Relacionadas al Manejo de los Animales**

La administración de los animales conlleva una serie de actividades de tipo técnico-práctico que se realizan, especialmente para los camélidos, de manera cíclica a lo largo del año ganadero y que están inmersas en un contexto simbólico-religioso (LLanque 1995). Esta ciclicidad es característica del manejo de camélidos en el ambiente puneño (Figura 56) y está eminentemente ligada a la fuerte estacionalidad del clima y de la disponibilidad de recursos, tanto en punas de Perú (Palacios Ríos 1988), como de Bolivia (LLanque 1995), Chile (Gunderman 1988), y Argentina (Molinillo 1988, Rabey y Merlino 1988).

La profunda interrelación que existe entre animales de pastoreo y pastores, característica de las altas Punas de los Andes Centrales, no sólo se traduce en prácticas que aseguran un eficiente uso del forraje, sino también en una rica variedad de creencias y prácticas simbólicas que evidencian la importancia de los animales domésticos dentro de la cultura (Flores-Ochoa 1977, 1988c, Merlino y Rabey 1983). Entre la mitología puneña se relata que llamas y alpacas no pertenecen al hombre, que no pueden conformar una propiedad del mismo porque provienen de un "mundo interior... subterráneo con connotación femenina" a donde pueden regresar si son descuidados por los hombres (Flores-Ochoa 1988d).

Como lo subraya Flores Ochoa (1988d) los hombres "poseen" los animales a título de préstamo por parte de divinidades, y el manejo de un rebaño supone por lo tanto que se respetan ciertos deberes y no sólo derechos de propiedad. Así, las culturas pastoras de los Andes Centrales, como otras culturas pastoriles, han llegado a una sobrevaloración del elemento animal (Spooner 1982), poniendo de manifiesto que el rebaño significa mucho más que los animales sobre los que se sustenta su economía. Sin embargo, esta sobrevaloración de los animales en los Andes Centrales no parece poner en peligro la percepción sobre los efectos del pastoreo en la vegetación, sino que la misma forma parte inseparable del componente animal, tal como es entendido dentro de la cosmología del lugar (Rabey y Merlino 1988).

Entre las principales actividades que se realizan a lo largo del año se encuentran: el empadre de camélidos, la marcación de los animales, la esquila de llamas, alpacas y ovinos, la parición y cuidado de las crías, y los cuidados de la salud del ganado. Estas actividades son mucho más sencillas en la ganadería de páramos. Los animales que pastorean de manera libre y extensiva son controlados una o dos veces al mes y bajados en el momento de la parición. La marcación de los animales por lo general no está relacionada a ningún ritual mágico-religioso y existen pocas creencias acerca de divinidades protectoras de los animales



**Figura 56.** Actividades cíclicas del manejo de los animales en las punas de Turco (Bolivia). Tomado de Llanque 1995

### a. El empadre o cruzamiento

Sólo se realiza con llamas y alpacas. Este es el momento en que machos y hembras se encuentran en un mismo lugar, pues a lo largo del año permanecen en sitios diferentes. Debido especialmente a los bajos niveles de cruzamiento natural de los camélidos y a la inclinación de los mercados por las fibras unicolores los pastores dirigen y seleccionan los animales que se deberán cruzar. A partir del cuarto año de vida los pastores consideran que los camélidos ya están aptos para la reproducción. El cruzamiento se produce a lo largo de tres meses en un período que va desde

noviembre a marzo. Se elige este período con la finalidad de que la parición se produzca durante la estación húmeda, momento en que se tiene la mayor disponibilidad de forraje natural.

El empadre consiste en amarrar las patas traseras de la hembra para que permanezca echada mientras se selecciona un macho fuerte, sano, con abundante lana del color deseado para que realice el cubrimiento. Si la hembra no queda preñada la tarea puede repetirse dos o tres veces hasta tener la seguridad de que fue fecundada. Esta práctica generalmente va acompañada de rituales y ofrendas.

#### **b. La marcación de los animales**

Se denomina K'illpa entre los aymaras bolivianos (LLanque 1995), marka entre los pastores peruanos (Palacios Ríos 1988), y señalada entre los pastores del noroeste de Argentina (Molinillo 1988). Esta práctica que se realiza generalmente junto con los carnavales se acompaña de una fiesta ceremonial y sirve para señalar la propiedad de los animales tanto a nivel familiar como individual. La señal identificatoria es realizada con cortes de piel en las orejas de llamas y alpacas, realizando diferentes tipos y combinaciones de cortes que indican la pertenencia de cada individuo de la familia. Durante esta práctica se realizan rituales de agradecimiento por los nuevos animales con que cuenta la hacienda. El ritual de la K'illpa o marka es una práctica destinada a los camélidos, pero en la cual también el ganado ovino ha sido incorporado, e incluso se realiza en ausencia de camélidos sobre ovinos y caprinos en las comunidades de pastores de la puna argentina (Molinillo 1988).

#### **c. La esquila de llamas, alpacas y ovinos**

Se realiza después que han pasado los fuertes fríos, generalmente hacia fines del año. Cada animal es esquilado cada dos años y se evita esquilar a hembras preñadas. Por lo general no son esquilados la totalidad de los animales adultos que componen la hacienda. La cantidad de animales esquilados varía con cada familia y

en general está en función de la cantidad de lana demandada por los comerciantes (LLanque 1995). En el caso de Ulla-Ulla y Sajama, la lana es llevada por compradores hasta las ciudades de La Paz y Oruro.

#### **d. La parición**

Aunque no es una actividad del mismo tipo que las anteriores, también involucra buena cantidad de tiempo, esfuerzo y mano de obra. Por lo general en Sajama las hembras paren cada dos años debido a la falta de forraje para hacerlo anualmente. La parición se produce entre los meses de noviembre y febrero y requieren de cuidados especiales. Durante las primeras semanas las crías son cuidadas para que no se extravíen, para que reciban la leche de las madres, para que no caigan al agua en los bofedales y para que no sean presa fácil de los predadores naturales (Palacios Ríos 1988).

#### **e. Sanidad animal**

Por último, la sanidad animal es otra de las actividades en las cuales los pastores destinan buena parte del tiempo. Por lo general las llamas y alpacas son afectadas principalmente por ectoparasitismo (piojos y sarna) y endoparasitismo (parásitos intestinales). Las crías especialmente son afectadas por diarreas con sangre cuando toman aguas estancadas en el bofedal durante la estación húmeda. Esta es una de las razones por la cual en esta época algunos sacan los rebaños hacia zona de pastizales verdes fuera de los bofedales. En general todas estas enfermedades son tratadas de manera casera mediante hierbas y otros productos animales.

#### 4. Control del Pastoreo y Conservación

El control del pastoreo en el sentido clásico involucra tanto el control de la intensidad del pastoreo como de los efectos negativos sobre la vegetación y los suelos por medio de prácticas que ponen límites al número o tipos de animales tanto en el tiempo como en el espacio (O'Connor 1978). En los frágiles ambientes altoandinos, desde los semiáridos y fuertemente estacionales de la puna hasta los casi permanentemente húmedos de los páramos, el tema del control del pastoreo se presenta como uno de los puntos más importantes tanto como mecanismo de conservación del forraje natural como de los ecosistemas en general. Esto es especialmente cierto en aquellos ambientes que no cuentan con largas historias de pastoreo, como los páramos en los Andes Septentrionales, y donde el desarrollo de la ganadería implica la desaparición de especies, cambios profundos en la estructura vegetal y la introducción y expansión de especies colonizadoras (Milchunas *et al.* 1988; Molinillo y Monasterio 2003).

Aunque se ha mencionado que una de las características de las culturas pastoriles es enfatizar en su sistema de valores lo preciado del componente animal de su sistema de vida, más que al suelo y a la vegetación (Spooner 1982), existen algunos casos y prácticas, especialmente en sistemas de pastoreo tradicional puneño, en los que se demuestra la importancia que la cultura ganadera brinda a los pastos de los que depende su hacienda y que involucran control del pastoreo. El cuidado, mantenimiento y expansión de los bofedales por medio de la irrigación en Ulla-Ulla y otras localidades de la puna peruana (Tapia y Flores Ochoa 1984) son también una muestra del énfasis brindado al componente vegetal de los sistemas de pastoreo.

A continuación se enumera y se describen brevemente los temas del manejo de pastos y animales que involucren directa o indirectamente control del pastoreo:

### **a. Movimientos de los animales entre ambientes**

Como ya fue descrito de manera detallada en los capítulos dedicados a los casos de estudio, la transhumancia con camélidos en la puna de Ulla-Ulla y de ovinos en las Cumbres Calchaquíes tienen profundas implicancias en el sentido del control del pastoreo. Las pasturas estacionales sólo son utilizadas en el periodo de crecimiento, y aunque se llegue en algunos casos a niveles que pueden superar la capacidad de carga de estos sitios, las cargas sólo son mantenidas por relativamente poco tiempo. La disminución de la carga sobre los bofedales en la puna y sobre céspedes del piso de bosques permiten la recuperación de la vegetación en el periodo húmedo. La tendencia hacia la disminución de los movimientos transhumantes significa la permanencia de altas cargas sobre zonas de vegetación cuya composición depende de la alternancia del pastoreo. El uso del piso agrícola y de los céspedes altiandinos de manera alternada por los vacunos en los páramos de la Sierra la Culata también implica, aunque de menor manera, periodos breves de descanso y recuperación para las zonas de pastoreo. La disminución de la oferta de forraje alternativo en el piso agrícola ha aumentado en los últimos tiempos la permanencia de los animales en los altos páramos y estaría relacionada a cambios en la composición de céspedes y ciénagas (Monasterio y Molinillo 2003).

### **b. Movimientos en un ambiente**

Las estrategias de rotación diaria de las rutas de pastoreo con ovinos, mencionadas especialmente para las Cumbres Calchaquíes (norte de Argentina) aunque básicamente forman parte de una práctica de aumentar la eficiencia en el uso del forraje, también evitan en lo posible de manera secundaria una excesiva concentración sobre los mejores forrajes de un sitio (Molinillo 1993). Los recorridos de los vacunos entre parches de céspedes en páramos de la Culata, aunque signifiquen un pastoreo detenido sobre fondos de valles, permiten el descanso de cada parche y la recuperación de las especies de pastos más apetecibles para los animales (Molinillo y Monasterio 1997a)

### **c. Mejoras de la calidad del forraje natural**

**c.1. Irrigación de pasturas:** una antigua y muy eficiente forma de mejorar y mantener la calidad del forraje ha sido la irrigación de los campos. Esta ha sido la manera en que en las punas numerosos bofedales naturales han sido ampliados y mantenidos para el pastoreo de camélidos. En Ulla-Ulla, y en general en el altiplano de Bolivia y Perú, las prácticas de canalización de agua e irrigación de bofedales se remontan a los tiempos prehispánicos. Esta modalidad ha permitido elevar la capacidad de carga de zonas semiáridas (en Ulla-Ulla las cargas pueden elevarse más de 5 veces sobre los valores de zonas no irrigadas) y mantener animales especialmente durante la estación seca, momento en el cual es muy difícil obtener forraje verde en los ambientes extremadamente estacionales de la puna. Esta práctica requiere de una fuerte organización comunitaria tanto para el riego como para el uso del bofedal. Aunque en las Cumbres Calchaquíes y páramos de la Sierra La Culata se aprovechan zonas de humedales en alta montaña, no es una práctica generalizada el mantenimiento y ampliación de estas zonas mediante la irrigación. Pocos campesinos en zonas de páramo usan el agua de riego agrícola para mantener sus pasturas para el ganado. La irrigación de pasturas es una de las prácticas más recomendables y más eficientes de control del pastoreo en montañas pues disminuye el impacto sobre áreas de baja capacidad de carga y brinda alimento en momentos de estrés forrajero (O'Connor 1978)

**c.2. Quema de pastizales:** aunque una práctica generalizada en las montañas andinas, está fuertemente relacionada con la búsqueda de aumentar la accesibilidad del forraje verde en sistemas con poca historia de pastoreo o con el manejo de animales introducidos por la colonización española. A pesar de que existen diversas razones para quemar, en las Cumbres Calchaquíes algunos fuegos están vinculados a la obtención a corto plazo de pasto verde fácilmente digerible para ovinos y vacunos (Molinillo 1988). En ambientes de páramo la práctica es aún más generalizada. En la Sierra la Culata la escasez de sitios con pajonales ha hecho que la quema de pastizales no forme parte de las prácticas de mejorar el forraje natural. Por el

contrario, en los páramos de Colombia y Ecuador el ciclo fuego-pastoreo es el principal factor disruptivo sobre la estructura y composición de la vegetación (Hess 1990, White y Maldonado 1991, Hofstede 1995, Verweij 1995). A largo plazo, la recurrencia del fuego ha sido relacionada con disminución de la oferta de forraje y caídas en la diversidad, e incluso en casos extremos con la degradación de vegetación y suelos (Verweij 1995).

#### **d. Otras alternativas forrajeras**

De las formas de control de pastoreo que no implican una disminución directa del número de animales la práctica más generalizada para los páramos de la Sierra la Culata es el cultivo de forraje y/o la oferta de forraje alternativo en el piso agrícola. Esta práctica varía desde el cultivo de forrajeras (pastos, avena, cebada, etc.) hasta la entrada de los animales en parcelas con rastrojos de cultivos (especialmente trigo) y parcelas en barbecho para aprovechar la vegetación secundaria en crecimiento. Por lo general la práctica se limita a los animales utilizados en las labores agrícolas y a las vacas lecheras. Sin embargo, la oferta de alternativas forrajeras en el piso agrícola ha tenido un papel fundamental en la disminución de las cargas ganaderas sobre los altos páramos en el momento de máximo estrés por forraje (Molinillo y Monasterio 1997b). La intensificación de la agricultura, la disminución de la agricultura con descanso, y la entrada del ajo en las últimas décadas estarían relacionados a una disminución de la oferta de forraje en el piso agrícola y una mayor permanencia de los animales en ambientes de páramo (Monasterio y Molinillo 2003).

#### **e. Exclusión y territorialidad en áreas de pastoreo**

En algunas zonas de la puna se ejerce una marcada territorialidad sobre los recursos forrajeros de los bofedales que pueden llevar a excluir porciones de territorio mediante alambre o muros de adobe o piedra . Por lo general, tal como ocurre en

Ulla-Ulla, Sajama y otras zonas de pastoreo altoandino, los sitios con alto valor forrajero como los bofedales pertenecen a familias de la comunidad y el ingreso de animales de otras comunidades no es irrestricto. Aunque no se llegan a realizar divisiones físicas las familias tienen libre acceso al forraje de ciertas porciones del bofedal. La territorialidad sobre los recursos forrajeros es común también en las Cumbres Calchaquíes, especialmente en los altos valles interandinos como el valle de Lara, donde cada familia o grupos de familia tienen espacios delimitados por donde realizan sus recorridos diarios con los animales (Molinillo 1988, 1993). Estas prácticas territoriales pueden ejercer un efectivo control de pastoreo, limitando el espacio y el recurso forrajero a una cantidad determinada de animales. De manera mucho más flexible los derechos de páramo en la Sierra la Culata tienen efectos similares. Aunque existe cierto control sobre el origen de los animales, no es tan efectivo para controlar su número (Molinillo y Monasterio 1997b). En los últimos años las organizaciones comunitarias han estado cercando zonas de humedales en páramos de la Cordillera de Mérida con la finalidad de excluir del pastoreo algunos sitios donde se origina y almacena el agua que es utilizada para el riego en la agricultura. Esta práctica puede resultar perjudicial para el resto de los humedales si no va acompañada de una disminución efectiva en el número de animales en los altos páramos.

#### **f. Control sobre el número de animales**

Un control directo para disminuir la carga ganadera sobre áreas que están siendo sobrepastoreadas parece estar restringido a las culturas con largas historias de pastoreo. Rabey y Merlino (1988) mencionan para la puna de Argentina la práctica de disminuir el número de llamas por medio de sacrificios para evitar sobrepastoreo y conservar el recurso del forraje natural. La economía de prestigio, los esfuerzos para el crecimiento de la hacienda por encima de un límite crítico, la ampliación de las familias y la repartición del ganado, entre otras, son factores que van en contra de una disminución de animales como control directo del pastoreo. Otros mecanismos

indirectos ya mencionados como la territorialidad y el mejoramiento de pasturas parecen ser más comunes en las zonas altoandinas como mecanismos de control del pastoreo y conservación de los recursos.

## **5. Presiones externas sobre el Pastoralismo Campesino e Indígena**

Una buena parte del impacto sobre las áreas de pastoreo se relacionan a los contextos en los que están inmersos actualmente los sistemas de pastoreo analizados. Los cambios de uso de la tierra en las áreas de pastoreo, los nuevos objetivos de conservación, la presión de los mercados por los productos de la ganadería, y la tenencia de la tierra son algunos de los temas en los que existen presiones sobre los sistemas de pastoreo andinos.

### **a. Cambios de uso de la tierra en los territorios de pastoreo**

La región de Ulla-Ulla constituye desde 1972 Reserva Nacional de Fauna (240.000 ha), cuya principal especie bajo resguardo es la vicuña (Nogales 1980). Desde entonces, la fuerte recuperación de las poblaciones de vicuñas ha estado siendo señalada por los aymaras de la región como la causa de la escasez de forraje para las llamas. Muy recientemente se ha permitido a los pobladores locales intervenir en el manejo del recurso y es posible que desde ahora las poblaciones de vicuñas puedan dejar de ser vistas en competencia por el forraje con la ganadería tradicional.

Las zonas de pastoreo por encima del piso agrícola en la Cumbres Calchaquíes constituyen desde los años '70 parte del proyectado Parque Nacional Aconquija (Domínguez *et al.* 1978). Los informes elaborados desde entonces no consideraban a las poblaciones de pastores y sus formas transhumantes de uso como parte integrante del sistema (Halloy *et al.* 1982). La figura de Parque Nacional no ha sido del todo positiva para las poblaciones que manejan animales de manera tradicional en los páramos de la Cordillera de Mérida. Desde 1952 (Parque Nacional Sierra

Nevada) y 1990 (Parque Nacional Sierra La Culata) las zonas de pastoreo extensivo en las partes más altas del páramo son protegidas bajo la figura de Parques Nacionales. Las clásicas políticas proteccionistas de estos parques plantean la eliminación de los animales de pastoreo a mediano y largo plazo (Inparques 1991). Pero desde un principio han significado un enfrentamiento directo con las economías agropastoriles campesinas y no han sido efectivas en la disminución de la presión de pastoreo (Molinillo y Monasterio 1997b) . Recientemente, nuevos objetivos como la conservación de las fuentes de agua para la agricultura han conducido a algunas organizaciones comunitarias a cercar numerosos humedales altoandinos. Esto ha significado en la práctica la restricción de las principales áreas de pastoreo en zonas de páramo y el aumento de la carga sobre los humedales de libre acceso.

#### **b. Expansión altitudinal de la agricultura**

Numerosos sistemas de pastoreo en ambientes de montaña son presionados a ocupar las tierras marginales a la agricultura, donde es menor la productividad y mayor la susceptibilidad erosiva de los suelos. En los páramos de la Sierra la Culata el avance altitudinal de la frontera agrícola, primero a través de la papa y recientemente por el ajo presionan a la ganadería hacia las zonas de páramo altiandino. Muchas de los humedales del piso agrícola y antiguos sitios de pastoreo han sido drenados y convertidos en tierras agrícolas con lo cual se ha disminuido la capacidad de carga de la zona agrícola y se ha aumentado el tiempo de permanencia de los animales sobre los más altos páramos.

#### **c. Mercados nacionales e internacionales para los productos de la ganadería**

El aumento de la accesibilidad de las regiones de montaña han significado el acceso a mercados regionales y nacionales para los productos derivados de la ganadería. En el caso de Ulla-Ulla la lana de alpaca ha llegado incluso a los mercados internacionales. La mayor parte de la fibra de alpaca (85%) y de oveja (63%) se

comercializa (Alzérreca 1992). La accesibilidad al mercado ha significado a través de los años un fuerte estímulo para la producción ganadera y estaría relacionado a la sobrecarga ganadera que experimentan las planicies y bofedales. Además de esto, la preferencia del mercado por lanas unicolores han conducido a que los pastores seleccionen durante la reproducción animales de la misma coloración con lo cual hasta el momento no se sabe con certeza las consecuencias que pueden estar teniendo este tipo de selección por color.

El aumento de la accesibilidad en los últimos años de los asentamientos humanos dedicados al pastoreo en las Cumbres Calchaquíes ha significado cierta salida comercial especialmente para queso, carne y productos en lana y cuero. Algunas familias han comenzado a dedicarse exclusivamente al comercio en asentamientos permanentes y han dejado los animales en manos de pastores que cuidan los animales con movimientos mucho más restringidos que los que realizaban en el pasado. Así también, las comunidades más accesibles en los páramos de la Sierra de la Culata han sido relacionadas con los mayores cambios en la agricultura hacia una intensificación y posiblemente hacia una mayor permanencia de los animales en los altos páramos.

#### **d. Tenencia de la tierra en las áreas de pastoreo**

Las extensiones de montaña por donde realizan transhumancia las poblaciones de las Cumbres Calchaquíes son en su mayor parte de propiedad privada y del Estado. Los pastores no son dueños de la tierra que por generaciones han utilizado y deben pagar por el uso de los pastizales según la cantidad de animales que posean en sus haciendas. En manos de unos pocos terratenientes se encuentra el futuro de las culturas pastoriles y la conservación de la biodiversidad de estas montañas. El aumento de la accesibilidad y los potenciales usos rentables de estas montañas (conservación, turismo, comercio de productos, etc.) pueden hacer cambiar rápidamente los usos de la tierra como ya ha sucedido en otros sitios en las Cumbres

Calchaquíes (tal como el turístico valle de Tafi) accesibles desde mediados del siglo XX (Molinillo 1988).

Por el contrario, las extensiones de páramo de la Sierra de la Culata, aunque existen algunos sectores con propiedad privada, se manejan todos como de propiedad comunal bajo la figura legal de derechos de páramo. La historia del uso de la tierra desde la colonización española confirma estas áreas altoandinas como tierras dedicadas al pastoreo. En las altas punas las más de 600 familias que forman el Ayllu de Ulla-Ulla (10 comunidades) poseen el título de propiedad comunal de sus tierras. Grupos de 4 a 10 familias relacionadas por parentesco se agrupan en estancias y utilizan en común los recursos naturales disponibles en un determinado territorio (Alzérreca 1992). Aquí, el crecimiento de las familias ha determinado la subdivisión del uso de la tierra y en gran medida la sobrecarga ganadera.

## **6. Tendencias de Cambio en los Sistemas de Pastoreo**

### **a. Pastoralismo tradicional de camélidos en Ulla-Ulla**

La región ha sido, a lo largo de la historia, un área de crianza de camélidos y después de la colonización española un sitio de producción de fibra de alpacas de alta calidad para el comercio nacional e internacional. A la histórica sobrecarga de animales se le suma el crecimiento de la población, la división de parcelas por herencia y matrimonio, y el aumento de la carga animal de las nuevas familias.

Desde fines de los años '70 y principios de los '80 numerosos investigadores ya advertían del estado de degradación de las praderas y de las evidencias de sobrepastoreo y realizaban ensayos de recuperación de forrajes en la región de Ulla-Ulla (Alzérreca *et al.* 1981). En la actualidad uno de los sitios más afectados son las planicies dominadas por *Stipa ichu*. Especie dominante como una evidencia de sobrepastoreo e impacto, a las que se suman algunas extensiones con *Astragalus* sp.

(indeseable por su toxicidad) y *Tetraglochin* sp. (indeseable por sus defensas mecánicas).

La disminución de la capacidad de carga en las planicies habría influido notablemente en el movimiento de llamas y alpacas. En numerosos casos llamas que pastoreaban tradicionalmente en las planicies durante la época húmeda permanecen junto a las alpacas en los bofedales, aumentando así la carga y el tiempo de permanencia sobre estas limitadas unidades. Durante la época seca los bofedales irrigados son los únicos que conservan forraje tierno de alta calidad y concentran la mayor parte de los animales de la región. A la sobrecarga debe sumarse el abandono de la irrigación de algunos sectores del bofedal que implica la regresión de la vegetación hacia formas estacionales y menos palatables.

El problema de la escasez del forraje y la disminución de la capacidad de carga, relacionados en parte al manejo del agua en el bofedal y al deterioro de las pasturas naturales de las planicies, ha sido percibido claramente por los pastores de las comunidades. Algunos han relacionado la disminución del forraje natural con el aumento de las poblaciones de vicuñas. Al ser la región de Ulla-Ulla la reserva más importante de vicuñas las poblaciones de la misma han experimentado una rápida recuperación, pero es recientemente que este recurso puede ser manejado directamente por los campesinos. Aunque la dieta de las vicuñas es ligeramente diferente a la de los camélidos domésticos (cita), la falta de forraje en la estación seca y la hasta hace poco falta de control del recurso vicuña por las comunidades han conducido a una actitud algo hostil hacia las poblaciones de este camélido silvestre. Los aymaras percibían a la vicuña como un elemento que presionaba sobre un sistema en delicado equilibrio.

En la actualidad existen algunos elementos que han puesto en peligro la sostenibilidad del sistema tradicional. Entre ellos: el deterioro de las pasturas naturales, especialmente en las planicies, la mayor concentración del pastoreo en el bofedal, el aumento excesivo de los animales por el crecimiento de las familias, y la disminución de la eficiencia en el manejo del agua para riego. En este contexto se deberá evaluar el beneficio y el

impacto sobre las poblaciones aymaras del manejo del recurso vicuña. Se vuelve necesario, antes que el sistema natural y cultural se deteriore aún más, medidas para la recuperación de las pasturas naturales, mejoras en la organización del manejo del agua, y un pleno manejo del recurso vicuña por las comunidades locales con el fin de controlar eficientemente las poblaciones y obtener recursos alternativos para disminuir la presión de pastoreo de llamas y alpacas.

#### **b. Trashumancia en las Cumbres Calchaquíes**

Una de las tendencias más fuertes de este sistema es la disminución de los movimientos transhumantes debidos en parte a la sedentarización de la población y a los aumentos de la accesibilidad por la construcción de caminos.

El aumento de la permanencia de animales sobre determinados sitios o la eliminación del uso de varios pisos ecológicos como sitios de pastoreo sin ir acompañados de medidas para la disminución del número de animales puede resultar en un verdadero colapso ecológico en ambientes caracterizados por sus fuertes pendientes y elevada torrencialidad y estacionalidad de las precipitaciones. En trabajos previos (Molinillo 1992, 1993) se ha mostrado como estos sistemas de pastoreo estarían implicados en la preparación de algunas laderas para que ocurran deslizamientos en años excepcionalmente húmedos y con fuerte concentración de las precipitaciones. La coincidencia de alta capacidad del pastoreo en los mismos sitios (laderas con céspedes) con alto impacto potencial ocasionados por la ganadería hace que el riesgo de degradación sea potencialmente mayor. Bajo estas circunstancias, la movilidad de los animales y la estacionalidad del pastoreo son factores que deben ser mantenidos para asegurar la sostenibilidad del sistema.

La habilitación reciente de la carretera que une las localidades de Hualinchay (vertiente oriental) con Yasyamayo (vertiente occidental), atravesando las Cumbres Calchaquíes por la cuenca del río Tacanas y el valle de Lara, ha posibilitado la accesibilidad a uno de las regiones de mayor pastoreo transhumante en las provincias de Tucumán y Salta

(Argentina). Muchas de estas tierras en zonas de montañas son de propiedad privada y fueron arrendadas para el pastoreo extensivo de poblaciones campesinas descendientes de indígenas dedicados al pastoreo de camélidos. Mientras en el pasado estas tierras no tenían mucho valor, sino para la crianza extensiva de ganado, en la actualidad el aumento de la accesibilidad puede significar nuevos potenciales usos (conservación, turismo, recreación, actividades deportivas, etc.) que pueden aumentar el valor de la tierra. Bajo esta perspectiva las formas tradicionales de pastoreo transhumante podrían estar amenazadas por los cambios de uso y la sedentarización con un pastoreo localizado podría ser entonces una alternativa muy cercana.

Dado que las actuales zonas donde se practica la transhumancia se caracterizan justamente por la marginalidad, bajo valor de las tierras, y muy poca accesibilidad, no sería raro esperar la disminución o abandono del pastoreo extensivo transhumante con el aumento del valor de las tierras por la nueva vialidad.

### **c. Agropastoralismo en la Sierra de la Culata**

En las últimas décadas la intensificación de la agricultura y la disminución del descanso ha estado relacionada a la caída de la capacidad de carga del piso agrícola. Numerosos humedales (ciénagas y céspedes que se inundan estacionalmente) por debajo de los 3700 m (límite altitudinal de la agricultura) fueron convertidos en zonas de cultivo y muchos animales que antes se movían entre el piso agrícola y las zonas altoandinas se han visto obligados a permanecer en los céspedes de altos páramos por la falta de forraje alternativos.

Las estrechas relaciones entre la movilidad de los animales y el calendario agrícola pueden pasar a formar parte de la historia si las tendencias de intensificación agrícola se profundizan. Sin embargo, más que la cantidad de animales de la ganadería bovina parece haber sido afectado el tiempo de permanencia en los altos páramos. La composición de los céspedes de alta diversidad y productividad, inducidos en gran medida por pastoreo, puede comenzar a ser cambiada por la dominancia de especies

colonizadoras de bajo valor forrajero si las cargas ganaderas pesadas son mantenidas a lo largo del año. La caída de la capacidad de carga, dada en gran parte por los humedales altoandinos, puede ser una consecuencia lógica de esta tendencia.

Además, una nueva valoración de las tierras altas, especialmente de las fuentes y reservorios de agua, está teniendo lugar en las comunidades agrícolas de páramo. El cercado de numerosos humedales y la exclusión del pastoreo ha acompañado esta nueva visión que trata de resguardar el agua que se utiliza en el riego agrícola. En la actualidad el mismo número de animales pasta más tiempo en superficies más reducidas acelerando el proceso de degradación de los humedales.

A esta situación debe sumarse un aumento considerable de la ganadería equina paralelo a un interés creciente en el ecoturismo en la Cordillera de Mérida. La realización de proyectos de turismo rural que involucran a los campesinos de páramo ha reafirmado la adquisición de animales de carga (caballos y mulas) que, a pesar de la capacitación para el cultivo de forrajes, siguen siendo mantenidos la mayor parte del tiempo en los humedales de los altos páramos.

Parece claro que en los páramos de la Cordillera de Mérida las tendencias a aumentar la carga de vacunos y equinos menos vinculados con los tiempos de la agricultura puede traer serias consecuencias sobre la vegetación altoandina. En este sentido, los intentos de conservación de las fuentes de agua para la agricultura deberán ser más integrales y considerar alternativas forrajeras en el piso agrícola. Así también, los proyectos de turismo rural y ecoturismo deberán condicionar la adquisición de nuevos animales de carga al funcionamiento efectivo de métodos para la alimentación fuera de los ecosistemas de páramo.

## 7. Alternativas hacia Sistemas de Pastoreo Sostenibles

Dado que las tendencias de cambio para los sistemas de pastoreo analizados son por lo general hacia la disminución o pérdida de la sostenibilidad algunas de las medidas que se recomiendan están fuertemente relacionadas con los problemas encontrados y son acompañadas de una breve descripción para cada caso en particular. Estas medidas deben estar insertas dentro de un programa integral que considere los aspectos socio-culturales de las poblaciones y su participación en la toma de decisiones sobre la dirección y selección de actividades para un uso sostenible de los recursos.

- a. **Mantenimiento de la movilidad de los animales:** los sistemas analizados se caracterizan en mayor o menor grado por una estacionalidad en el pastoreo y una permanente movilidad de los animales. En gran medida el bajo impacto sobre suelos y vegetación está relacionado a esta característica. Cualquier tipo de cambio de uso de la tierra en los lugares de pastoreo debe contemplar el mantenimiento del movimiento entre zonas de pastoreo, la disminución considerable de la carga ganadera o la búsqueda de alternativas forrajeras que compensen la disminución del espacio. Esto es especialmente cierto para los sistemas de pastoreo en Argentina y en Venezuela, donde los céspedes inducidos que soportan la mayor carga del sistema pueden ser fácilmente degradados con la pérdida de la movilidad del ganado.
  
- b. **Ampliación y mantenimiento de bofedales:** buena parte de los sistemas de pastoreo transhumante con camélidos en punas se basan en la presencia de bofedales naturales o irrigados. El deterioro por sobrecarga o por falta de mantenimiento de los canales, como en el caso de Ulla-Ulla puede conducir al colapso del sistema de pastoreo y de las sociedades que dependen de ellos. Para contrarrestar el crecimiento poblacional y la división del uso de las tierras, por la herencia es necesario ampliar las superficies de bofedales y crear

mejores condiciones en la organización comunitaria para el mantenimiento de los bofedales existentes.

- c. **Producción y conservación de forraje:** el sistema de ganadería bovina en los páramos secos de la Sierra de la Culata necesita de manera urgente prácticas generalizadas para la producción y conservación de forraje. La ONG Programa Andes Tropicales realizó en el pasado cursos de capacitación para los productores que incluían la elaboración de bloques nutricionales, cultivo de forrajeras para la conservación de suelos, procesos de henificación y producción de forraje hidropónico. Algunas de estas prácticas se siguen realizando por pocos productores pero no han sido generalizadas a nivel de las comunidades. Las organizaciones de los Comités de Riego que actualmente excluyen humedales en los altos páramos deberían difundir estas y otras prácticas para proteger las fuentes de las aguas e intentar contrarrestar las consecuencias que la intensificación agrícola está teniendo sobre la ganadería y los ecosistemas altoandinos.
- d. **Aprovechamiento y mejora de los céspedes inducidos:** las zonas localizadas de alto valor forrajero y producto de la interacción de los animales con el espacio de pastoreo en páramos secos de la Culata y pastizales de altura de las Cumbres Calchaquíes deberían ser aprovechados, mejorados y ampliados mediante abono, irrigación e incluso implantación de forrajeras nativas. Estos sitios constituyen áreas de alta capacidad de carga con gran resistencia al pastoreo que pueden permitir disminuir la presión sobre otros lugares. Una red de céspedes inducidos y mejorados en rutas de los animales podrían significar la exclusión de áreas altoandinas más frágiles como sitios de pastoreo. En estos casos siempre será necesario mantener la movilidad del ganado y las cargas dentro de los límites de la capacidad de cada sitio.
- e. **Programación y planificación de las rutas de pastoreo:** una vez generados una red de sitios con alta capacidad para el pastoreo dentro de lugares

compatibles con la conservación será posible planificar las rutas de pastoreo y programar variaciones y alternativas a través del tiempo que permitan la recuperación de la vegetación en los sitios y el mantenimiento de una alta calidad forrajera. De esta manera es posible evitar sitios con alta susceptibilidad erosiva, de fácil degradación o que quiera ser conservado por alguna particularidad. Siempre será necesario la presencia de pastores que puedan guiar el movimiento de los animales, tal como se hace en las punas de Bolivia con camélidos y en los pastizales de altura de Argentina con ovejas.

- f. **Mejora genética de los animales:** el aprovechamiento de las cualidades del ganado ovino criollo para el pastoreo en los páramos de la Culata combinados con una mejor producción es posible por medio de la mejora genética del plantel. No sería ilógico pensar que esto podría redundar en la disminución del número de animales, que pueden ser más beneficiosos y permanecer más cerca del piso agrícola.
- g. **Disminución de la presión sobre las áreas más frágiles:** teniendo en cuenta los puntos anteriores será posible disminuir la presión de pastoreo sobre la vegetación altiandina en los páramos de la Cuiata (páramo desértico y desierto periglacial) y en las Cumbres Calchaquíes (piso por encima de los pastizales de altura). Vegetación caracterizada por sus endemismos y adaptaciones únicas.
- h. **Complementos económicos con otras alternativas no agropecuarias:** las alternativas para la ganadería y el pastoreo pueden ser complementadas con actividades como el turismo rural y el ecoturismo donde sea posible. Tal es el caso de algunas comunidades agropastoriles de los páramos de la Cordillera de Mérida que reciben una entrada económica complementaria por dedicarse, especialmente en la temporada baja de sus actividades agrícolas, a diversas actividades relacionadas con el turismo rural (hospedaje, guiatura, venta de artesanías, etc.). Estas actividades han mostrado en la práctica una estrecha

relación con la conservación de las áreas protegidas (Lesenfants y Molinillo 2002). Pero la adquisición de animales de carga que generalmente se promueve debe ir acompañada de estrictas medidas para la producción de alternativas forrajeras para el mantenimiento de los nuevos animales.

- i. **Pago por servicios ambientales:** los sistemas analizados tienen en común, además de las características ya tratadas, que utilizan los recursos en las zonas donde se encuentran las fuentes de agua que son utilizadas en los pisos más bajos por los asentamientos humanos para el consumo, el desarrollo agrícola e industrial. En algunos lugares ya se han diseñado métodos que permiten pagar compensaciones a las poblaciones locales agropastoriles por las prácticas de conservación que desarrollan para el mantenimiento del servicio de agua.
  
- j. **Nuevas figuras de conservación compatibles con un manejo sostenible:** los sistemas analizados también se encuentran dentro de áreas bajo diferentes figuras de protección que han sido establecidas muy posteriormente al uso de la tierra tradicional y generalmente sin la consulta a la población local. Los contextos creados no han sido positivos en todos los casos analizados para el uso local y tampoco han cumplido plenamente los objetivos de conservación. Nuevas figuras que compatibilicen el uso sostenible con la permanencia de los servicios ambientales y la biodiversidad permitirán crear mejores contextos para la población local. La figura de Reserva de Biosfera planteada para los páramos de la Cordillera de Mérida (Monasterio y Molinillo 2001) intenta redireccionar los clásicos planteamientos de conservación para resolver los problemas de uso de la tierra con la participación de las comunidades campesinas.

## XI Conclusiones

La comparación de prácticas de pastoreo en sistemas ganaderos con diferente antigüedad, historia, y tipos de animales ha mostrado la utilización de técnicas más elaboradas y mayor dedicación al cuidado de los animales y del forraje en los sistemas tradicionales más antiguos que manejan camélidos domesticados. Aquí, las prácticas, rituales y manejos se aúnan para conformar estrategias pastorales adaptadas a las características ecológicas tanto de los animales como de los sitios utilizados. La formación de extensos bofedales irrigados en medios relativamente áridos, el aprovechamiento de forrajes complementarios por medio de movimientos transhumantes horizontales de elevada flexibilidad, la división del trabajo y de las manadas, la ciclicidad de las prácticas y de los rituales que aseguran la permanencia de una organización comunitaria y familiar para el trabajo pastoril son algunos de los elementos más sobresalientes de una cultura con miles de años de experiencia en el desarrollo ganadero en ambientes de puna.

Los sistemas ganaderos con ovinos en las montañas de Argentina todavía conservan, aunque en mucha menor medida que los púnenos con camélidos, prácticas y conocimientos para un adecuado manejo de los animales y de los recursos pastorales. Los patrones transhumantes verticales deben adaptarse a los nuevos animales, especialmente a sus limitaciones de aprovechar eficientemente la vegetación dominante de pastizales que ofrecen un forraje muy estacional y de regular calidad. Las prácticas de dispersión diaria, sus variaciones espaciales y temporales, y las eventuales quemas de pastizales tratan de sacar el mayor provecho de los recursos forrajeros disponibles para el desarrollo de la ganadería.

El sistema de ganadería extensiva de bajo control en los páramos de Venezuela responde no solamente a una escasa disponibilidad de prácticas en el sistema de pastoreo sino al propósito mayormente agrícola de estas comunidades. Aunque el ganado constituye una parte importante de la economía campesina, su cuidado y

formas de pastoreo están principalmente en función de su utilidad para la agricultura. En este sentido el sistema ha desarrollado una importante complementariedad entre las ofertas de forrajera natural de las altas tierras y las disponibles en las diversas fuentes del piso agrícola. Algunas tendencias hacia un manejo más dedicado de la ganadería (aumento de control en las tierras altas, asentamientos temporales para los pastores, aumento de espacio para cultivos forrajeros, irrigación de céspedes, entre otros) podrían estar marcando una línea que aprovecha la experiencia de cientos de años de pastoreo y las adecuaciones de un ganado bovino criollo seleccionado en estos ambientes de páramo.

La introducción de vacunos en páramos sin historia de pastoreo de grandes manadas de herbívoros, como en Venezuela o el pastoreo con nuevos animales (ovinos que reemplazaron llamas) en montañas de Argentina está relacionada a la presencia de reducidos espacios pastorales comparado con el sistema de pastoreo tradicional de camélidos en la puna, especialmente de llamas. Los más bajos valores encontrados en el sistema de alpacas se corresponden con el pastoreo de animales con dieta más especializada y condiciones ambientales más exigentes.

Los reducidos espacios pastorales en los casos de Argentina y Venezuela se relacionan a cambios en la estructura y composición de la vegetación dominante (generalmente de pajonales a céspedes). Esto se produce en gran medida por la concentración de los animales sobre pocos sitios óptimos. Aquí, la composición vegetal responde casi exclusivamente a la carga ganadera y a la disponibilidad de agua. Estas zonas donde el pastoreo ha inducido la formación de céspedes se caracterizan por especies buenas forrajeras que resisten cargas moderadas pero que necesitan exclusión temporal del ganado y disponibilidad de agua para recuperarse. Las estrategias de pastoreo desarrolladas han favorecido la permanencia de estos céspedes que son fundamentales para el desarrollo ganadero, pero dentro de un equilibrio que puede ser quebrado por el aumento de las cargas o de las frecuencias de los eventos de pastoreo. En estos casos las tendencias sucesionales muestran la

entrada de especies colonizadoras nativas y exóticas y la disminución de la oferta forrajera.

La magnitud del impacto del pastoreo con animales introducidos habría dependido en buena parte de los patrones espaciales desarrollados, los cuales estuvieron controlados por la distribución espacial y temporal del forraje natural y por la capacidad de aprovechar la vegetación dominante. Las dificultades encontradas por los animales para acceder y consumir eficientemente la vegetación dominante significaron un fuerte obstáculo para la ganadería introducida y redujeron las áreas potenciales de pastoreo en estos ambientes.

El impacto generado por el pastoreo en los tres sistemas es neutralizado en parte por prácticas que tienden directa o indirectamente a un control del pastoreo ya sea mediante la ampliación y mantenimiento de sitios óptimos con la tecnología de irrigación (bofedales del altiplano de Ulla-Ulla en Bolivia), por la dispersión de los animales dentro de un mismo ambiente y entre pisos ecológicos (Cumbres Calchaquíes en Argentina), o por la disminución de los animales en las partes más altas durante los periodos críticos cuando se provén aportes forrajeros extras (Sierra de la Culata en Venezuela). A pesar de las diferencias en cuanto a la antigüedad y elaboración de prácticas de pastoreo, en los tres sistemas se han detectado tendencias hacia la degradación de las pasturas por sobrecargas ganaderas. Al respecto se brindan recomendaciones específicas para cada región, pero que tienen en común el mantenimiento de la movilidad de los animales, la ampliación y conservación de sitios óptimos para el pastoreo (bofedales y céspedes inducidos), la planificación de rutas de pastoreo para evitar áreas frágiles o para recuperar zonas degradadas, y los complementos económicos por actividades no pecuarias (turismo rural, biocomercio, etc.) o por el pago de servicios ambientales que se benefician de las prácticas de conservación implementadas en los sistemas de pastoreo.

## Bibliografía Citada

- ALZÉRRECA, A. H. 1992. Producción y Utilización de los Pastizales de la Zona Andina de Bolivia. REPAAN-IBTA. La Paz, Bolivia.
- ALZÉRRECA, A. H., CORDERO, R., LARA, R., y V. RIBERO. 1981. Ensayo de recuperación de praderas naturales para camélidos en Ulla-Ulla, Bolivia. Informe de Investigaciones Agropecuarias. Serie Estudios Especializados. Instituto Nacional de Fomento Lanero. La Paz. Pp. 35-50
- ANDRADE, C. y M. BELLO. 1992. Caracterización de la Ganadería Extensiva Comunal en el Area de Páramo del Parque Nacional Sierra Nevada. Tesis de Grado. Escuela de Geografía, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes, Mérida.
- ARROYO, M. T., SQUEO, F. A., ARMESTO, J. y C. VILLAGRÁN. 1988. Effects of aridity on plant diversity in the northern chilean Andes: results of a natural experiment. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 55-78
- AUSTIN, M. P. 1977. Use of ordination and other multivariate descriptive methods to study succession. *Vegetatio* 35(3):165-175
- BAIED, C., y J. WHEELER. 1993. Evolution of high andean ecosystems: environment, climate, and culture change over the last 12,000 years in the Central Andes. *Mountain Research and Development* 13: 145-156.
- BAKER, P. T. y LITTLE, M. A. 1976. *Man in the Andes. A Multidisciplinary Study of High-Altitude Quechua*. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. Pennsylvania. 482 pp.
- BANNISTER, P. 1966. The use of subjective estimates of cover-abundance as the basis for ordination. *Journal of Ecology* 54(3): 665-674.
- BÁRCENA, E. 1988. Composición botánica de la dieta al pastoreo de las alpacas (*Lama pacos*) en dos épocas diferentes del año. Pp. 39-46, *in* Informe de Investigaciones Agropecuarias. Serie Estudios Especializados. Instituto Nacional de Fomento Lanero, La Paz.
- BARREDO, J. I. 1996. *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio*. RAMA Editorial. Madrid
- BILLING, W. D. 1979. High Mountain Ecosystem: Evolution, Structure, Operation and Maintenance. Pp. 97-125, *in* P. J. Webber (ed.): *High Altitude Geoecology*. AAAS Symposium 12. Westview Press, Boulder, Colorado.

- BRASHER, S. y PERKINS, D.F. 1978. The grazing intensity and productivity of sheep in the grassland ecosystem. Pp. 354-374, *in* O. W. Heal y D.F. Perkins (eds): Production Ecology of British Moors and Montane Grasslands. Springer Verlag, Berlín.
- BROWMAN, D.L. 1974. Pastoral nomadism in the Andes. *Current Anthropology* 15(2): 188-196.
- BRUSH, S. B. 1976. Man's Use of Andean Ecosystem. *Human Ecology* 4: 147-166.
- BRUSH, S. B. 1984. El ambiente natural y humano de los Andes Centrales. *In* P. T. Baker (ed) Informe sobre los conocimientos actuales de los ecosistemas andinos. Vol. 2, UNESCO, Montevideo.
- CABRERA, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería II. Editorial Acme, Buenos Aires.
- CARO, D. 1985. Those who divide us: resistence and change among pastoral ayllus in Ulla-Ulla, Bolivia. University Microfilms International. Ann Arbor, Michigan, USA.
- CENDRERO, A. 1982. Técnicas e instrumentos de análisis para la evaluación, planificación y gestión del medio ambiente. CIFCA. Serie Opiniones N° 6.
- CRAWLEY, M. J. 1983. Herbivory. The Dynamics of Animal-Plant Interactions. Blackwell Scientific Publications.
- DE ROBERT, P. 1993. Prácticas Campesinas en el Páramo de Apure: Fundamentos Ecológicos, Económicos y Sociales de un Sistema de Producción Andino (Cordillera de Mérida, Venezuela). Tesis Doctoral. Facultad de ciencias, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- DE ROBERT, P., y M. MONASTERIO. 1993. Prácticas agrícolas campesinas en el Páramo de Apure, Sierra Nevada de Mérida, Venezuela. Pp. 37-54, *in* M. Rabey (ed.): El Uso de los Recursos Naturales en Montañas: Tradición y Transformación. Unesco-Orcyt, Montevideo.
- DOLLFUS, O. 1981. El reto del espacio andino. Instituto de Estudios Peruanos, Lima.
- DOMÍNGUEZ, E., TERÁN, E. y S. HALLOY. 1978. Informe sobre el estado actual del proyectado Parque Nacional de Anconquija. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina.
- DUFFEY, E., MORRIS, M. G., SHEAIL, J., WARD, L. K., WELLS, D. A. y C. E. WELLS. 1974. Grassland Ecology and Wildlife Management. Chapman and Hall, London.
- EASTMAN, R. J., JIN, W., KYEM, P. y J. TOLEDANO. 1995. Raster Procedures for Multi-Criteria/Multi-Objective Decisions. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. 61(5): 539-537.

ENGEL, F. A. 1976. *An Ancient World Preserved: Relics and Records of Prehistory in the Andes*. Crown Publishers, New York.

ESCOBAR, G. y C. BEALL. 1984. Formas contemporáneas de la migración en los Andes Centrales. Pp. 93-121, *in* P. T. Baker (ed.): *Informe sobre los Conocimientos Actuales de los Ecosistemas Andinos*. Vol. 2: Población Humana e Interacciones con la Biosfera en los Andes Centrales. ROSTLAC, Montevideo.

FLORES OCHOA, J. O. 1977. *Pastores de Puna*. Instituto de Estudios Peruanos. Lima.

FLORES OCHOA, J. O. 1979. Desarrollo de las culturas humanas en las altas montañas tropicales. (estrategias adaptativas). Pp. 225-234, *in* M. L. Salgado-Labouriau (ed.): *El Medio Ambiente Páramo*. Ediciones Centro de Estudios Avanzados, Caracas.

FLORES OCHOA, J. O. 1988a. Cambios en la Puna. Pp. 273-293, *in* J. Flores Ochoa (ed.): *Llamichos y paqocheros. Pastores de Llamas y Alpacas*. Centro de Estudios Andinos, Cuzco.

FLORES OCHOA, J. O. 1988b. Distorsiones en el uso del ecosistema de la puna y los programas de cooperación técnica. Pp. 255-271, *in* J. Flores Ochoa (ed.): *Llamichos y paqocheros. Pastores de Llamas y Alpacas*. Centro de Estudios Andinos, Cuzco.

FLORES OCHOA, J. O. 1988c. *Llamichos y Paqocheros. Pastores de Llamas y Alpacas*. Centro de Estudios Andinos, Cuzco.

FLORES OCHOA, J.O. 1988d. Mitos y canciones ceremoniales en comunidades de Puna. Pp. 237-251, *in* J. Flores Ochoa (ed.): *Llamichos y Paqocheros. Pastores de Llamas y Alpacas*. Centro de Estudios Andinos, Cuzco.

GARCÍA-GONZÁLEZ, R., HIDALGO, R. y C. MONTSERRAT. 1990. Patterns of livestock use in time and space in the summer ranges of the western Pyrenees: a case study in the Aragon Valley. *Mountain Research and Development* 10: 241-255.

GENIN, D., VILLCA, Z. y P. ABASTO. 1994. Diet selection and utilization by llama and sheep in a high altitude-arid rangeland of Bolivia. *Journal of Range Management* 47(3): 245-248.

GÓMEZ MOLINA E. y A. V. LITTLE. 1984. Geoecología de los Andes. Las Ciencias Naturales como base para la planificación de las investigaciones. Pp. 75-81, *in* M.A. Little (ed.) *Informe sobre los Conocimientos Actuales de los Ecosistemas Andinos*. Vol. 1: Una Visión General de la Región Andina. ROSTLAC, Montevideo.

GÓMEZ OREA, D. 1992. *Evaluación de Impacto Ambiental*. Editorial Agrícola Española, Madrid

- GRAU, A. 1985. La expansión del aliso del cerro (*Alnus acuminata* H.B.K. subsp. *acuminata*) en el Noroeste de Argentina. *Lilloa* 36(2): 237-247.
- GRUBB, P.J. 1970. The impact of man on the Cerro Antisana, Ecuador. *Journal of Applied Ecology* 7: 7-8
- GUILLET, D. 1984. Toward a cultural ecology of mountains: the central Andes and the Himalaya compared. *Mountain Research and Development* 6(3): 206-222.
- GUNDERMAN, H. 1988. Ganadería Aymara, ecología y forraje. Pp. 101-112, in J. Flores Ochoa (ed.): *Llamichos y Paqocheros*. Centro de Estudios Andinos, Cuzco.
- HALLOY, S. 1983. Climatología y Edafología de Alta Montaña en Relación con la Composición y Adaptación de las Comunidades Bióticas (con especial referencia a las Cumbres Calchaquíes, Tucumán). Univ. Microfilm International, publ. 85-0967. Ann Arbor, Michigan.
- HALLOY, S., GRAU, A. y J. GONZÁLEZ. 1982. Proyecto de Parque Nacional Anconquija. Informe N° 3. Secretaria de Turismo y Asociación de Amigos de la Ecología. Tucumán, Argentina.
- HARPER, J.H. 1969. The role of predation in vegetational diversity. Pp. 48-62. in G. M. Woodwell y H. H. Smith (eds.) *Diversity and Stability in Ecological Systems*. Brookhaven Natl. Lab.
- HEADY, H. F. 1964. Palatability of herbage and animal preference. *Journal of Range Management* 17: 76-82.
- HESS, C.G. 1990. "Moving up - moving down": agropastoral land use patterns in Ecuadorian Paramos. *Mountain Research and Development* 10(4): 333-342.
- HOFSTEDE, R. 1995. Effects of Burning and Grazing on a Colombian Paramo Ecosystem. Wotro, ICG. The Netherlands
- HOFSTEDE, R. 2001. El impacto de las actividades humanas sobre el páramo. Pp. 161-185, in P. Mena-Vásquez, G. Medina y R. Hofstede (eds.): *Los Páramos de Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas*. Editorial Abya Yala, Quito.
- HOLECHECK, J. L., VAVRA M. y R. D. PIEPER. 1982. Botanical composition determination of range herbivore diets: a review. *Journal of Range Management* 35: 309-315.
- HUBER, B. 1994. Pastoralisme et territoire. Modélisation des pratiques d'utilisation. *Cahiers Agricultures* 3: 9-22.

INPARQUES. 1991. Anteproyecto del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del Parque Nacional Sierra Nevada. Documento de Trabajo del Taller de Consulta Pública, Mérida.

IVES, J. D. 1979. Applied High Altitude Geocology: Can the Scientist Assist in the Preservation of the Mountains?. Pp. 9-45, *in* P. J. Webber (ed): High Altitude Geocology. AAAS Symposium 12. Westview Press, Boulder, Colorado.

KENT, J. 1988. El sur más antiguo: revisión de la domesticación de camélidos andinos Pp.23-36, *in* J. Flores Ochoa (ed): Llamichos y Paqocheros. Pastores de Llamas y Alpacas. Centro de Estudios Andinos, Cuzco.

KRUEGER, W. S.1972. Evaluating animal forage preference. *Journal of Range Management* 25: 471-475.

LAEGAARD, S. 1902. Influence of fire in the grass páramo vegetation of Ecuador. Pp. 151-170, *in* H. Baisiev y J. L. Luteyn (eds.): Paramo. An Andean Ecosystem under Human Influence. Academic Press.

LA FUENTE, A., VELASCO, A. y H. ALZÉRRECA. 1988. Evaluación de la productividad de campos nativos de pastoreo en Ulla-Ulla. Pp.56-66, I Reunión Nacional en Praderas Nativas de Bolivia. Programa de Autodesarrollo Campesino, La Paz.

LASANTA-MARTÍNEZ, T. y M. MOLINILLO. 1995. L'aprofitament dels recursos animals. *Biosfera (Els humans en els àmbits ecològics del món)*. Vol 9: Tundra e insularitat. 2 parte: Domini de l'alta muntanya. Barcelona.

LESENFANTS, Y. y M. MOLINILLO. 2002. La práctica del desarrollo rural en los Andes tropicales de Venezuela. Pp. 139-174, *in* J. Sancho Comins (ed.) *Desarrollo Rural. De los Fundamentos a la Aplicación*. International Thomson Editores Spain Paraninfo, Madrid.

LITTLE, M. A. 1984. Poblaciones humanas de los Andes. Las Ciencias humanas como base para la planificación de las investigaciones. Pp.83-129, *in* P. T. Baker (ed.) *Informe sobre los Conocimientos Actuales de los Ecosistemas Andinos*. Vol 1: Una Visión General de la Región Andina. ROSTLAC. Montevideo, Uruguay..

LLANQUE, A. 1995. Manejo tradicional de la uywa en la sociedad pastoril aymara de Turco. Pp. 93-116, *in* D. Genin, H. J. Picht, R. Lizarazu y T. Rodríguez (eds.) *Waira Pampa. Un Sistema Pastoril Camélidos-Ovinos del Altiplano Arido Boliviano*. ORSTOM/BTA. La Paz.

MACK, R. N. y J. N. THOMPSON. 1982. Evolution in steppe with few large, hooved mammals. *American Naturalist* 119: 757-773.

MASIAS MARROU, I. 1963. Pastos Naturales en las Punas Sur del Callejón de Huaylas. Universidad Agraria La Molina, Perú.

- MCGREEVY, T. 1991. Prehispanic pastoralism in northern Peru. Pp. 231-239, in J. Clutton-Brock (ed): *The Walking Larder. Patterns of Domestication, Pastoralism and Predation*. London.
- MCNAUGHTON, S. J. 1979. Grazing as an optimization process: grass-ungulate relationships in the Serengeti. *American Naturalist* 113: 691-703.
- MCNAUGHTON, S. J. 1986. Grazing lawns: on domesticated and wild grazers. *American Naturalist* 128: 937-939
- MERLINO, R. J. y M. A. RABEY. 1979. El ciclo agrario-ritual en la puna Argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 12: 47-70.
- MERLINO, R. J. y M. A. RABEY. 1983. Pastores del altiplano andino meridional: religiosidad, territorio y equilibrio ecológico. *Allpanchis* 21: 149-171.
- MILCHUNAS, P. G., SALA, O. E. y W. K. LAUENROTH. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *American Naturalist* 132: 87-106.
- MILLONES, J. O. 1982. Patterns of land use and associated environmental problems of the Central Andes: an integrated summary. *Mountain Research and Development* 2(1): 49-61.
- MOLINILLO, M. 1988. Aportes a la Ecología Antropológica de las Cumbres Calchaquíes: Usos de los Recursos Naturales en el Valle de Lara. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina.
- MOLINILLO, M. 1990. Uso de los Recursos Naturales y su Impacto en Ecosistemas de Montaña de la Cuenca del río Tacanas. Tucumán, Argentina. Informe Final al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Tucumán, Argentina.
- MOLINILLO, M. 1992. Pastoreo en Ecosistemas de Páramo: Estrategias Culturales e Impacto sobre la Vegetación en la Cordillera de Mérida, Venezuela. Tesis de Maestría. Universidad de Los Andes, Mérida.
- MOLINILLO, M. 1993. Is traditional pastoralism the cause of erosive processes in mountain environments? The case of Cumbres Calchaquies in Argentina. *Mountain Research and Development* 13(2): 189-202.
- MOLINILLO M. y E. GUIDO. 1989. Estudio Integral del Paisaje para la Planificación del Uso del Suelo en una Cuenca de Montaña (Cumbres Calchaquíes, Tucumán). XIV Reunión Argentina de Ecología. Jujuy, Argentina.
- MOLINILLO M. y M. MONASTERIO. 1997a. Pastoralism in paramo environment: practices, forage and vegetation impact in the Cordillera of Merida, Venezuela. *Mountain, Research and Development* 17(3): 197-211.

MOLINILLO M. y M. MONASTERIO. 1997b. Pastoreo y conservación en áreas protegidas de páramo de la Cordillera de Mérida, Venezuela. Pp. 93-109, *in* M. Liberman y C. Baied (eds.): Desarrollo Sostenible en Ecosistemas de Montaña: Manejo de Areas Frágiles en los Andes. Universidad Naciones Unidas (UNU), Instituto de Ecología. La Paz, Bolivia.

MOLINILLO M. y M. MONASTERIO. 2003. Patrones de Vegetación y pastoreo en ambientes de páramo. *Ecotropicos* 15(1): 17-32.

MONASTERIO, M. 1980a. Los páramos andinos como región natural. Características biogeográficas generales y afinidades con otras regiones andinas. Pp.15-27, *in* M. Monasterio (ed.): Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos. Editorial de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

MONASTERIO, M. 1980b. Poblamiento humano y uso de la tierra en los altos Andes de Venezuela. Las formaciones vegetales de los páramos de Venezuela. Pp.170-198, *in* M. Monasterio (ed.): Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos. Editorial de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

MONASTERIO, M. 1980c. Las formaciones vegetales de los páramos de Venezuela. Pp.93-158, *in* M. Monasterio (ed.): Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos. Editorial de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

MONASTERIO, M. 1998. Sucesión, regeneración y estabilidad de ecosistemas y agroecosistemas de páramo. Taller "Ecosistemas Montanos Neotropicales". Universidad Nacional Autónoma de México, México.

MONASTERIO M. y S. REYES. 1980. Diversidad ambiental y variación de la vegetación en los páramos de los Andes venezolanos. Pp. 47-91, *in* M. Monasterio (ed.): Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos. Editorial de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

MONASTERIO, M., y F. VUILLEUMIER. 1986. Introduction: high tropical mountain biota of the world. Pp.3-7, *in* F. Vuilleumier y M. Monasterio (eds.): High Altitude Tropical Biogeography. Oxford University Press, New York.

MONASTERIO, M. y M. CELECIA. 1991. El norte de los Andes Tropicales. Sistemas naturales y agrarios en la Cordillera de Mérida. *Ambiente* 68: 2-6

MONASTERIO, M. y M. MOLINILLO. 2001. Propuesta de Reserva de Biósfera. "Los Páramos de Mérida". Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

MONASTERIO, M. y M. MOLINILLO. 2003. Desarrollo agrícola y conservación de la biodiversidad en los páramos de los Andes de Mérida, Venezuela. II Simposio de la Global Mountain Biodiversity Assessment (GMBA): "Linking mountain diversity with fire, grazing and erosion". La Paz, Bolivia.

MURRA, J. V. 1975. El Control Vertical de un Máximo de Pisos Ecológicos en la Economía de las Sociedades Andinas. Pp. 59-115, *in* J. Murra (ed.) Formaciones Económicas y Políticas del Mundo Andino. Instituto de Estudios Peruanos, Lima.

MURRA, J. V. 1979. Algunos contrastes entre los páramos y las punas como zonas de establecimientos humanos. Pp. 219-224, *in* M. L. Salgado-Labouriau (ed.) El Medio Ambiente Páramo. Centro de Estudios Avanzados, Venezuela.

NAUMAN, T. S. 1986. A Comparative Study of the Vegetation of grazed and ungrazed páramo in the Sierra Nevada of Mérida National Park, Venezuela. Reporte no publicado.

NOGALES, J. 1980. Reserva Nacional de Fauna de Ulla-Ulla. Pp. 7-11, *in* Informe de Conservación de la Vicuña. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Instituto Nacional de Fomento Lanero. La Paz, Bolivia.

O'CONNOR, K. F. 1978. The rational use of high mountain resources in pastoral systems. Pp. 169-183, *in* The Use of High Mountains of the World. IUCN, New Zealand..

OTTONELLO M. y B. RUTHSATZ. 1984. Medio ambiente, asentamiento humano y agricultura en la puna de Jujuy. Pp. 171-195, *in* P. T. Baker (ed.): Informe sobre los conocimientos actuales de los ecosistemas andinos. Vol. 2. ROSTLAC, Montevideo.

OWEN, D. F., y W. C. WIEGERT. 1981. Mutualism between grasses and grazers: an evolutionary hipotesis. *Oikos* 36: 376-378

PALACIOS RIOS, F. 1988. Tecnología del pastoreo. Pp.87-100, *in* J. Flores Ochoa (ed.) Llamichos y Paqocheros. Pastores de Llamas y Alpacas. Centro de Estudios Andinos, Cuzco.

PARODI, L.R. 1950. Las gramíneas tóxicas para el ganado en la República Argentina. *Revista Argentina de Agronomía* 17(3): 163-229

PARODI, L.R. 1966. La Agricultura Aborigen Argentina. Eudeba, Buenos Aires. 47 pp.

PASSERA, D., DALMASO A., y O. BORSETTO. 1986. Método del Point Quadrat modificado. Pp.71-79, *in* Taller de Arbustos Forrajeros para Zonas Aridas y Semiaridas. Subcomite del Arido Subtropical Argentino. Buenos Aires.

PAUL, M. R. 1986. An Ecological Investigation of Cattle Grazing Impact of the Vegetation and Soils of the Sierra Nevada National Park, Mérida. Venezuela. Reporte no publicado.

PÉREZ, F. L. 1992. The ecological impact of cattle on caulescent andean rosettes in a high Venezuelan Paramo. *Mountain Research and Development* 12(1): 29-46.

PERSSON, S. 1981. Ecological indicator values as an aid in the interpretation of ordination diagrams. *Journal of Ecology* 69(1): 71-84

PIANKA, E. 1982. *Ecología Evolutiva*. Omega

PRICE, L. 1981. *Mountain and Man. A Study of Process and Environment*. University of California Press.

RABEY, M. A. 1991. Are llama-herders in the south central Andes true pastoralists?. Pp. 269-276, *in* J. Clutton-Brock (ed.): *The Walkin Larder Patterns of Domestication, Pastoralism and Predation*. London.

RABEY, M., ROTONDARO, R., y R. TECHI. 1985. El ecosistema laguna de Pozuelos: características y propuesta de manejo. *Ambiente* 47: 20-26

RABEY, M. A. y R. J. MERLINO. 1988. Un sistema de control ritual - rebaño entre los pastores del sur de los Andes Centrales. Pp. 113-120, *in* J. Flores Ochoa (ed.): *Llamichos y Paqocheros. Pastores de Llamas y Alpacas*. Centro de Estudios Andinos, Cuzco.

RAGONESE, A. E. 1967. *Vegetación y Ganadería de la República Argentina*. INTA, Buenos Aires.

RAMÍREZ, P., IZQUIERDO F., y O. PALADINES. 1996. *Producción y Utilización de Pastizales en Cinco Zonas Agroecológicas del Ecuador*. MAG. GTZ, REPAAN. Quito.

RUIZ, C. Y M. TAPIA. 1987. *Producción y Manejo de Forrajes en los Andes del Perú*. PISA (INIPA-CIID-ACDI), Lima.

SAATY, T. 1980. *The analytical Hierarchy Process*. Mc Graw Hill, Nueva York.

SALGADO-LABORIAU, M. L. 1980. Paleoecología de los páramos venezolanos. Pp. 159-169, *in* M. Monasterio (ed.): *Estudios Ecológicos de los Páramos Andinos*. Editorial de la Universidad de Los Andes, Mérida.

SAN MARTÍN, F. y F. C. BRYANT. 1989. Nutrition of domesticated south american llamas and sheep. *Small Ruminant Research* 2: 191-216.

SANTAMARINA, E. 1945. *Notas de Antropología del Valle de Tafi*. Monografía # 7. Instituto de Geografía, Universidad Nacional de Tucumán. Argentina

SANZ DE ARECHAGA, R. 1949. La vida pastoril de la Sierra del Cajón. Pp. 29-45, *in* *Anales del Instituto Étnico Nacional*, Tomo II.

SARMIENTO, G. 1986. Ecological features of climate in high tropical mountains. Pp. 11-45, *in* F. Vuilleumier y M. Monasterio (eds.) *High Altitude Tropical Biogeography*, Oxford University Press, Oxford.

SARMIENTO, L., MONASTERIO M. y M. MONTILLA. 1993. Ecological Bases, sustainability and current trends in traditional agriculture in the Venezuelan high Andes. *Mountain Research and Development* 13(2): 167-176

SEIBERT, P. 1994. The Vegetation of the Settlement Area of the Callaway People and the Ulla-Ulla Highlands in the Bolivian Andes. *Mountain Research and Development* 14(3): 189-211.

SOFFER, A. 1982. Mountain geography. A new approach. *Mountain Research and Development* 2(4): 391-398.

SOIKES, C., KALINOWSKY J. y C. L. VELARDE. 1970. Composición Química y Digestibilidad de la Materia Seca y Orgánica de Pastos Nativos Dominantes de las Praderas Altoandinas de Perú. Universidad Nacional Agraria, Perú.

SOLBRIG, O.T. 1984. State of knowledge report of andean ecosystems : the southern Andes and Sierras Pampeanas. *Mountain Research and Development* 4(2).

SPOONER, E. 1982. La ecología en perspectiva: el contexto humano en la investigación sobre el medio ambiente. *Revista Internacional de Ciencias Sociales* XXXIV(3): 437-454.

STEBINS, L.G. 1981. Coevolution of grasses and herbivores. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 68: 75-86.

TAPIA, M. 1971. Pastos Naturales del Altiplano de Perú y Bolivia. *Miscelánea* 85. Programa de Investigación Zona Andina, Quito.

TAPIA, M. y J. FLORES-OCHOA. 1984. Pastoreo y Pastizales de los Andes del Sur del Perú. Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación de Rumiantes Menores. Perú.

TER BRAAK, C.J., y P. SMILAUER. 1998. *Manual de Canoco for Windows 4.0*. Centre for Biometry Wageningen. Wageningen, Netherlands.

THOMAS, B.R. 1973. Human Adaptation to High Andean Energy Flow System. *Ocasional Paper in Anthropology* N° 7. The Pennsylvania State University.

THOMAS, B.R. 1979. Effects of change on high mountains human adaptative patterns. Pp. 139- 181, in P. J. Webber (ed.): *High Altitude geocology*. AAAS Symposium 12. Westview Press, Colorado.

THOMAS, B. R. y B. P. WINTERHALDER. 1976. Physical and biotic environment of southern highland Perú. Pp. 21-59, in P. T. Baker (ed.): *Man in the Andes: A multidisciplinary study of high-altitude Quechua*. Dowden, Hutchinson & Ross, Pennsylvania.

- URESK, D. W. 1990. Using multivariate techniques to quantitatively estimate ecological stages in a mixed grass prairie. *Journal of Range Management* 43(4): 282-285
- VAN DER HAMMEN, T. 1968. Climatic and vegetational succession in the equatorial Andes of Colombia. *In* C. Troll (ed.) *Geo-Ecology of the Mountainous Regions of the Tropical Americas*. Bonn: Ferd. Dummlers Verlag.
- VAN DER HAMMEN, T. y A. CLEEF. 1986. Development of the high andean páramo flora and vegetation. Pp. 153-201, *in* F. Vuilleumier y M. Monasterio (eds.): *High Altitude Tropical Biogeography*. Oxford University Press, New York.
- VAN REESH R. y G.D. HUTSON. 1983. The behaviour of free ranging cattle on an alpine range in Australia. *Journal of Range Management* 36: 740-43
- VELÁZQUEZ, A. 1992. Grazing and burning in grasslands communities of high volcanoes in Mexico. Pp. 231-242, *in* H. Balslev y J.L. Luteyn (eds): *Páramo. An Andean Ecosystem under Human Influence*. Academic Press, London.
- VERVOORST, F. 1981. Mapa de las comunidades vegetales de la provincia de Tucumán. *In* F. Laurent y E. Terán: *Lista de Anfibios y Reptiles de la Provincia de Tucumán*. Miscelánea 71. Fundación Miguel Lillo, Tucumán.
- VERWEY, P.A. 1995. *Spatial and Temporal Modelling of Vegetation Patterns. Burning and Grazing in the Paramo of Los Nevados National Park, Colombia*. ITC Publication 30. The Netherlands.
- VILLAGRÁN, C., ARROYO, M. T. K., y C. MARTICORENA. 1983. Efectos de la desertización en la distribución de la flora andina de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 56: 137-157.
- WHEELER, J. 1988a. Nuevas evidencias arqueozoológicas acerca de la domesticación de la alpaca, la llama y el desarrollo de la ganadería autóctona. Pp. 45-58, *in* J. Flores Ochoa J. (ed.) *Llamichos y Paqocheros. Pastores de Llamas y Alpacas*. Centro de Estudios Andinos, Cuzco.
- WHEELER, J. 1988b. Origin and evolution of the south American camelidae. Pp.290-300, *in* 60th Western Veterinary Conference. Las Vegas, Nevada.
- WHEELER, J. 1988c. Llamas and alpacas of south america. Pp. 301-310, *in* G. Thonsen y K. Weide (eds.) *17th Seminar for Veterinary Technicians*. Nevada.
- WHITE, S. y F. MALDONADO. 1991. The use and conservation of natural resources in the Andes of Southern Ecuador. *Mountain Research and Development* 11(1): 37-55.
- WHITTAKER, R. 1973. *Ordination and Classification of Communities*. W.Junk Publishers, The Hague.

WILCOX, B. P., BRYANT, F. C. y V. B. FRAGA. 1987. An Evaluation of range conditions on one range site in the Andes of Central Perú. *Journal of Range Management* 40: 41-45.

WILLIAMSON, G. B., SCHATZ, G. F., ALVARADO, A., REDHEAD, C. S., STAM, A. C. y S. W. STERNER. 1986. Effects of repeated fire on tropical paramo vegetation. *Tropical Ecology* 27: 62-69.

WING, E. S. 1986. Domestication of Andean Mammals. Pp. 248-264, in F. Vuilleumier y M. Monasterio (eds): *High Altitude Tropical Biogeography*. Oxford University Press, Oxford.