

**CARACTERIZACION DE ASOCIACIONES VEGETALES  
EN LA COMUNIDAD ALTOANDINA AGUAS CALIENTES  
(Provincia Pacajes del Departamento de La Paz)**

**Demetrio Luna, Guillermo Prieto, Joao S de Queiroz y Jaime Valdivia**

**IBTA 156/BOLETIN TECNICO 24/SR-CRSP 22/1995**

**USAID PROGRAMA DE APOYO A LA INVESTIGACION  
COLABORATIVA EN RUMIANTES MENORES**

**Small Ruminant Collaborative Research Support Program  
(SR-CRSP)**

**CONVENIO MACA/IBTA/USAID/SR-CRSP**

**Agosto de 1995**

El Programa de Apoyo a la Investigacion Colaborativa en Rumiantes Menores (USAID Small Ruminant Collaborative Research Support Program) es una colaboracion entre la Agencia para el Desarrollo Internacional del Gobierno de los Estados Unidos (USAID), Washington, D C (grant number DAN-1328-G-00-0046-00) y el Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuaria (IBTA) dependiente de la Secretaria Nacional de Agricultura y Ganaderia del Ministerio de Desarrollo Economico

El Programa IBTA/SR-CRSP cuenta con el apoyo financiero del Programa PL-480 de la Mision USAID/Bolivia

Esta publicacion es el resumen de la tesis de grado prepada por el autor principal Los autores agradecen al Ing Fausto Choque C de la Facultad de Ciencias Agricolas y Pecuarias de la Universidad Tecnica de Oruro por la valiosa colaboracion prestada a la investigacion expuesta en el presente documento

Especial reconocimiento a cada uno de los integrantes del Proyecto de Produccion y Procesamiento de Lana de Alpaca por las valiosas ayudas Particularmente se agradece la colaboracion del Sr Luis Ticona M , Dr William Gchswend y a todo el personal tecnico y administrativo quienes colaboraron al desarrollo de este trabajo e hicieron posible los logros del Programa IBTA/SR-CRSP

Demetrio Luna  
Guillermo Prieto  
Joao S de Queiroz  
Jaime Valdivia

La Paz Octubre 1995

## Indice de Contenidos

	<b>Página</b>
Listado de Mapas	v
Listado de Figuras	v
Listado de Cuadros	v
Resumen	1
Introducción	2
Revisión de Literatura	3
Características de la Región Altoandina de Bolivia	3
Evaluación de praderas nativas en el Altiplano y Altoandino de Bolivia	4
Caracterización de la pradera nativa	4
Parámetros de medida en el estudio de vegetación	5
Capacidad de carga animal	6
Materiales y Métodos	7
Descripción del área de estudio	7
Metodología	10
Período de trabajo	10
Inventariación botánica y recolección de especies vegetales	10
Fotointerpretación de los campos nativos de pastoreo	10
Clasificación y caracterización de asociaciones vegetales	11
Determinación de fitomasa aérea	12
Cálculo de capacidad de carga animal	13

	<b>Página</b>
Resultados y Discusion	14
Inventariacion botanica	14
Fotointerpretacion	15
Clasificacion fisiografica	15
Clasificacion fisonomica	15
Clasificacion y caracterizacion de asociaciones vegetales	18
Analisis de conglomerados	18
Composicion botanica de las asociaciones vegetales	20
Cobertura absoluta de especies plurianuales en asociaciones vegetales	23
Mapa de vegetacion	24
Fitomasa aerea	26
Capacidad de carga animal	28
Coclusiones y Recomendaciones	32
Bibliografia	35

## **Listado de Mapas**

		<b>Página</b>
1	Ubicación de la Comunidad Aguas Calientes	8
2	Mapa de campos nativos de pastoreo de la Comunidad Aguas Calientes	25

## **Listado de Figuras**

1	Climadiagrama de la Estación Meteorológica Sajama basado en datos de 1975 a 1986 y 1993	9
2	Corte transversal de principales áreas fisiográficas de la Comunidad Aguas Calientes	16
3	Dendograma de asociaciones vegetales por análisis de conglomerados	19

## **Listado de Cuadros**

1	Grupos fisonómicos y especies dominantes en praderas de la Comunidad Aguas Calientes	16
2	Cobertura relativa (composición botánica) e intervalo de confianza al 0.95 de seis asociaciones vegetales de la Comunidad Aguas Calientes	21
3	Cobertura absoluta en asociaciones vegetales de la Comunidad Aguas Calientes	23
4	Asociaciones vegetales por fisonomía y superficie en hectáreas en la Comunidad Aguas Calientes	24
5	Ecuación de ajuste y coeficientes de correlación para determinar fitomasa de las asociaciones vegetales	27
6	Fitomasa en kg MS/ha por tipo biológico y asociación vegetal	27
7	Cálculo de la capacidad de carga por unidad animal en asociaciones vegetales de la Comunidad Aguas Calientes para el período agosto a noviembre de 1993	29
8	Factores de conversión a unidades animal para estimar capacidad de carga de las asociaciones vegetales de la comunidad Aguas Calientes	30

# Caracterización de Asociaciones Vegetales de la Comunidad Altoandina Aguas Calientes

Demetrio Luna, Guillermo Prieto, Joao S de Queiroz, Jaime Valdivia <sup>1</sup>

## Resumen

El estudio fue realizado en la comunidad fronteriza Aguas Calientes que esta ubicada al sudoeste del departamento de La Paz, Provincia Pacajes Agroecológicamente corresponde a la Region Altoandina y Semiarida Geográficamente se situa a 17°57' de latitud sur y 69°00' de longitud oeste con una altitud de 4450 m La caracterizacion de las asociaciones vegetales efectuada en 4109 hectareas durante la epoca seca consistio en la identificacion de tipos de pradera, cobertura vegetal, biomasa y calculo de carga animal La tecnicas utilizadas basicamente fueron la fotointerpretacion y un analisis de conglomerados Ambos casos sirvieron para elaborar el mapa de vegetacion La medicion de cobertura vegetal fue hecha por el metodo de transecto al punto y punta de pie La fitomasa aerea fue determinada por estratos de herbaceas blandas, duras y arbustos, utilizando los metodos de doble muestreo, refencial y dimensional Los resultados reportaron seis asociaciones vegetales denominados segun especies dominantes 1) *Distichia muscoides* - *Oxychloe andina* (bofedal údico), 2) *Festuca dolichophylla* - *Carex sp* (bofedal ustico), 3) *Festuca orthophylla*-*Calamagrostis breviaristata* (pajonal tholar), 4) *Festuca orthophylla* - *Stipa brachyphylla* (pajonal de iru ichu e ichu), 5) *Polylepis tarapacana* - *Festuca orthophylla* y (matorral de polylepis), y 6) *Calamagrostis breviaristata* - *Pycnophyllum glomeratum* (khotal) De estas asociaciones destacaron los bofedales por presentar mayor humedad en sus suelos y una composicion botanica rica y diversificada, optimos para una mayor cobertura vegetal (86 3% y 76 6%) Las otras asociaciones solamente alcanzaron alrededor del 39 0% de cobertura La producción de forraje en materia seca en la epoca de estudio fue de 2399 a 2514 kg MS/ha para los bofedales constituyéndose en las praderas de mayor importancia para la produccion de camelidos y ovinos criollos Los pajonales tholares que alcanzaron una produccion de 723 kg MS/ha son también una alternativa importante para el pastoreo rotativo, principalmente de las llamas Las demas asociaciones son menos importantes por la baja producción de fitomasa en calidad y cantidad Finalmente, la carga animal estimada para el periodo agosto a noviembre en bofedales udicos fue 1 44 UA/ha y en bofedales usticos 0 96 UA/ha, valores mucho mas bajos fueron estimados para las restantes asociaciones vegetales

<sup>1/</sup> Respectivamente Ingeniero Agronomo y anteriormente becario del Programa IBTA/SR-CRSP Investigador Asociado del Componente Ecología de Pastizales Cientifico Residente del Componente Ecologia de Pastizales, Utah State University, y Ex Investigador Asociado del Componente Ecologia de Pastizales

## Introducción

La producción de camelidos y ovinos es el principal medio de sustento de muchas familias campesinas de la Región Altoandina de Bolivia. Esta actividad es basada exclusivamente en el uso de campos nativos de pastoreo (CANAPAS) y desarrollado en un medio húmedo denominado bofedal y praderas a secano. Estas praderas naturales, por deficiente manejo y excesiva población ganadera, están en un franco y serio proceso de deterioro (Alzerreca 1992 y Rodríguez 1991).

La escasa información sobre la ecología de los ecosistemas pastoriles de la zona Andina de Bolivia, como composición botánica, cobertura y producción, son aspectos ampliamente discutidos. Por lo tanto, la caracterización de los CANAPAS significa un punto de partida útil para planificar un manejo racional y, a la vez, es la clave para lograr incrementos de la productividad en la ganadería de la Región Altoandina (Leon e Izquierdo 1993).

A objeto de dar un uso apropiado y racional a los recursos forrajeros de la Comunidad Aguas Calientes, el estudio fue conducido para lograr los siguientes objetivos:

Identificar y determinar la distribución espacial de las asociaciones vegetales de la Comunidad Aguas Calientes.

Establecer la cobertura y composición botánica de las asociaciones vegetales.

• Determinar la fitomasa de las asociaciones vegetales.

Calcular la capacidad de carga animal para el período agosto a noviembre.

## Revisión de Literatura

### Características de la Region Altoandina de Bolivia

La zona Andina de Bolivia se encuentra al centro y sudoeste de la Republica Comprende a las Cordilleras Oriental y Occidental que en gran parte abarcan a los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí y parcialmente a los departamentos de Cochabamba Chuquisaca y Tarija (Alzerreca y Prieto 1990) La parte mas alta de esta zona es denominada Altoandina y esta representada por la Cordillera Occidental (Alzerreca 1992) Geologicamente esta formada por rocas igneas volcanicas de formacion terciaria y cuaternaria caracterizada por una secuencia de volcanes macizos aislados con amplias serranias y planicies de lava (Montes de Oca 1989) Segun Gasto et al (1992) agroecologicamente se ubica en el Reino Templado Dominio Tundra Provincia Tundra normal de altura, dicho de otra forma es el Altoandino de Estepa Tundra Humeda

Esta region como el resto de la zona Andina se encuentra cubierta por una variedad de asociaciones vegetales como la de *Distichia muscoides-Oxychloe andina* (bofedales), *Festuca dolichophylla* (chillihuares), *Festuca orthophylla-Calamagrostis vicunarium* (pajonales de iru ichu y kheña), *Parastrephia lepydophylla* (tholares), *Muhlenbergia fastigiata-Distichlis humilis* (gramadales), *Polylepis tarapacana* (matorrales de polylepis), *Suaeda foliosa* (arbustales de kauchi) y *Schoenoplectus totora* (totorales) (Alzerreca 1988) Cada una de estas asociaciones vegetales en su formacion, cobertura, produccion y deterioro estan directamente influenciadas por variaciones de altura, manejo, suelo clima y factores socio economicos (Tapia 1984, Flores y Bryant 1990)

La actividad pecuaria de la region se circunscribe en la produccion de llamas (*Lama glama*), alpacas (*Lama pacos*) y ovinos (*Ovis aries*) que a nivel del pais suman respectivamente alrededor de 2,022 569, 324 336 y 5 500 000 cabezas (MRCSA 1991) La produccion de estos animales esta marginada a tierras no aptas para la agricultura donde la

propiedad y el uso son comunales dependiendo de un delicado balance entre la mano de obra disponible y el numero de animales que cada familia posee (Alzerreca y Genin 1992)

### **Evaluación de las praderas nativas en el Altiplano y Altoandino de Bolivia**

Estudios anteriores de evaluacion de las praderas nativas señalan la existencia de asociaciones vegetales pecuariales tales como *Parasthrepheya lepidophylla* (tholares) *Festuca orthophylla* y *Stipa ichu* (pajonales de iru ichu e ichu) *Distichia muscoides-Oxychloe andina* (bofedales), *Festuca dolichophylla* (chillihuales), *Polylepis tarapacana* (keñuales) y otros, representados por especies dominantes y composicion botanica diversa, ademas de coberturas diferentes El rendimiento de fitomasa muy asociada a la cobertura en *Distichia muscoides-Oxychloe andina* (bofedales) oscila de 780 a 4500 kg MS/ha En praderas a secano son inferiores a 1000 kg MS/ha La capacidad de carga animal determinada por varios autores revela valores inferiores a 3 0 UA/ha/año atribuibles a los efectos de los factores medio ambientales y socioeconomicos que gradualmente estan deteriorando estos recursos (Laguna 1988, Alzerreca y Lara 1988, La Fuente et al 1988 Olivares 1988, Flores 1989, Flores et al 1992, Vargas et al 1992, Miranda y Oscanoa 1992, y Sotomayor 1990)

### **Caracterizacion de la pradera nativa**

Flores (1989) sostiene que cada ecosistema presenta diferentes características y su respuesta es unica a los disturbios naturales o a las manipulaciones de manejo Pero subdividiendo areas en unidades ecologicamente homogeneas, consistentes y plasmada en un mapa de vegetacion facilita la evaluación de la produccion y extension (Flores y Bryant 1989) Tener un estudio conciso de las principales características de un pastizal y cuantificando la informacion recabada es posible planificar y plantear un manejo racional e idoneo de la pradera natural (Huss et al 1986, Flores y Malpartida 1987)

Uno de los métodos más usados para la caracterización es la fotointerpretación. Esta técnica permite identificar, delimitar y relevar elementos del terreno hasta construir mapas vegetales, topográficos y de clasificación de suelos y medir superficies y otros (Huss et al 1986, Gasto et al 1992 y García 1992)

Sin embargo, subdivisiones realizadas mediante atributos florísticos con base estadística recomendada para la investigación y manejo pueden efectuarse con el uso de técnicas de análisis multivariantes. Entre estas el análisis de conglomerados utiliza las especies como atributos y los transectos muestreados como objetos (Romesburg 1984, Mueller-Dombois y Elleberg 1974)

### **Parámetros de medida en el estudio de vegetación**

El estudio de la vegetación en pastizales a objeto de verificar la producción y productividad de los animales en pastoreo requiere una serie de medidas como frecuencia, densidad, cobertura y biomasa. Estas medidas son aplicadas según el propósito de estudio. Proporcionan información sobre composición florística, distribución, porción de superficie ocupada y peso de producción de las plantas por unidad de superficie. Pueden ser obtenidas mediante una variedad de técnicas. Así los parámetros densidad y frecuencia pueden ser hallados mediante observaciones sobre una cinta métrica o muestreando pequeñas áreas (Huss et al 1986)

El método de "transecto al paso" en años anteriores fue utilizado con mucha frecuencia en el Perú y Bolivia por Flores (1984 y 1989) y Alzerreca (1992). Entre otros métodos importantes son el de las microparcelas (Santos 1980), armadura de puntos y punta de pie (Huss et al 1986) y últimamente el transecto al punto por su eficiencia en áreas semiaridas con vegetación escasa, esta siendo utilizado bastante (Bonham 1989)

De la misma forma para el caso de la producción existen diferentes métodos de medición utilizados según el propósito del estudio. Así se puede mencionar desde los métodos de corte para forrajes cultivados hasta los métodos de muestreo doble o estimativo, referencial y dimensional que son utilizados para vegetación nativa herbácea y arbustiva (Martín 1980 y Bonham 1989)

### **Capacidad de carga animal**

La capacidad de carga animal, se refiere a la cantidad de animales que puede soportar un pastizal sin que la vegetación sea dañada (Huss et al 1986). Sin embargo, existen definiciones que difieren en significado (Bartels et al 1993). Su ajuste adquiere importancia por que sus consecuencias no solamente son actuales, sino también futuras. En zonas áridas y semiáridas los ajustes tienen una utilidad limitada debido a la variable disponibilidad forrajera a través del tiempo (De Leeuw y Tothill 1993, Behnke y Scoones 1993). Por estas razones, estos y otros autores sostienen que las estimativas de capacidad de carga deben ser tratadas con cuidado y sus limitaciones claramente reconocidas.

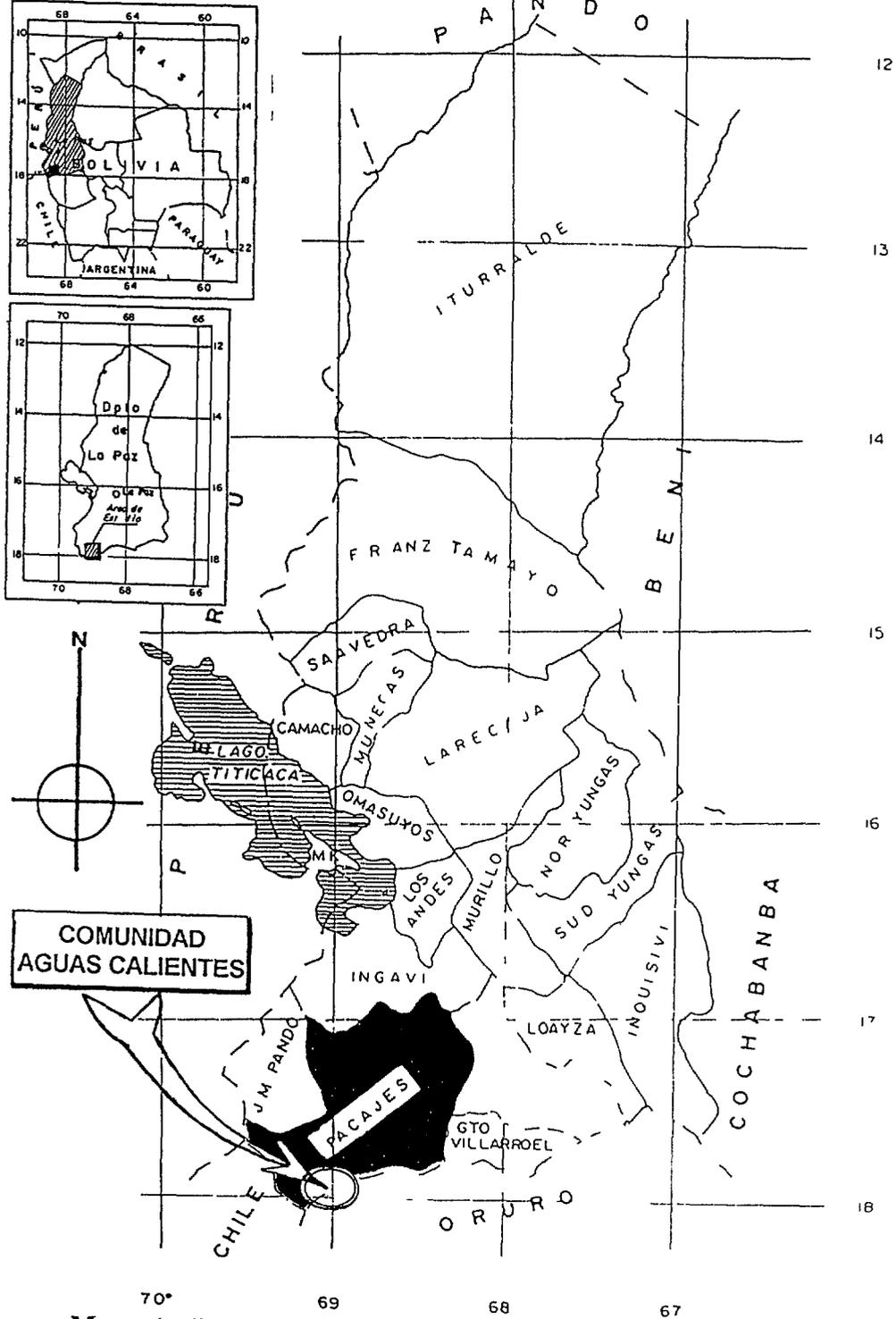
## Materiales y Métodos

### Descripcion del area de estudio

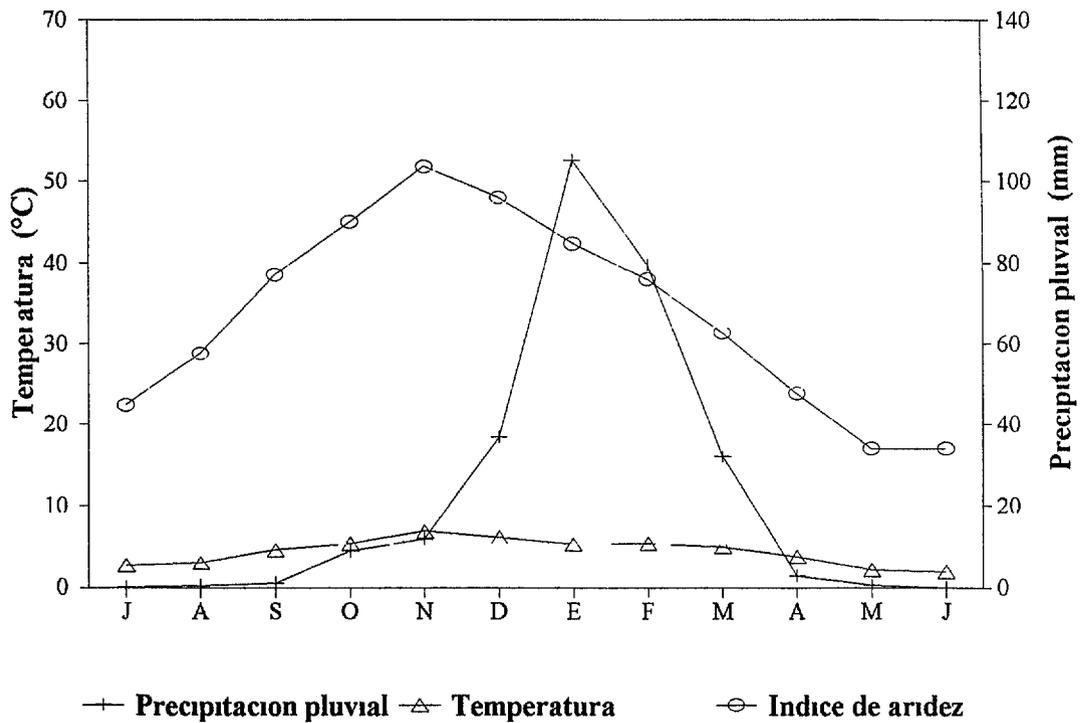
El estudio fue realizado en los predios de la Comunidad Aguas Calientes localizada en la region occidental y fronteriza de Bolivia. La comunidad corresponde al Canton Rio Blanco, Provincia Pacajes, Departamento de La Paz. Geograficamente se situa entre las coordenadas 17° 57' de latitud sur y 69° 00' de longitud occidental (mapa 1). La superficie aproximada es de 4100 hectareas y esta a una altura que varia de 4450 a 4700 msnm. Segun Gasto et al (1992) agroecologicamente se encuentra en el Reino Templado Dominio Tundra, Provincia Tundra Normal Altoandina (Altoandino Semiarido) y Distrito Serrano. Segun Mamaní (1992) los suelos son poco desarrollados con texturas medianas (francos) a gruesas (arenosos). Climaticamente presenta un periodo humedo enmarcado a los meses de enero y febrero, epoca propicia para el crecimiento de la flora. Los meses restantes (marzo a diciembre) son secos con indices de aridez elevados afectando a todos los componentes del ecosistema. La temperatura media anual es de 4.3 °C con una maxima de 23 °C y minima de 19 °C. La precipitacion pluvial media anual llega a 278 mm (figura 1).

La presencia de vegetacion nativa presenta porte bajo y crecimiento lento con tejidos lignificados y abundante liquido ceroso. La representacion mas comun y abundante esta dada por las especies como la *Polylepis tarapacana* (keñua), *Festuca orthophylla* (iru ichu), *Azorella compacta* (yareta), *Calamagrostis sp* (ichu), *Parastrephia spp* (thola), *Distichia muscoides* (q'acho paco paco), *Oxycloe andina* (orqo paco paco), *Festuca dolichophylla* (chillihua), *Calamagrostis vicunarum* (p'orke), *Carex sp* y otras especies que son consumidas por la ganaderia local bajo sistemas tradicionales de pastoreo. La produccion animal se basa en la crianza de alpacas (*Lama pacos*) llamas (*Lama glama*) y ovinos (*Ovis aries*). Animales silvestres como la vicuña (*Vicugna vicugna*) viscacha (*Lagidium viscaccia*), suris (*Pterocnemia pennata*) y patos (*Chloephaga melanoptera* y *Anas specularioides*) son frecuentemente encontrados en esta region.

MAPA DE UBICACION



Mapa 1 Localización de la Comunidad Aguas Calientes



**Estación Meteorológica Sajama**

**Latitud sud 18°08'**

**Longitud oeste 68°59'**

**Altitud 4220 msnm**

**Precipitación pluvial 278 mm**

**Temperatura media 4.3 °C**

**Fuente SENAMHI 1993**

**Figura 1** Climadiagrama de la Estación Meteorológica Sajama basado en datos de 1975 a 1986 y 1993

## **Metodología**

### **Período de trabajo**

El estudio global fue realizado de enero a julio de 1993. Las actividades de fotointerpretación, reconocimiento de campo e inventario de especies vegetales fueron desarrolladas de enero a abril. Las determinaciones de cobertura y composición botánica se realizaron en mayo y fitomasa en junio y julio. Con toda esta información para el período agosto a noviembre fue calculada la capacidad de carga.

### **Inventariación botánica y recolección de especies vegetales**

La inventariación botánica de los campos naturales de pastoreo (CANAPAS) y la recolección de especies vegetales fueron realizadas tomando muestras triplicadas registrando datos de nombre común y científico, lugar de recolección, descripción del hábitat, estado fenológico y palatabilidad. Estas muestras luego fueron comparadas e identificadas con especímenes del Herbario Nacional e información bibliográfica y finalmente herborizadas.

### **Fotointerpretación de los campos nativos de pastoreo**

Las asociaciones vegetales fueron identificadas mediante la técnica de fotointerpretación y reconocimiento de campo usando fotografías aéreas de escala 1:50000. Posteriormente, fueron separadas por su fisonomía e inspeccionadas en gabinete con la ayuda de un estereoscopio de bolsillo para luego delimitar áreas iguales por tonalidades de color y textura. Finalmente, se llevó a cabo la campaña en terreno, consistente en un recorrido a objeto de fijar datos de terreno y vegetación para complementar las informaciones establecidas en gabinete.

## Clasificación y caracterización de asociaciones vegetales

### 1 Determinación de la composición y cobertura vegetal

La cobertura vegetal de cada mancha delimitada fue estimada utilizando el método de transección por puntos (Bonham 1989) y punta de pie (Huss et al 1986). La ubicación y orientación de los transectos fue completamente al azar (Norton 1992). A continuación por medio de toques o señalamientos, se procedió a tomar muestras en puntos determinados a lo largo de una cinta métrica o en una marca del zapato. La distancia entre las observaciones varió según el tipo de vegetación, homogeneidad y superficie. En este caso se usó tres metros para las praderas a secano y en bofedales por su vegetación densa 0.2 metros.

### 2 Análisis de conglomerados en la clasificación de asociaciones vegetales

La clasificación final fue cuantificada con un análisis de conglomerados, usando el programa CLUSTAR (Romesburg 1984) que toma la cobertura por especies como atributos de los transectos. El coeficiente de correlación fue usado como medida de similitud que varió de -1.0 (similitud = 0) a +1.0 (objetos idénticos) y responde a la siguiente fórmula:

$$r_{jk} = \frac{\sum_{t=1}^n x_{1j} x_{tk} - (1/n) \left( \sum_{i=1}^n x_{1j} \right) \left( \sum_{i=1}^n x_{tk} \right)}{\left\{ \left[ \sum_{i=1}^n x_{1j}^2 \right] - (1/n) \left( \sum_{i=1}^n x_{1j} \right)^2 \right\} \left[ \sum_{t=1}^n x_{tk}^2 - (1/n) \left( \sum_{t=1}^n x_{tk} \right)^2 \right]^{1/2}}$$

Donde  $r_{jk}$  = Coeficiente de correlación entre los objetos "j" y "k" usado como medida de similitud  
 $x_{ik}$  = Representa el atributo (especie) "i" del objeto (transecto) "k"  
 $x_{ij}$  = Representa el atributo (especie) "i" del objeto (transecto) "j"  
 $n$  = Número de atributos (especies)

Los resultados de este análisis se resumen en un dendrograma donde la vegetación se encuentra dividida en grupos claramente establecidos

### Determinación de fitomasa aérea

Las especies de porte bajo fueron determinadas usando el método del **doblo muestreo**. Este método para su eficiencia fue desarrollado en cuatro fases: **1)** entrenamiento, **2)** calibración, **3)** estimaciones o desarrollo y **4)** corrección de las estimativas. En la primera fase se calibró iterativamente la habilidad del observador, estimando la biomasa en varios cuadrantes y subsecuentemente cortar para observar el peso actual con el propósito de disminuir la diferencia entre los valores estimados y actuales. En la segunda fase los pesos estimados y cortados fueron utilizados en un análisis de regresión cuyo coeficiente de correlación debió ser superior a 0.8. En el caso contrario se prosiguió con el entrenamiento. Este coeficiente fue determinado por la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2) (\sum y^2)}}$$

La ecuación ajustada para la determinación de biomasa fue  $Y = a + bx$

$$a = \frac{(\sum y) (\sum x^2) - (\sum x) (\sum xy)}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad b = \frac{N \sum xy - (\sum x) (\sum y)}{N \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Donde

<b>r</b>	=	Coficiente de correlación
<b>x</b>	=	Estimaciones de biomasa en las parcelas
<b>y</b>	=	Biomasa cortada en las parcelas
<b>Y</b>	=	Biomasa real
<b>a y b</b>	=	Coficientes de determinación

Obtenido este resultado, se prosiguió con la siguiente fase de estimación de la biomasa registrándose los datos en formularios. Posteriormente, se corrigió las estimaciones con las ecuaciones de regresión desarrolladas en la etapa de calibración.

La determinación de la fitomasa total se obtuvo relacionando la fitomasa promedio de todas las parcelas estimadas y expresada en kilogramos por hectárea (Kg/ha). El área de muestreo fue de 0,0625 m<sup>2</sup> en bofedales y 0,785 m<sup>2</sup> en gramíneas de porte bajo.

La fitomasa de gramíneas de porte alto y las especies en forma de cojines fueron determinadas mediante el método **unidad referencial** (Kirmese y Norton 1985). Este método es análogo al muestreo doble con la diferencia de que utiliza una parte o porción de una planta como unidad de referencia para facilitar las estimaciones. Se procede seleccionando una porción de una planta (rama) y se estima el número equivalente de la rama que cada planta contiene. El peso total de las plantas se determina mediante la multiplicación del peso de la unidad referencial por el número de veces estimado que contiene la planta.

La materia seca de la fitomasa obtenida se determinó mediante el secado de las muestras en horno a una temperatura de 60°C durante 24 horas usando las muestras de fitomasa verde provenientes de las diferentes metodologías empleadas.

### **Cálculo de capacidad de carga animal**

Las estimaciones de capacidad de carga fueron determinadas siguiendo la metodología utilizada por Massy (1994). Fueron incorporados datos de producción de fitomasa (kg MS/ha), requerimiento de consumo diario para una unidad animal (UA) expresada en kilogramos de materia seca por día (kg MS/día) y período de pastoreo. La unidad animal se consideró igual a 250 kg de peso vivo (De Leeuw y Tothill 1993).

## Resultados y Discusión

### Inventariación botánica

El inventario inicial realizado permitió identificar 73 especies botánicas distribuidas en 20 familias de plantas. De estas las más importantes fueron las Asteraceae (23.3%), Poaceae (21.9%), Fabaceae (6.8%) y las Juncaceae (5.5%). Las restantes con bajos porcentajes correspondieron a las Umbelliflorae y Caryophyllaceae.

En la familia Asteraceae destacaron los géneros *Parasthrephya*, *Hypochoeris* y *Senecio* y en la Poaceae los géneros *Festuca*, *Calamagrostis*, *Stipa* y *Muhlenbergia*. En Leguminosas fueron encontradas especies del género *Astragalus*, y en Juncaceae *Distichia* y *Oxychloe*.

Las especies de la pradera altoandina de Aguas Calientes se diferencian de los campos naturales de pastoreo (CANAPAS) ubicados en tierras más bajas por las condiciones climáticas favorables. En el Altiplano Central (3755 m de altitud) Massy (1994) obtuvo predominancia de Poaceae (27%), Asteraceae (20%), Cyperaceae (9%), y finalmente Fabaceae (7%). Este estudio confirma la discrepancia de los componentes vegetales como respuesta a las variaciones medio ambientales. Estas variaciones dan lugar a la existencia de distintas asociaciones vegetales con características propias por piso ecológico y uso por especies animales presentes (Flores 1984 y Alzerreca 1992). Por estas variaciones y diferencias es justificable y necesario caracterizar los CANAPAS en diferentes ecosistemas y no extrapolar información de un área a otra con diferentes características.

## Fotointerpretacion

### Clasificacion fisiografica

Un resultado importante de la fotointerpretacion es la identificacion de la fisiografia de la tierra delimitado en unidades fisonomicas (Flores y Malpartida 1987 Gasto et al 1992) Los resultados para el presente estudio se ilustran en el figura 2 Se muestran cuatro zonas fisiograficas subdivididas por relieve con características de pendiente y asociacion vegetal Estas subdivisiones son montaña rocosa serrania laderas y lecho de rio

### Clasificacion fisonomica

Se identificaron 19 manchas de asociaciones vegetales agrupadas en cinco unidades y diferenciados por su aspecto fisonomico Estas unidades se utilizaron de base para la ubicacion de las areas de muestreo (cuadro 1)

**Cuadro 1 Grupos fisonomicos y especies dominantes en praderas de la Comunidad Aguas Calientes, Provincia Pacajes, Departamento de La Paz**

<b>Grupo Vegetal</b>	<b>Especies Dominantes</b>
Bofedal	<i>Distichia muscoides-Oxychloe andina-Festuca dolichophylla</i>
Tholar pajonal	<i>Parastrephya lucida-Festuca orthophylla</i>
Matorral de Polylepis	<i>Festuca orthophylla-Stipa spp</i>
Khotal	<i>Pycnophyllum glomeratum-Junellia minima</i>

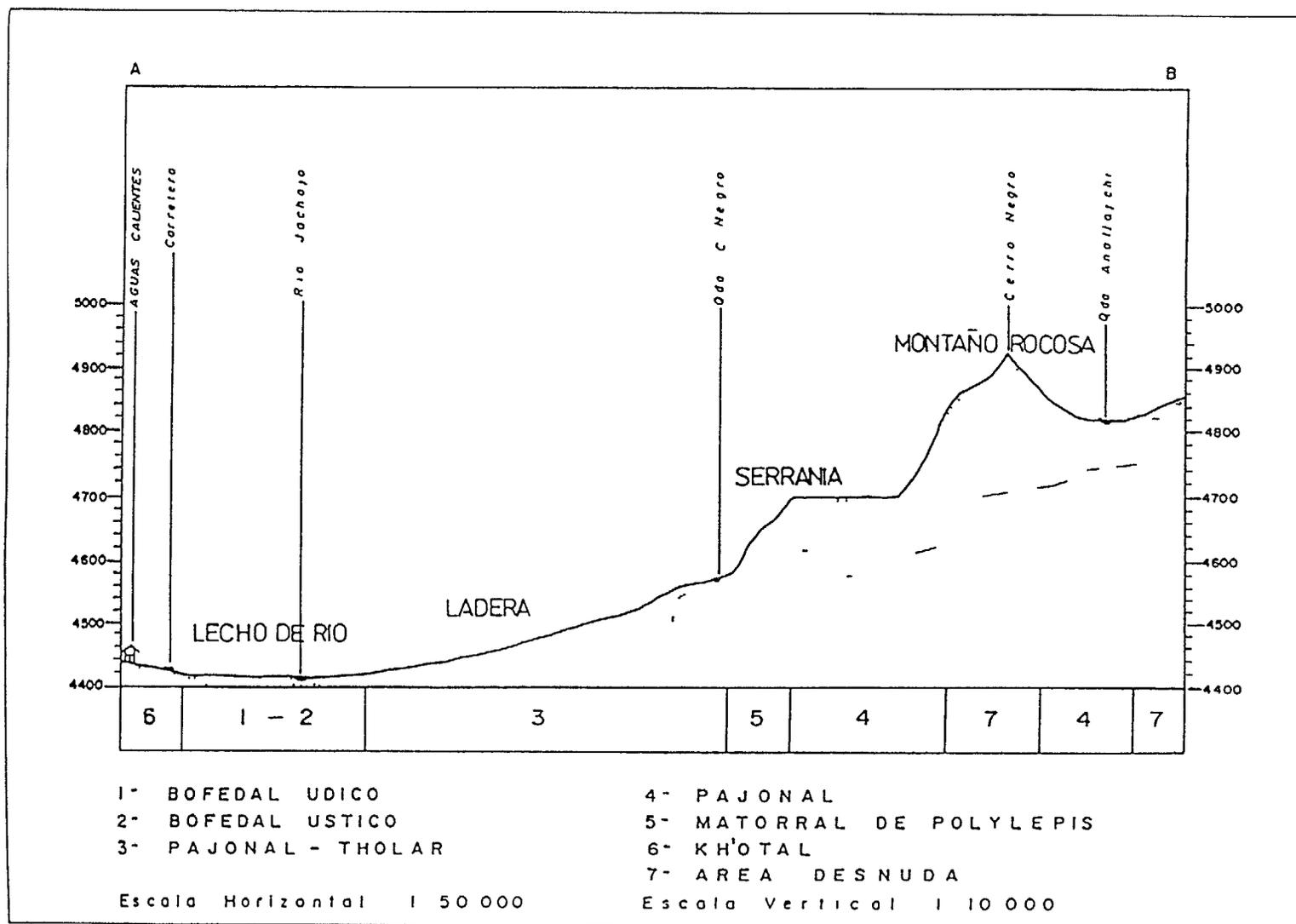


Figura 2 Corte transversal de principales areas fisiograficas de la Comunidad Aguas Calientes

Los bofedales son representados por cuatro manchas vegetales. Se encuentran en suelos de horizonte superficial y alto contenido de materia orgánica. Son recursos muy importantes para el pastoreo continuo de ovinos y alpacas, aspecto que debe ser tomado en cuenta en trabajos de esta naturaleza. Localmente estos bofedales son conocidos como "pollokheri", "pullapullani", "jisk'a k'ulli" y "jacha k'ulli". Por las diferencias de especies dominantes y el grado de humedad del suelo, los bofedales fueron divididos en bofedales údicos y bofedales ústicos. Los primeros se ubican en áreas de suelos orgánicos e hidromórficos con presencia de especies suculentas como la *Distichia muscoides* ("qachu paco paco") y *Oxychloe andina* ("orqo paco paco"). Los segundos se caracterizan por ser secos gran parte del año. En bofedales ústicos es frecuente encontrar especies herbáceas de estrato alto como la *Festuca dolichophylla* ("chillihua") y la *Calamagrostis vicunarum* ("p'orke").

El tholar pajonal es una asociación distribuida en extensas laderas en suelos de origen aluvial, profundos, textura franca a arenosa y desarrollo pedológico limitado. Están integrados por arbustos bajos (*Parastrephia lucida*) y herbáceas duras que sirven de hábitat propicio a otras herbáceas blandas y palatables.

Los matorrales de *Polylepis tarapacana* se encuentran en serranías de suelos residuales rocosos de poca profundidad y desarrollo pobre. Es frecuente encontrar en estos matorrales arbustos leñosos de estrato alto y bajo como la *Polylepis tarapacana* ("keñua") y la *Parastrephia quadrangulare* ("tolka thola").

Los pajonales presentan predominancia de la herbácea dura *Festuca orthophylla* ("iru ichu") y la herbácea blanda *Stipa brachyphylla* ("ichu"). Estas especies están asentadas en serranías de suelos profundos derivados de material aluvial y coluvial cuyas texturas son arenosas con alto contenido de fragmentos de piedra.

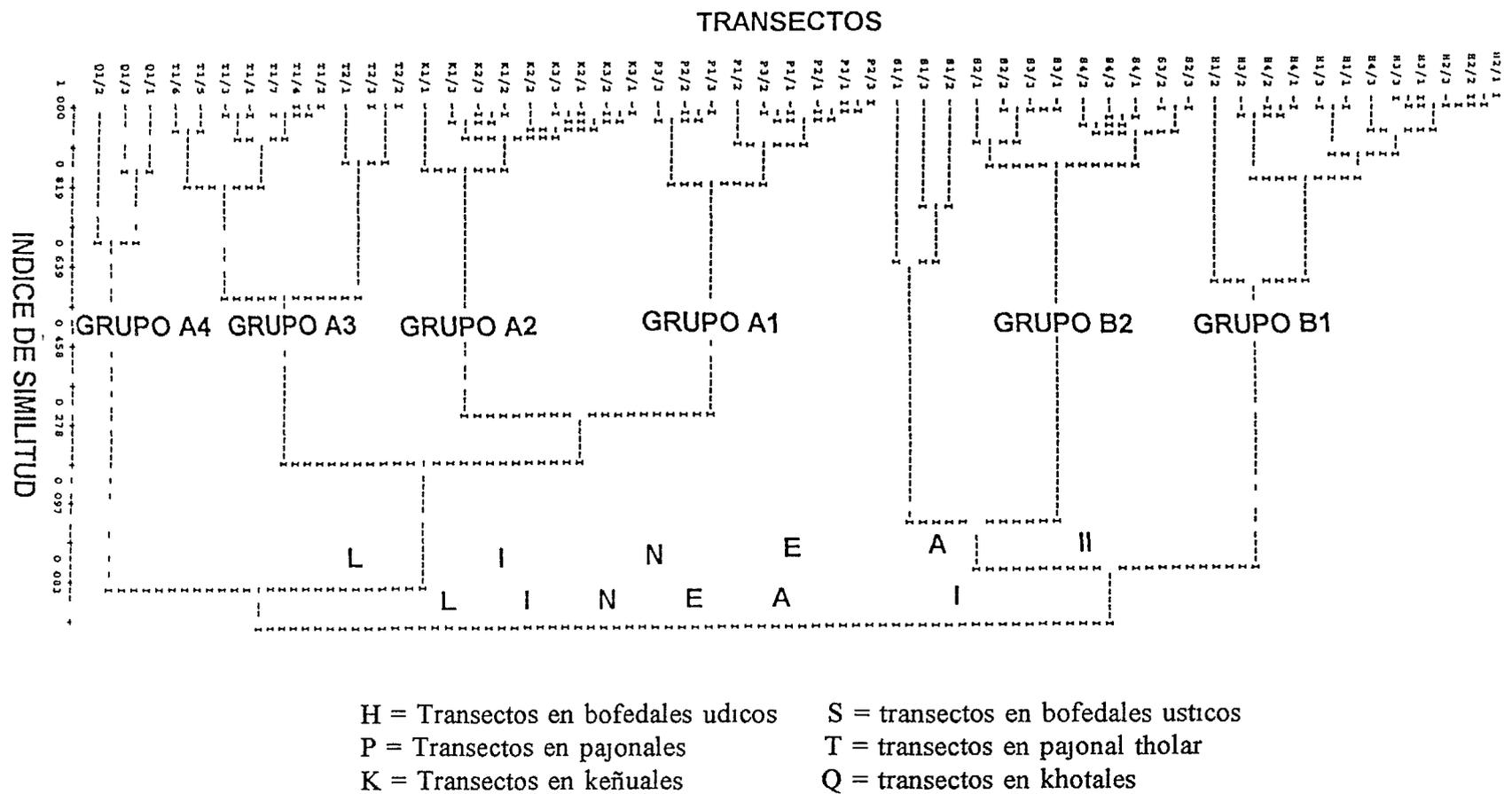
Finalmente, los khotales son asociaciones que están ubicados en los alrededores de las viviendas y los bofedales. Esta ubicación y formación se atribuye al permanente pastoreo motivo por el cual presentan un desarrollo pobre de suelos con texturas arenosas altamente compactadas.

Los cambios sucesivos de la pradera debido a las condiciones ambientales deben necesariamente ser medidos directa y cronológicamente (Gasto et al 1992). Pese a estos factores para muchas regiones Altoandinas de Bolivia se han establecido asociaciones vegetales comunes en diferentes áreas ecológicas. Así, entre autores nacionales y foráneos como Alzerreca (1988, 1992), Tapia (1984), Alzerreca y Lara (1988), La Fuente et al (1988), Olivares (1988) y Alzerreca y Prieto (1990) han definido y corroborado la existencia de bofedales, chillihuales, pajonales de iru ichu, tholar pajonal gramadal arbustal de thola, matorrales de *Polylepis*, pajonales de kheña y totorales.

## **Clasificación y caracterización de asociaciones vegetales**

### **Análisis de conglomerados**

El análisis de conglomerados fue realizado para cuantificar la similitud existente entre la composición botánica de los transectos ubicados en áreas delimitadas fitosomáticamente. A tal efecto, el análisis fue efectuado utilizando los transectos como objetos y la cobertura por especies como atributos. La similitud generada fue de 0,083, válido para obtener dos grandes grupos B y A correspondientes a los transectos ubicados en áreas húmedas y secas respectivamente (figura 3).



**Figura 3** Dendrograma de asociaciones vegetales por análisis de conglomerados, Comunidad Aguas Calientes, Provincia Pacajes, Departamento de La Paz

El grupo B fue subdividido en dos sub-grupos B1 y B2. Estos corresponden a los transectos ubicados en los bofedales udicos y usticos diferenciándose ambos por presencia de especies dominantes y humedad permanente y temporal en sus suelos. Los bofedales udicos están dominados por las especies *Distichia muscoides* (k'acho paco) y *Oxychloe andina* (orqo paco) y los bofedales usticos por la *Festuca dolichophylla* (chillihua) y *Carex sp.* En el grupo A, se identificaron cuatro sub-grupos. El sub-grupo A1 correspondió a los pajonales de *Festuca orthophylla* (iru ichu) y *Stipa brachyphylla* (ichu). Los matorrales de *Polylepis*, representados por la keñua *Polylepis tarapacana* e iru ichu *Festuca orthophylla* se ubicaron en el sub-grupo denominado A2. Las especies *Festuca orthophylla* (iru ichu), *Parasthrephya lucida* (qoa thola) y *Calamagrostis breviaristata* (j'achu) clasificados como pajonales tholares fueron agrupados como A3. Finalmente el subgrupo A4 correspondió a los khotales que incluyen fuerte presencia de *Pycnophyllum glomeratum* y *Junellia minima* (khotas).

### **Composición botánica de las asociaciones vegetales**

El cuadro 2 presenta la cobertura relativa por especie y el intervalo de confianza en un rango donde los promedios calculados oscilan alrededor de este último según la distribución homogénea o heterogénea de las especies presentes en la pradera.

En los bofedales udicos se aprecian predominancias de *Distichia muscoides* (qachu paco) que alcanzan una cobertura relativa del 38,0% y de *Oxychloe andina* (orqo paco) 29,8%. En los bofedales usticos, la cobertura relativa de la *Festuca dolichophylla* (chillihua) llegó al 38,3% y la *Calamagrostis vicunarium* solo el 11,5%. Estas altas y bajas coberturas se atribuyen principalmente a la influencia del contenido de humedad en los suelos.

**Cuadro 2** Cobertura relativa (composición botánica) e intervalo de confianza al 0.95 en seis asociaciones vegetales de la Comunidad Aguas Calientes, Provincia Pacajes, Departamento de La Paz

Asociación Vegetal	Bofedal Ustico		Bofedal Udico		Pajonal Tholar		Pajonal		Matorral Polylepsis		Khotal	
	CR	IC	CR	IC	CR	IC	CR	IC	CR	IC	CR	IC
<i>Adesmia miraflorensis</i>									26	±16		
<i>Arenaria sp</i>	23	±17							07	±05	16	±15
<i>Astragalus sp</i>												
<i>Astragalus uniflorus</i>	04	±08	04	±04								
<i>Azorella biloba</i>			34	±14								
<i>Azorella compacta</i>							23	±18	39	±11		
<i>Baccharis incarum</i>					02	±04			58	±04		
<i>Bromus pitensis</i>							08	±07				
<i>Calamagrostis breviaristata</i>					213	±63					317	±22
<i>Calamagrostis chrysantha</i>	63	±32	26	±18								
<i>Calamagrostis sp</i>							15	±010	26	±16		
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	115	±88										
<i>Calandrinia acaule</i>	81	±17	32	±27								
<i>Carex sp</i>	159	±48	55	±19								
<i>Chenopodium sp</i>											89	±24
<i>Distichia muscoides</i>	42	±33	380	±43								
<i>Ellocharis albibracteata</i>	12	±19	09	±10								
<i>Festuca dolichophylla</i>	383	±98	32	±13	14	±21						
<i>Festuca orthophylla</i>					391	±77	395	±43	215	±16	41	±50
<i>Gentiana sedifolia</i>			04	±04								
<i>Geranium sessiliflorum</i>											08	±15
<i>Hypochoeris sp</i>	16	±17	19	±12								
<i>Junella minima</i>											146	±128
<i>Lachemilla pinnata</i>	61	±17										
<i>Lilacopsis andina</i>			44	±15								
<i>Luzula racemosa</i>	06	±22	10	±15								
<i>Malvastrum sp</i>											57	±58
<i>Muhlenbergia peruviana</i>											57	±104
<i>Nototriche sp</i>					07	±08						
<i>Ourica muscosa</i>			35	±11								
<i>Oxychloe andina</i>	13	±12	298	±59								
<i>Parasthrephya lepidophylla</i>					09	±13						
<i>Parasthrephya lucida</i>					199	±37	113	±17				
<i>Parasthrephya quadrangulare</i>									133	±18		
<i>Poa asperiflora</i>							133	±36	07	±07		
<i>Poa sp</i>			06	±05								
<i>Polylepis tarapacana</i>									290	±29		
<i>Pycnophyllum glomeratum</i>					117	±30	68	±25	108	±16	195	±108
<i>Senecio graveolens</i>									22	±09		
<i>Senecio spinosum</i>									07	±06		
<i>Senecio uniflorum</i>	07	±10										
<i>Stipa brachyphylla</i>							248	±27	52	±22		
<i>Stipa obtusa</i>					14	±21						
<i>Tetraglochin cristatum</i>											73	±109
<i>Werneria sp</i>					37	±27			13	±10		
Otras especies	16	±16	14	±11								
TOTAL	1000		1000		1000		1000		1000		1000	

CR = % Cobertura relativa promedio en asociaciones vegetales

IC = Intervalo de confianza al 0.95 de confiabilidad de las coberturas relativas de todos los transectos y cada asociación vegetal

Estos resultados son similares a los reportados por Laguna (1988) Villalba (1991) Flores (1989) y Sotomayor (1990) Estos autores coincidieron en clasificar a los bofedales segun el grado de humedad, dando denominaciones diferentes en cada caso En todos ellos la cobertura de bofedales con mas humedad siempre fue mayor

En su composicion botanica y coberturas relativas los pajonales-tholares presentaron apreciables porcentajes de *Festuca orthophylla* (39.1%) *Parasthrephya lucida* (19.9%) y en el estrato bajo la *Calamagrostis breviaristata* con el 21.3%

En los matorrales de *Polylepis* se encontraron a la *Polylepis tarapacana* con el 29.0%, *Parasthrephya quadrangulare* con el 13.3% y la *Festuca orthophylla* con el 21.5% En pajonales, las especies *Stipa brachyphylla* y *Poa asperiflora* (ichus), reportaron respectivamente 24.8% y 13.2% de cobertura relativa, y la *Parasthrephya lucida* (qoa thola) 11.3% Finalmente, los khotales presentaron a plantas en forma de cojun muy resistentes a pastoreos continuos Estas fueron las "k'othas" *Pycnophyllum glomeratum* y *Junella minima* con 19.5 y 14.6% de cobertura relativa respectivamente

Evaluaciones anteriores de praderas naturales evidencian la presencia de especies comunes en la composicion botanica pero en proporciones diferentes Asi en bofedales udicos la especie mas comun es la *Distichia muscoides* cuya cobertura difiere de una region a otra incluso en la puna peruana (Flores 1984, La Fuente et al 1988, Laguna 1988, Miranda y Oscanoa 1992 y Vargas et al 1992)

En areas secas, las peculiaridades son mayores Asi, los tholares y pajonales presentan como componentes principales a la *Parasthrephya sp* (thola) y *Festuca orthophylla* (iru ichu) (Alzerreca y Lara 1988 Alzerreca et al 1988 Alzerreca 1992 Vargas et al 1992 y Leon e Izquierdo 1993)

### Cobertura absoluta de especies plurianuales en asociaciones vegetales

El cuadro 3 muestra los resultados de cobertura vegetal absoluta y cobertura inerte (mantillo area desnuda y piedra) para las diferentes asociaciones vegetales. La mayor cobertura vegetal ocurre en los bofedales udicos (*Distichia muscoides* - *Oxychloe andina*) con 86,3% y en los usticos (*Festuca dolichophylla* - *Carex sp*) con el 76,6%. Coberturas vegetales menores al 39,0% suceden en los khotales (*Calamagrostis breviaristata* - *Pycnophyllum glomeratum*). En las demás asociaciones vegetales las coberturas disminuyen aun más por los continuos pastoreos que soportan.

**Cuadro 3 Cobertura absoluta en asociaciones vegetales de la Comunidad Aguas Calientes, Provincia Pacajes, Departamento de La Paz**

Asociacion Vegetal	Fisonomia	Cobertura Absoluta (%)	
		Cobertura vegetal	Cobertura merte
<i>Distichia muscoides</i> - <i>Oxychloe andina</i>	Bofedal udico	86 5	13 7
<i>Festuca dolichophylla</i> - <i>Carex sp</i>	Bofedal ustico	76 6	23 4
<i>Festuca orthophylla</i> - <i>Parasthrephya lucida</i> - <i>Calamagrostis breviaristata</i>	Pajonal-tholar	39 4	60 6
<i>Festuca orthophylla</i> - <i>Stipa brachyphylla</i>	Pajonal	39 5	60 5
<i>Polylepis tarapacana</i> - <i>Festuca orthophylla</i>	Matorral de Polylepis	43 4	56 6
<i>Calamagrostis breviaristata</i> - <i>Pycnophyllum glomeratum</i>	Khotal	39 0	61 0

La cobertura y composición botánica como factores variables encontrados en estudios anteriores coinciden con los resultados del presente estudio. Así un rango de 78 a 100% de coberturas absolutas en bofedales fueron reportados por Laguna (1988), La Fuente et al (1988), Alzerreca y Lara (1988). En mayor proporción y frecuencia estas coberturas pertenecen a la presencia de la *Distichia spp*. Por otra parte, los anteriores autores, junto a otros del Perú como Flores (1989) y Vargas et al (1992), mencionan valores próximos al 40% para bofedales menos húmedos o secos.

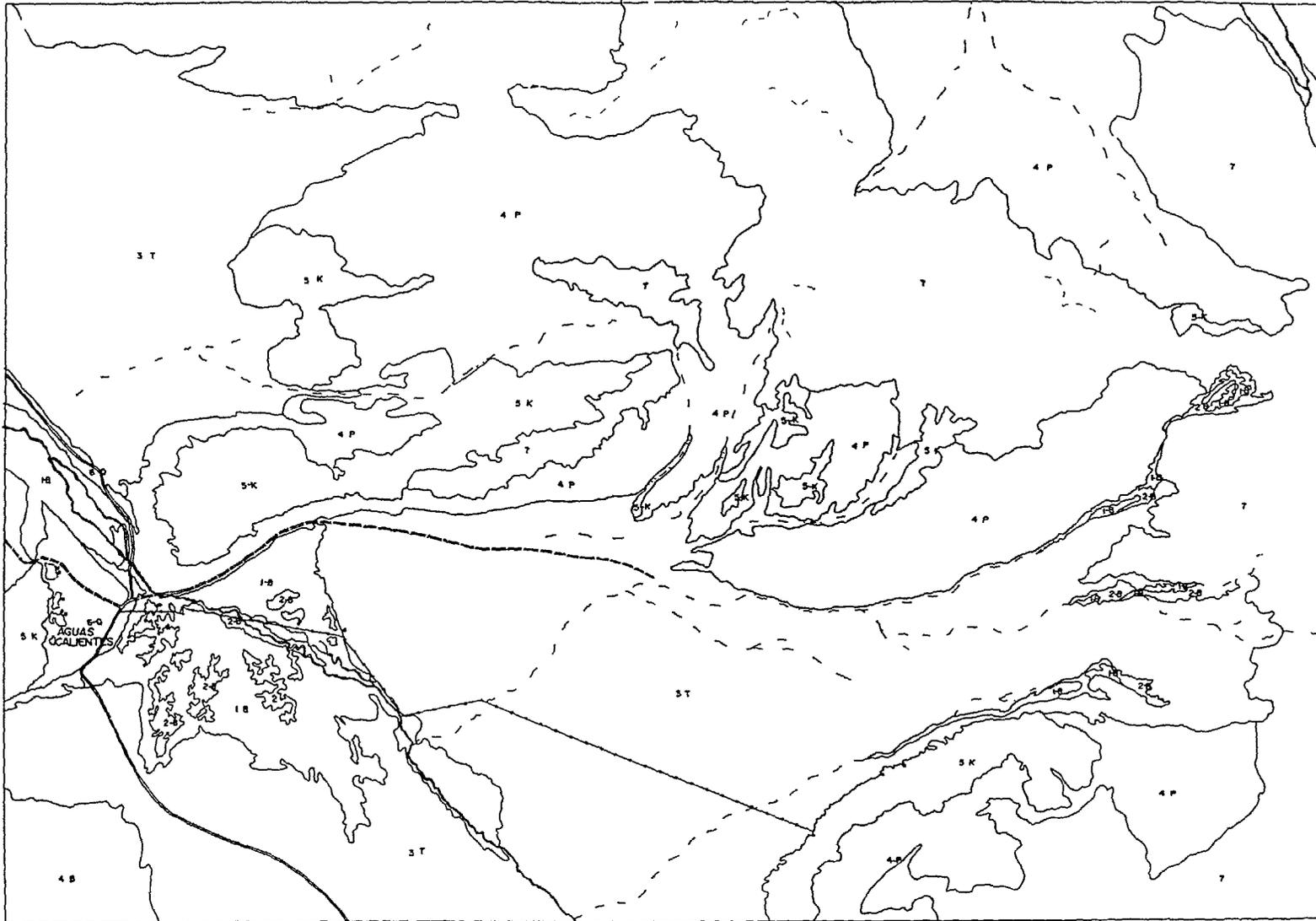
## Mapa de vegetacion

En base a la fotointerpretacion reconocimiento de campo muestreos de cobertura y analisis de conglomerados para la Comunidad de Aguas Calientes se elaboro un mapa de vegetacion de los campos nativos de pastoreo (mapa 2)

En el cuadro 4 se observa que la asociacion pajonal tholar es la mas extensa ocupando 1378 3 ha seguido por el pajonal con 1252 3 ha En cambio los bofedales que son importantes para la produccion alpaquera, ocupan superficies pequeñas donde los udicos llegan a 191 3 ha y los usticos solamente 53 7 ha

**Cuadro 4 Asociaciones vegetales por fisonomia y superficie en hectáreas en la Comunidad Aguas Calientes**

<b>Simbolo</b>	<b>Asociaciones Vegetales</b>	<b>Fisonomía</b>	<b>Superficie</b>
1 - B	<i>Distichia muscoides-Oxychloe andina</i>	Bofedal udico	191 3
2 - B	<i>Festuca dolichophylla-Carex sp</i>	Bofedal ustico	53 7
3 - T	<i>Festuca orthophylla-Calamagrostis breviaristata-Parasthrephya lucida</i>	Tholar-pajonal	1378 3
4 - P	<i>Festuca orthophylla-Stipa brachyphylla</i>	Pajonal	1252 3
5 - K	<i>Polylepis tarapacana-Festuca orthophylla</i>	Matorral de Polylepis	290 3
6 - Q	<i>Calamagrostis breviaristata-Pycnophyllum glomeratum-Junellia minima</i>	Khotal	50 0
7	Area desnuda y/o rocosa		893 3
<b>Total</b>			<b>4109 3</b>



Mapa 2 Mapa de campos nativos de pastoreo de la Comunidad Aguas Calientes

El mapeo de la vegetación junto a la determinación de componentes botánicos y parámetros de productividad de la pradera natural, permite tener una idea clara de su potencial y posteriormente planear un adecuado manejo (Flores y Bryant 1989). En efecto los diferentes componentes determinados en el presente estudio deben ser tomados muy en cuenta como punto de partida para el manejo racional de los pastos naturales de la Comunidad Aguas Calientes.

### **Fitomasa aérea**

La calibración de los diferentes métodos para la determinación de fitomasa fue muy importante en las ecuaciones de ajuste generadas en esta etapa (cuadro 5). Estas ecuaciones para las parcelas muestreadas permitieron estimar la fitomasa aérea. Así en los bofedales údicos el coeficiente de correlación fue calculado en 0.909 y la ecuación de ajuste como  $Y = 4126 + 0.971x$ . El promedio estimado de fitomasa por parcela fue 573 g y por la ecuación de ajuste 598 g. Estos valores relacionados a una hectárea de superficie permitieron obtener 9567.5 kg/ha de materia verde de la cual correspondieron a la materia seca 2514.3 kg/ha.

Los resultados del cuadro 5 fueron la base para obtener la fitomasa aérea de las 6 asociaciones del cuadro 6. En los bofedales údicos se encontró 2514.33 kg MS/ha y en los ústicos 2398.84 kg MS/ha, ambos en su totalidad compuestos por hierbas blandas de elevado potencial productivo y buen valor forrajero. La menor fitomasa ocurrió para el khotal de *Calamagrostis breviaristata* - *Pycnophyllum glomeratum* con 249.67 kg MS/ha. Las restantes asociaciones presentaron herbáceas duras de valor forrajero limitado y bajas fitomasas que oscilaron desde 722.56 hasta 249.67 kg MS/ha.

**Cuadro 5** Ecuaciones de ajuste y coeficientes de correlación para determinar fitomasa en las asociaciones vegetales

Asociacion Vegetal	Especie	Metodo	No Muestras	r *	Ecuacion de Ajuste Y = A + Bx
Bofedal udico		Muestreo doble	31	0 909126	y=4 126268+0 971187x
Bofedal usitico		Muestreo doble	29	0 813882	y= 1 87828+1 064784x
Pajonal tholar	Cabr	Muestreo doble	39	0 901612	y=0 826122 +0 768223x
	Feor	Refencial	35	0 967973	y=17 12628 +0 922062x
	Wesp	Refencial**	19	0 945099	y=1 046054 +0 856073x
	Palu	Dimensional	15	0 985174	y=47 64828 +16524 69x
Pajonal	Poas	Refencial	11	0 903553	y=17 82027+0 795574x
	Casp	Refencial	11	0 860165	y=0 23124 +1 060544x
	Stbr	Refencial	10	0 894076	y=3 600633 +1 190175x
	Feor				
	Palu				
	Wesp				
	Pygl				
M de Polylepis	Pasp	Dimensional	15	0 376464	y=79 40565+7080 883x
	Wesp				
	Pygl				
	Feor				
Khotal	Pygl	Refencial**	52	0 952798	y=0 139942+0 915224x
	Jumu	Refencial**	16	0 91191	y=0 717367+0 806883x
	Cabr				
	Feor				

\* = Coeficiente de correlacion      Cabr = *Calamagrostis breviaristata*      Casp = *Calamagrostis sp*  
 \*\* = Muestra referencial circular      Feor = *Festuca orthophylla*      Stbr = *Stipa brachyphylla*  
 y = Biomasa real      Wesp = *Werneria sp*      Pygl = *Pycnophyllum glomeratum*  
 x = Biomasa estimada      Palu = *Parasthreppya lucida*      Pasp = *Parasthreppya sp*  
    Poas = *Poa asperiflora*      Jumu = *Junella minima*

**Cuadro 6** Fitomasa por tipo biologico y asociacion vegetal

Asociacion Vegetal	Herbáceas blandas	Herbáceas duras	Total kg MS/ha
<i>Distichia muscoides- Oxychloe andina</i>	2517 3		2517 3
<i>Festuca dolichophylla-Carex sp</i>	2398 8		2398 8
<i>Festuca orthophylla-Calamagrostis breviaristata</i>		722 6	722 6
<i>Festuca othophylla-Stipa brachyphylla</i>		519 6	519 6
<i>Polylepis tarapacana-Festuca orthophylla</i>		267 6	267 6
<i>Calamagrostis breviaristata-Pycnophyllum glomeratum</i>		249 7	249 7

Los resultados expuestos en el cuadro 6 concuerdan con los registrados en estudios anteriores donde se reportaron para bofedales rendimientos en un rango de 780 a 4500 kg MS/ha (Laguna 1988 Alzerreca 1988 y Sotomayor 1990) En praderas a secano como los pajonales las producciones de biomasa son mas variables e inferiores a los 1000 kg MS/ha tal como afirman La Fuente et al (1988) y Alzerreca (1988, 1992)

Los resultados bibliograficos citados anteriormente asi como los reportados en el presente estudio, permiten destacar a los bofedales que contienen elevadas proporciones de herbaceas blandas muy aptas para el pastoreo de la ganaderia local Por su parte resalta la virtual ausencia de herbaceas blandas en las demas asociaciones vegetales probablemente debido a diversos factores de clima, suelo y manejo

### **Capacidad de carga animal**

Los factores medio ambientales que difieren año tras año dificultan determinar la capacidad de carga real de una pradera o asociacion vegetal dada (Huss et al 1986) Sin embargo, considerando parametros como el "minimo desarrollo vegetal" es posible estimar la utilizacion de los bofedales udicos en 43%, en usticos 30% y en praderas a secano 25% (PISA 1990) Para estas condiciones De Leeuw y Tothill (1993) sugieren considerar una unidad animal de 250 kg de peso vivo y 251 de consumo diario de materia seca por unidad animal

Los resultados del cuadro 7 fueron elaborados en base a reportes de PISA (1990) y De Leeuw y Tothill (1993) En tanto, los bofedales son las que presentaron la mayor capacidad de carga valoradas para los bofedales udicos en 1 44 UA/ha (2 hectareas para 3 unidades animal) y para bofedales usticos 0 96 UA/ha (una hectarea para una unidad animal) Cantidades muy inferiores fueron calculadas para las demas asociaciones vegetales

**Cuadro 7** Cálculo de la capacidad de carga por unidad animal en asociaciones vegetales de la comunidad Aguas Calientes, Provincia Pacajes, Departamento de La Paz, para el período agosto-noviembre de 1993

Asociación Vegetal	Fitomasa (KgMs/Ha) (1)	Utilización (%) (2)	Forraje Disponible (%) (3)	Requerimiento de Consumo (KgMs/UA/Día) (4)	Días de Pastoreo Calculado (5)	Periodo de Pastoreo (Días) (6)	Capacidad de Carga (UA/Ha) (7)
Bofedal Udio (1B)	2514.3	43	1081.0	6.25	173	120	1.44
Bofedal Ustico (2B)	2398.8	30	719.6	6.25	115	120	1.0
Pajonal Tholar (3T)	722.6	25	180.6	6.25	28.9	120	0.2
Pajonal (4P)	519.6	25	129.9	6.25	20.8	120	0.2
Matorral Polyepis (5K)	267.6	25	66.9	6.25	10.7	120	0.1
Khotal (6Q)	249.7	25	62.4	6.25	10.3	120	1.0

- (1) Fitomasa aérea total determinada en las asociaciones vegetales estudiadas
- (2) Utilización Porcentaje de fitomasa utilizable
- (3) Forraje disponible asumiendo porcentaje de utilización
- (4) Requerimientos de consumo promedio por unidad animal de forraje por día determinada a partir de 2.5 % de un peso vivo igual a 250 Kg (De Leeuw y Tothill 1993)
- (5) Días de pastoreo para el total de forraje disponible (3/4)
- (6) Periodo de pastoreo (120 días, agosto a noviembre)
- (7) Capacidad de carga expresada en Unidades Animal

Capacidades de carga mas precisas y especificas pueden ser calculadas en base al cuadro 8  
 Los factores o indices de conversion permiten simultaneamente expresar las diferentes unidades animal lo que facilita enormemente estratificar la capacidad de carga por tipo de pradera y especie animal

**Cuadro 8 Factores de conversi3n a unidades animal y equivalencias para estimar la capacidad de carga de las asociaciones vegetales de la Comunidad Aguas Calientes, Provincia Pacajes, Departamento de La Paz**

Especie Animal	Peso Vivo (kg)	P M <sup>1</sup> (kg)	U Ovino Criollo	Unidad Alpaca	Unidad Llama	Unidad Animal
Ovino criollo	17	8 4	<b>1 00</b>	0 49	0 34	0 13
Alpaca	44	17 1	2 04	<b>1 00</b>	0 69	0 27
Llama	72	24 7	2 95	1 44	<b>1 00</b>	0 39
Unidad Animal <sup>2</sup>	250	63 0	7 63	3 69	2 55	<b>1 00</b>

<sup>1/</sup> Peso metab3lico peso vivo elevado al exponente 0 75 (Alz3rreca 1992)

<sup>2/</sup> Unidad animal equivalente a 250 kg de peso vivo

Es usual que las diversas evaluaciones de praderas naturales reporten capacidades de carga diferentes, segun la metodologia utilizada, epocas de evaluacion y la region ecologica entre otras (Alz3rreca 1992, Flores y Malpartida 1987) Esta variabilidad es patetico en el presente trabajo, donde se confirma que los bofedales siempre ofrecen una mayor capacidad de carga (3 UA/ha) tanto en el Altiplano como en el Altoandino Sin embargo, para praderas semiaridas y Altoandinas capacidades de carga sumamente inferiores fueron reportados por Alz3rreca y Lara (1988), La Fuente et al (1988), Alz3rreca y Prieto (1990) Alz3rreca (1992) y Leon e Izquierdo (1993)

Sin duda, estos valores no deben ser utilizados con rigidez. Las interacciones de la producción anual de fitomasa, cantidades de consumo en diferentes épocas y la intensidad de pastoreo hacen difícil las determinaciones concretas de capacidad de carga (Huss et al 1986 y De Leeuw y Tothill 1993). Por estas razones es aconsejable flexibilizar las estimaciones de la capacidad de carga para que sea posible planear un manejo de las producciones ganaderas.

## Conclusiones y Recomendaciones

De los resultados reportados es posible formular las siguientes conclusiones y recomendaciones

- La flora de la Comunidad Aguas Calientes contiene por lo menos 73 especies vegetales de las cuales el 60% son plurianuales. En orden de proporción e importancia son las Asteraceae con 23.9%, Poaceas con 21.9%, Fabaceae 6.8% y las Juncaceas con el 5.5%
- En base a la inventariación botánica y fotointerpretación principalmente, se han identificado seis asociaciones vegetales predominantes: 1) *Distichia muscoides* - *Oxychloe andina* (bofedal udico), 2) *Festuca dolichophylla* - *Carex sp* (bofedal ustico), 3) *Festuca orthophylla* - *Calamagrostis breviaristata* (pajonal tholar), 4) *Festuca orthophylla* - *Stipa brachyphylla* (Pajonal), 5) *Polylepis tarapacana* - *Festuca orthophylla* y (matorral de *Polylepis*) y 6) *Calamagrostis breviaristata* - *Pycnophyllum glomeratum* (khotal)

Los bofedales se caracterizan por presentar humedad permanente en sus suelos y, de acuerdo a la mayor o menor presencia de humedad, se identifica dos tipos de bofedales: el udico que tiene irrigación continua durante todo el año y el ustico que solamente posee buena humedad durante el periodo de lluvias.

Los bofedales udicos (*Distichia muscoides*-*Oxychloe andina*) y usticos (*Festuca dolichophylla* - *Carex sp*) son las praderas que mayor diversidad botánica presentaron. Las más pobres fueron los khotales (*Calamagrostis breviaristata* - *Pycnophyllum glomeratum*)

En el periodo mayo a julio de 1993 las asociaciones vegetales de mayor cobertura absoluta fueron los bofedales udicos con 86.3% y los usticos con 76.1%. En cambio los khotales presentaron la mas baja cobertura de 39.0% atribuible a los continuos pastoreos

Los bofedales udicos y usticos son los que albergan al mayor numero de herbaceas blandas, entre ellas a la *Distichia muscoides*, *Oxychloe andina*, *Festuca dolichophylla* y *Carex* sp. La presencia de estas especies hacen que estos bofedales sean muy importantes en la alimentacion de la ganaderia local. Las otras asociaciones por presentar en su composicion botanica herbaceas duras y arbustos de baja palatabilidad, son pobres y menos importantes en la produccion animal

En los meses de junio y julio la fitomasa en los bofedales udicos y usticos respectivamente fueron 2514.3 y 2398.8 kg MS/ha mientras que en las otras asociaciones vario de 249.7 a 722.6 kg MS/ha

Finalmente, durante el periodo seco de agosto a noviembre, los bofedales udicos y usticos presentaron una carga animal de 1.44 y 0.96 UA/ha, respectivamente. En las demas asociaciones vegetales fueron inferiores a 0.24 UA/ha

Por lo anteriormente indicado es posible sugerir algunas pautas que bien podrian ser llevadas a cabo con el fin de administrar mejor los recursos forrejeros naturales de esta region

La evaluacion de las praderas naturales debe ser complementada con estudios en otras estaciones del año asi como de otros estudios integrales de caracter edafico y socioeconomicos entre otros

- A fin de frenar y evitar la continua degradación de las praderas debe efectuarse estudios de caracterización de los sistemas de producción ganadera, rotación y presión de pastoreo de grado e intensidad de utilización de las praderas

Para conservar o recuperar los diferentes tipos de praderas es imprescindible realizar prácticas de estercolado, resiembra, transplante y riego. Con la finalidad de ampliar o regar los bofedales debe captarse todas las fuentes posibles de agua y utilizarse eficientemente. Sin duda estas prácticas para que sean significativas deben ser masivas.

- Es necesario el uso de una unidad animal estándar en el cálculo de la capacidad de carga para facilitar la interpretación de futuros trabajos

## Bibliografía

- Alzerreca, H 1992 Produccion y utilizacion de los pastizales de la zona andina de Bolivia  
Red de Pastizales Andinos/Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuaria  
(REPAAN/IBTA) La Paz, Bolivia 146 p
- Alzerreca, H y D Genin 1992 Los sistemas ganaderos de la zona andina de Bolivia del  
concepto a una caracterizacion Informe No 30 Instituto Boliviano de Tecnologia  
Agropecuaria La Paz, Bolivia 37 p
- Alzerreca, H y G Prieto 1990 Diagnostico de las actividades forrajeras en el altiplano de  
Bolivia En Primer Seminario Internacional de la Red de Pastizales Andinos "Importancia,  
produccion y mejoramiento" Red de Pastizales Andinos - Red Boliviana de Forrajes  
Cochabamba, Bolivia pp 45 - 57
- Alzerreca, H y R Lara 1988 Evaluacion de praderas nativas en el altiplano central y oeste  
del departamento de Oruro En Primera Reunion Nacional en Praderas Nativas de Bolivia  
Corporacion de Desarrollo de Oruro - Programa de Autodesarrollo Campesino Oruro,  
Bolivia pp 3-11
- Alzerreca, H 1988 Diagnostico y prioridades de investigacion en praderas y pasturas del  
altiplano y altoandino de Bolivia En Primera Reunion Nacional en Praderas Nativas de  
Bolivia Corporacion de Desarrollo de Oruro - Programa de Autodesarrollo Campesino  
Oruro, Bolivia pp 214-264
- Alzerreca, H, G Prieto y R Lara 1988 Evaluacion de un campo nativo de pastoreo en el  
altiplano semiarido del departamento de La Paz En Primera Reunion Nacional en  
Praderas Nativas de Bolivia Corporacion de Desarrollo de Oruro - Programa de  
Autodesarrollo Campesino Oruro, Bolivia pp 83-96
- Bartels, G B , B Norton, and G K Perrier 1993 An examination of the carrying capacity  
concept In Range Ecology at Desequilibrium Overseas Development Institute (ODI),  
London pp 83 -103
- Behnke, R H Jr and I Scoones 1993 Rethinking range ecology implications for rangeland  
management in Africa In Range Ecology at Desequilibrium Overseas Development  
Institute (ODI), London pp 1-30
- Bonham, C D 1989 Measurements for Terrestrial Vegetation A Wiley-Interscience  
Publication John Wiley & Sons, Inc Fort Collins, Colorado 338p

- De Leeuw, N P and J Tothill 1993 The concept of rangeland carrying capacity in sub-Saharan Africa-myth or reality In Range Ecology at Desequilibrium Overseas Development Institute (ODI) London pp 77 - 88
- Flores, A , E Malpartida y F San Martin 1992 Manual de forrajes para zonas aridas y semiaridas andinas Red de Rumiantes Menores/Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias y Agroindustriales/Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (RERUMEN/INIAA/IVITA) Lima Peru 279 p
- Flores, A y F Bryant 1990 Manual de pastos y forrajes Instituto Nacional de Investigacion Agraria y Agroindustrial/Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigacion en Rumiantes Menores Texas Tech University (INIAA/SR-CRSP, TTU) Lima, Peru 206 p
- Flores, A 1989 Manejo y Utilizacion de Pastizales In Produccion de alpacas y llamas XII Reunion Cientifica Anual de la Asociacion Peruana de Produccion Animal (APPA) Lima, Peru pp 3-46
- Flores A y F Bryant 1989 Manejo y produccion de pastizales en la region altoandina del Peru En Resultados de investigacion del Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigacion en Rumiantes Menores (SR-CRSP) Riobamba, Ecuador pp 8-60
- Flores, A y E Malpartida 1987 Manejo de praderas nativas y pasturas en la region altoandina del Peru Banco Agrario, Fondo del Libro Lima, Peru 332 p
- Flores, A 1984 Pastizales Altoandinos en el Sur del Peru Red de Rumiantes Menores/Instituto Nacional de Investigacion Agraria y Agroindustrial/Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigacion en Rumiantes Menores (RERUMEN/INIAA/SR-CRSP) Lima, Peru 235 p
- Garcia, J H 1992 Caracterizacion de la alimentacion animal en el sistema de produccion silvopastoril de zonas semiaridas Tesis Ing Agr , Universidad Mayor de San Simon (UMSS), Facultad de Ciencias Agricolas y Pecuarias "Martin Cardenas" Cochabamba Bolivia 183 p
- Gasto J, F Cosio y D Panario 1992 Sistema de la clasificacion de ecoregiones y determinacion de sitio y condicion Manual de aplicacion de municipios y predios rurales Red de Pastizales Andinos - Centro Internacional de Investigacion para el Desarrollo de Canada (REPAAN/CIID-Canada) Quito, Ecuador 231p
- Huss D , A Bernardon, D Anderson y J Brun 1986 Principios de manejo de praderas naturales Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria, Argentina - Organizacion Regional de la FAO para Latinoamerica y el Caribe (INTA-ORLAC) Santiago, Chile 356 p

- Kirmese, D and B Norton 1985 Comparison of reference unit method and dimension analysis methods In Measurement for Terrestrial Vegetation Wiley Interscience, New York p 228
- La Fuente, A , A Velasco y H Alzerrca 1988 Evaluacion de la productividad de campos nativos de pastoreo en Ulla Ulla In Primera Reunion Nacional en Praderas Nativas de Bolivia Corporacion de Desarrollo de Oruro/Programa de Autodesarrollo Campesino (CORDEOR/PAC) Oruro, Bolivia pp 23-28
- Laguna V 1988 Determinacion de la capacidad de carga para la epoca invernal en praderas nativas de Huarina Batallas y Peñas En Primera Reunion Nacional en Praderas Nativas de Bolivia Corporacion de Desarrollo de Oruro/Programa de Autodesarrollo Campesino (CORDEOR/PAC) Oruro, Bolivia pp 50-55
- Leon, C y F Izquierdo 1993 Produccion y utilizacion de los pastizales de la zona altoandina Compendio Red de Pastizales Andinos/Centro Internacional de Investigacion para el Desarrollo de Canada (REPAAN/CIID-Canada) Quito, Ecuador 228 p
- Mamani, M 1992 Encuesta Socioeconomica Area pastoril de los Altos Andes Informe de Consultoria La Paz, Bolivia 180 p
- Martin, M 1980 Metodo estimativo para determinar produccion de forraje En Manual de metodos de muestreo de vegetacion Editores A Mendoza y L Fierro Instituto Nacional de Investigacion Pecuaria (INIP) Serie Tecnico Cientifica, Vol No 1 Mexico D F pp 46-51
- Massy, N 1994 Mapeo y caracterizacion de campos nativos de pastoreo en el canton San Jose Llanga Tesis Ing Agr Universidad Tecnica de Oruro, Facultad de Ciencias Agricolas y Pecuarias Oruro, Bolivia 77 p
- Mesa Redonda de Camelidos Sudamericanos (MRCSA) 1991 Introduccion y Memorias de Santiago de Chile Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion - Instituto Nacional de Investigacion Agraria y Agroindustrial (FAO-INIAA) Lima, Peru 81 p
- Miranda, F y L Oscanoa 1992 Mejoramiento y manejo de bofedales mediante "ahijaderos" en puna seca Editores T Leon y E Avila Universidad Nacional del Altiplano/Instituto Nacional de Investigacion Agraria y Agroindustrial/Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales de Altura (UNA/INIAA/IVITA) Puno, Peru pp 15
- Montes de Oca I 1989 Geografia y recursos naturales de Bolivia 2da edicion Educacional del Ministerio de Educacion y Cultura La Paz, Bolivia 574 p

- Mueller-Dombois D and H Elleberg 1974 Aims and methods of vegetation ecology John Wiley & Sons, New York 547 p
- Norton, B 1992 Metodos de medicion aconsejables para la medicion de la vegetacion altiplanica Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigacion de Rumiantes Menores, Utah State University (SR-CRSP, USU) La Paz, Bolivia
- Olivares A 1988 Experiencias de investigacion de la pradera nativa en un ecosistema fragil En Primera Reunion Nacional en Praderas Nativas de Bolivia Corporacion de Desarrollo de Oruro - Programa de Autodesarrollo Campesino (CORDEOR-PAC) Oruro Bolivia pp 264-287
- Proyecto de Investigacion en Sistemas Agropecuarios Andinos (PISA) 1990 Produccion de biomasa y su tasa de crecimiento en una pradera tipo bofedal humedo En Produccion y Utilizacion de los Pastizales de la Zona Andina de Bolivia Instituto Boliviano de Tecnologia Agropecuaria/Red de Pastizales Andinos (IBTA/REPAAN) La Paz Bolivia pp 105
- Rodriguez, T 1991 Situacion y perspectivas de la produccion y conservacion de los Camelidos Sudamericanos en Bolivia En Mesa Redonda sobre Camelidos Sudamericanos, Memorias de Santiago de Chile Organizacion Internacional de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion/Instituto Nacional de Investigacion Agraria y Agroindustrial (FAO/INIAA) Lima, Peru pp 29-40
- Romesburg, C 1984 Cluster Analysis for Research Lifetime Learning, California 334p
- Santos, J 1980 Determinacion de cobertura por el metodo de micro parcelas In Manual de metodos de muestreo de vegetacion Editores A Mendoza y L Fierro Instituto Nacional de Investigacion Pecuaría (INIP) Serie Tecnico Cientifica, Vol No 1 Mexico D F pp 33-37
- Servicio Nacional de Meteorologia e Hidrologia (SENAMHI) 1993 Registros climaticos de la Estacion Meteorologica Sajama, años 1975 a 1986 y 1993 La Paz Bolivia
- Sotomayor, M 1990 Tecnologia campesina en el pastoreo altoandino Proyecto Alpacas, Instituto Nacional de Investigacion Agraria y Agroindustrial/Cooperacion Tecnica Suiza (INIAA/COTESU) Puno, Peru 65 p
- Tapia, M 1984 El ecosistema de los andes del sur del Peru y su relacion con los pastizales En Pastoreo de los andes del sur del Peru Instituto Investigacion y Promocion Agropecuaria, Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigacion en Rumiantes Menores (INIPA/SR-CRSP) Lima, Peru pp 49-77

Vargas L M E Flores y L Oscanoa 1992 Analisis de la estructura y dinamica estacional de los bofedales tholares y pajonales de "Iru ichu" en el ecosistema de puna seca - epoca de lluvia (avances) En XI Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias del Peru Editores T Leon y E Avila Universidad Nacional del Altiplano/Instituto Nacional de Investigacion Agraria y Agroindustrial/Instituto Veterinario de Investigacion Tropical y de Altura (UNA/INIAA/IVITA) Puno, Peru pp 15

Villalba, M 1991 Uso del habitat e interrelacion entre la vicuña y la alpaca de la Reserva Nacional de Fauna de Ulla Ulla Programa Regional de Manejo de Vida Silvestre para Mesoamerica y el Caribe La Paz Bolivia 128p