

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



EVALUACIÓN AGROSTOLÓGICA Y CAPACIDAD RECEPTIVA
ESTACIONAL EN BOFEDALES DE PUNA SECA Y HÚMEDA
DEL ALTIPLANO DE PUNO

T E S I S

PRESENTADO POR:

ROGER SIGUAYRO PASCAJA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2008

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE GRÁFICOS	i
ÍNDICE DE CUADROS	ii
RESUMEN	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 ZONA AGROECOLÓGICA DE PUNA.....	3
2.1.1 Puna húmeda.....	3
2.1.2 Puna seca.....	4
2.2 ZONAS DE VIDA SEGÚN HOLDRIDGE.....	5
2.3 ZONAS CLIMÁTICAS.....	5
2.4 PRADERAS NATURALES.....	7
2.4.1 Clasificación de praderas naturales.....	8
2.5 BOFEDALES.....	9
2.5.1 Distribución y extensión de bofedales.....	10
2.5.2 Clasificación de bofedales.....	11
2.6 CARACTERÍSTICAS DE BOFEDALES.....	13
2.6.1 Composición florística.....	13
2.6.2 Producción forrajera.....	14
2.6.3 Contenido de proteína cruda.....	15
2.6.4 Contenido de fibra cruda.....	16
2.6.5 Condición del bofedal.....	17
2.6.6 Capacidad de carga.....	18
2.6.7 Recurso suelo.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	21
3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL.....	23

3.2.1 Bofedal Catacora.....	23
3.2.2 Bofedal Capapujo.....	25
3.2.3 Bofedal Muñaypacocho.....	28
3.2.4 Bofedal Huichicancha.....	30
3.2.5 Materiales y equipos de campo.....	33
3.2.6 Materiales y equipos de laboratorio.....	34
3.3 METODOLOGÍA.....	34
3.3.1 Variables de respuesta.....	34
3.4 METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES.....	35
3.4.1 Determinación de la composición florística.....	35
3.4.2 Determinación de la disponibilidad de materia verde y seca.....	36
3.4.3 Determinación del análisis de proteína cruda.....	37
3.4.4 Determinación de la condición actual del bofedal.....	38
3.4.5 Estimación de carga animal óptima.....	40
3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	41
3.5.1 Factores y tratamientos en estudio.....	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1 Composición florística de bofedales de Puna seca y húmeda.....	43
4.2 Disponibilidad de materia verde y seca en bofedales de Puna seca y húmeda.....	52
4.3 Contenido de proteína cruda en los bofedales de Puna seca y húmeda....	60
4.4 Capacidad de carga de bofedales de Puna seca y húmeda.....	62
V. CONCLUSIONES.....	67
VI. RECOMENDACIONES.....	68
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
VIII. ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	pág.
Gráfico 1. Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Santa Lucía del año 2007.....	24
Gráfico 2. Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Capaso del año 2007.....	27
Gráfico 3. Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Macusani del año 2007.....	29
Gráfico 4. Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Santa Rosa del año 2007.....	32
Gráfico 5. Parcela de “transecta lineal radial” para el censo de la composición florística de bofedales.....	36
Gráfico 6. Distribución de parcelas de corte en las transectas lineales para la toma de muestras de materia verde en bofedales.....	37
Gráfico 7. Promedios de disponibilidad de materia verde (MV) de bofedales, en épocas de lluvia y seca.....	57
Gráfico 8. Promedios de disponibilidad de materia seca (MS) de bofedales, en épocas de lluvia y seca.....	57
Gráfico 9. Comparación del contenido de proteína cruda (%) de la materia seca, en las épocas de lluvias y seca.....	62

ÍNDICE DE CUADROS

		pág.
Cuadro 1.	Rangos de índice anual de precipitación pluvial.....	6
Cuadro 2.	Distribución de la precipitación a través del año.....	6
Cuadro 3.	Rangos de de índice anual de temperatura.....	6
Cuadro 4.	Numero de bofedales por provincias, área y perímetro del sistema lago Titicaca, Desaguadero, Poopo y Salar de Coipasa (TDPS) lado peruano.....	11
Cuadro 5.	Componentes bromatológicos de principales especies de bofedales de Ulla Ulla.....	17
Cuadro 6.	Ubicación de los bofedales evaluados en las zonas agroecológicas de Puna seca y húmeda de la región Puno.....	21
Cuadro 7.	Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Santa Lucía del año 2007.....	24
Cuadro 8.	Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo, del bofedal de Catacora.....	25
Cuadro 9.	Caracterización del estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo del bofedal de Catacora.....	25
Cuadro 10.	Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Capaso del año 2007.....	27
Cuadro 11.	Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo, del bofedal Capapujo.....	28
Cuadro 12.	Caracterización del estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo del bofedal Capapujo.....	28
Cuadro 13.	Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Macusani del año 2007.....	29
Cuadro 14.	Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo, del bofedal Muñaypacocho.....	30
Cuadro 15.	Caracterización del estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo del bofedal Muñaypacocho.....	30
Cuadro 16.	Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Santa Rosa del año 2007.....	32

Cuadro 17.	Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo, del bofedal Huichicancha.....	33
Cuadro 18.	Caracterización del estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo del bofedal Huichicancha.....	33
Cuadro 19.	Puntaje de índices para la determinación de la condición de pastizales naturales.....	40
Cuadro 20.	Carga Animal recomendada para diferentes condiciones de pastizales nativos.....	41
Cuadro 21.	Análisis de Varianza de la disponibilidad de materia seca en los bofedales de Puna seca y húmeda, en la época de lluvias y seca.....	42
Cuadro 22.	Composición florística del bofedal Capapujo, en las épocas de lluvias y seca.....	44
Cuadro 23.	Composición florística del bofedal Catacora, en las épocas de lluvias y seca.....	46
Cuadro 24.	Composición florística del bofedal Muñaypacocho, en las épocas de lluvias y seca.....	48
Cuadro 25.	Composición florística del bofedal Huichicancha, en las épocas de lluvias y seca.....	51
Cuadro 26.	Disponibilidad de materia verde (kg/há), en bofedales de Capapujo y Catacora, en épocas de lluvia y seca.....	53
Cuadro 27.	Disponibilidad de materia verde (kg/há), en bofedales de Muñaypacocho y Huichicancha, en épocas de lluvia y seca.....	54
Cuadro 28.	Disponibilidad de materia seca (kg/há), en bofedales de Capapujo y Catacora, en épocas de lluvia y seca.....	55
Cuadro 29.	Disponibilidad de materia seca (kg/há), en bofedales de Muñaypacocho y Huichicancha, en épocas de lluvia y seca.....	56
Cuadro 30.	Disponibilidad de materia verde (MV) y materia seca (MS) de bofedales de Puna seca y húmeda, en épocas de lluvias y seca.....	57
Cuadro 31.	Análisis de varianza para la disponibilidad de materia seca en bofedales en las épocas de lluvia y seca.....	59
Cuadro 32.	Análisis de varianza de efectos simples para la interacción bofedal por época (BxE) de la disponibilidad de materia seca en bofedales...	60

Cuadro 33.	Contenido de proteína cruda (%) de la materia seca de bofedales, en las épocas de lluvias y seca.....	62
Cuadro 34.	Condición actual de bofedales de Puna seca y húmeda, en las épocas de lluvia y seca.....	64
Cuadro 35.	Comparación de condición de los bofedales para alpacas, en las épocas de lluvia y seca.....	64
Cuadro 36.	Carga animal óptimo de bofedales de las zonas agroecológicas de Puna seca y húmeda, durante las épocas de lluvias y seca.....	66

RESUMEN

El estudio se realizó en cuatro bofedales del Altiplano de Puno: dos en Puna seca, ubicados en los distritos de Capaso y Santa Lucía a 4,400 y 4,350 msnm y dos en Puna húmeda, en los distritos de Macusani y Santa Rosa a 4,500 y 4,150 msnm. Los objetivos fueron: determinar en los bofedales de Puna seca y húmeda, tanto en época de lluvias como en época seca, la composición florística, disponibilidad de materia verde y seca, contenido de proteína cruda del forraje y la carga animal óptima de pastoreo. Para determinar la composición florística se empleó el método Puntos en parcela lineal permanente, para disponibilidad de materia verde y seca el método cosecha en parcela de corte, para el contenido de proteína cruda el método micro kjendahl y para la capacidad de carga óptima la metodología descrita por Florez y Malpatida (1987). Para analizar las diferencias en disponibilidad de materia seca, se utilizó un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones, donde las parcelas fueron los bofedales y sub parcelas las épocas. De los resultados obtenidos se concluye que en bofedales de Puna seca, destacan la *Distichia muscoides* (25.83%), *Lucilia ariteoides* (14.92%) y *Plantago tubulosa* (10.17%) en el bofedal de Capaso; y en el bofedal de Santa Lucía *Distichia muscoides* (23.25%), *Plantago tubulosa* (16.50%) y *Lucilia ariteoides* (10.50%). En bofedales de Puna húmeda, destacan la *Distichia muscoides* (20.92%), *Plantago tubulosa* (11.92%) y *Werneria pygmaea* (8.17%) en el bofedal de Macusani; y en el bofedal de Santa Rosa *Scirpus rigidus* (11.08%), *Plantago tubulosa* (8.75%) y *Deyeuxia rigescens* (7.25%). La disponibilidad de materia seca, en bofedales de Capaso y Santa Lucía fue de 1,079.17 y 1,166.67 kg/há en época de lluvias; y en época seca 1,122.22 y 1,184.72 kg/há respectivamente. En bofedales de Macusani y Santa Rosa los promedios de materia seca fueron 1,151.39 y 1,647.22 kg/há en época lluviosa; y en época seca 1,245.83 y 998.61 kg/há respectivamente. La disponibilidad de materia seca fue similar entre bofedales y diferentes entre épocas. El contenido de proteína cruda en bofedales de Capaso y Santa Lucía fueron de 11.20 y 15.05 % en época de lluvias, y en época seca 6.82 y 8.92 %, respectivamente. El contenido de proteína cruda en bofedales de Macusani y Santa Rosa fue de 12.77 y 12.25 % en época de lluvias, y en época seca 11.02 y 11.20%, respectivamente. Los cuatro bofedales en época seca pueden mantener una carga animal de 2.00 alpacas/há; y en época lluviosa Macusani, Santa Rosa y Capaso 2.70 alpacas/há y Santa Lucía 2.00 alpacas/há.

Palabras clave: Bofedal, capacidad de carga, composición florística, Puna.

I. INTRODUCCIÓN

Los bofedales altoandinos, constituyen excelentes pastizales para la alimentación del ganado, exclusivamente de alpacas en la época seca y en forma limitada para ovinos, vacunos y otras especies animales. Estos bofedales ocupan lugares donde existe un suministro de agua permanente proveniente de manantiales, agua de deshielos, ríos y lluvias produciendo pasto verde y hierbas durante todo el año.

El Proyecto Binacional de Biodiversidad del Sistema Lago Titicaca, Desaguadero, Poopo y Salar de Coipasa (2001) indica que en el ámbito del Altiplano peruano, con la ayuda de imágenes satelitales se identificaron 351 bofedales con una área total de 111,473.48 hectáreas, distribuidos en 12 provincias de la región Puno. La mayor concentración se encuentran en las provincias de El Collao con 99 bofedales que ocupan 32,224.03 hectáreas, distribuidos en los distritos de Santa Rosa de Juli, Capazo y Conduriri; la provincia de Melgar con 66 bofedales que ocupan 15,752.60 hectáreas; y Lampa con 14,389.19 hectáreas en 59 bofedales. En cada una de estas zonas, los bofedales están sujetos a diferentes factores que determinan su estructura y dinámica; tales como latitud, altitud, temperatura, precipitación, suministro de agua, acidez del suelo y el efecto modificador que ocasiona el hombre.

En la Puna semi-árida y semi-húmeda del Altiplano de Puno, al igual que en otras regiones ecológicas altoandinas del país, se pueden observar vastas áreas, con un incremento de especies indeseables, desaparición de las deseables, diferentes grados de erosión y una disminución considerable de la producción primaria, generando ecosistemas frágiles que en muchos de los casos los niveles de degradación han llegado al límite biológico; con una repercusión negativa en los niveles productivos del ganado bajo pastoreo, debido a causas como la presencia de severas condiciones climáticas (temperaturas extremas, fuerte radiación solar, precipitaciones pluviales erráticas, etc.) y un sobrepastoreo.

En la Puna semi-árida del Altiplano de Puno, los bofedales evaluados se encuentran ubicados en los distritos de Santa Lucía y Capaso, a los 4,400 y 4,350 msnm, caracterizado por presentar un clima frío seco. En la Puna semi-húmeda hacia el norte

de Puno, en los distritos de Macusani y Santa Rosa, a 4,500 y 4,150 msnm, con un clima frío con mayor humedad ambiental.

En base a estos aspectos, se planteó como objetivo general efectuar un estudio agrostológico para evaluar la estructura vegetativa de bofedales de Puna seca y húmeda del Altiplano de Puno y como objetivos específicos:

- Evaluar la composición florística en bofedales de Puna seca y húmeda del Altiplano de Puno, en la época de lluvias y seca.
- Determinar la disponibilidad de materia verde y seca en bofedales de Puna seca y húmeda del Altiplano de Puno, en la época de lluvias y seca.
- Analizar el contenido de proteína cruda del forraje de bofedales de Puna seca y húmeda del Altiplano de Puno, en la época de lluvias y seca.
- Estimar la carga animal óptima de pastoreo de bofedales de Puna seca y húmeda del Altiplano de Puno.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ZONA AGROECOLÓGICA DE PUNA

MINAG (2007), afirma que esta región varía desde los 3,900 hasta los 4,800 msnm, descendiendo por la ladera Oeste de la cordillera occidental pasando alturas cordilleranas superiores a 5,000 msnm hasta los 3,900 msnm del lado Este de la cordillera oriental. Se caracteriza por presentar relieve fisiográfico y una topografía muy accidentada y heterogénea, colinas, quebradas pronunciadas y picos elevados. El clima reinante es frío y seco, con temperaturas que oscilan de -6°C a 14°C y una precipitación pluvial total promedio anual oscilante entre 500 a 1,000 mm. En las zonas homogéneas de producción de pastizales en ladera de Puna húmeda, bofedales, tolares y pastizales de Puna seca; por ocurrir en periodo libre de heladas de 30 a 110 días se pueden cultivar con ciertas limitaciones: papa dulce, papa amarga, quinua, cañihua, gramíneas forrajeras y pastos cultivados. De igual forma las crianzas que se explotan son principalmente: llamas y alpacas, vacunos, ovinos, porcinos y equinos (caballos y mulas). Las localidades representativas de esta zona agroecológica son: Santa Rosa de Ayaviri, Nuñoa, La Raya (Puna húmeda) y Santa Rosa de Juli, Paratía, Palca y Santa Lucía (Puna seca).

Pulgar (1976), menciona que la región Puna significa sueño, soroche o mal de altura, y está comprendida entre los 4,100 a 4,800 metros de altitud. Su relieve es mayormente de mesetas andina, en cuya amplitud se localizan lagos y lagunas. Su clima es frío con precipitaciones en forma de nevada y granizo. El aire es casi seco. Su vegetación típica son los pastos naturales y su desarrollo ganadero es predominante, pero de naturaleza extensiva. En los andes del norte esta región recibe el nombre de Jalca.

2.1.1 Puna húmeda

Según Tapia y Flores (1984), está es la llamada faja de Puna normal, con un mayor uso ganadero y que varía desde los pastizales de planicie con variables grados de humedad y las reguladoras de las laderas, con suelos menos profundos, hasta la

vegetación de las altas montañas (verdadera Puna) y en donde se pueden desarrollar, desde la vegetación más escasa de suelos pobres hasta la de manchones de “oqhonaes” y ahijaderos en donde la turba enriquece los suelos y permite una vegetación densa de especies suculentas como la “kunkuna” (*Distichia muscoides*) que es la principal fuente de alimento para las alpacas.

Florez y Malpartida (1987), afirman que la Puna húmeda en el sur del Perú está comprendida entre las regiones de Apurímac, Cusco y parte de Puno, es decir en la cordillera oriental de los andes, con niveles de precipitación pluvial que superan los 700 mm anuales. Adicionalmente encontramos mayor cantidad de redes orográficas, corrientes de agua proveniente de los deshielos, acuíferos subterráneos permanentes o manantiales que propician la existencia de bofedales en mayor extensión y número.

2.1.2 Puna seca

Troll (1968), considera que la faja de Puna seca se extiende longitudinalmente, desde los 15° latitud Sur al norte de la ciudad de Arequipa y corre por el flanco occidental de los Andes hasta Tucumán en la Argentina a 30° Latitud Sur.

Florez y Malpartida (1987), afirman que se ha venido a llamar así a la región ubicada mayormente en la cordillera sur occidental del Perú, entre las regiones de Arequipa, Ayacucho, Moquegua, Tacna y parte de Puno, en los que se pueden apreciar principalmente una conformación topográfica accidentada, de relieves pedregosos y arenosos, suelos frágiles con características productivas limitadas, condiciones severas en cuanto a heladas, tanto en su intensidad como en frecuencia, crítico en cuanto al régimen de lluvias en las que la precipitación tiene isoyetas (líneas que unen puntos de idéntica cantidad de precipitación) de 100 mm y 350 mm, excepcionalmente supera los 400 mm; que se concentran en los meses de verano, una de las características notorias es la presencia de intensos vientos casi permanente; la temperatura en ningún mes alcanza medias mayores a 10 °C, dominando el frío sobre la sequedad.

2.2 ZONAS DE VIDA SEGÚN HOLDRIDGE

Holdridge (1980); citado por Vargas (1992), menciona un sistema ecológico utilizado para la clasificación de las formaciones vegetales, sirvió de base para delinear las subregiones, así como las regiones principales. El sistema ecológico se basa en datos climáticos existentes.

Choque *et al.* (1990) consideran que el espacio donde se desarrollan las unidades de producción alpaquera de la subregión del Altiplano de Puno, están dentro de dos zonas de vida con aptitud ecológica para el pastoreo, por la presencia permanente de pastos naturales altoandinos, estas zonas son:

a. Paramo húmedo – subalpino templado calido (Ph - Satc)

El rango de altitud de esta formación va aproximadamente de 3,900 msnm hasta los 4,600 msnm. La temperatura varía entre 2.5 a 7.5 °C, con una precipitación de 550 mm por año. El clima es frío, por lo tanto la temperatura es una limitante para la actividad agrícola. La vegetación natural está compuesta por matorrales de gramínea y de ciperáceas conocidos como bofedales.

b. Matorral desértico – subalpino templado cálido (Md - Satc)

El límite altitudinal de esta zona de vida varía de los 4,000 msnm y llega a los 4,600 msnm. El clima es frío y semiárido. La temperatura varía de 5.5 a 7.5 °C, y el volumen de precipitación se estima en 400 mm por año. Topográficamente presenta laderas de montaña con pendientes de 50 % de gradiente y laderas cortas y planicies presentando gradientes desde 2 % hasta 30 %. Actualmente son más sometidas al sobre pastoreo.

2.3 ZONAS CLIMÁTICAS

Thornthwaite (1948), propone un sistema de clasificación climática, que se basa en el cálculo, mediante fórmulas e índices climáticos referidos al grado de favorabilidad o eficiencia de la precipitación y la temperatura sobre el crecimiento de la vegetación. Estos índices, se comparan con rangos de valores en tablas jerárquicas de precipitación y temperatura que presentan características definidas.

Cuadro 1. Rangos de índice anual de precipitación pluvial

Valores de I (mm)	Simbología	Nominación
128 a mayor	A	Muy lluvioso
64 a 127	B	Lluvioso
32 a 63	C	Semi lluvioso
16 a 31	D	Semi árido
Menor de 16	E	Árido

Fuente: Thornthwaite, 1948.

Cuadro 2. Distribución de la precipitación a través del año

Simbología	Significado
r	Sin estación seca
v	Verano seco
o	Otoño seco
i	Invierno seco
p	Primavera seca
d	Todas las estaciones secas

Fuente: Thornthwaite, 1948.

Cuadro 3. Rangos de índice anual de Temperatura

Valor del I' (°C)	Simbología	Nominación
128 a mayor	A'	Cálido
101 a 127	B'1	Semi cálido
80 a 100	B'2	Templado
64 a 79	B'3	Semi frío
32 a 63	C'	Frío
16 a 31	D'	Semi frígido
1 a 15	E'	Frígido
0	F'	Polar

Fuente: Thornthwaite, 1948.

En base a la información climatológica disponible y estimada se determinan los tipos climáticos, cuyas formulas son:

C(o,i,p)C' : Semilluviosos y frío, con otoño, invierno y primavera secos.

C(o,i)C' : Semilluvioso y frío, con otoño e invierno secos.

C(o,i,p)D' : Semilluvioso y semifrígido con otoño, invierno y primavera secos.

C(o,i)D' : Semilluvioso y semifrígido, con otoño e invierno secos.

C(o,i,p)E' : Semilluvioso y frígido, con otoño, invierno y primavera secos.

C(o,i)E' : Semilluvioso y frígido, con otoño e invierno secos.

C F' : Semilluvioso y polar.

El Proyecto Binacional de Biodiversidad del Sistema Lago Titicaca, Desaguadero, Poopo y Salar de Coipasa (2000), en un trabajo de evaluación de tholares, realizado en el Altiplano de Puno, utilizó el sistema de clasificación climática propuesto por Thornthwaite, encontrando dos tipos climáticos:

a) Clima lluvioso y frío, con otoño, invierno y primavera secos B(o,i,p)C'

Corresponde a los tholares que se encuentran en el ámbito de las estaciones meteorológicas de Ilave, Juli, Lagunillas y Lampa.

b) Clima semi-lluvioso y frío, con otoño, invierno y primavera secos C(o,i,p)C'

Corresponde a los tholares que se encuentran en el ámbito de las estaciones meteorológicas de Ayaviri, Azángaro, Huacullani, Huancané, Mazocruz, Pizacoma y Puno.

2.4 PRADERAS NATURALES

Tapia y Flores (1984), indican que las praderas naturales son áreas cubiertas por una vegetación herbácea, principalmente ocupada por gramíneas, ciperáceas y rosáceas, que varían en su composición vegetal de acuerdo a la humedad del suelo, exposición y características edafológicas como textura y contenido de materia orgánica.

Astorga (1982), sostiene que en el Perú las praderas naturales ocupan una superficie estimado de 19 millones de hectáreas distribuidas en las zonas altas de la sierra y costa norte; de esta extensión, mas de 13 millones de hectáreas están en la parte sur del país.

Cárdenas (1971), afirma que las praderas de gramínea en general se encuentran, donde las lluvias son insuficientes para el crecimiento de arboles, pero suficientes para evitar la formación de desiertos. Este bioma es dominado por gramíneas, existiendo además, hierbas y leguminosas, aunque en cantidades menores. Algunos ejemplos de arbustos se encuentran ocasionalmente en el bioma de la pradera, especialmente en praderas asociada a climas áridos.

Florez y Malpartida (1987), indican que los pastizales de la sierra peruana esta localizada en la región montañosa, denominado Puna en el centro y sur de la sierra y Jalca en el norte. Esta región está habitada por muchos siglos, y muestra aun un bienestar de la población que depende de la ganadería para su ingreso familiar y que tiene como base fundamental las praderas nativas altoandinas.

2.4.1 Clasificación de praderas naturales

Tapia (1975), al referirse a las praderas naturales del altiplano de la región de Puno, propone la siguiente clasificación:

- a. Pastizales de “chilligua”, con predominancia de especies como la *Festuca dolichophylla* y *Muhlenbergia fastigiata*.
- b. Pastizales de “crespillo”, con predominancia de especies del genero *Calamagrostis* entre los que destacan: *Calamagrostis vicunarum*.
- c. Pastizales de “ichu”, donde la especie dominante es la *Stipa ichu*.
- d. Pastizales de “iru ichu”, donde la especie dominante es la *Festuca orthophylla*.
- e. Pastizales de “tisña”, pastizal de ladera dominado por la especie *Stipa obtusa*.
- f. Césped de Puna, donde los pastos más frecuentes son: *Scirpus rigidus* y *Alchemilla erodiifolia*.
- g. Oqhonales, la especie dominante es la *Distichia muscoides* y *Liliaeopsis andina*.
- h. Bosquecillos de Qeñuwa.
- i. Pastizales invadidos por las especies anuales, *Margiricarpus pinnatus*, *Astragalus garbancillo*, entre otros.

Huisa (1996), clasifica en base a las especies dominantes; las cuales dan las diferentes formaciones vegetales, de acuerdo a los nombres utilizados por los criadores en:

- a. Pastizales de zonas secas (Poccoy pasto); para el pastoreo durante la época de lluvias.
 - Chilliguar (*Festuca dolichophylla* - *Muhlenbergia fastigiata*).

- Ichal, paja ichu (*Festuca rigida*).
- Iral, paja brava (*Festuca orthophylla*).
- Llama ichu, llapha, karwa ichu (*Calamagrostis amoena*).
- Yurak ichu (*Festuca dichoclada*).
- Qquisi, tisña (*Stipa ichu - Stipa obtusa*).
- Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*).
- Koya, puna chilligua (*Festuca sp.*).
- Tolar, tola tola (*Parasthrephya - diplostiphyum*).
- Pastizal invadido por canlli (*Margiricarpus pinnatus* y *Margiricarpus strictus*).

b. Pastizal de zona húmedas (Chiriway pasto), formación vegetal de las zonas húmedas para utilizar durante la época seca.

- Chilligua ojho (*Festuca dolichophylla – Plantago tubulosa*).
- Puna ojho, kunkuna (*Distichia muscoides - Plantago rigida*).
- Kuli ojho, taruca pasto (*Oxychloe andina*).
- Puna ichu (*Calamagrostis sp.*).

2.5 BOFEDALES

Sotomayor *et al.* (1990), sostienen que los bofedales son asociaciones vegetales localizadas en zonas donde existe buen suministro de agua, irrigada durante todo el año proveniente de manantiales, ríos u ojos de agua. Estos tienen un gran potencial productivo que es casi exclusivamente utilizado para pastoreo de alpacas y un número limitado de ovinos, vacunos y otras especies de animales.

Miranda (1990), considera que los bofedales son praderas nativas constituidas por especies vegetales propias de ambientes húmedos, de carácter permanente o temporal. Esta vegetación constituye fuente de forraje durante periodos de sequía, generalmente se encuentran por encima de los 4,000 msnm; dominando en su estructura especies de porte almohadillado.

Vargas (1992), afirma que el bofedal como tipo de vegetación de Puna seca, constituye el único recurso forrajero natural de elevado potencial y son lugares húmedos con agua permanente, alimentados con aguas de diferentes fuentes (manantial, río y lluvia) y representan áreas reducidas en el medio altoandino frente a la gran extensión de vegetación xerofítica.

2.5.1 Distribución y extensión de bofedales

Tapia y Flores (1984), consideran que dentro de la región de Puno, existen por lo menos unos 2,000 a 3,000 bofedales, con extensiones muy diversas.

Sin embargo, el Proyecto Binacional de Biodiversidad del Sistema Lago Titicaca, Desaguadero, Poopo y Salar de Coipasa (2001), ha posibilitado estudios de caracterización de bofedales en el ámbito del Altiplano peruano, con la ayuda de imágenes satelitales, se identificaron 351 bofedales con una área total de 111,473.48 hectáreas, las mismas se encuentran distribuidos en 12 provincias de la región Puno. Como se aprecia en el Cuadro 4, la mayor concentración de bofedales se encuentran en las provincias de El Collaó con 99 bofedales que ocupan 32,224.03 hás, distribuidos en los distritos de Santa Rosa de Juli, Capazo y Conduriri; luego la provincia de Melgar con 66 bofedales que ocupan 15,752.60 hás y Lampa con 14,389.19 hás en 59 bofedales. Mientras el menor número de bofedales lo presentan las provincias de Chucuito con 1,209.24 hás y Moho con 926.29 hás de bofedales.

Cuadro 4. Numero de bofedales por provincias, área y perímetro del sistema lago Titicaca, Desaguadero, Poopo y Salar de Coipasa (TDPS) lado peruano

Provincia	Nº Bofedales	Área (hás)	Perímetro (km)
Azangaro	24	10,001.68	292.98
Carabaya	18	2,472.20	126.52
Chucuito	7	1,206.24	50.58
El Collao	99	32,224.03	1442.38
Huancane	14	13,389.41	270.86
Lampa	59	14,389.19	517.84
Melgar	66	15,752.60	646.51
Moho	2	926.29	19.00
Puno	27	6,419.83	297.80
S. A. Putina	16	9,008.32	210.68
San Roman	8	1,376.56	67.38
Tarata	11	4,307.13	198.64
Total	351	111,473.48	4,147.17

Fuente: Proyecto Binacional de Biodiversidad del Sistema TDSP, 2001.

2.5.2 Clasificación de bofedales

Sotomayor (1990), afirma que los bofedales vermicularmente son denominados “oqho”, en la zona aymara como en la zona quechua. Los campesinos clasifican a los bofedales en dos grupos: naturales y artificiales.

a. Bofedales Naturales

Se denomina al escurrimiento del agua proveniente de las partes altas o nevados que inunda las partes bajas y planas, donde el drenaje superficial es imperfecto; la vegetación se desarrolla en los sitios aledaños a los manantiales, quebradas en las orillas de las lagunas, las especies características de estas formaciones vegetales son las juncáceas y gramíneas.

b. Bofedales Artificiales

En su formación interviene la mano del hombre, mediante la apertura de canales de riego y afectando la irrigación correspondiente con el sistema de inundación sobre la pradera.

Choque *et al.* (1990), clasifican a los bofedales en tres asociaciones de fito-especies tomando en cuenta su composición vegetal, producción de biomasa aérea y en base a la calidad agrostológica del suelo y estos son:

- **Bofedal pluviforme de Distichetum:** esta asociación se encuentra en el piso ecológico de Puna, sobre suelos hidromorfos. Esta constituida por especies herbáceas semihidrófitas, de fisionomía muy densa y de apariencia almohadillada, dominada básicamente por la especie *Distichia muscoides* careciendo de gramíneas altas. Las especies componentes menores son: *Eleocharis albibracteata*, *Hypochoeris stenocephala*, *Carex spp.*, *Alchemilla diplophylla*, *Gentiana postrata*.
- **Bofedal de Wernerichetum:** ocupa suelo orgánico de color pardo grisáceo con humedad moderada. La especie dominante *Werneria pygmaea*, se encuentra asociada con las especies *Eleocharis albibracteata*, *Hypochoeris stenocephala*, *Festuca rigescens* y *Calamagrostis minima*.
- **Bofedal cespitoso de Calamagrosetum:** ocupa suelo orgánico de color pardo oscuro en húmedo, con disponibilidad de humedad suficiente y drenaje moderado. En esta asociación la composición florística en orden de dominancia es como sigue: *Calamagrostis rigescens*, *Festuca dolichophylla*, *Ranunculos uniflorus*.

Luna (1994), ha denominado en Aguas Calientes de la Provincia Pacajes, bofedales údicos a los que poseen agua permanente y bofedales ústicos a los de agua temporal.

Buttolph (1998), distingue tres niveles en la humedad: (1) mayor humedad, bajo continua inundación; (2) de mediana humedad; y (3) de humedad intermitente, anegada en verano y seca en el invierno.

Pacheco (1998), distingue y enfatiza lo fisiográfico: bofedales de pampa y de ladera. Involucran mayor contenido de humedad y mayor escorrentía, respectivamente. Esta clasificación sirve para microregiones, pero el mismo concepto es válido para las grandes regiones ó macroregiones.

2.6 CARACTERISTICAS DE BOFEDALES

2.6.1 Composición florística

Flores (2001), en un estudio realizado en bofedales de la zona agroecológica de Puna húmeda (Cojata), reportó una composición florística conformado por 22 especies vegetales y una cobertura de 96.7 %, encontrándose en orden de importancia las especies como: *Distichia sp.* (13.7 %), *Calamagrostis eminens* (12 %), *Festuca dolichophylla* (9 %), y entre especies poco deseables se encontró la *Plantago tubulosa* (8.5 %), generalmente asociado con la *Distichia muscoides*.

Quispe (2004), en su trabajo de evaluación de bofedales en el distrito de Nuñoa (Viluyo y Pachapunco), reporto una composición florística conformada por 23 especies nativas, en la época de lluvias y seca. La cobertura vegetal promedio fue de 97.15 % durante la época de lluvias y en la época seca fue de 96.33 %. Las especies dominantes fueron la *Calamagrostis rigescens*, *Werneria nubigena*, *Eleocharis albibracteata*, *Hypochoeris stenocephala* con un mayor porcentaje.

Galván (2002), en un trabajo de investigación llevado acabo en bofedales de la zona agroecológica de Puna (Santa Lucia y Capaso), encontró una composición florística conformado por las 33 y 28 especies vegetales, y una cobertura vegetal de 94.22 y 94.56 % durante la época de lluvias y seca, respectivamente. Las especies claves que se encontraron fueron: *Distichia muscoides* (28.78 %), *Deyeuxia rigescens* (6.00 %), con un mayor porcentaje.

Choque *et al.* (1990), en su trabajo de bofedales, realizado en tres comunidades alpaqueras de Puna seca de Puno, reporto una composición florística conformada por 44 especies vegetales y una cobertura promedio de 100 %, las especies que predominan son: *Distichia muscoides* (27.85 %), *Eleocharis albibracteata* (19.6%), *Deyeuxia rigescens* (9.54 %), *Hypochoeris stenocephala* (7.79 %).

INIA - TECHNOSERVE (2000), en evaluaciones de composición florística, en tres sectores de Puna seca (Sullkanaca, Conduriri y Jihuaña) en la provincia El Collao, se recolectaron 35 especies, que corresponden a *Distichia sp.*, *Distichia muscoides*,

Eleocharis albibracteata, *Juncus sp.*, *Calamagrostis rígida*, *Festuca dolichophylla*, *Alchemilla pinnata*, *A. diplophylla*, *Plantago tubulosa*, *Gentiana postrata*, entre otras; típicas de hábitat húmedo y suelos profundos. Se observó que muestran una alta diversidad, destacando la *Distichia sp.* con una mayor frecuencia (30 %). La cobertura total alcanza el 88 %, y el suelo desnudo al 2 %. Por otro lado es necesario señalar que estas especies en su mayoría son consumidas por las alpacas variando su grado de palatabilidad que ofrece cada especie.

2.6.2 Producción forrajera

Quispe (2004), en su trabajo de evaluación de bofedales en el distrito de Nuñoa (Viluyo y Pachapunco), en el que no precisa cifras referentes a producción de materia verde, sin embargo, los valores promedio de disponibilidad de biomasa aérea durante la época de lluvias fue de 1,421.85 kg/há de materia seca y la época seca de 1,783.07 kg/há de materia seca, respectivamente.

Galván (2002), en un trabajo realizado en bofedales del distrito de Cojata (Caylloma), reporta resultados de disponibilidad de biomasa aérea de 15,288.13 kg/ha de materia verde y 2,116.30 kg/há de materia seca en la época de lluvias; y en la época seca se tiene una producción de 11,782.83 kg/há de materia verde y 1,963.02 kg/há de materia seca. También reportó los resultados de producción, en otro bofedal ubicado en Puna seca, en el distrito de Capaso (Jihuaña); durante la época de lluvias se tuvo una producción de 12,371.73 kg/há de materia verde y 1729.57 kg/há de materia seca; y durante la época seca se tuvo 9,446.61 kg/há de materia verde y 1,534.13 kg/há de materia seca.

Choque *et al.* (1990), en una evaluación agrostológica, en bofedales de tres comunidades campesinas, Huanacamaya y Llusta (Mazocruz) y Vilcallamas (Pizacoma), todas ubicadas en la zona ecológica de Puna seca, obtuvieron resultados de oferta forrajera promedio de 1,598.51 kg/há de materia seca durante la época de lluvias y 1,042.36 kg/há de materia seca en la época seca.

El INIA – TECHNOSERVE (2000), en evaluaciones realizadas en tres sectores de Puna seca de la Provincia de El Collao (Sullkanaca, San José y Jihuaña), ubicados a

diferentes altitudes, se encontró 8669.8, 6165.6 y 10,875.7 kg/há de materia verde, respectivamente; mientras que la biomasa aérea seca fue de 3163.63, 2726.15 y 2978.35 kg/há, respectivamente.

2.6.3 Contenido de proteína cruda

Climont (1974), considera que es muy importante conocer el contenido de proteína en el forraje, porque a medida que una planta del pastizal madura, el contenido de proteína puede decaer de 15 a 25 % a niveles de 5 a 11 %. Estos niveles bajos en proteína de forrajes y pasturas muy maduras, están asociados a una reducción del consumo (Johnson, 1972).

Florez *et al.* (1986), al realizar un análisis del valor nutritivo de pastos naturales (*Calamagrostis vicunarium*, *Festuca dolichophylla*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Poa antoniana* y *Stipa brachyphylla*), demostraron que el contenido de proteína y celular fueron mayores en los primeros eventos fenológicos para todas las especies en estudio, decreciendo lentamente desde la elongación hasta la caída de semilla.

Quispe (2004), en su trabajo realizado en bofedales del distrito de Nuñoa (Vilavila y Pacchapunco), reporta valores promedios del contenido de proteína de la disponibilidad de la biomasa forrajera en época de lluvias de 12.04 y 9.84 %; en época seca de 9.91 y 10.56 %, respectivamente.

Castellaro *et al.* (1997), en un estudio realizado en bofedales de la localidad de Chingani (Chile), a los 4,390 msnm, reportaron valores promedios de contenido de proteína, en el rango de 6.8 y 11.5 % de la biomasa forrajera disponible, los menores valores corresponden a la época seca-invernal, y los más altos valores al periodo lluvioso – estival.

López (2004), en un trabajo de evaluación de bofedales, en la zona Altoandina de Ulla Ulla (Bolivia), reportó valores promedio de 14.69 % de proteína cruda, de la biomasa forrajera disponible.

Alzérreca y Cardozo (1991), reportaron valores promedio de 12.5 % de proteína cruda para la especie *Eleocharis albibracteata* para la época húmeda y un rango de 8.1 hasta 16.4 % de proteína cruda para *Lachemilla pinnata*, ambas plantas son comunes en los bofedales.

2.6.4 Contenido de fibra cruda

Vélez (1987), menciona que el valor nutritivo de las plantas es el factor que determina la calidad del forraje y como consecuencia la eficiencia de su utilización en la digestión ruminal. La calidad del forraje puede ser valorada por la evaluación de la digestibilidad, del consumo y la energía metabolizable. Estos factores son determinados por el estado fenológico, ploidea y nivel de endófito de las plantas. La pérdida del valor nutritivo, como consecuencia del avance de los estados fenológicos se determina mediante análisis de laboratorio llamados Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Ácida (FDA). La fibra detergente neutra se usa para determinar las cantidades de celulosa, lignina y hemicelulosa en su conjunto presentes en la pared celular, las que se correlacionan negativamente con el consumo; es decir, que cuando la FDN aumenta y el consumo voluntario disminuye. La fibra detergente ácida sirve para determinar la parte menos digestible de la pared celular (el complejo lignocelulosa). Este parámetro está correlacionado negativamente con la digestibilidad.

Florez *et al.* (1986), al realizar un análisis del valor nutritivo de pasto naturales (*Calamagrostis vicunarum*, *Festuca dolichophylla*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Poa antoniana* y *Stipa brachyphylla*), demostraron que la fibra detergente neutro es menor en los primeros eventos fenológicos, aumentando paulatinamente a partir de la elongación hasta la caída de la semilla. Asimismo, se encuentra una relación inversa entre las variables proteína y fibra detergente neutro, indicándonos todo esto que la calidad forrajera declina en la madurez.

Quispe (2004), en su trabajo realizado en bofedales del distrito de Nuñoa (Vilavila y Pacchapunco), encontró valores promedio de FDN, en la época de lluvias 35.65 y 65.95 %; en época seca 70.70 y 58.58 %, respectivamente.

Villarroel (1997), en su trabajo de evaluación de bofedales de Ulla Ulla, para la época húmeda y seca, reporta resultados del contenido de fibra cruda, en las especies nativas, que se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Componentes bromatológicos de principales especies de bofedales de Ulla Ulla

Especies/Épocas	Componentes bromatológicos							
	PC (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Cenizas (%)	CH (%)	Ca mg/100g	P mg/100g	Energía kcal/100g
Época húmeda:								
<i>Alchemilla diplophylla</i>	21.0	1.7	19.9	12.1	37.8	738.7	358.2	200.3
<i>Calamagrostis ovata</i>	7.4	1.8	40.2	5.0	40.6	126.0	232.0	177.7
<i>Distichia muscoides</i>	10.2	1.5	23.3	5.8	52.3	144.8	226.6	223.8
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	12.7	1.2	15.3	8.9	55.4	738.2	273.1	238.4
<i>Alchemilla pinnata</i>	14.7	3.0	18.4	7.7	48.7	907.8	268.2	234.7
<i>Alchemilla erodifolia</i>	17.3	2.5	17.6	10.8	40.4	1023.7	307.4	206.8
<i>Festuca dolichophylla</i>	9.2	1.5	38.5	5.9	40.8	240.3	197.2	180.8
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	9.1	1.6	35.9	6.6	40.9	135.1	248.3	181.9
Época seca:								
<i>Calamagrostis ovata</i>	10.7	1.4	32.0	4.9	43.3	204.0	249.0	193.0
<i>Distichia muscoides</i>	10.1	1.2	21.6	5.6	53.0	360.2	184.6	224.3
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	12.3	1.4	13.5	7.1	57.9	882.3	201.9	248.1
<i>Alchemilla pinnata</i>	15.0	2.2	23.8	10.3	40.0	827.8	371.1	197.4
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	9.8	0.9	29.5	7.2	45.1	184.4	164.8	192.4
<i>Distichia filamentosa</i>	10.3	1.1	25.7	5.4	49.5	531.8	177.2	211.3
<i>Werneria apiculata</i>	15.4	1.6	15.1	8.8	50.4	1106.4	204.7	230.8
<i>Scirpus arandicola</i>	11.0	1.1	21.4	7.2	50.6	563.1	165.4	216.5
<i>Carex sp.</i>	8.8	1.9	21.6	10.7	49.4	1047.3	148.4	213.9
<i>Eleocharis albibracteata</i>	12.2	1.3	24.3	7.4	46.0	518.2	111.0	204.5

Fuente: Villarroel, 1997.

López (2004), en un trabajo de evaluación de bofedales, en la zona Altoandina de Ulla Ulla (Bolivia), reportó valores promedio de fibra detergente neutro (31 %) y fibra cruda (21.43 %).

2.6.5 Condición del bofedal

Gutiérrez (2002), en un estudio realizado de cuatro bofedales de las provincias de Melgar y Lampa, reportó resultados de condición Buena en todos los caso con puntajes acumulados de 75.00 %, 76.63 %, 70.09 % y 72.52 % respectivamente.

Oscanoa (1988), reporta resultados de un trabajo realizado en bofedales de la zona agroecológica de Puna húmeda en la región Cusco, en dos sectores (Ccalacochoa y Muñaypata), encontrando la condición Pobre y Muy Pobre, respectivamente.

Choque *et al.* (1990), en evaluaciones agrostológicas en tres comunidades campesinas, Huanacamaya y Llusta (Mazocruz) y Vilcallamas (Pizacoma), todas ubicadas en la zona ecológica de Puna seca, determinaron un total de 1,556.25 ha de superficie, para el pastoreo de alpacas 0.03 % es de condición excelente, 8.7% de condición buena, 11.8 % de condición regular 40 % de condición pobre y 34.12 % de condición muy pobre.

2.6.6 Capacidad de carga

Quispe (2004), en su trabajo en bofedales del distrito de Nuñoa (Vilavila y Pacchapunco), reporta una capacidad de carga de 1.84 y 1.72 UAA/há durante la época de lluvias 3.32 y 3.52 UAA/há en época seca.

El INIA – TECHNOSERVE (2000), en tres sectores de Puna seca encontraron que tienen una capacidad de carga como sigue: sector Sullkanaca (2.5 UAA/há), sector San José (2.8 UAA/há) y Jihuaña (2.0 UAA/há).

Galván (2002), en su trabajo de evaluación en bofedales de Cojata (Caylloma), Santa Lucía (Sulluhiri) y Capaso (Jihuaña), la capacidades de carga promedio calculada fueron de 2.29, 3.96, 1.93 UAA/há en época lluviosa; y 2.21, 3.18, 1.78 UAA/há en la época seca, respectivamente.

2.6.7 Recurso suelo

Vargas (1992), en la ecoregión Puna seca de Puno, encontró grados de retrogresión del suelo por la acción del pastoreo a medida que la condición del pastizal se hace más negativa. De la condición del suelo del bofedal se obtuvo las siguientes características: cobertura en condición “clímax” para época seca 100%, en condición transicional en época de lluvia 96.3 % y seca 90 %, condición maleza para época de lluvia y en época seca 100 %; mantillo en condición “clímax” para época de lluvia y seca 0 %, en condición transicional en época de lluvia 6% y en época seca 9.3 %, condición maleza para época de lluvia 6.3 % y seca 4 %; Pavimento de erosión en condición *clímax* para época de lluvia y seca 0%, en condición Transicional para época de lluvia 3.7 % y seca 10 %, en condición

maleza en época de lluvia y seca 0 %. Los niveles de cobertura para bofedal, se consideran 100 %, los niveles de cobertura son variables y guardan una relación directa con grados de deterioro físico de la condición de pastizal. El perfil de suelos en bofedal, muestra lo siguiente:

Horizonte O1: profundidad de 0-5 cm, color pardo muy oscuro 10 YR 2/2 en seco, negro en húmedo 10 YR 2/1, raíces vivas y muertas no descompuestas.

Horizonte O2: profundidad de 5-15 cm, color negro 10 YR 12 2/1 en húmedo y seco, suelo orgánico turboso, ligeramente ácido. Contenido de materia orgánica y nitrógeno muy alto.

Horizonte A1: profundidad de 15-25 cm, color gris oscuro YR 3/1 húmedo, 10 YR 5/2 pardo oscuro en seco, F.L., F.Ar, granular fino débil, reacción ligeramente ácida a fuertemente ácida, materia orgánica alta.

Horizonte A2: profundidad 25-30 cm, color Dark Brown 10 YR 4/3 en húmedo, Light Gray 2.5 y 7/2 en seco, Fr. Ar. a, reacción ligeramente ácida, materia orgánica alta.

Horizonte AC: profundidad de 30-40 cm, color Grayish Brown 5.2 y 5/2 en húmedo, 2.5 y 7/2 Light Gray en seco, franco arenosa, materia orgánica alta.

Horizonte C: con una profundidad de 40-80 cm, de color pardo grisáceo, 2.5 y 3/2 en húmedo, gris oscuro 5 y 4/1 en seco, materia orgánica alta.

Horizonte R: profundidad de 80 cm a más, gravoso, cantos rodados propios de materia aluvial.

Vargas (1992), en un estudio de la condición del suelo de bofedal, encontró las siguientes características físicas:

- **Clima:** Puna seca.
- **Fisiografía:** ladera, pie de ladera y pampa.
- **Pendiente:** 0-6 %, 7-19 %.
- **Material madre:** coluvio, aluvial y residual.
- **Erosión:** actual ligera, futuro peligro de erosión de ligera a muy severa.
- **Drenaje:** externo de lenta a rápida, interno de lenta a medio.
- **Humedad:** húmedo y mojado.
- **Nivel hidrostático:** a profundidad de 80 a 100 cm.

- **Salinidad y alcalinidad:** suelos libre de sales a muy ligeramente salino en parte baja.
- **Carbonatos:** nulo.
- **Profundidad efectiva:** superficial a moderadamente profundo (40-100 cm).
- **Pedregosidad:** clase 0 a 1.
- **Rocosidad:** clase 0 a 2.
- **Abastecimiento de humedad:** bajo riego, permanentemente regado con aguas derivadas de ríos, manantiales y precipitación pluvial.

INIA – TECNOSERVE (2000), muestra que los suelos de bofedal del sector Sullkanaca (Mazocruz), son de textura franco arenoso, donde existe una mayor circulación y filtración de agua. Asimismo tiene menor acumulación de materia orgánica (0.78 %) y por lo tanto bajo contenido de nitrógeno (0.90 %), sin embargo su pH (6.44) favorece en mayor medida al desarrollo de las leguminosas del género *Trifolium*, comparativamente, los suelos del sector San José (Conduriri), poseen mayor estatus de fertilidad, pero su pH (5.20) es bajo limitando en cierta medida la producción de pastos.

Miranda (1990), presenta las características básicas del bofedal Quimsachata (Santa Lucia) de origen artificial con:

- **pH:** 7.72 - 6.95.
- **Materia Orgánica:** 0.9 - 5.76 %.
- **Nitrógeno:** 0.35 - 0.133 %.
- **Fósforo:** 50.56 - 6.39 kg/há.
- **Carbonato de calcio:** 1.38 - 3.17 %.
- **pH del agua:** 7.39.
- **Peligro de sales:** de buena calidad para cultivos que se adaptan o toleran moderadamente a la sal.
- **Peligro de sodio:** Sin peligro.

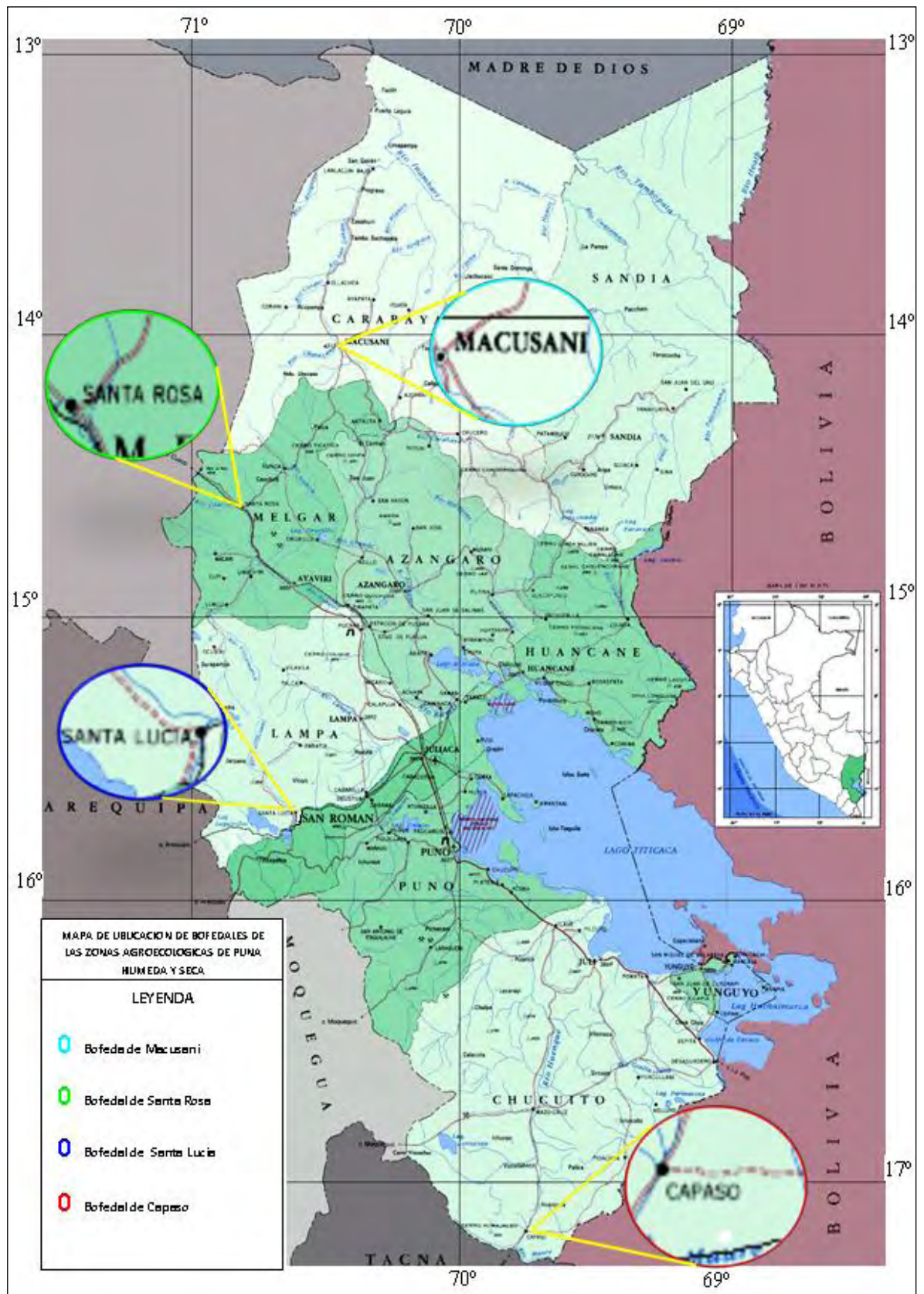
III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Este estudio se realizó en cuatro bofedales representativos del Altiplano de Puno; dos en Puna seca, en los distritos de Santa Lucía y Capaso, provincias de Lampa y El Collao respectivamente; y dos en Puna húmeda, en los distritos de Macusani y Santa Rosa, provincias de Carabaya y Melgar respectivamente. Entre los 14° 04' 41" y 17° 10' 42" latitud Sur y los 69° 44' 44" y 70° 52' 50" longitud Oeste, a los 4,150 y 4500 msnm. Este estudio se ejecutó entre los meses de enero a diciembre del año 2007. En el Cuadro 6 y Mapa 1, se muestran la localización de los bofedales evaluados, en las zonas agroecológicas de Puna seca y Puna húmeda de la región Puno.

Cuadro 6. Ubicación de los bofedales evaluados en las zonas agroecológicas de Puna seca y húmeda de la región Puno

Región	Zona agroecológica	Provincia	Distrito	Bofedales	Altitud (msnm)
Puno	Puna seca	El collao	Capaso	Capapujo	4400
		Lampa	Santa Lucía	Catacora	4350
	Puna húmeda	Carabaya	Macusani	Muñaypacocho	4500
		Melgar	Santa Rosa	Huichicancha	4150



Mapa 1. Ubicación de los bofedales de las zonas agroecológicas de Puna seca y húmeda, en la región Puno

3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1 Bofedal Catacora

a. Ubicación política y geográfica

Esta ubicado en la zona norte de la región Puno, en la provincia de Lampa, distrito de Santa Lucía, en la comunidad de Pinaya; con coordenadas geográficas de 70° 52' 50" de la longitud Oeste de Greenwich y el paralelo 15° 36' 6" de latitud Sur, con una altura promedio de 4,350 msnm.

b. Ecología

Según la clasificación de zonas de vida descrito por Holdridge (1982), se encuentra ubicado en la zona de vida Páramo húmedo – Subandino Subtropical (ph-SaS).

c. Climatología

De acuerdo a la clasificación de zonas climáticas de Thorntwaite (1948), se encuentra en una zona climática “C(o,i,p)E” Semilluvioso y frígido, con otoño, invierno y primavera secos. En el Cuadro 7, se consigna la información climática del bofedal ubicado en el distrito de Santa Lucía, donde observamos, las temperaturas medias mensuales (°C), y la precipitación promedio mensual (mm), durante el año 2007.

Utilizando los valores promedio de temperatura y precipitación, diseñamos una representación esquemática denominado “climadiagrama”, considerando que este esquema se adecúa a nuestros requerimientos; la representación se realiza en el sistema de coordenadas, en el eje de las abscisas se grafica los doce meses del año comenzando en el mes de julio (en el hemisferio Sur las precipitaciones empiezan en el mes de julio), en el eje izquierdo de la ordenada se representan los valores de temperatura promedio mensual y en el eje de la derecha de la ordenada se representa los valores de precipitación mensual total.

Para realizar este “climadiagrama”, utilizamos los valores promedio de temperatura y precipitación del distrito de Santa Lucía, los mismos que están representados en el Cuadro 7. Cuando la curva de precipitación sobrepasa a la

curva de temperatura, corresponden a los períodos húmedo y muy húmedo, en el Gráfico 1 se observa que es a partir del 1 de setiembre hasta el 15 de mayo. Por otro lado cuando la precipitación está por debajo de los 100 mm, corresponde al período húmedo, en este caso el período está comprendido desde el 1 agosto hasta el 31 de diciembre y de la tercera semana de marzo hasta el 15 de mayo. El período muy húmedo corresponde a los meses que tienen una precipitación mayor a 100 mm, en el caso del distrito de Santa Lucía, se observa que éste período está comprendido entre el 1 de enero hasta la tercera semana de marzo. Cuando la curva de precipitación es menor que la curva de temperatura se tiene meses áridos o período seco, en nuestro caso corresponde desde el 15 de mayo hasta el 31 de julio. El período seco coincide con el período de heladas y el período húmedo coincide con el período de heladas ocasionales, lo que se puede apreciar en el Gráfico 1.

Cuadro 7. Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Santa Lucía del año 2007

Variables	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Anual
Precipitación media	2.0	12.0	22.0	38.0	57.0	73.0	142.8	127.0	111.0	52.0	8.0	5.0	649.8
Temperatura media mensual	3.2	4.0	6.2	6.7	6.7	6.9	6.8	6.8	6.7	6.5	5.1	3.6	5.8

Fuente: INIA, 2007.

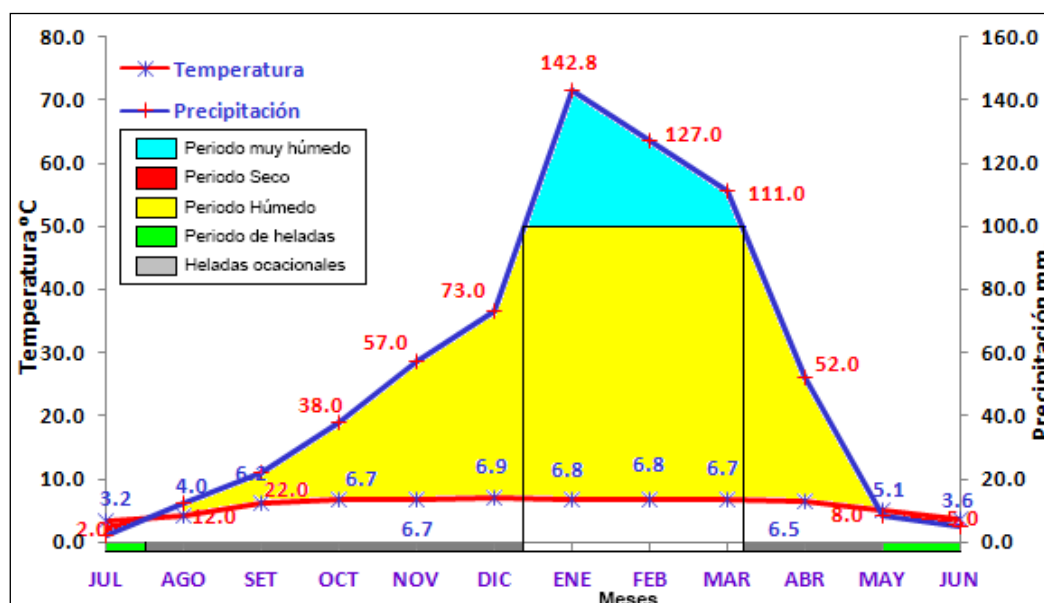


Gráfico 1. Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Santa Lucía del año 2007

d. Fisiología y topografía

Según su fisiografía este bofedal presenta una topografía plana, con una pendiente de 6 % en promedio y una exposición solar completa.

e. Suelos

En los Cuadros 8 y 9 se muestran las propiedades relativamente permanentes, estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo, del bofedal Catacora, donde las características principales que podemos resaltar son: la textura, conductibilidad eléctrica (CE), nitrógeno total (N) y materia orgánica (MO). El suelo de éste bofedal presenta una textura franco arcilloso fino, debido a que tiene su origen del material erosionado sedimentado, que proviene del lavado del suelo de las praderas que se encuentran a su alrededor; el pH es fuertemente ácido (5.51), esto podría atribuirse a su naturaleza de suelos lavados; la conductibilidad eléctrica es bastante bajo (0.055), debido a la influencia del pH fuertemente ácido que presenta éste suelo; el nitrógeno total es bajo (0.13 %); y el contenido de materia es medio (3.59 %).

Cuadro 8. Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo, del bofedal Catacora

CODIGO	ANALISIS MECANICO				CO ₃ Ca (%)	Yeso me/100 g	Mat. Org. (%)	N° TOTAL (%)
	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura				
Catacora	48	7	45	FA-F	0.00		3.59	0.13

Fuente: INIA, 2007.

Cuadro 9. Caracterización del estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo del bofedal Catacora

CODIGO	Suelo : Agua 1 : 2.5		Nutrientes Disponibles		Cationes Cambiables					CIC me/100 g	Suma Cationes
	pH	CE	P (ppm)	K (ppm)	Al me/100 g	CA me/100 g	Mg me/100 g	Na me/100 g	K me/100 g		
Catacora	5.51	0.055	1.10	50.22	T	8.10	3.80	0.32	1.47	13.40	13.69

Fuente: INIA, 2007.

3.2.2 Bofedal Capapujo

a. Ubicación política y geográfica

El bofedal Capapujo se encuentra ubicado, en la provincia de El Collao, distrito de Capaso, hacia la cordillera Occidental en la zona Alto Andina de la región

Puno; con coordenadas geográficas de 69° 44' 44" de la longitud Oeste de Greenwich y el paralelo 17° 10' 42" de latitud Sur, con una altura promedio de 4,400 msnm.

b. Ecología

Según la clasificación de zonas de vida descrito por Holdridge (1982), se encuentra ubicado en la zona de vida Páramo húmedo – Subandino Subtropical (ph-SaS).

c. Climatología

De acuerdo a la clasificación de zonas climáticas de Thorntwaite (1948), se encuentra en una zona climática “C(o,i,p)E” Semilluvioso y frígido, con otoño, invierno y primavera secos. En el Cuadro 10, se consigna la información climática del bofedal ubicado en el distrito de Capaso, donde observamos, las temperaturas medias mensuales (°C), y la precipitación promedio mensual (mm), durante el año 2007.

Para realizar el “climadiagrama” del Gráfico 2, utilizamos los valores promedio de temperatura y precipitación del distrito de Capaso, los mismos que están representados en el Cuadro 10. Cuando la curva de precipitación sobrepasa la curva de temperatura corresponden a los períodos húmedo y muy húmedo, en el Gráfico 2 se observa que es a partir del 15 de setiembre hasta el 15 de mayo. Por otro lado cuando la precipitación está por debajo de los 100 mm, corresponde al período húmedo, en este caso el período está comprendido desde el 15 de setiembre hasta el 15 de enero y del 15 de marzo hasta el 15 de mayo. El período muy húmedo corresponde a los meses que tienen una precipitación mayor a 100 mm, en el caso del distrito de Capaso, se observa que éste período está comprendido entre el 15 de enero hasta el 15 de marzo. Cuando la curva de precipitación es menor que la curva de temperatura se tiene meses áridos o período seco, en nuestro caso corresponde desde el 15 de mayo hasta el 15 de setiembre. El período seco coincide con el período de heladas y el período húmedo coincide con el período de heladas ocasionales, lo que se puede apreciar en el Gráfico.

Cuadro 10. Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Capaso del año 2007

Variables	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Anual
Precipitación media	0.0	0.0	3.6	5.2	31.4	50.1	116.3	138.1	112.4	18.3	1.9	0.0	477.3
Temperatura media mensual	0.4	2.4	3.4	4.4	4.6	5.8	6.7	7.4	6.2	4.7	2.4	1.9	4.2

Fuente: INIA, 2007.

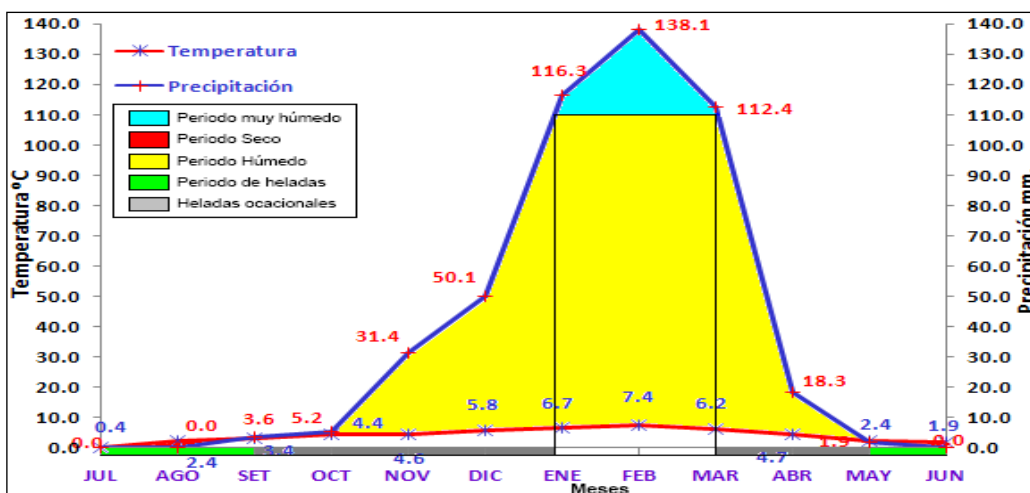


Gráfico 2. Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Capaso del año 2007

d. Fisiología y topografía

Según su fisiografía, este bofedal presenta una topografía Plana, con una pendiente de 4 % en promedio y una exposición solar completa.

e. Suelos

En los Cuadros 11 y 12 se muestran las propiedades relativamente permanentes, estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo, del bofedal Capapujo, donde podemos resaltar las principales características edáficas de éste bofedal. El suelo presenta una textura franco, debido a que tiene su origen del material erosionado sedimentado, que proviene del lavado del suelo de las praderas que se encuentran a su alrededor; el pH es fuertemente ácido (5.1), esto podría atribuirse a su naturaleza de suelos lavados; la conductibilidad eléctrica (CE) es bastante bajo (0.331), debido a la influencia del pH fuertemente ácido que presenta éste suelo; el nitrógeno total (N) es bajo (0.14 %); y el contenido de materia (MO) es medio (3.77 %).

Cuadro 11. Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo, del bofedal Capapujo

CODIGO	ANALISIS MECANICO				CO ₃ Ca (%)	Yeso me/100 g	Mat. Org. (%)	N° TOTAL (%)
	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura				
Capapujo	38	13	49	F	0.00		3.77	0.14

Fuente: INIA, 2007.

Cuadro 12. Caracterización del estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo del bofedal Capapujo

CODIGO	Suelo : Agua 1 : 2.5		Nutrientes Disponibles		Cationes Cambiables					CIC me/100 g	Suma Cationes
	pH	C.E.	P (ppm)	K (ppm)	Al me/100 g	Ca me/100 g	Mg me/100 g	Na me/100 g	K me/100 g		
Capapujo	5.10	0.331	2.30	50.22	0.05	16.50	4.70	0.87	1.93	18.30	24.05

Fuente: INIA, 2007.

3.2.3 Bofedal Muñaypacocha

a. Ubicación política y geográfica

El bofedal Muñaypacocha, se encuentra ubicado en el distrito de Macusani, provincia de Carabaya, región de Puno, hacia la cordillera Oriental en la zona Altoandina; con coordenadas geográficas de 70° 20' 46" de la longitud Oeste de Greenwich y el paralelo 14° 04' 41" de latitud Sur, con una altura promedio de 4,500 msnm.

b. Ecología

Según la clasificación de zonas de vida descrito por Holdridge (1982), se encuentra ubicado en la zona de vida Páramo húmedo – Subandino Subtropical (ph-SaS).

c. Climatología

De acuerdo a la clasificación de zonas climáticas de Thorntwaite (1948), se encuentra en una zona climática Semilluviosa y frígido, con otoño, invierno y primavera secos "C(o,i,p)E". En el Cuadro 13, se consigna la información climática, del bofedal ubicado en el distrito de Macusani, donde observamos, las temperaturas medias mensuales (°C), y la precipitación promedio mensual (mm), durante el año 2007.

Para realizar el “climadiagrama” del Grafico 3, utilizamos los valores promedio de temperatura y precipitación del distrito de Macusani, los mismos que están representados en el Cuadro 13. Cuando la curva de precipitación sobrepasa a la curva de temperatura, corresponden a los períodos húmedo y muy húmedo, en el Gáfico 3 se observa que es a partir del 15 de setiembre hasta el 15 de Mayo. Por otro lado cuando la precipitación está por debajo de los 100 mm, corresponde al período húmedo, en este caso el período está comprendido del 15 de setiembre hasta el 15 de diciembre y del 15 de marzo hasta el 15 de Mayo. El período muy húmedo corresponde a los meses que tienen una precipitación mayor a 100 mm, en el caso del distrito de Macusani, se observa que éste período está comprendido entre el 15 de diciembre hasta el 15 de marzo. Cuando la curva de precipitación es menor que la curva de temperatura se tiene meses áridos o período seco, en nuestro caso corresponde desde el 16 de mayo hasta el 15 de setiembre. El período seco coincide con el período de heladas y el período húmedo coincide con el período de heladas ocasionales, lo que se puede apreciar en el Gráfico 3.

Cuadro 13. Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Macusani del año 2007

Variables	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Annual
Precipitación media	1.0	0.0	4.0	59.1	53.6	96.8	134.9	129.4	101.3	31.7	7.5	0.0	619.3
Temperatura media mensual	2.5	2.3	4.3	5.4	6.1	6.2	7.2	6.9	6.3	6.3	4.7	2.3	5.0

Fuente: INIA, 2007.

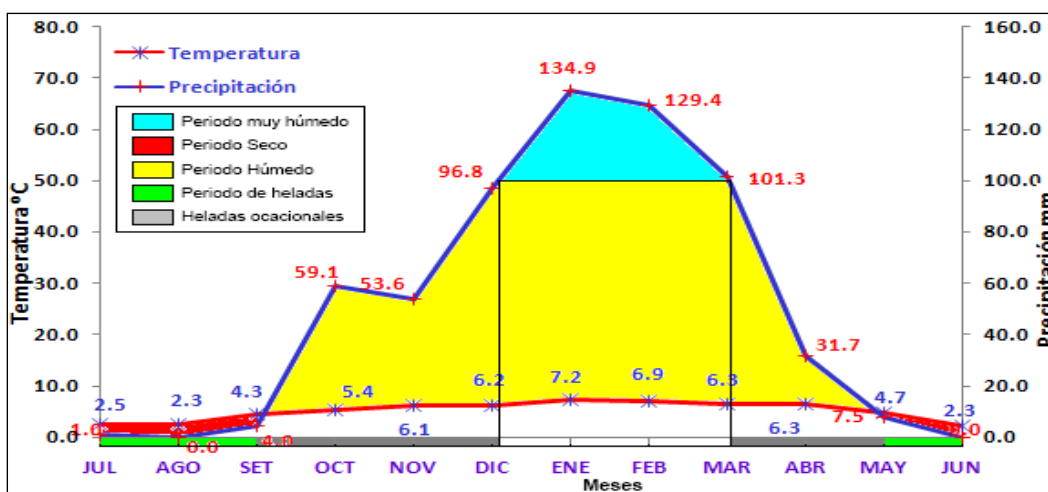


Gráfico 3. Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Macusani del año 2007

d. Fisiografía y topografía

Según su fisiografía este bofedal presenta una topografía semiplano, con una pendiente de 9 % en promedio y una exposición solar completa.

e. Suelos

En los Cuadros 8 y 9 se muestran las propiedades relativamente permanentes, estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo, del bofedal Muñaypacocha, donde podemos resaltar las principales características edáficas de éste bofedal. El suelo presenta una textura franco arcilloso, debido a que tiene su origen del material erosionado sedimentado, que proviene del lavado del suelo de las praderas que se encuentran a su alrededor; el pH muy fuertemente ácido (4.30), esto podría atribuirse a su naturaleza de suelos lavados; la conductibilidad eléctrica (CE) es bastante bajo (0.086), debido a la influencia del pH muy fuertemente ácido que presenta éste suelo; el nitrógeno total (N) es bajo (0.13 %); y el contenido de materia orgánica (MO) es medio (3.68 %).

Cuadro 14. Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo, del bofedal de Muñaypacocha

CODIGO	ANALISIS MECANICO				CO ₃ Ca (%)	Yeso me/100 g	Mat. Org. (%)	N° TOTAL (%)
	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura				
Muñaypacocha	58	5	37	FA	0.00		3.68	0.13

Fuente: INIA, 2007.

Cuadro 15. Caracterización del estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo del bofedal de Muñaypacocha

CODIGO	Suelo : Agua 1 : 2.5		Nutrientes Disponibles		Cationes Cambiables					CIC me/100 g	Suma Cationes
	pH	C.E.	P (ppm)	K (ppm)	Al me/100 g	Ca me/100 g	Mg me/100 g	Na me/100 g	K me/100 g		
Muñaypacocha	4.30	0.086	3.95	42.90	0.10	6.10	1.40	0.29	0.79	8.30	8.68

Fuente: INIA, 2007.

3.2.4 Bofedal Huichicancha

a. Ubicación política y geográfica

Este bofedal, se encuentra ubicado en el distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar y región de Puno; con coordenadas geográficas de 70° 47' 41" de la

longitud Oeste de Greenwich y el paralelo 14° 36' 7" de latitud Sur, con una altura promedio de 4,150 msnm.

b. Ecología

Según la clasificación de zonas de vida descrito por Holdridge (1982), esta ubicado en la zona de vida Páramo húmedo – Subandino Subtropical (ph-SaS).

c. Climatología

De acuerdo a la clasificación de zonas climáticas de Thorntwaite (1948), se encuentra en una zona climática Semilluvioso y semifrígido con otoño, invierno y primavera secos “C(o,i,p)D”. En el Cuadro 16, se consigna la información climática del bofedal ubicado en el distrito de Santa Rosa, donde observamos, las temperaturas medias mensuales (°C), y la precipitación promedio mensual (mm), durante el año 2007.

Para realizar el “climadiagrama” del Gráfico 4, utilizamos los valores promedio de temperatura y precipitación del distrito de Santa Rosa, los mismos que están representados en el Cuadro 16. Cuando la curva de precipitación sobrepasa a la curva de temperatura, corresponden a los períodos húmedo y muy húmedo, en el Gráfico 4 se observa que es a partir del 1 de agosto hasta el 15 de mayo. Por otro lado cuando la precipitación está por debajo de los 100 mm, corresponde al período húmedo, en este caso el período está comprendido desde el 1 de agosto hasta el 15 de enero y del 15 de abril hasta el 15 de mayo. El período muy húmedo corresponde a los meses que tienen una precipitación mayor a 100 mm, en el caso del distrito de Santa Rosa, se observa que éste período está comprendido entre el 15 de enero hasta el 15 de abril. Cuando la curva de precipitación es menor que la curva de temperatura se tiene meses áridos o período seco, en nuestro caso corresponde desde el 15 de mayo hasta el 31 de julio. El período seco coincide con el período de heladas y el período húmedo coincide con el período de heladas ocasionales, lo que se puede apreciar en el Gráfico 4.

Cuadro 16. Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Santa Rosa del año 2007

Variables	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Annual
Precipitación media	3.0	21.3	37.0	53.7	81.3	84.4	104.4	104.6	227.2	64.9	9.5	1.2	792.5
Temperatura media mensual	4.9	4.4	8.8	10.3	10.2	10.4	10.9	11.1	9.6	9.3	7.0	5.4	8.5

Fuente: INIA, 2007.

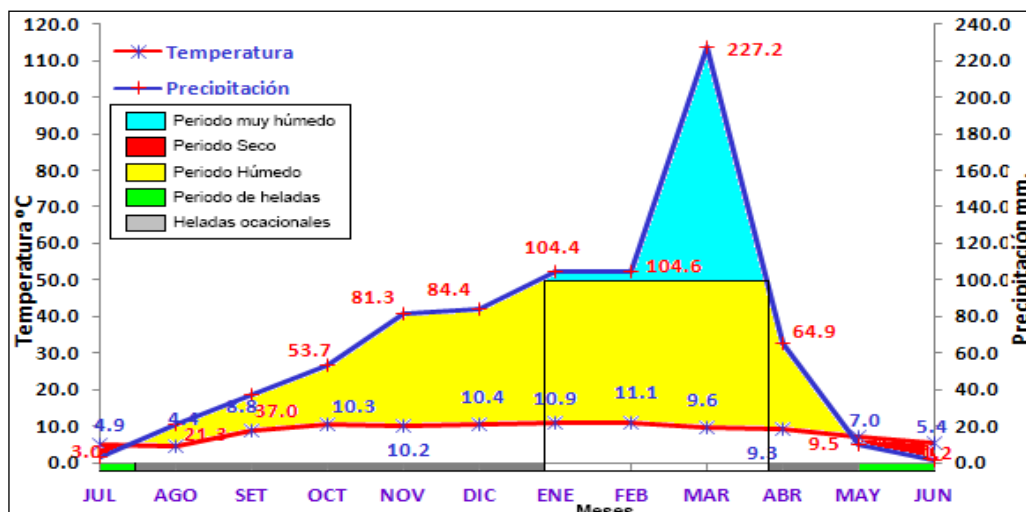


Gráfico 4. Promedios de precipitación mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), en el distrito de Santa Rosa del año 2007

d. Fisiología y topografía

Según su fisiografía este bofedal, presenta una topografía semiplano, con una pendiente de 15 % en promedio y una exposición solar completa.

e. Suelos

En los Cuadros 17 y 18 se muestran las propiedades relativamente permanentes, estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo, del bofedal Huichicanha, donde podemos resaltar las principales características edáficas de éste bofedal. El suelo presenta una textura franco, debido a que tiene su origen del material erosionado sedimentado, que proviene del lavado del suelo de las praderas que se encuentran a su alrededor; el pH es muy fuertemente ácido (4.99), esto podría atribuirse a su naturaleza de suelos lavados; la conductibilidad eléctrica (CE) es bastante bajo (0.151), debido a la influencia del pH muy fuertemente ácido que presenta éste suelo; el nitrógeno total (N) es bajo (0.13 %); y el contenido de materia orgánica (MO) es medio (3.62 %).

Cuadro 17. Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo, del bofedal Huichicancha

CODIGO	ANALISIS MECANICO				CO3Ca (%)	Yeso me/100 g	Mat. Org. (%)	N° TOTAL (%)
	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura				
Huichicancha	46	9	45	F	0.00		3.62	0.13

Fuente: INIA, 2007.

Cuadro 18. Caracterización del estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo del bofedal Huichicancha

CODIGO	Suelo : Agua 1 : 2.5		Nutrientes Disponibles		Cationes Cambiables					CIC me/100 g	Suma Cationes
	pH	C.E.	P (ppm)	K (ppm)	Al me/100 g	Ca me/100 g	Mg me/100 g	Na me/100 g	K me/100 g		
Hichicancha	4.99	0.151	3.05	35.60	0.10	5.20	3.80	0.18	0.78	8.99	10.06

Fuente: INIA, 2007.

3.2.5 Materiales y equipos de campo

a. Para el estudio del suelo

- Pico.
- Pala recta.
- Wincha de 5 metros.
- GPS.
- Eclímetro.
- Bolsas de polietileno.
- Etiquetas para la rotulación de muestras.

b. Para el inventario agrostológico

- Tablero de campo.
- Libreta de campo.
- Anillo censador.
- Cámara fotográfica.
- Papel periódico.
- Cinta métrica de 50 metros.
- Registros de transección al paso.
- Sacos de yute.

c. Para la medición peso materia verde.

- Pala recta.
- Cuchillo o tijera especial.
- Balanza de campo 5 kg.
- Bolsas de polietileno.
- Bolsas de papel.

3.2.6 Materiales y equipos de laboratorio

- Balanza de precisión.
- Estufa (para determinar materia seca).
- Bolsas de papel.

3.3 METODOLOGÍA

El presente estudio de investigación se realizó durante los meses de enero a diciembre del 2007, en la que se hicieron evaluaciones a finales de la época de lluvias (marzo a abril) y finales de época seca (setiembre a octubre), en el transcurso de estos meses de evaluación se obtuvieron los datos necesarios para satisfacer los objetivos planteados.

3.3.1 Variables de respuesta**a) Variables dependientes**

- Composición florística (%).
- Disponibilidad de materia verde y seca (kg/ha).
- Contenido de proteína cruda (%).

b) Variables independientes

- Carga animal óptima estimada (Unidades alpaca/ha).
- Condición actual de los bofedales para alpacas (calidad).

3.4 METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES

La metodología y el procedimiento empleados para la medición de las variables del presente trabajo experimental, se describe a continuación.

3.4.1 Determinación de la composición florística

En cada bofedal, tanto en la Puna seca como en Puna húmeda, se utilizó el método de “puntos en parcela lineal permanente” recomendado por la USDA – Forest Service (Parker, 1951). El método consiste en instalar tres líneas rectas horizontales y transversales de 30 metros. La disposición y distribución de las líneas horizontales, siguió un orden definido respecto a la orientación y los puntos fijos (Gráfico 5). A lo largo de cada parcela lineal establecida sobre una cinta métrica extendida, se realizaron un total de 100 lecturas con el anillo censador de $\frac{3}{4}$ pulgadas de diámetro, cuyos contactos o pisadas con una especie de pasto y suelo desnudo se anotaron cada 30 cm a partir del punto cero, cuidando de colocar el anillo siempre en el mismo lado de la cinta todas las veces. Los datos de la composición florística fueron registradas en los registro de transección al paso u hojas de campo (anexo 1) y luego el resumen del censo de vegetación, fue clasificado de acuerdo a su aceptación por parte del ganado (alpaca) en pastoreo y estas son:

- Especies deseables o decrecientes, son aquellas plantas forrajeras cuyo consumo es muy preferido por las alpacas, por su alta palatabilidad y calidad nutritiva.
- Especies poco deseables o acrecentantes, son especies cuya importancia es secundaria, frente a las especies que son preferidos en los campos de buena producción.
- Especies indeseables o invasoras, estas son las que no consumen las alpacas, por ser tóxicas, duras y/o espinosas.

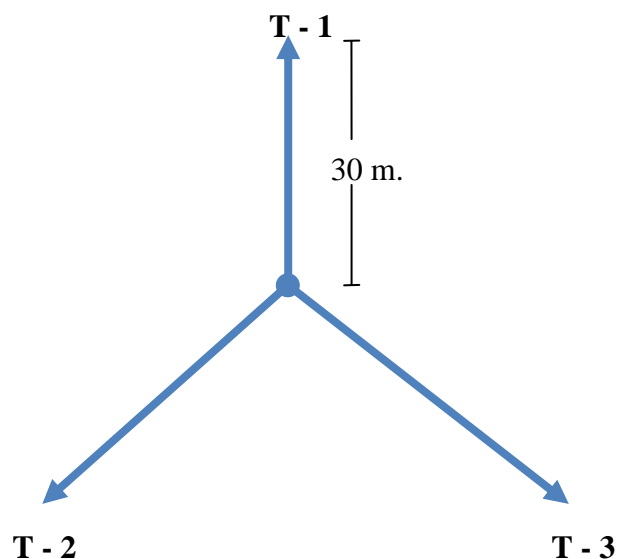


Gráfico 5. Parcela de “transecta lineal radial” para el censo de la composición vegetal de bofedales

3.4.2 Determinación de la disponibilidad de materia verde y seca

a) Disponibilidad de materia verde

La disponibilidad de materia verde en bofedales en épocas de lluvia y seca, fue estimada utilizando el método de “cosecha en parcela cuadrada de corte”, para la toma de muestras se ubicó y se marcó tres parcelas cuadradas, a los costados de cada transecta lineal de 30 metros establecida para evaluar la composición florística (Gráfico 6), luego con la ayuda de una pala recta se extrajeron tres muestras de 0.04 m^2 ($0.20 \text{ m} \times 0.20 \text{ m}$) de cubierta vegetal de cada transecta, con su respectiva pan de tierra. Estas muestras sobre una manta de plástico, con la ayuda de unas tijeras se procedió a cortar los pastos y hierbas, simulando al corte que hacen los animales (alpacas) al pastoreo libre, casi al nivel de la superficie del suelo, luego se peso cada una de las muestras en forma conjunta (todas las especies que componen la muestra), obteniéndose así la materia verde disponible en los bofedales.

b) Disponibilidad de materia seca

La disponibilidad de materia seca para los bofedales en estudio, fue estimada utilizando las muestras cosechadas para materia verde, las cuales fueron llevadas al laboratorio de pastos y forrajes del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), debidamente identificadas y embolsadas. Utilizamos una estufa eléctrica

a una temperatura de 65 °C durante 48 horas, esto con el propósito de hacer que las muestras de materia verde pierdan humedad a causa del calor, para obtener finalmente el peso de materia seca.

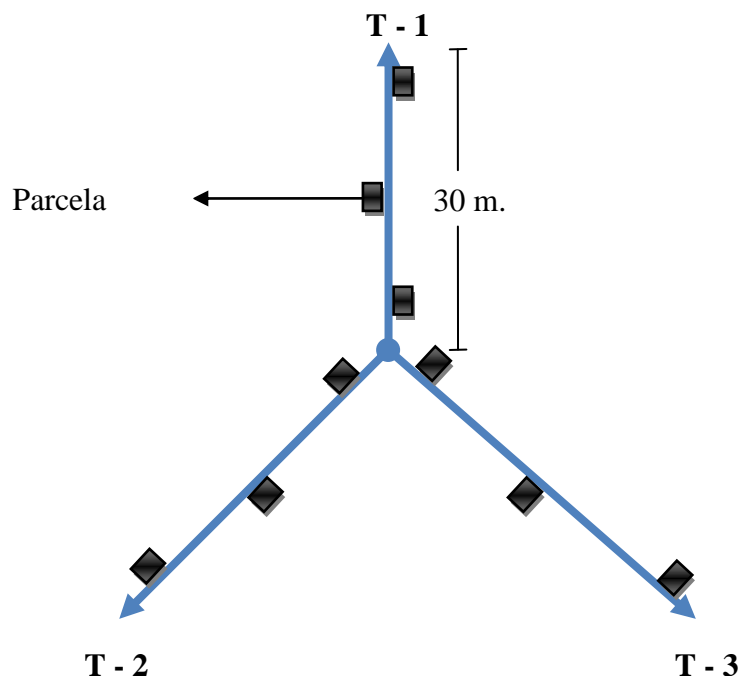


Gráfico 6. Distribución de parcelas de corte en las transectas lineales para la toma de muestras de materia verde en bofedales

3.4.3 Determinación del contenido de proteína cruda

Para el análisis de Proteína cruda, se utilizaron las muestras colectadas para determinar la producción de materia verde y seca. Este análisis se realizó en el laboratorio de control de calidad de la Estación Experimental Illpa – Puno, anexo Salcedo, del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) mediante el “Método de Micro kjeldahl”. El procedimiento de este método, comprende 3 fases:

a. Digestión

Por ebullición con H_2SO_4 concentrado y en presencia de catalizadores, la materia orgánica se oxida a CO_2 y agua, mientras que una parte del ácido se reduce a SO_2 . El nitrógeno transformado en NH_3 se combina con la parte restante del ácido sulfúrico para formar sulfato de amonio.

b. Destilación

Mediante esta operación el nitrógeno que está en forma de sulfato de amonio se ataca con un álcali fuerte que es la soda cáustica (NaOH) para liberar el amoníaco. El vapor del agua arrastra el amoníaco y después de la condensación lograda con el refrigerante se forma NH_4OH . El NH_4OH destilado es recolectado en una solución ácida (ácido bórico más los indicadores rojo de metilo y azul de metileno) formándose borato de amonio (coloración verde).

c. Titulación

Se hace con ácido sulfúrico normalizado. El ácido sulfúrico reacciona con el borato de amonio y en el punto final con un pequeño exceso de ácido sulfúrico se provocará el viraje de la solución (color violeta).

3.4.4 Determinación de la condición actual del bofedal

La condición, es una medida que permite valorar el estado de un pastizal en un instante dado, en relación al estado ideal de acuerdo al uso y estilo que se le está dando. En este caso se define como la productividad de tejido vegetal útil en un momento determinado, en relación al potencial del sitio. La condición de los bofedales en estudio, se determinó en base a la información obtenida en los censos de vegetación, utilizando la metodología descrita por Florez y Malpartida (1987), presentando cuatro índices para efectuar la clasificación de condición del bofedal.

a) Índice de especies decrecientes (ED)

Este índice, se calculó sumando el porcentaje de especies deseables encontrados en los bofedales para la especie animal alpaca.

b) Índice forrajero (IF)

El índice forrajero se obtuvo sumando los porcentajes de las especies decrecientes (ED), especies acrecentantes (EA) y especies indeseables (EI); encontrados en los bofedales. $\text{IF} = \text{ED} + \text{EA} + \text{EI}$.

c) Índice de desnudez del suelo (ID)

Para determinar este índice, se sumaron el porcentaje del suelo desnudo (D), porcentaje de roca (R) y porcentaje de pavimento de erosión (P) observados en los bofedales. Este cálculo se hizo mediante la siguiente relación: $ID = D + R + P$.

d) Índice de vigor (IV)

El índice de vigor se calculó, dividiendo la altura promedio de cada especie de pastos deseable entre su máxima altura de planta multiplicada por 100, mediante la siguiente fórmula:

$$IV = \frac{\text{Altura promedio de una especie de planta}}{\text{Altura máxima de la planta}} \times 100$$

e) Puntaje total de índices para alpacas

Para obtener el puntaje total de índices, las sumas parciales de especies decrecientes se multiplicó por 0.5 puntos ($\% ED \times 0.5$); suma del porcentaje de índice forrajero por 0.2 puntos ($\% IF \times 0.2$); suma de índice de desnudez del suelo por 0.2 puntos ($100 - ID \times 0.2$); y el porcentaje de índice de vigor por 0.1 puntos ($\% IV \times 0.1$). Sumando estos puntajes parciales del índice de especies decrecientes (ED), índice forrajero (IF), índice desnudez del suelo (ID) e índice de vigor (IV), se obtuvo el puntaje total de índices de cada bofedal para alpacas.

f) Condición de los bofedales

Para caracterizar la condición de los bofedales en estudio se utilizó, el puntaje total de índices calculado para alpacas, con los valores del Cuadro 19, donde se clasificaron la condición actual de cada bofedal para el pastoreo de alpacas.

Cuadro 19. Puntaje de índices para la determinación de la condición de pastizales naturales

Composición de especies decrecientes (ED) calidad	
% especies decrecientes	Puntaje (0.5 valor por punto)
70 a 100	35.0 – 50.0
40 a 69	20.0 – 34.5
25 a 39	12.5 – 19.5
10 a 24	5.0 – 12.0
0 a 9	0.0 – 4.5
Índice forrajero (IF) cantidad	
% índice forrajero	Puntaje (0.2 valor por punto)
90 a 100	18.0 – 20.0
70 a 89	14.0 – 17.8
50 a 69	10.0 – 13.8
40 a 49	8.0 – 9.8
Menos de 40	0.0 – 7.8
Suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (ID)	
% índice ID – R – P	Puntaje (restando el % obtenido se multiplica por 0.2 para obtener el valor)
10 a 0	18.0 – 20.0
30 a 11	14.0 – 17.8
50 a 31	10.0 – 13.8
60 a 51	8.0 – 9.8
Mayor de 60	0.0 – 7.8
Índice de vigor (IV)	
% Índice de vigor	Puntaje (0.1 valor por punto)
80 a 100	8.0 – 10.0
60 a 79	6.0 – 7.9
40 a 59	4.0 – 5.9
20 a 39	2.0 – 3.9
Menos de 20	0.0 – 1.0
Determinación de la condición del pastizal (puntaje acumulativo, obtenido de ED, IF, ID y IV)	
Puntaje total	Condición de pastizal
79 a 100	Excelente
54 a 78	Bueno
37 a 53	Regular
23 a 36	Pobre
0 a 22	Muy pobre

Fuente: Florez y Malpartida, 1987.

3.4.5 Estimación de carga animal óptima

La capacidad de carga animal óptima para el pastoreo de alpacas por hectárea, se estimó, utilizando la metodología descrita por Florez y Malpartida (1987), que consiste en comparar la condición de cada bofedal, con la carga animal

recomendada para cada clase de condición (Cuadro 20). Con estos datos y conocimiento del área del bofedal, se puede determinar la capacidad de carga total del bofedal.

Cuadro 20. Carga animal recomendada para diferentes condiciones de pastizales nativos

Condición	Ovinos 0.20 U.A.	Alpacas 0.30 U.A.	Vacunos 1.0 U.A.	Vicuñas 0.19 U.A.
Excelente	4.0	2.7	1.0	4.44
Bueno	3.0	2.0	0.75	3.33
Regular	1.5	1.0	0.38	1.65
Pobre	0.5	0.33	0.13	0.55
Muy pobre	0.25	0.17	0.07	0.28

Fuente: Florez y Malpartida, 1987.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para analizar los datos de la disponibilidad de materia seca en los bofedales de Puna seca y húmeda del Altiplano de Puno, en la época de lluvias y seca; se utilizó un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones, donde las parcelas fueron los cuarto bofedales y las sub parcelas las dos épocas de evaluación (Cuadro 21), y la comparación de medias se realizó con la prueba de comparaciones múltiples de Duncan descrita por Ventura y Zavala (1994). Para el análisis de todos los datos se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System, 1998). El modelo aditivo lineal y esquema del análisis de varianza se muestran a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_a + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_b$$

Donde:

Y_{ijk} = Disponibilidad de materia seca en la repetición K, en la parcela "i", subparcela "j".

μ = Es la media.

α_i = Efecto del i – ésimo nivel del factor A (bofedal en parcelas).

ε_a = Error de parcela (error para parcela mayor).

β_j = Efecto del j – ésimo nivel del factor B (época en sub parcelas).

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i – ésimo nivel del factor A (bofedal), con el j – ésimo nivel del factor B (época).

ε_b = Error de subparcelas (error para parcela menor).

Cuadro 21. Análisis de Varianza de la disponibilidad de materia seca en los bofedales de Puna seca y húmeda, en la época de lluvias y seca

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.
Repetición (T)	$r - 1$	$SC_{(rep.)}$	$\frac{SC_{rep.}}{r - 1}$	$\frac{CM_{rep.}}{CM_{error(b)}}$
Bofedales (B)	$b - 1$	$SC_{(b)}$	$\frac{SC_{(b)}}{b - 1}$	$\frac{CM_{(b)}}{CM_{error(b)}}$
Error (a)	$b(r - 1)$	$SC_{(Error b)}$	$\frac{SC_{error(b)}}{(b - 1)(r - 1)}$	
Total Parcelas	11	$SC_{(Parcelas)}$		
Época (E)	$e - 1$	$SC_{(e)}$	$\frac{SC_{(e)}}{(e - 1)}$	$\frac{CM_{(e)}}{CM_{error(e)}}$
Interacción (BxE)	$(b - 1)(e - 1)$	$SC_{(bx e)}$	$\frac{SC_{(be)}}{(b - 1)(e - 1)}$	$\frac{CM_{(be)}}{CM_{error(e)}}$
Error (b)	$b(e - 1)(r - 1)$	$SC_{(Error e)}$	$\frac{SC_{error(e)}}{b(r - 1)(e - 1)}$	
Total sub parcelas	12			
Total	$rbe - 1$	$SC_{(Total)}$		

$$CV = \frac{\sqrt{CM_{error}}}{\bar{X}}$$

3.5.1 Factores y tratamientos en estudio

a) Cuatro tipos de bofedal

B1 = Bofedal Catacora (Puna seca).

B2 = Bofedal Capapujo (Puna seca).

B3 = Bofedal Muñaypacocho (Puna húmeda).

B4 = Bofedal Huichicancha (Puna húmeda).

b) Dos épocas de evaluación

E1 = Lluvias.

E2 = Seca.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE BOFEDALES DE PUNA SECA Y HÚMEDA

Los resultados de composición florística de bofedales de Puna seca, evaluados en épocas de lluvias y seca, están detallados en los Cuadros 22 y 23, donde se presentan clasificados en especies deseables, poco deseables e indeseables, de acuerdo al grado de palatabilidad establecidas para la especie animal alpaca.

El bofedal Capapujo se caracteriza por presentar un suelo profundo, con una topografía plana (4 % de pendiente), pH fuertemente ácido (5.1) y textura franco; las cuales le permiten mantener una gran variedad florística, identificándose un total de 22 especies vegetales (Cuadro 22). En la época de lluvias la cobertura vegetal promedio fue de 95.33 %, los mismos que están representados en mayor porcentaje por especies como: *Distichia muscoides* (24.17%), *Eleocharis albibracteata* (16.17 %), *Plantago tubulosa* (14.83 %), *Lucilia ariteoides* (13.50 %) y *Carex sp.* (5.33 %); en la época seca la cobertura vegetal promedio es menor al de la época de lluvias con un 90.50 %, donde las especies que representan el mayor porcentaje son: *Distichia muscoides* (27.50 %), *Lucilia ariteoides* (16.33 %), *Carex sp.* (11.00%), *Alchemilla diplophylla* (9.00 %) y *Plantago tubulosa* (5.50 %). De la composición total del bofedal, las especies deseables en la época de lluvias constituyen el 75.17 %, mientras que en la época seca éstas descienden a un 65.83 %; en cambio las especies poco deseables en la época de lluvias es menor (18.00 %) con respecto a la época seca (21.17 %). Estos resultados se deben al ciclo de vida que presentan las especies que conforman la composición florística de éste bofedal, al inicio de las lluvias cuando las condiciones climáticas son favorables para el rebrote y emergencia de especies perennes y estivales como *Plantago tubulosa*, *Eleocharis albibracteata* y *Werneria nubigena* inician su crecimiento y desarrollo, hasta llegar a la época seca donde comienzan a disminuir su crecimiento (por pérdida de humedad del suelo), para posteriormente alcanzar un estado de hibernación; y es por ellos que varía la composición florística, tanto en la épocas de lluvias como en la época seca.

Cuadro 22. Composición florística del bofedal Capapujo, en las épocas de lluvias y seca

ESPECIES	CLAVE	Época de lluvias (%)	Época seca (%)	PROMEDIO ANUAL (%)
DESEABLES		75.17	65.83	70.50
<i>Distichia muscoides</i>	Dimu	24.17	27.50	25.83
<i>Plantago tubulosa</i>	Platu	14.83	5.50	10.17
<i>Eleocharis albibracteata</i>	Elal	16.17	3.00	9.58
<i>Carex sp.</i>	Ca sp.	5.33	11.00	8.17
<i>Caltha sagittata</i>	Casa	0.83	1.17	1.00
<i>Werneria sp.</i>	We sp.	0.33	2.50	1.42
<i>Werneria nubigena</i>	Wenu	4.67	2.17	3.42
<i>Alchemilla diplophylla</i>	Aldi	4.17	9.00	6.58
<i>Ranunculus flabelliformis</i>	Rafla	1.83	1.00	1.42
<i>Hypochoeris stenocephala</i>	Hyst	0.17	0.83	0.50
<i>Alchemilla pinnata</i>	Alpi	0.83	0.00	0.42
<i>Distichia sp.</i>	Di sp.	1.17	0.00	0.58
<i>Hypochoeris sp.</i>	Hy sp.	0.67	0.50	0.58
<i>Alchemilla erodifolia</i>	Aler	0.00	1.17	0.58
<i>Festuca dolichophylla</i>	Fedo	0.00	0.50	0.25
POCO DESEABLES		18.00	21.17	19.58
<i>Lucilia ariteoides</i>	Luar	13.50	16.33	14.92
<i>Lilaeopsis andina</i>	Lian	3.00	1.33	2.17
<i>Castilleja pumila</i>	Capu	0.67	0.00	0.33
<i>Deyeuxia rigescens</i>	Deri	0.17	2.33	1.25
<i>Deyeuxia vicunarum</i>	Devi	0.33	0.50	0.42
<i>Deyeuxia ovata</i>	Deov	0.33	0.67	0.50
INDESEABLES		2.17	3.50	2.83
<i>Oxicloe andina</i>	Oxan	2.17	3.50	2.83
COBERTURA VEGETAL		95.33	90.50	92.92
SIN VALOR FORRAJERO		4.67	9.50	7.08
Mantillo	M	1.83	5.17	3.50
Musgo	L	0.00	1.00	0.50
desnudo	D	3.40	3.33	3.37
Total general (%)		100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaborado en base a la información obtenida en censos de vegetación del bofedal Capapujo en épocas de lluvias y seca.

En cuanto al bofedal Catacora, éste se caracteriza por presentar un suelo profundo, ligeramente inclinado (6 % de pendiente), pH fuertemente ácido (5.51) y textura franco arenoso fino; las cuales le permiten mantener una gran variedad florística, identificándose un total de 24 especies vegetales (Cuadro 23). En la época de lluvias la cobertura vegetal promedio asciende a 95.83 %, los mismos que están representados en mayor porcentaje por especies como: *Distichia muscoides* (19.00 %), *Plantago tubulosa* (16.00 %), *Lucilia ariteoides* (10.67 %), *Alchemilla diplophylla* (10.00 %) y *Lilaeopsis andina* (8.67 %); en la época seca la cobertura vegetal promedio es ligeramente superior al de la época de lluvias con un 96.83 %, donde las especies que representan el mayor porcentaje son: *Distichia muscoides* (27.50 %), *Plantago tubulosa* (17.00 %), *Lucilia ariteoides* (10.33 %), *Lilaeopsis andina* (8.33 %) y *Alchemilla diplophylla* (8.00 %). De la composición total del bofedal, las especies deseables en la época de lluvias constituyen el 70.67 %, mientras que en la época seca éstas incrementan ligeramente a un 71.33 %; en cambio las especies poco deseables en la época de lluvias es mayor (25.17 %) con respecto a la época seca (23.67 %). Estos resultados se deben al aumento porcentual en la época seca de la *Distichia muscoides* y un ligero descenso porcentual de especies como: *Alchemilla erodifolia*, *Alchemilla diplophylla*, *Alchemilla erodifolia*, etc.

Igualmente, resultados obtenidos por Choque *et al.* (1990) en un estudio en Puna seca, reporta la existencia de bofedales conformados por especies como: *Distichia muscoides*, *Eleocharis albibracteata*, *Deyeuxia rigescens* y *Hypochoeris stenocephala*. Al igual que los resultados obtenidos por el INIA – TECHNOSERVE (2000), en tres sectores de Puna seca (Sullkanaca, Conduriri y Jihuaña) en la provincia El Collao, reportan especies dominantes como. *Distichia sp.*, *Distichia muscoides*, *Eleocharis albibracteata*, *Juncus sp.*, *Calamagrostis rígida*, *Festuca dolichophylla*, *Alchemilla pinnata*, *A. diplophylla*, *Plantago tubulosa* y *Gentiana postrata*. Estos resultados corroboran lo obtenido en nuestro trabajo.

Cuadro 23. Composición florística del bofedal Catacora, en las épocas de lluvias y seca

ESPECIES	CLAVE	Época de lluvias (%)	Época seca (%)	PROMEDIO ANUAL (%)
DESEABLES		70.67	71.33	71.00
<i>Distichia muscoides</i>	Dimu	19.00	27.50	23.25
<i>Plantago tubulosa</i>	Platu	16.00	17.00	16.50
<i>Gentiana peruviana</i>	Gepe	0.50	0.00	0.25
<i>Alchemilla diplophylla</i>	Aldi	10.00	8.00	9.00
<i>Carex sp.</i>	Ca sp.	0.83	0.00	0.42
<i>Werneria nubigena</i>	Wenu	1.17	7.17	4.17
<i>Werneria sp.</i>	We sp.	4.33	5.17	4.75
<i>Distichia sp.</i>	Di sp.	3.33	2.00	2.67
<i>Hypochoeris sp.</i>	Hy sp.	0.83	0.00	0.42
<i>Hypochoeris stenocephala</i>	Hyst	1.50	0.67	1.08
<i>Eleocharis albibracteata</i>	Elal	2.33	1.00	1.67
<i>Ranunculus flabelliformis</i>	Rafla	3.33	1.17	2.25
<i>Festuca dolichophylla</i>	Fedo	1.67	1.17	1.42
<i>Alchemilla erodifolia</i>	Aler	2.67	0.00	1.33
<i>Muehlenbergia fastigiata</i>	Mufa	0.67	0.00	0.33
<i>Caltha sagitata</i>	Casa	1.50	0.00	0.75
<i>Alchemilla aphanoides</i>	Alap	1.00	0.50	0.75
POCO DESEABLES		25.17	23.67	24.42
<i>Deyeuxia rigescens</i>	Deri	5.17	5.00	5.08
<i>Lilaeopsis andina</i>	Lian	8.67	8.33	8.50
<i>Castilleja pumila</i>	Capu	0.17	0.00	0.08
<i>Calamagrostis crhysantha</i>	Cacr	0.50	0.00	0.25
<i>Lucilia ariteoides</i>	Luar	10.67	10.33	10.50
INDESEABLES		0.00	1.83	0.92
<i>Aciachne pulvinata</i>	Acpu	0.00	0.33	0.17
<i>Oxicloe andina</i>	Oxan	0.00	1.50	0.75
COBERTURA VEGETAL		95.83	96.83	96.33
SIN VALOR FORRAJERO		4.17	3.17	3.67
Mantillo	M	1.00	1.83	1.42
Musgo	L	1.50	0.33	0.92
desnudo	D	1.67	1.00	1.33
Total general (%)		100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaborado en base a la información obtenida en censos de vegetación del bofedal Catacora en épocas de lluvias y seca.

Los resultados de composición florística de bofedales ubicados en Puna húmeda, evaluados en épocas de lluvias y seca, están detallados en los Cuadros 24 y 25, donde se presentan clasificados en especies deseables, poco deseables e indeseables, de acuerdo al grado de palatabilidad establecidas para la especie animal alpaca.

El bofedal Muñaypacocho se caracteriza por presentar un suelo profundo, ligeramente inclinado (9 % de pendiente), pH muy fuertemente ácido (4.30) y textura franco arcilloso; las cuales le permiten mantener una gran variedad florística, identificándose un total de 28 especies vegetales (Cuadro 24). En la época de lluvias la cobertura vegetal promedio es de 95 %, los mismos que están representados en mayor porcentaje por especies como: *Distichia muscoides* (15.67%), *Plantago tubulosa* (12.33 %), *Alchemilla diplophylla* (9.67 %), *Werneria pygmaea* (9.50 %) y *Werneria nubigena* (5.33 %); en la época seca la cobertura vegetal promedio es menor, en comparación a la época de lluvias con un 93.17 %, donde las especies que representan el mayor porcentaje son: *Distichia muscoides* (26.17 %), *Plantago tubulosa* (11.50 %), *Lucilia ariteoides* (8.83 %), *Deyeuxia rigescens* (7.67 %) y *Werneria pygmaea* (6.83 %). De la composición total del bofedal, las especies deseables en la época de lluvias constituyen el 76 %, mientras que en la época seca éstas descienden a un 65.17 %; en cambio las especies poco deseables en la época de lluvias es menor (8.67 %) con respecto a la época seca (22.50 %). Éstos resultados se deben a la estacionalidad de crecimiento de las plantas forrajeras como *Alchemilla erodifolia*, *Hypochoeris sp.* y *Werneria pygmaea*, que en época seca disminuyen porcentualmente en la composición florística del bofedal y también por el incremento porcentual de especies perennes como: *Distichia muscoides*, *Lucilia ariteoides*, *Deyeuxia rigescens*, etc.

Cuadro 24. Composición florística del bofedal Muñaypacocha, en las épocas de lluvias y seca

ESPECIES	CLAVE	Época de lluvias (%)	Época seca (%)	PROMEDIO ANUAL (%)
DESEABLES		76.00	65.17	70.58
<i>Distichia muscoides</i>	Dimu	15.67	26.17	20.92
<i>Plantago tubulosa</i>	Platu	12.33	11.50	11.92
<i>Alchemilla erodifolia</i>	Aler	3.50	0.00	1.75
<i>Caltha sagittata</i>	Casa	2.00	2.17	2.08
<i>Werneria nubigena</i>	Wenu	5.33	5.83	5.58
<i>Werneria pygmaea</i>	Wepy	9.50	6.83	8.17
<i>Alchemilla aphanoides</i>	Alap	1.33	0.83	1.08
<i>Alchemilla diplophylla</i>	Aldi	9.67	6.17	7.92
<i>Hypochoeris sp.</i>	Hy sp.	3.67	0.00	1.83
<i>Hypochoeris stenocephala</i>	Hyst	4.33	1.17	2.75
<i>Festuca dolichophylla</i>	Fedo	3.83	2.00	2.92
<i>Eleocharis albibracteata</i>	Elal	0.67	0.33	0.50
<i>Carex sp.</i>	Ca sp.	2.83	1.00	1.92
<i>Ranunculus flabellitormis</i>	Rafla	0.50	0.83	0.67
<i>Gentiana peruviana</i>	Gepe	0.83	0.17	0.50
<i>Geranium sessiliflorum</i>	Gese	0.00	0.17	0.08
POCO DESEABLES		8.67	22.50	15.58
<i>Deyeuxia rigescens</i>	Deri	2.83	7.67	5.25
<i>Deyeuxia crhyssantha</i>	Decr	2.33	3.33	2.83
<i>Luzula peruviana</i>	Lupe	0.17	0.50	0.33
<i>Lucilia ariteoides</i>	Luar	2.33	8.83	5.58
<i>Castilleja pumila</i>	Capu	0.33	1.00	0.67
<i>Gnaphalium sp.</i>	Gn sp.	0.33	0.17	0.25
<i>Junellia minima</i>	Jumi	0.00	1.00	0.50
<i>Isöetes lechleri</i>	Isle	0.33	0.00	0.17
INDESEABLES		10.33	5.50	7.92
<i>Gentianella primuloides</i>	Gepri	4.50	2.00	3.25
<i>Azorella diapiensoides</i>	Azdi	5.17	2.50	3.83
<i>Aciachne pulvinata</i>	Acpu	0.67	0.67	0.67
<i>Oxicloe andina</i>	Oxan	0.00	0.33	0.17
COBERTURA VEGETAL		95.00	93.17	94.08
SIN VALOR FORRAJERO		5.00	6.83	5.92
Mantillo	M	1.33	3.33	2.33
Musgo	L	0.67	0.17	0.42
Desnudo	D	3.00	3.33	3.17
Total (%)		100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaborado en base a la información obtenida en censos de vegetación del bofedal Muñaypacocha en épocas de lluvias y seca.

En cuanto al bofedal Huichicancha, éste se caracteriza por presentar un suelo profundo, moderadamente inclinado (15 % de pendiente), pH muy fuertemente ácido (4.99) y textura franco; las cuales le permiten mantener una gran variedad florística, identificándose un total de 30 especies vegetales (Cuadro 25). En la época de lluvias la cobertura vegetal promedio fue de 94.83 %, los mismos que están representados en mayor porcentaje por especies como: *Scirpus rigidus* (13.33%), *Alopecurus bracteata* (7.83 %), *Hordeum muticum* (7.00%), *Poa aequigluma* (6.50 %), *Alchemilla erodifolia* (5.67 %) y *Plantago tubulosa* (5.33 %); en la época seca la cobertura vegetal promedio desciende a un 89.50 %, donde las especies que representan el mayor porcentaje son: *Plantago tubulosa* (12.17 %), *Deyeuxia rigescens* (9.33%), *Scirpus rigidus* (8.83 %), *Alchemilla aphanoides* (8.00 %), *Alchemilla pinnata* (7.17 %) y *Alopecurus bracteata* (5.33 %). De la composición total del bofedal, las especies deseables en la época de lluvias constituyen el 80.17 %, mientras que en la época seca éstas descienden a un 76 %; de igual forma las especies poco deseables en la época de lluvias es ligeramente superior (14.67 %) con respecto a la época seca (13.50 %). Éstos resultados se deben a la estacionalidad de crecimiento de las plantas forrajeras como: *Hordeum muticum*, *Alopecurus bracteata*, *Poa aequigluma*, *Muhlenbergia ligularis*, etc. que en época seca disminuyen porcentualmente en la composición florística de este bofedal.

Resultados obtenidos por Quispe (2004) en un estudio en Puna húmeda (Nuñoa), reporta la existencia de bofedales conformado por especies como *Calamagrostis rigescens*, *Werneria nubigena*, *Eleocharis albibracteata* y *Hypochoeris stenocephala*. Al igual que Flores (2001), expresa la dominancia de especies como: *Distichia sp.*, *Calamagrostis eminens* y *Festuca dolichophylla*. Estos resultados, permiten concluir que en los bofedales de tipo altoandino, tienen especies de importancia primaria como *Distichia muscoides*, *Plantago tubulosa*, *Calamagrostis rigescens*, *Lucilia ariteoides* y *Scirpus rigidus*, asociado con especies de importancia secundaria como *Alchemilla diplophylla*, *Hypochoeris spp.* *Gentiana postrata*, etc

Por otro lado, los resultados obtenidos en la composición florística en bofedales de Puna seca (Capapujo y Catacora) y Puna húmeda (Mañaypacocho y Huichicancha), se han identificado un total de 22 especies para el bofedal Capapujo, 24 especies para el bofedal Catacora, 28 especies para el bofedal Muñaypacocho y 30 especies para el bofedal Huichicancha; pudiéndose observar que en bofedales de Puna húmeda, existe una mayor variación en composición florística con respecto a bofedales de Puna seca. Otro estudio es el de Galván (2002), el mismo que evaluó bofedales de Puna húmeda (Caylloma) y Puna seca (Jihuaña), encontrando 33 especies para el bofedal de Caylloma y 28 especies para el bofedal de Jihuaña; al igual que Flores (2001), al realizar evaluaciones de composición florística en época seca, en bofedales de Puna húmeda (Quiñajani y Piñuni) y Puna seca (San José y Jihuaña), reporta 19 y 17 especies para bofedales de Puna húmeda, 15 y 16 especies para bofedales de Puna seca; cifras que corrobora lo obtenido en nuestro trabajo.

El descenso del porcentaje de especies deseables en la composición florística y el proceso de lignificación de las gramíneas en la época seca, hacen que se incremente el contenido de los componentes de paredes celulares o fibra detergente neutro (FDN) en el forraje disponible, generando una disminución en la ingesta del ganado en pastoreo (Florez y Malpartida, 1987).

Cuadro 25. Composición florística del bofedal Huichicancha, en las épocas de lluvias y seca

ESPECIES	CLAVE	Época de lluvias (%)	Época seca (%)	PROMEDIO ANUAL (%)
DESEABLES		80.17	76.00	78.08
<i>Alchemilla erodifolia</i>	Aler	5.67	3.83	4.75
<i>Poa aequigluma</i>	Poae	6.50	2.83	4.67
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	Muli	4.50	0.67	2.58
<i>Bromus unioloides</i>	Broun	1.83	0.00	0.92
<i>Trifolium amabile</i>	Triam	0.83	1.17	1.00
<i>Paspalum pygmaeum</i>	Papy	1.67	0.00	0.83
<i>Poa gilgiana</i>	Pogi	3.67	4.33	4.00
<i>Eleocharis albibracteata</i>	Elal	2.00	3.33	2.67
<i>Carex ecuadorica</i>	Caec	4.67	0.00	2.33
<i>Poa annua</i>	Poan	0.83	5.33	3.08
<i>Festuca dolichophylla</i>	Fodo	4.83	4.17	4.50
<i>Alopecurus bracteata</i>	Albra	7.83	5.33	6.58
<i>Mimulus glabratus</i>	Migla	3.33	0.00	1.67
<i>Geranium sessiliforum</i>	Gesi	1.00	0.00	0.50
<i>Stipa mucronata</i>	Stmu	0.33	0.00	0.17
<i>Scirpus rigidus</i>	Sciri	13.33	8.83	11.08
<i>Trifolium repens</i>	Trire	1.83	1.00	1.42
<i>Hypochoeris stenocephala</i>	Hyste	4.33	5.00	4.67
<i>Ranunculus brebiscapus</i>	Rabre	1.67	2.83	2.25
<i>Alchemilla aphanoides</i>	Alap	2.00	8.00	5.00
<i>Alchemilla pinnata</i>	Alpi	2.17	7.17	4.67
<i>Plantago tubulosa</i>	Platu	5.33	12.17	8.75
POCO DESEABLES		14.67	13.50	14.08
<i>Hordeum muticum</i>	Humu	7.00	0.00	3.50
<i>Taraxacum officinale</i>	Taof	1.33	4.17	2.75
<i>Deyeuxia rigescens</i>	Deri	5.17	9.33	7.25
<i>Oenothera sp.</i>	Oesp.	0.50	0.00	0.25
<i>Oxalis nubigena</i>	Oxnu	0.17	0.00	0.08
<i>Senecio sp.</i>	Se sp.	0.17	0.00	0.08
<i>Lepchinia meyeri</i>	Leme	0.17	0.00	0.08
<i>Erodium cicutarum</i>	Ersi	0.17	0.00	0.08
COBERTURA VEGETAL		94.83	89.50	92.17
SIN VALOR FORRAJERO		5.17	10.50	7.83
Roca	R	0.83	1.17	1.00
Mantillo	M	1.67	4.50	3.85
Musgo	L	1.50	1.00	1.25
desnudo	D	1.17	3.83	2.50
Total general (%)		100.00	100.00	100.00

Fuente: Elaborado en base a la información obtenida en censos de vegetación del bofedal Huichicancha en épocas de lluvias y seca.

4.2 DISPONIBILIDAD DE MATERIA VERDE Y SECA EN BOFEDALES DE PUNA SECA Y HÚMEDA

En el Cuadro 26 se presentan la disponibilidad promedio de materia verde de los bofedales Capapujo y Catacora, de Puna seca. Los mayores valores fueron registrados en la época de lluvias, con 4741.67 ± 2504.09 kg/há y 6743.06 ± 2653.11 kg/há, respectivamente; mientras que en la época seca la disponibilidad fue de 2725 ± 1024.08 kg/há y 4231.94 ± 1268.63 kg/há, respectivamente. Estas diferencias amplias se deben, entre otras causas, a la diferencia de condiciones climáticas, principalmente de la precipitación y temperatura media entre la época de lluvias y época seca (Florez y Malpartida, 1987). Los más altos valores de precipitación y temperatura media mensual de los bofedales Capapujo y Catacora, según los Cuadros 10 y 7, se han registrado en los meses que representan la época de lluvias (diciembre, enero, febrero y marzo), lo cual indicaría una mayor disponibilidad de materia verde en esta época; asimismo, se han observado menores valores de precipitación y temperatura media en los meses que representan la época seca (mayo, junio, julio y agosto), lo que se traduce en una menor disponibilidad de materia verde en la época seca.

Cuadro 26. Disponibilidad de materia verde (kg/há), en bofedales de Capapujo y Catacora, en épocas de lluvia y seca

TRANSECTA	LINEA	MUESTRA	Bofedal Capapuja		Bofedal Catacora	
			Época de lluvias	Época seca	Época de lluvias	Época seca
1	1	1	3675.00	4825.00	4425.00	6000.00
		2	3300.00	2675.00	4750.00	4725.00
		3	8550.00	2725.00	5375.00	4000.00
	2	1	6300.00	2775.00	12000.00	3900.00
		2	2600.00	3025.00	8700.00	3950.00
		3	3725.00	4025.00	4975.00	4450.00
	3	1	6350.00	3600.00	9600.00	6625.00
		2	3125.00	3700.00	6350.00	3725.00
		3	3125.00	2050.00	4325.00	2900.00
2	1	1	5825.00	1425.00	4150.00	3600.00
		2	11000.00	3825.00	5175.00	3575.00
		3	8200.00	3025.00	10975.00	7475.00
	2	1	6500.00	1725.00	4400.00	3375.00
		2	2250.00	2950.00	4800.00	4900.00
		3	3575.00	1300.00	6975.00	3725.00
	3	1	2225.00	1250.00	9525.00	3425.00
		2	2350.00	2925.00	4150.00	3475.00
		3	2675.00	1225.00	10725.00	2350.00
TOTAL			85350.00	49050.00	121375.00	76175.00
PROMEDIO			4741.67	2725.00	6743.06	4231.94
DESVIACIÓN ESTANDAR			2504.09	1024.80	2653.11	1268.63

El Cuadro 27 resume los resultados de la disponibilidad promedio de materia verde en los bofedales Muñaypacocho y Huichicancha, de Puna húmeda. Los mayores valores en estos bofedales fueron registrados en la época de lluvias, con 7123.61 ± 5050.11 kg/há y 8008.33 ± 2349.62 kg/há, respectivamente; mientras que en la época seca fueron de 3926.39 ± 2785.22 kg/há y 2525 ± 835.87 kg/há, respectivamente. Según Florez y Malpartida (1987), estas diferencias amplias se deben, entre otras causas, a las condiciones climáticas (principalmente a la precipitación y temperatura media) que caracterizan a las épocas de lluvias y seca en estos bofedales. Los más altos valores de precipitación y temperatura media mensual de los bofedales Muñaypacocho y Huichicancha, según los Cuadros 13 y 16, se han registrado en los meses que representan la época de lluvias (diciembre, enero, febrero y marzo), lo cual indicaría una mayor disponibilidad de materia verde en esta época; asimismo, se han observado menores valores de precipitación

y temperatura media en los meses que representan la época seca (mayo, junio, julio y agosto), lo que se traduce en una menor disponibilidad de materia verde en época seca.

Cuadro 27. Disponibilidad de materia verde (kg/há), en bofedales de Muñaypacocha y Huichicancha, en épocas de lluvia y seca

TRANSECTA	LINEA	MUESTRA	Bofedal Muñaypacocha		Bofedal Huichicancha	
			Época de lluvias	Época seca	Época de lluvias	Época seca
1	1	1	3325.00	2500.00	7450.00	4700.00
		2	6925.00	4125.00	7100.00	1950.00
		3	7175.00	6900.00	10100.00	2000.00
	2	1	10850.00	6750.00	11700.00	3675.00
		2	11375.00	3400.00	9800.00	3000.00
		3	10375.00	9625.00	10675.00	2000.00
	3	1	19075.00	9800.00	5175.00	2150.00
		2	3825.00	4650.00	4475.00	2250.00
		3	19050.00	1925.00	5025.00	1750.00
2	1	1	4050.00	1250.00	14075.00	3050.00
		2	6350.00	2925.00	5500.00	2750.00
		3	3625.00	3000.00	10275.00	1575.00
	2	1	3000.00	1500.00	8575.00	3250.00
		2	5975.00	1250.00	7075.00	2500.00
		3	1750.00	1325.00	7725.00	2375.00
	3	1	2525.00	1725.00	5575.00	1600.00
		2	5375.00	1250.00	7350.00	3425.00
		3	3600.00	6775.00	6500.00	1450.00
TOTAL			128225.00	70675.00	144150.00	45450.00
PROMEDIO			7123.61	3926.39	8008.33	2525.00
DESVIACIÓN ESTANDAR			5050.11	2785.22	2549.62	835.87

El Cuadro 28 resume los resultados de la disponibilidad promedio de materia seca en los bofedales Capapujo y Catacora, de Puna seca. En la época de lluvias los valores fueron de 1079.17 ± 434.07 kg/há y 1166.67 ± 293.09 kg/há; mientras que en la época seca la disponibilidad fue 1122.22 ± 430.83 kg/há y 1184.72 ± 412.15 kg/há, respectivamente. Estas diferencias se deben básicamente a la composición botánica, cambios fenológicos que sufren y al aporte del volumen de fitomasa de las especies que conforman los bofedales evaluados.

Cuadro 28. Disponibilidad de materia seca (kg/há), en bofedales de Capapujo y Catacora, en épocas de lluvia y seca

TRANSECTA	LINEA	MUESTRA	Bofedal Capapuja		Bofedal Catacora	
			Época de lluvias	Época seca	Época de lluvias	Época seca
1	1	1	850.00	2075.00	1050.00	1375.00
		2	575.00	1050.00	1075.00	1125.00
		3	1100.00	1500.00	1100.00	1125.00
	2	1	1725.00	1325.00	1025.00	1025.00
		2	700.00	1500.00	1525.00	1100.00
		3	975.00	1625.00	1050.00	1150.00
	3	1	1275.00	1350.00	1025.00	1950.00
		2	1325.00	1250.00	875.00	975.00
		3	875.00	875.00	925.00	850.00
2	1	1	1425.00	625.00	950.00	1225.00
		2	1975.00	1125.00	925.00	1175.00
		3	1775.00	1225.00	1975.00	2300.00
	2	1	1350.00	650.00	1125.00	975.00
		2	475.00	1125.00	975.00	1625.00
		3	1000.00	500.00	1575.00	1025.00
	3	1	675.00	500.00	1375.00	1150.00
		2	550.00	1400.00	925.00	675.00
		3	800.00	500.00	1525.00	500.00
TOTAL			19425.00	20200.00	21000.00	21325.00
PROMEDIO			1079.17	1122.22	1166.67	1184.72
DESVIACIÓN ESTANDAR			434.07	430.83	293.09	412.15

El Cuadro 29 resume los resultados de la disponibilidad promedio de materia seca en los bofedales Muñaypacocho y Huichicancha, de Puna húmeda. En la época de lluvias los valores fueron de 1151.39 ± 425.53 kg/há y 1647.22 ± 630.91 kg/há; mientras que en la época seca fueron de 1245.83 ± 636.63 kg/há y 998.61 ± 247.97 kg/há, respectivamente. De igual forma estas diferencias se deben a la composición botánica, cambios fenológicos que sufren y al aporte del volumen de fitomasa de las especies que conforma el bofedal.

Cuadro 29. Disponibilidad de materia seca (kg/há), en bofedales de Muñaypacocha y Huichicancha, en épocas de lluvia y seca

TRANSECTA	LINEA	MUESTRA	Bofedal Muñaypacocha		Bofedal Huichicancha	
			Época de lluvias	Época seca	Época de lluvias	Época seca
1	1	1	600.00	975.00	2250.00	1500.00
		2	1125.00	1250.00	1300.00	850.00
		3	1050.00	1800.00	3325.00	950.00
	2	1	1875.00	1750.00	2275.00	1400.00
		2	1300.00	1000.00	1100.00	1050.00
		3	1125.00	2325.00	1825.00	800.00
	3	1	2100.00	2500.00	1100.00	750.00
		2	900.00	1400.00	875.00	950.00
		3	1650.00	750.00	1150.00	650.00
2	1	1	925.00	550.00	2650.00	1100.00
		2	1725.00	1300.00	1825.00	1300.00
		3	875.00	1125.00	2025.00	675.00
	2	1	850.00	750.00	1600.00	1200.00
		2	1100.00	650.00	1050.00	1050.00
		3	700.00	500.00	1500.00	950.00
	3	1	950.00	925.00	1275.00	800.00
		2	1325.00	500.00	1225.00	1275.00
		3	550.00	2375.00	1300.00	725.00
TOTAL			20725.00	22425.00	29650.00	17975.00
PROMEDIO			1151.39	1245.83	1647.22	998.61
DESVIACIÓN ESTANDAR			425.53	636.63	630.91	247.97

En el Cuadro 30 y Gráficos 7 y 8, se presentan resultados generales de disponibilidad de materia seca (MS) y materia verde (MV), de bofedales de Puna seca (Capapujo y Catacora) y Puna húmeda (Muñaypacocha y Huichicancha); donde se puede observar la disponibilidad de materia verde, en todos los bofedales en la época de lluvias es mayor a la época seca, obteniéndose mayores valores en los de Puna húmeda. Con respecto a la disponibilidad de materia seca, presenta una ligera diferencia entre épocas a excepción del bofedal Huichicancha, la cual desciende más de la mitad en su producción con respecto a la época de lluvias.

Cuadro 30. Disponibilidad de materia verde (MV) y materia seca (MS) de bofedales de Puna seca y húmeda, en épocas de lluvias y seca

Bofedales	Épocas	Materia verde (kg/há)	Materia seca (kg/há)
Catacora	Lluvias	6,743.06	1,166.67
	Seca	4,231.94	1,184.72
Capapujo	Lluvias	4,741.67	1,079.17
	Seca	2,725.00	1,122.22
Muñaypacocha	Lluvias	7,123.61	1,151.39
	Seca	3,926.39	1,245.83
Huichicancha	Lluvias	8,008.33	1,647.22
	Seca	2,525.00	998.61

Gráfico 7. Promedios de disponibilidad de materia verde (MV) de bofedales, en épocas de lluvia y seca

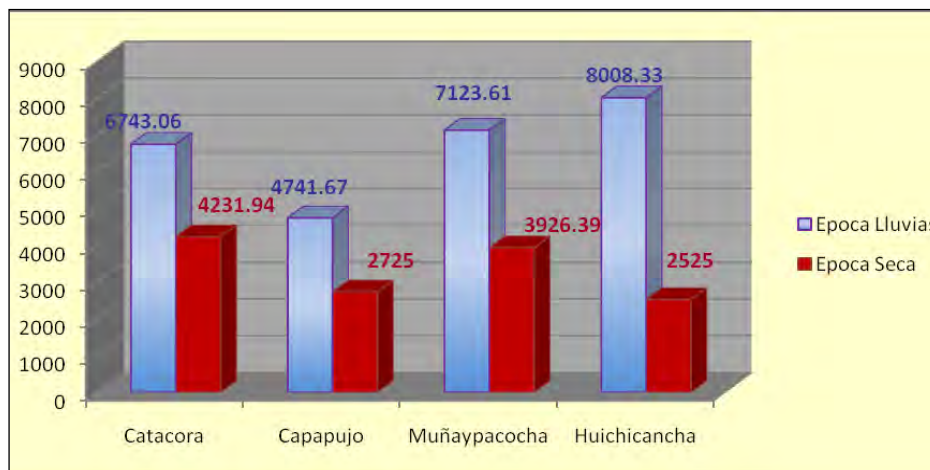
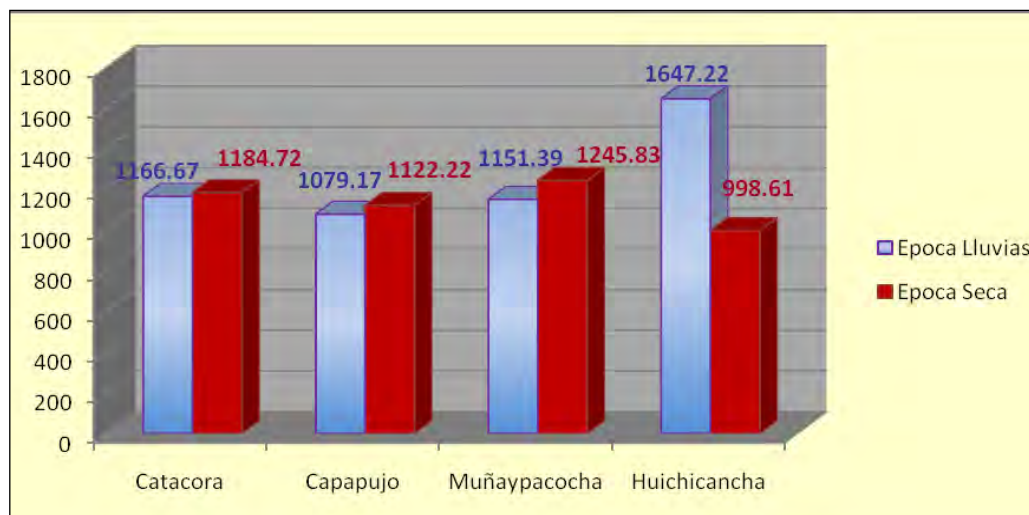


Gráfico 8. Promedios de disponibilidad de materia seca (MS) de bofedales, en épocas de lluvia y seca



En resumen, los resultados obtenidos indican que la disponibilidad de materia verde en los bofedales de Puna húmeda (Muñaypacocho y Huichichancha), son superiores a lo encontrado en bofedales de Puna seca (Catacora y Capapujo); así como también existe una amplia diferencia entre época de evaluación (lluviosa y seca). Concordante a esto, el INIA – TECHNOSERVE (2000) en un trabajo realizado en tres sectores de Puna seca, reporta valores de 8,669.8; 6,155.6 y 10,875.7 kg/há de MV, estas cifras presentan cierta similitud a los resultados obtenidos en nuestro trabajo. Sin embargo, Gutiérrez (2002) en un trabajo realizado en bofedales de Puna húmeda, en los distrito de Humachiri y Santa Lucía, encontró una disponibilidad en materia verde de 14,698.39 kg/há y 18,642 kg/há. Así mismo, datos obtenidos por Galván (2002) en un trabajo realizado en un bofedal de Cojata (Caylloma), muestran una disponibilidad en materia verde de 15,288.13 kg/há y 11,782.83 kg/há.

Por otra parte, los valores de disponibilidad de materia seca en los bofedales Capapujo, Catacora y Muñaypacocho muestran una ligera variación entre bofedales y épocas, pero en el bofedal Huichichancha se presenta una diferencia marcada entre la época de lluvias (1,647.22 kg/há) y la época seca (998.61 kg/há). Asimismo, datos obtenidos por Galván (2002), en su trabajo realizado en un bofedal de Cojata (Caylloma), reportó similares resultados de disponibilidad de biomasa aérea en materia seca durante las épocas de lluvias (1,256.41 kg/há de MS), y época seca (1,208.04 kg/há de MS), no existiendo mucha variación frente a los valores encontrados en nuestro trabajo. En otro trabajo en bofedales del distrito de Nuñoa, Quispe (2004) reporta valores promedio de disponibilidad de biomasa aérea durante la época de lluvias (1,421.85 kg/há de MS) y la época seca (1,783.07 kg/há de MS), siendo estas cifras superiores a los resultados obtenidos en nuestro trabajo.

La densidad de forraje esta relacionado positivamente con el contenido de la fibra detergente neutro (FDN), cuando hay una mayor cantidad de FDN significa un menor consumo de materia seca, debido a que la fracción de los componentes de paredes celulares o FDN representan en sentido real a la fibra total de la planta (Mertens, 1987; Belyea *et al.*, 1998).

En el Cuadro 31 se muestra el análisis de varianza para la disponibilidad de materia seca de los cuatro bofedales y dos épocas de evaluación en parcelas divididas. Donde no se encontró significación estadística ($p > 0.05$) con un 95% de certeza, para el factor bofedales (B), lo cual indica que los resultados de disponibilidad entre bofedales son estadísticamente iguales; sin embargo, se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre épocas de evaluación de los bofedales (E), esto muestra que la producción de forraje en materia seca, entre la época de lluvias y la época seca son estadísticamente diferentes en los bofedales; así mismo, se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) para la interacción bofedal por época (BxE), lo cual señala que estos dos factores son dependientes, es decir que para cierto bofedal hay que estudiar cual es la mejor época de producción de materia seca, y adquiere mayor importancia el análisis de efectos simples para nuestras conclusiones.

El coeficiente de variabilidad es de 21.43 %, lo cual nos indica que la variabilidad de la distribución muestral del experimento es confiable.

Cuadro 31. Análisis de varianza para la disponibilidad de materia seca en bofedales de Puna seca y húmeda, en las épocas de lluvia y seca

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t.		Sig.
					0.05	0.01	
Repeticiones (R)	2	2.31	1.16	1.08	5.14	10.92	n.s.
Bofedal (B)	3	1.03	0.34	0.32	4.76	9.78	n.s.
Error (EPM)	6	6.43	1.07				
Total Parcelas	11	9.77					
Época (E)	1	3.84	3.84	5.82	5.32	11.26	*
Interacción (BxE)	3	11.67	3.89	5.89	4.07	4.07	*
Error (Epm)	8	5.30	0.66				
Total dentro de parcelas	12	20.81					
total de subparcelas	23	30.58					

CV = 21.43 %

Según resultados de efectos simples (Cuadro 32), no se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$) entre bofedales para la época de lluvias, lo cual indica que en época de lluvias la producción de materia seca son estadísticamente iguales entre bofedales; sin embargo, se pudo obtener diferencias significativas ($p < 0.05$) entre bofedales para la época seca, lo que quiere decir que entre bofedales en la época seca, la disponibilidad de materia seca esta influenciado por las condiciones

ambientales que se presentan en cada uno de los bofedales, haciendo que éstas sean estadísticamente diferentes; así mismo, no se encontró diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre las épocas de evaluación, dentro de cada uno de los bofedales en estudio.

Cuadro 32. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción bofederal por épocas (BxE) de la disponibilidad de materia seca en bofedales

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Bofedal (Época de lluvias)	3	8.186	2.729	1.93	4.07	7.49	n.s.
Bofedal (Época Seca)	3	4.513	1.504	4.43	4.07	7.49	*
Época (bofederal Muñaypacocho)	1	0.157	0.157	0.58	7.71	21.20	n.s.
Época (bofederal Huichicancha)	1	15.073	15.073	6.56	7.71	21.20	n.s.
Época (bofederal Catacora)	1	0.273	0.273	0.54	7.71	21.20	n.s.
Época (bofederal Capapujo)	1	0.008	0.008	0.02	7.71	21.20	n.s.
Error	8	5.30	0.66				

4.3 CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA EN LOS BOFEDALES DE PUNA SECA Y HÚMEDA

Los resultados de análisis del contenido de proteína cruda, en épocas de lluvia y seca, de las muestras de materia seca de bofedades en estudio, se presentan en el Cuadro 33 y Gráfico 9.

En el bofederal Catacora, en época de lluvia y seca se ha encontrado cierta diferencia en el contenidos de proteína cruda de 15.05 % y 8.92 % respectivamente, con un promedio de 11.98 %.

En el bofederal Capapujo, en época de lluvia y seca también se encontró diferencia en el contenidos de proteína cruda de 11.2 % y 6.82 % respectivamente, con un promedio de 9.01 %.

En el bofederal Muñaypacocho, en época de lluvia y seca se ha encontrado similares contenidos de proteína cruda de 12.77 % y 11.02 % respectivamente, con un promedio de 11.89 %.

En el bofedal Huichicancha, en época de lluvia y seca se encontraron, también similares contenidos de proteína cruda de 12.25 % y 11.20 % respectivamente, con un promedio de 11.72 %.

De los resultados podemos observar que el contenido de proteína cruda de la biomasa disponible en bofedales, presentan una amplia variación, teniéndose valores con un rango de 6.82 y 15.5 %, los mayores valores corresponde a la época de lluvias, y los más bajos a la época seca. En la época de lluvias, tanto en bofedales de Puna seca como en Puna húmeda, estos valores posiblemente se deban a la presencia de especies de graminoides (*Distichia muscoides*, *Eleocharis albibracteata*, *Carex sp.*, *Scirpus rígidas*, etc.) y hierbas (*Plantago tubulosa*, *Lucilia ariteoides*, *Alchemilla diplophylla*, *Lilaeopsis andina*, *Werneria nubigena*, *Werneria pigmea*, etc.), que generalmente presentan un alto contenido proteico. En la época seca, en bofedales de Puna húmeda la disminución de proteína en el forraje disponible no fue considerable, es probable que estas diferencias se deban a los cambios fenológicos de estas especies y la ausencia de lluvias que presentan los bofedales en ésta época; pero en bofedales de Puna seca la disminución fue mayor con respecto a la Puna húmeda, es probable que estos resultados estén vinculados, además de los cambios fenológicos, a la presencia de condiciones climáticas extremas que presentan este lado de la Puna, tales como la alta intensidad de luz, fuertes vientos, bajas temperatura y la casi nula presencia de lluvias, produciendo un amarillamiento en el forraje disponible, reduciendo así la calidad del forraje, y por ende, la disminución del contenido proteico en las plantas forrajeras (Flores y Malpartida, 1987).

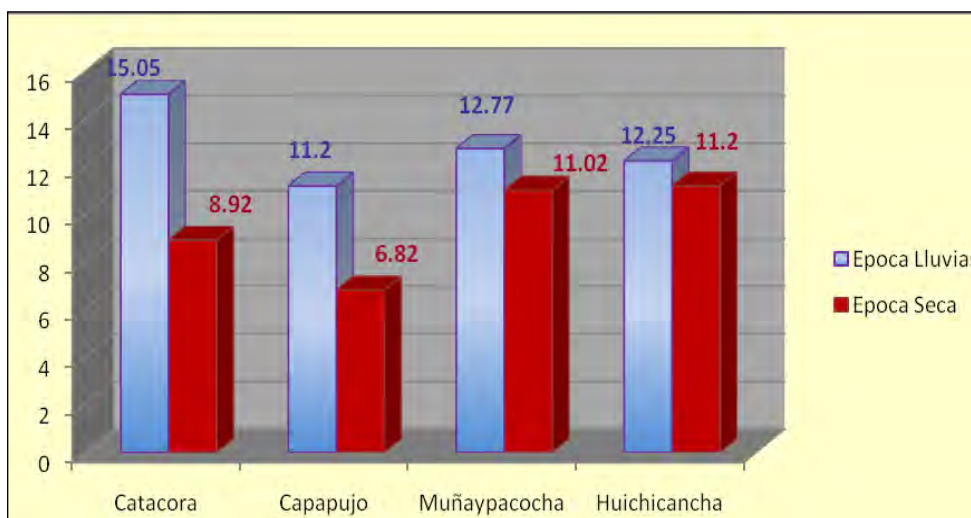
Otros estudios realizado en Chile, Chingana por Castellaro *et al.* (1997), obtuvieron valores promedios de contenido de proteína, con un rango de 6.8 y 11.5 %, los menores valores corresponden a la época seca, y los más altos al periodo lluvioso. Así mismo, Quispe (2004) en su trabajo realizado en bofedales del distrito de Nuñoa (Vilavila y Pacchapunco), reporta valores del contenido de proteína cruda de 12.04 y 9.84 % en época de lluvias y 9.91 y 10.56 % en época seca. Igualmente, López (2004) reportó valores promedio de proteína cruda de 14.9 %. Estos hallazgos confirman que el contenido de proteína cruda en la época de lluvias es mayor con respecto la época seca.

El contenido de proteína cruda (PC) en la biomasa forrajera, tiene una fuerte implicancia con la fibra detergente neutro (FDN) y la Fibra detergente acida (FDA), a medida que disminuye el contenido de la PC, los niveles de FDN y FDA aumentan y consecuentemente se reduce el consumo y la digestibilidad del forraje disponible en el pastizal (Fahey y Berger, 1988).

Cuadro 33. Contenido de proteína cruda (%) de la materia seca de bofedales, en las épocas de lluvias y seca

Bofedal	Época lluviosa	Época seca	Promedio
Catacora	15.05	8.92	11.98
Capapujo	11.2	6.82	9.01
Muñaypacocho	12.77	11.02	11.89
Huichicancha	12.25	11.2	11.72

Gráfico 9. Comparación del contenido de proteína cruda (%) de la materia seca, en las épocas de lluvias y seca



4.4 CAPACIDAD DE CARGA DE BOFEDALES DE PUNA SECA Y HÚMEDA

A partir de los resultados encontrados en los bofedales evaluados, utilizando la metodología descrita por Florez y Malpartida (1987), se obtuvo los valores porcentuales de índice de especies decrecientes, índice forrajero, índice de

desnudez del suelo e índice de vigor; para determinar la condición actual del bofedal.

Las especies decrecientes, tienen valores comprendidos entre 32.58 % y 40.08 %, siendo el promedio de los cuatro bofedales 36.27 %. Este índice obtenido en el nivel de especies clímax nos viene a confirmar deterioro moderado de los bofedales evaluados, presumiblemente por el sobrepastoreo.

En cuanto al índice forrajero, se presentan valores que comprende entre 18.10 % y 19.37 %, estos valores nos demuestra que los bofedales presentan una buena cobertura forrajera, tanto en época de lluvias como la época seca.

Los valores para índice de desnudez del suelo, están comprendidos entre 18.10 % y 19.37 %, los cuales indican la presencia de un ligero grado de erosión en los suelos.

El índice de vigor, presenta valores que comprenden entre 4.05 % y 6.10 %, esto nos indica que las especies clave de la composición florística no se encuentran en su óptimo desarrollo.

Los resultados presentados en los Cuadros 34 y 35, dan cuenta que los bofedales de Catacora y Capapujo, presentan una condición buena y excelente en la época de lluvias, con valores de 78.29 y 80.45 puntos respectivamente, esto se debe a la mayor existencia de especies deseables en el bofedal Capapujo, en comparación al bofedal Catacora. En época seca, estos bofedales presentan una condición buena, con valores de 78.56 y 74.40 puntos, debido al descenso de especies deseables en el bofedal Capapujo, y por su parte, el bofedal Catacora mantiene el porcentaje de especies deseables en su composición florística.

Los Cuadros 34 y 35, también muestran los resultados de condición de los bofedales Huichicancha y Muñaypacocho, presentando una condición excelente en la época de lluvias, con valores de 84.12 y 80.66 puntos respectivamente, esto se debe al alto porcentaje de especies deseables que presentan los bofedales en esta época. En época seca, estos bofedales presentan una condición buena, con valores de 77.85 y 75.21 puntos, debido al descenso del índice de especies decreciente.

En resumen, en la época de lluvias los bofedales de Puna húmeda presentan una condición excelente y bofedales de Puna seca una condición buena y excelente; en la época seca la condición es buena para todos los bofedales. Estas diferencias de condición, podría deberse principalmente a las diferencias de precipitación y temperatura media mensual, entre Punas (seca y húmeda) y épocas (lluvias y seca). Los más altos valores de precipitación y temperatura media mensual, según los Cuadros 7, 10, 13 y 16, se han presentado en lugares donde están ubicados los bofedales de Puna húmeda, en comparación a bofedales de Puna seca, lo que se traduce en una mejor condición en los bofedales Huichicancha y muñaypacocha; en cuanto a épocas de evaluación, en todos los bofedales se han registrado valores más altos de precipitación y temperatura media mensual, en meses que representan la época de lluvias (diciembre, enero, febrero y marzo), en comparación a los meses que representan la época seca (mayo, junio, julio y agosto), los cuales indican una mejor condición en bofedales en la época de lluvias.

Cuadro 34. Condición actual de bofedales de Puna seca y húmeda, en las épocas de lluvia y seca

clasificación de la condición	BOFEDAL							
	Catacora		Capapujo		Muñaypacocha		Huichicancha	
	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca
I. Especies decrecientes (ED)	35.33	35.66	37.58	32.91	38.00	32.58	40.08	38.00
II. Índice forrajero (IF)	19.17	19.37	19.07	18.10	19.00	18.63	18.97	17.9
III. Índice de D-R-P.	19.17	19.37	19.07	18.10	19.00	18.63	18.97	17.9
IV. Índice de vigor (IV)	4.62	4.16	4.73	5.29	4.66	5.31	6.10	4.05
V. Puntaje acumulativo, (I, II, III, IV)	78.29	78.56	80.45	74.40	80.66	75.21	84.12	77.85
CONDICION DEL BOFEDAL	BUENO	BUENO	EXCELENTE	BUENO	EXCELENTE	BUENO	EXCELENTE	BUENO

Cuadro 35. Comparación de condición de los bofedales para alpacas, en las épocas de lluvia y seca

Bofedales	Época	Puntaje Total de Índices	Condición
Catacora	Lluvia	78.29	Buena
	Seca	78.56	Buena
Capapujo	Lluvia	80.45	Excelente
	Seca	74.40	Buena
Hiuchicancha	Lluvia	84.12	Excelente
	Seca	77.85	Buena
Muñaypacocha	Lluvia	80.66	Excelente
	Seca	75.21	Buena

La capacidad de carga óptima que pueden soportar los bofedales de Puna seca y Puna húmeda, tanto en la época de lluvias como en la época seca, se ha estimado en base a la condición actual del bofedal. Los resultados presentados en el Cuadro 36, dan cuenta que bofedales de Puna seca, Capapulo y Catacora, presentan una carga animal óptima de 2.00 y 2.70 UAA/há en época de lluvias; y en época seca, presentan una capacidad de carga óptima de 2.00 UAA/há,. También muestra los resultados de capacidad de carga óptima en bofedales de Puna húmeda, Huichicancha y Muñaypacocho, donde se pueden observar que en ambos bofedales en la época de lluvias presentan una carga animal óptima de 2.70 UAA/há; y en época seca presentan 2.00 UAA/há.

En general, la capacidad de carga óptima entre bofedales en la época seca no difieren (2.00 UAA/há), por otra parte en época de lluvias los bofedales de Capapulo, Muñaypacocho y Huichicancha presentan capacidad de carga óptima similares (2.70 UAA/há), a excepción del bofedal de Catacora (2.00 UAA/há). Igualmente el INIA – TECHNOSERVE (2000) en evaluaciones de tres sectores de puna seca (Sullkanaca, San José y Jihuaña) ubicados a diferentes altitudes reporta, una capacidad de carga óptima promedio de 2.0, 2.5 y 2.8 UAA/ha, cifras que corrobora lo obtenido en nuestro trabajo. A su vez, Galván (2002) en un trabajo realizado en bofedales de Cojata, Santa Lucía y Capaso señala que, la capacidad de carga óptima fueron de 2.29, 3.96, 1.93 UAA/ha en época lluviosa; y 2.21, 3.18, 1.78 UAA/ha en la época seca, respectivamente. En cambio Quispe (2004), en el distrito de Nuñoa (Vilavila y Pacchapunco), reporta una capacidad de carga de 1.84 y 1.72 UAA/há durante la época de lluvias 3.32 y 3.52UAA/há durante la época seca. Estas diferencias de capacidad de carga óptima están directamente correlacionadas con la condición actual, en la que se encuentra cada bofedal (Flores y Malpartida, 1987).

Cuadro 36. Carga animal óptima de bofedales de las zonas agroecológicas de Puna seca y húmeda, durante las épocas de lluvias y seca

BOFEDAL	EPOCA	PUNTAJE ACUMULADO (%)	CONDICION DE BOFEDAL	CAPACIDA DE CARGA (UAA*/há)
Catacora	Lluvias	78.29	Bueno	2.00
	Seca	78.56	Bueno	2.00
Capapujo	Lluvias	80.45	Excelente	2.70
	Seca	74.40	Bueno	2.00
Muñaypacocho	Lluvias	80.66	Excelente	2.70
	Seca	78.21	Bueno	2.00
Huichicancha	Lluvias	84.12	Excelente	2.70
	Seca	77.85	Bueno	2.00

UAA*: Unidad Animal Alpaca, reproductor macho adulto de 65 kg de peso vivo.

V. CONCLUSIONES

1. En la composición florística de bofedales de Puna seca, destacan la *Distichia muscoides* (25.83 %), *Lucilia ariteoides* (14.92 %) y *Plantago tubulosa* (10.17 %) en el bofedal de Capapujo; y en el bofedal de Catacora *Distichia muscoides* (23.25 %), *Plantago tubulosa* (16.50 %) y *Lucilia ariteoides* (10.50 %). En bofedales de Puna húmeda, destacan la *Distichia muscoides* (20.92 %), *Plantago tubulosa* (11.92 %) y *Werneria pygmaea* (8.17 %) en el bofedal de Muñaypacocho; y en el bofedal de Huichicancha *Scirpus rigidus* (11.08 %), *Plantago tubulosa* (8.75 %) y *Deyeuxia rigescens* (7.25 %).
2. En bofedales de Puna seca, Catacora produce 6,743.06 kg/há de MV y 1,156.67 kg/há de MS en época de lluvias, y en época seca 4,231.94 kg/há de MV y 1,134.72 kg/há de MS; y Capapujo produce 4,741.67 kg/há de MV y 1,077.17 kg/há de MS en época de lluvias, y en época seca 2,725 kg/há de MV y 1,122.22 kg/há de MS. En bofedales de Puna húmeda, Muñaypacocho produce 7,123.51 kg/há de MV y 1,151.31 kg/há de MS en época de lluvias, y en época seca 3,926.39 kg/há de MV y 1,245.83 kg/há de MS; y Huichicancha produce 8,008.33 kg/há de MV y 1,647.22 kg/há de MS en época de lluvias, y en época seca 2,525 kg/há de MV y 998.61 kg/há de MS.
3. Los bofedales de Puna seca, Catacora y Capapujo, contienen 15.05 y 11.2 % de proteína cruda en la época de lluvias; y 8.92 y 6.82 % en época seca. Los bofedales de Puna húmeda, Muñaypacocho y Huichicancha, presentan 12.77 y 12.25 % de proteína cruda en la época de lluvias; y 11.02 y 11.20 % en época seca.
4. La capacidad de carga óptima en bofedales de Puna húmeda y seca, en la época de lluvias presentan una capacidad de carga de 2.70 UAA/há, a excepción del bofedales Catacora que presentan una capacidad de 2.00 UAA/há; sin embargo, en la época seca la capacidad de carga es de 2.00 UAA/há en todos los bofedales.

VI. RECOMENDACIONES

- Los bofedales evaluados presentan en la composición florística un alto porcentaje de especies deseables para la especie animal alpaca, por ello es muy importante priorizar la producción de éste camélido en estos pastizales, para de esta forma obtener altos niveles de producción.
- Realizar trabajos de investigación similares, con evaluaciones de disponibilidad de materia verde y seca durante los doce meses del año (enero a diciembre), lo cual nos permitirá tener una imagen y datos más concretos sobre la producción primaria del bofedal.
- Realizar investigaciones posteriores, incluyendo también los análisis de Fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente acida (FDA), ya que estos análisis nos permitirá obtener datos mas detallados sobre el valor nutritivo de las especies que predomina en los bofedales.
- Considerar los resultados de capacidad de carga optima para los bofedales evaluados, ya que esta le proporcionará al productor una base para tomar decisiones sobre el grado de carga animal, estación de uso y la clase de manejo que se necesita para mejorar sus pastizales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALZERRECA, H. y CARDOZO, A. 1991. Valor de los alimentos para la ganadería andina. Serie técnica: IBTA/SR-CRSP/001 La Paz - Bolivia pp. 82.
- ASTORGA, J. 1982. Manejo de praderas nativas. Copia mimeografiada Facultad de Ciencias Agrarias UNA-Puno.
- BELYEA, L., STEEVENS, B., GAMER, G., WHITTER, J. y SEWELL, H. 1998. Using NDF and ADF to valance diets Missouri University Extension: URL. <http://muextension.missouty.edu/explore/agguides/dairy/g03161.htm>.
- BUTTOLPH, L. 1998. Rangeland dynamics and pastoral development in the High Andes: The Camelid Herders of Cosapa, Bolivia (Ph.D. dissertation) U.S., Logan, Utah State University.
- CÁRDENAS, M. 1971. El Altiplano como un sistema ecológico "I reunión del proyecto de pasturas en los Andes altos" Lima Perú.
- CASTELLARO, G., GAJARDO, C., PARRAGUEZ, VICTOR., ROJAS, R. y RAGGI, L. 1997. Productividad de un rebaño de camélidos sudamericanos domésticos en un sector de la provincia de Parinacota, Chile: 1 Variación estacional de la composición botánica, disponibilidad de materia seca, valor pastoral y valor nutritivo de los bofedales" Agricultura Técnica v. 58(3) Santiago – Chile pp. 191-204.
- CHOQUE, J., SOTOMAYOR, M., MIRANDA, F., MAMANI, W. y CANAHUA, F. 1990. Evaluación agrostológica y ganadera de unidades familiares alpaqueras de Puna seca del Altiplano. Proyecto Alpacas. Informe técnico N° 20 Puno-Perú.
- CLIMONT, L. 1974. Crecimiento y producción del animal en pastoreo. Editorial hemisferio Sur, Argentina pp. 198.
- CORFO. 1982. Análisis de los ecosistemas de la primera región de Chile. Soc. Agrícola Corfo Ltda. – U. de Chile. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago - Chile pp. 195.
- FAGEY, C. y BERGER, L. 1988. Carbohydrate nutrition in ruminants. Editorial The ruminant animal, digestive physiology and nutrition. Prentice Hall, N. J. pp. 296.

- FLORES, A. 1992. Las praderas nativas del Perú. Manual de forrajes para zonas áridas y semiáridas Andinas. Universidad de California, Davis – INIAA. Lima Perú p. 55- 122.
- FLORES, A. y BRYANT, F. 1989. Manual de pastos y forrajes. PCRM-TexasTech University. Lima – Perú pp. 305.
- FLORES, A. y MALPARTIDA, E. 1987. Manejo de praderas y pasturas en la región Altoandina del Perú. Editorial Abril S.A. Lima-Perú.
- FLORES, A., MALPARTIDA, E. y SAN MARTIN, F. 1992. Manual de forrajes. Para zonas áridas y semiáridas andinas. Universidad de California – Instituto de Investigación Agropecuaria y Agroindustrial (INIAA). pp. 281.
- FLORES, A., MALPARTIDA, E. y RODRÍGUEZ, N. 1986. Determinación del valor nutritivo de las principales especies de pastos naturales de la sierra central. Proyecto Alpacas. Puno-Perú.
- FLORES, C. 2001. Composición florística en bofedales de Puna húmeda y Puna seca del departamento de Puno. Tesis de licenciado en biología UNA – Puno.
- FLORES, E. 1996. Asignación del curso de utilización de pastizales en la producción animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- GALVÁN, A. 2002. Condición vegetal y capacidad de carga en tres bofedales del departamento de Puno. Tesis de licenciado en biología UNA – Puno.
- GUTIÉRREZ, E. 2002. Diversidad de flora silvestre y capacidad de carga en bofedales destinados al pastoreo de alpacas en las provincias de Melgar y Lampa. Tesis de licenciado en biología UNA – Puno.
- HOLDRIDGE, L. 1982. Ecología, basada en zonas de vida. IICA. San José, Costa Rica.
- HUISA, T. 1996. Pastizales y nutrición al pastoreo. Estudio de caso de la Raya C.E.P. La Raya programa de ganadería andina. Editorial UNSAAC Cusco – Perú.
- INIA – TECHNOSERVE. 2000. Informe técnico de avance I Fase: Proyecto Aprovechamiento del Medio Ambiente Rural.
- JOHNSON, W. 1972. Evaluación nutritiva de los forrajes. Especialistas e investigadores forrajeros del Perú (IICA Zona andina). Arequipa - Perú pp. 155.
- LÓPEZ, L. 2004. Composición botánica y química de la dieta selectiva para alpacas (*Lama pacos*) en bofedales de Ulla Ulla. Tesis de ingeniero. Universidad Católica Boliviana San Pablo. La paz - Bolivia.

- LAILHACAR, S. 1990. Evaluación nutritiva de los recursos forrajeros naturales y naturalizados de la Iª Región. Av. Prod. Anim. 15(1-2), 61-80.
- LUNA, D. 1994. Caracterización de asociaciones vegetales de la comunidad Altoandina Aguas Calientes. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Oruro, Oruro - Bolivia.
- MERTENS, D. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function.
- MINAG. 2007. Plan estratégico regional Puno. Disponible en ITF (http://www.portalagrario.gob.pe/polit_puno5.shtml). Accesado en 26/11/2007.
- MIRANDA, F. 1990. Evaluación edafo agrostológica de los pastizales del Centro Experimental de Quimsachata - INIA .Tesis de Ingeniero agrónomo UNA – Puno.
- OSCANOA L. 1988. Diagnóstico de los recursos naturales y capacidad de carga de los pastizales en el sector Ccallacocho y el fundo Munaypata. Informe Técnico N° 1 Proyecto Alpacas. Editorial COTESU/IC. Cusco-Perú pp. 33.
- PACHECO, A. 1998. Aprovechamiento de áreas hidromórficas en el Altiplano Peruano - Boliviano. Manejo de bofedales. Cría de alpacas. Corporación Andina de Fomento y Autoridad Bi-Nacional del Lago Titicaca (ALT). La Paz - Bolivia.
- PARKER, W. 1951. A method for measuring Trend and Range condition on national forest ranger. USDA Forest Service.
- PROYECTO BINACIONAL DE BIODIVERSIDAD DEL SISTEMA LAGO TITICACA, DESAGUADERO, POOPO Y SALAR DE COIPASA (TDPS). 2000. Estudio de la thola y su capacidad de soporte para ovinos y camélidos en el ámbito peruano del sistema TDPS. Proyecto PER/98/G-32. Puno - Perú.
- PROYECTO BINACIONAL DE BIODIVERSIDAD DEL SISTEMA LAGO TITICACA, DESAGUADERO, POOPO Y SALAR DE COIPASA (TDPS). 2001. Evaluación de las características y distribución de los bofedales en el ámbito peruano del sistema TDPS. Proyecto PER/98/G-32 conservación de la biodiversidad en la cuenca del lago Titicaca – Desaguadero – Pooopo – salar de Coipasa (TDPS). Puno - Perú.

- PULGAR, J. 1976. Geografía del Perú. Las ocho regiones naturales del Perú. Editorial Universo. Lima – Perú pp. 179.
- QUISPE, J. 2004. Evaluación agrostológica y productiva de bofedales en condiciones de Puna húmeda en Nuñoa. Tesis de Ingeniería Agronómica UNA – Puno.
- SEGURA, M. 1963. Evaluación de la productividad de campos forrajeros de puna. Ministerio de agricultura, informe especial N° 03. Lima - Perú.
- SOTOMAYOR, M. 1990. Tecnología campesina en el pastoreo Altoandino. Proyecto Alpacas (INIAA-CORPUNO-COTESU/IC). Puno-Perú pp. 143.
- SOTOMAYOR, M. 1991. Principales pastos alpaqueros del sur del Perú. Proyecto Alpacas. Editorial ART. Lautrec . Lima - Perú pp.72.
- SOTOMAYOR, M., CANAHUA, F. y VARGAS, B. 1990. Validación de cercados mejoramiento de bofedales en puna seca (ahijaderos). Proyecto Alpaca. Informe técnico Nro. 34, serie de pastos. Puno - Perú.
- TAPIA, M. 1975. Pastizales de los andes altos como recurso forrajero IICA. Serie B de Informes de Conferencias y Reuniones N° 86. Puno – Perú.
- TAPIA, M. y FLORES, O. 1984. Pastoreo y pastizales de los andes del sur del Perú. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. A. M. Editorial Fries. Lima – Perú pp. 321.
- THORNTHWARTE, W. 1948. An approach to ward a rational classification de climate. Reprinted from the geographical. Review, 38(1) pp. 94.
- TROLL, C. 1968. Geo–ecology of the mountainous region of the tropical Americas. UNESCO Mexico Symposium. Ferd. Dümmlers Verlag, Bomm, Alemania.
- VARGAS, G. 1992. Estructura dinámica estacional de la vegetación en bofedal, tolar y pajonal "Iru Ichu" en el ecosistema de Puna seca. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- VÉLEZ, L. 1987. Cambios circadianos en carbohidratos no estructurales y solubles de gramíneas y leguminosas en la sabana de Bogotá. Tesis de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia Bogotá – Colombia pp. 86.
- VENTURA, R. y ZAVALA, A. 1994. Métodos estadísticos básicos en la investigación Departamento académico de estadística e informática, UNALM. Lima - Perú.
- VILLARROEL, J. 1997. Balance forrajero y nutricional en áreas de producción de alpacas de Ulla Ulla. Tesis de Ingeniero .Agrónomo. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia pp. 111.

ANEXOS

Anexo A- 2. Análisis de caracterización del suelo, de bofedales de Puna húmeda y seca.



MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA-INIA
 SERVICIO NACIONAL DE LABORATORIOS
 ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
 ANEXO SALCEDO



ANALISIS DE CARACTERIZACION

Nombre: Proyecto INCAGRO. Ing. Gregorio Argote Quispe.

N° de Boletín: 0256F3.

Dirección:

Procedencia: Varios.

Fecha de Recepción: 24 de Setiembre del 2007.

Fecha de Certificación: 28 de Setiembre del 2007.

Caracterización de Propiedades Relativamente Permanente del Suelo.

N°	Cod. Lab.	MARCAS	ANALISIS		MECANICO		CO ₂ Ca %	Yeso me/100g	Mat. Org. %	N. TOTAL %
			Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura				
1	256 F3	M1 Macusani A	58	5	37	FA	0.00		3.68	0.13
2	256 F4	M2 Macusani B	52	5	43	FA	0.00		3.68	0.13
3	256 F5	M6 Mazocruz B	47	11	42	F	0.00		2.09	0.07
4	256 G1	M5 Mazocruz A	38	9	53	FL	0.00		2.09	0.08
5	256 G2	M7 Capaso A	38	13	49	F	0.00		3.77	0.14
6	256 G3	M3 Santa Rosa A	46	9	45	F	0.00		3.62	0.13
7	256 G4	M4 Pinaya A	48	7	45	FA-F	0.00		3.59	0.13
8										
9										

Caracterización del Estado de Fertilidad y Condiciones Alterables del Suelo.

N°	Suelo : Agua 1:2.5		NUTRIENTES DISPONIBLES				Boro	CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	Suma Cationes
	pH	C.E. mmhos/cm	P (ppm)	K (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Soluble (ppm)	Al me/100g	Ca me/100g	Mg me/100g	Na me/100g	K me/100g		
1	4.30	0.086	3.95	42.90				0.10	6.10	1.40	0.29	0.79	8.30	8.68
2	4.00	0.037	1.40	33.51				0.15	5.30	3.20	0.32	1.00	10.00	9.97
3	5.31	0.044	5.40	59.62				0.05	4.00	1.30	0.47	1.49	6.99	7.31
4	5.52	0.077	3.20	58.57				T	2.80	2.60	0.46	1.48	7.10	7.34
5	5.10	0.331	2.30	50.22				0.05	16.50	4.70	0.87	1.93	18.30	24.05
6	4.99	0.151	3.05	35.60				0.10	5.20	3.80	0.18	0.78	8.99	10.06
7	5.51	0.055	1.10	50.22				T	8.10	3.80	0.32	1.47	13.40	13.69
8														
9														

Métodos utilizados en el Laboratorio:

1. Determinación de pH Potenciómetro Caimelano.
2. Determinación de Conductividad Eléctrica Conductímetro de tres anillos.
3. Determinación de Materia Orgánica Walkley y Black modificado.
4. Determinación de Nitrógeno total Semimicrokjeldahl.
5. Determinación de Carbonatos de calcio Gasovolumétrico.
6. Determinación de Aluminio cambiabile Peech.
7. Determinación de Calcio y Magnesio EDTA - VERSENATO.
8. Determinación de potasio Disponible Fotómetro de flama. (Acetato De Amonio).
9. Determinación de Sodio y Potasio cambiabile Fotómetro de flama (Acetato de Amonio pH 7).

Conclusiones:

La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.

Nota:

Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento.



INIA
 ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
 Ing. JORGE CANIHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis SALCEDO

ILLPA : Carretera Puno - Juliaca , Km. 22 Telf. (051) 62-2779
 PUNO (Sede): Rinconada de Salcedo, Telefax (051) 36-3812 Cel. (051) 62-2760
 e-mail : illpa@inia.gob.pe, illpauvt@inia.gob.pe j.canihua@hotmail.com
 Casilla Postal: 468

Anexo A-4. Disponibilidad de materia verde, materia seca del bofedal Muñaypacocha en la época de lluvias y seca

TRANSECTA	LINEA	MUESTRA	ÉPOCA DE LLUVIAS				ÉPOCA SECA			
			M V*	M V*	M S**	M S**	M V*	M V*	M S**	M S*
			(g./0.04 m ²)	(k/ha)	(g./0.04 m ²)	(k/ha)	(g./0.04 m ²)	k/ha	(g./0.04 m ²)	k/ha
1	1	1	13.00	3325.00	2.40	600.00	10.00	2500.00	3.90	975.00
		2	27.00	6925.00	4.50	1125.00	16.50	4125.00	5.00	1250.00
		3	28.00	7175.00	4.20	1050.00	27.60	6900.00	7.20	1800.00
	2	1	43.00	10850.00	7.50	1875.00	27.00	6750.00	7.00	1750.00
		2	45.00	11375.00	5.20	1300.00	13.60	3400.00	4.00	1000.00
		3	41.00	10375.00	4.50	1125.00	38.50	9625.00	9.30	2325.00
	3	1	76.00	19075.00	8.40	2100.00	39.20	9800.00	10.00	2500.00
		2	15.00	3825.00	3.60	900.00	18.60	4650.00	5.60	1400.00
		3	76.00	19050.00	6.60	1650.00	7.70	1925.00	3.00	750.00
2	1	1	16.00	4050.00	3.70	925.00	5.00	1250.00	2.20	550.00
		2	25.00	6350.00	6.90	1725.00	11.70	2925.00	5.20	1300.00
		3	14.00	3625.00	3.50	875.00	12.00	3000.00	4.50	1125.00
	2	1	12.00	3000.00	3.40	850.00	6.00	1500.00	3.00	750.00
		2	23.00	5975.00	4.40	1100.00	5.00	1250.00	2.60	650.00
		3	7.00	1750.00	2.80	700.00	5.30	1325.00	2.00	500.00
	3	1	10.00	2525.00	3.80	950.00	6.90	1725.00	3.70	925.00
		2	21.00	5375.00	5.30	1325.00	5.00	1250.00	2.00	500.00
		3	14.00	3600.00	2.20	550.00	27.10	6775.00	9.50	2375.00
TOTAL			512.00	128225.00	82.90	20725.00	282.70	70675.00	89.70	22425.00
PROMEDIO			28.00	7123.61	4.61	1151.39	15.71	3926.39	4.98	1245.83

* Materia verde.

** Materia seca.

Anexo A- 5. Disponibilidad de materia verde, materia seca del bofedal Huichicancha en la época de lluvias y seca

TRANSECTA	LINEA	MUESTRA	ÉPOCA DE LLUVIAS				ÉPOCA SECA			
			M V*	M V*	M S**	M S**	M V*	M V*	M S**	M S**
			(g./0.04 m ²)	(k/ha)	(g./0.04 m ²)	(k/ha)	(g./0.04 m ²)	k/ha	(g./0.04 m ²)	k/ha
1	1	1	29.00	7450.00	9.00	2250.00	18.80	4700.00	6.00	1500.00
		2	28.00	7100.00	5.20	1300.00	7.80	1950.00	3.40	850.00
		3	40.00	10100.00	13.30	3325.00	8.00	2000.00	3.80	950.00
	2	1	46.00	11700.00	9.10	2275.00	14.70	3675.00	5.60	1400.00
		2	39.00	9800.00	4.40	1100.00	12.00	3000.00	4.20	1050.00
		3	42.00	10675.00	7.30	1825.00	8.00	2000.00	3.20	800.00
	3	1	20.00	5175.00	4.40	1100.00	8.60	2150.00	3.00	750.00
		2	17.00	4475.00	3.50	875.00	9.00	2250.00	3.80	950.00
		3	20.00	5025.00	4.60	1150.00	7.00	1750.00	2.60	650.00
2	1	1	56.00	14075.00	10.60	2650.00	12.20	3050.00	4.40	1100.00
		2	22.00	5500.00	7.30	1825.00	11.00	2750.00	5.20	1300.00
		3	41.00	10275.00	8.10	2025.00	6.30	1575.00	2.70	675.00
	2	1	34.00	8575.00	6.40	1600.00	13.00	3250.00	4.80	1200.00
		2	28.00	7075.00	4.20	1050.00	10.00	2500.00	4.20	1050.00
		3	30.00	7725.00	6.00	1500.00	9.50	2375.00	3.80	950.00
	3	1	22.00	5575.00	5.10	1275.00	6.40	1600.00	3.20	800.00
		2	29.00	7350.00	4.90	1225.00	13.70	3425.00	5.10	1275.00
		3	26.00	6500.00	5.20	1300.00	5.80	1450.00	2.90	725.00
TOTAL			576.00	144150.00	118.60	29650.00	181.80	45450.00	71.90	17975.00
PROMEDIO			32.00	8008.33	6.59	1647.22	10.10	2525.00	3.99	998.61

* Materia verde.

** Materia seca.

Anexo A- 6. Disponibilidad de materia verde, materia seca del bofedal Catacora en la época de lluvias y seca

TRANSECTA	LINEA	MUESTRA	ÉPOCA DE LLUVIAS				ÉPOCA SECA			
			M V*	M V*	M S**	M S*	M V*	M V*	M S**	M S*
			(g./0.04 m ²)	k/ha	(g./0.04 m ²)	k/ha	(g./0.04 m ²)	k/ha	(g./0.04 m ²)	k/ha
1	1	1	17.00	4425.00	4.20	1050.00	24.00	6000.00	5.50	1375.00
		2	19.00	4750.00	4.30	1075.00	18.90	4725.00	4.50	1125.00
		3	21.00	5375.00	4.40	1100.00	16.00	4000.00	4.50	1125.00
	2	1	48.00	12000.00	4.10	1025.00	15.60	3900.00	4.10	1025.00
		2	34.00	8700.00	6.10	1525.00	15.80	3950.00	4.40	1100.00
		3	19.00	4975.00	4.20	1050.00	17.80	4450.00	4.60	1150.00
	3	1	38.00	9600.00	4.10	1025.00	26.50	6625.00	7.80	1950.00
		2	25.00	6350.00	3.50	875.00	14.90	3725.00	3.90	975.00
		3	17.00	4325.00	3.70	925.00	11.60	2900.00	3.40	850.00
2	1	1	16.00	4150.00	3.80	950.00	14.40	3600.00	4.90	1225.00
		2	20.00	5175.00	3.70	925.00	14.30	3575.00	4.70	1175.00
		3	43.00	10975.00	7.90	1975.00	29.90	7475.00	9.20	2300.00
	2	1	17.00	4400.00	4.50	1125.00	13.50	3375.00	3.90	975.00
		2	19.00	4800.00	3.90	975.00	19.60	4900.00	6.50	1625.00
		3	27.00	6975.00	6.30	1575.00	14.90	3725.00	4.10	1025.00
	3	1	38.00	9525.00	5.50	1375.00	13.70	3425.00	4.60	1150.00
		2	16.00	4150.00	3.70	925.00	13.90	3475.00	2.70	675.00
		3	42.00	10725.00	6.10	1525.00	9.40	2350.00	2.00	500.00
TOTAL			485.00	121375.00	84.00	21000.00	304.70	76175.00	85.30	21325.00
PROMEDIO			26.00	6743.06	4.67	1166.67	16.93	4231.94	4.74	1184.72

* Materia verde.

** Materia seca.

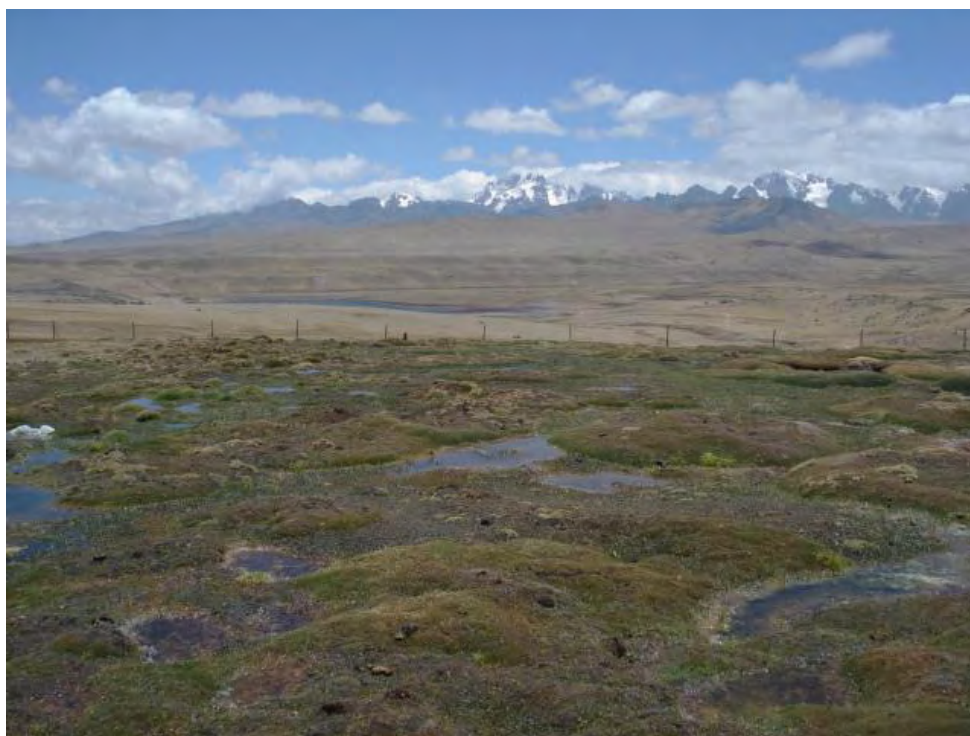
Anexo A- 7. Disponibilidad de materia verde, materia seca del bofedal Capapujo en la época de lluvias y seca

TRANSECTA	LINEA	MUESTRA	ÉPOCA DE LLUVIAS				ÉPOCA SECA			
			M V*	M V*	M S**	M S**	M V*	M V*	M S**	M S**
			(g./0.04 m ²)	(k/ha)	(g./0.04 m ²)	(k/ha)	(g./0.04 m ²)	k/ha	(g./0.04 m ²)	k/ha
1	1	1	14.00	3675.00	3.40	850.00	19.30	4825.00	8.30	2075.00
		2	13.00	3300.00	2.30	575.00	10.70	2675.00	4.20	1050.00
		3	34.00	8550.00	4.40	1100.00	10.90	2725.00	6.00	1500.00
	2	1	25.00	6300.00	6.90	1725.00	11.10	2775.00	5.30	1325.00
		2	10.00	2600.00	2.80	700.00	12.10	3025.00	6.00	1500.00
		3	14.00	3725.00	3.90	975.00	16.10	4025.00	6.50	1625.00
	3	1	25.00	6350.00	5.10	1275.00	14.40	3600.00	5.40	1350.00
		2	12.00	3125.00	5.30	1325.00	14.80	3700.00	5.00	1250.00
		3	12.00	3125.00	3.50	875.00	8.20	2050.00	3.50	875.00
2	1	1	23.00	5825.00	5.70	1425.00	5.70	1425.00	2.50	625.00
		2	44.00	11000.00	7.90	1975.00	15.30	3825.00	4.50	1125.00
		3	32.00	8200.00	7.10	1775.00	12.10	3025.00	4.90	1225.00
	2	1	26.00	6500.00	5.40	1350.00	6.90	1725.00	2.60	650.00
		2	9.00	2250.00	1.90	475.00	11.80	2950.00	4.50	1125.00
		3	14.00	3575.00	4.00	1000.00	5.20	1300.00	2.00	500.00
	3	1	8.00	2225.00	2.70	675.00	5.00	1250.00	2.00	500.00
		2	9.00	2350.00	2.20	550.00	11.70	2925.00	5.60	1400.00
		3	10.00	2675.00	3.20	800.00	4.90	1225.00	2.00	500.00
TOTAL			341.00	85350.00	77.70	19425.00	196.20	49050.00	80.80	20200.00
PROMEDIO			18.00	4741.67	4.32	1079.17	10.90	2725.00	4.49	1122.22

* Materia verde.

** Materia seca.

Anexo B. IMÁGENES



Bofedal Muñaypacocho (Puna húmeda).



Bofedal Huichicancha (Puna húmeda).



Bofedal Capapujo (Puna seca).



Bofedal Catacora (Puna seca).

