

Universidad Nacional del Altiplano

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN VEGETAL DE
TRES BOFEDALES ALTOANDINOS EN ÉPOCA
SECA DE LA CUENCA ALTA DE ILAVE – PUNO
2009**

TESIS
PRESENTADA POR LA BACHILLER:

**NORMA MERCEDES HUANCA
BARRANTES**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PUNO – PERÚ
2012

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN VEGETAL DE
TRES BOFEDALES ALTOANDINOS EN ÉPOCA
SECA DE LA CUENCA ALTA DE ILAVE – PUNO
2009**

TESIS PRESENTADA POR LA BACHILLER:
NORMA MERCEDES HUANCA BARRANTES

PARA OPTAR EL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA

Aprobado por el jurado revisor, conformado por:

PRESIDENTE DEL JURADO :


M.Sc. Gilmar GOYZUETA CAMACHO

PRIMER MIEMBRO :


Blgo. Félix RODRÍGUEZ DÍAZ

SEGUNDO MIEMBRO :

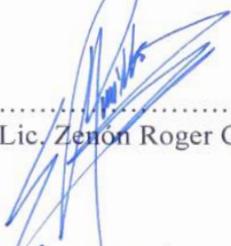

Lic. María Elena SUAÑA QUISPE

DIRECTOR DE TESIS :


Dr. Ángel CANALES GUTIÉRREZ

ASESORES DE TESIS :


Lic. Herly Yuri ISIDRO GONZALES


Lic. Zenón Roger CAHUA VILLASANTE

ÁREA: Ecología

LINEA: Conservación y aprovechamiento de Recursos Naturales

TEMA: Ecosistemas Altoandinos

PUNO – PERÚ
2012

DEDICATORIA

**A mis padres, como obsequio del amor,
esfuerzo, confianza y comprensión que pusieron durante mi formación
profesional.**

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme dado la vida, los medios y condiciones para conocer la naturaleza y ejercer sobre ella.

A mis padres, por el apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

A mis hermanos por los consejos brindados día a día.

A la Universidad Nacional del Altiplano, por haber abierto sus puertas para ingresar en ella y poderme realizar como una excelente profesional.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, a su Escuela Profesional de Biología y a toda su plana docente por colaborar en emprender un camino al que llegue hoy.

A todos los docentes del área profesional de ecología por hacer de mí una persona consciente y muy preocupada en el desarrollo sostenible de mi región y del mundo.

Al M.Sc. Gilmar Goyzueta Camacho, Blgo. Félix Rodríguez Díaz y Blgo. María Elena Suaña Quispe, por participar como jurado revisor del presente proyecto, por haber aportado ideas y conocimientos muy importantes para su elaboración.

Al Dr. Ángel Canales Gutiérrez, por haberse hecho cargo de la Dirección en la ejecución de esta investigación.

Al Blgo. Herly Yuri Isidro Gonzales y al Blgo. Zenón Roger Cahua Villasante, por haber asesorado y aportado conocimientos y experiencias en este importante logro.

Al Gobierno Regional - proyecto Desarrollo de Capacidades para el Ordenamiento Territorial Puno 2009 al Ing. Lucio Mamani Ticona, Gerente de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente y Arq. Jesús Orlando Arapa Roque, Residente del Proyecto y a todos sus especialistas por haber impartido toda su experiencia hacia mi persona.

Al Proyecto Especial Lago Titicaca PELT, al Ing. Luis Flores Cuba, Jefe de Línea del Proyecto conservación del Suri, por haber permitido compartir junto a él experiencias valiosas.

Al Instituto Nacional de Investigación Agraria INIA, al Ing. Jorge Canihua Rojas, Jefe del Departamento de Aguas y Suelos, por ser un amigo muy comprensivo, quien no dudó en colaborar en la ejecución del proyecto.

Al Dr. Jaeson Santos Calla Choque por brindarme sus más sabios consejos, que aún en la distancia me apoyo siempre.

A todos mis amigos que de alguna u otra manera colaboraron y alentaron con fuerza el desarrollo y culminación de este gran proyecto.

Por mucho más, gracias...

INDICE

	Pág.
Resumen	
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	09
CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	10
2.1. Antecedentes	10
Sistemas de información geográfica	10
Biomasa	10
Rendimiento forrajero	11
Capacidad de carga	12
Composición florística	13
Características edafológicas	14
2.2. Marco Teórico	15
Bofedales	15
Características de un bofedal	16
Importancia del recurso hídrico en un bofedal	17
Importancia del pastoreo	18
Importancia de los sistemas de información geográfica	18
Capacidad de carga	19
2.3. Marco conceptual	20
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. Ámbito de estudio	22
3.2. Metodología	24
Utilización del SIG como instrumento base para determinar la ubicación y área de los bofedales	24
Estimación de la biomasa húmeda y seca y el rendimiento forrajero	24
Determinación de la capacidad de carga animal en los tres bofedales	25
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4. 1. Utilización del SIG como instrumento base para determinar la ubicación y área de los bofedales	28
4.2. Biomasa húmeda y seca y rendimiento forrajero	35
4.3. Capacidad de carga animal en los tres bofedales	45
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES	49
LITERATURA CITADA	50
ANEXOS	54

INDICE DE CUADROS

- Cuadro 01** : Promedio estimado de biomasa húmeda (Kg/ha) y Seca (Kg/ha), en los tres bofedales (Chichillapi, Santa Rosa y Llusta), junio – noviembre, 2009.
- Cuadro 02** : Medidas de resumen de los datos biomasa húmeda (Kg/ha), transformados a logaritmo base 10, en los tres bofedales, junio – noviembre, 2009.
- Cuadro 03** : Análisis de biomasa húmeda (Kg/ha) en tres bofedales altoandinos, aplicando la prueba de ANDEVA en el software Infostat (junio - noviembre, 2009).
- Cuadro 04** : Análisis de contraste de biomasa húmeda (Kg/ha) en tres bofedales altoandinos, aplicando la prueba de Tukey en el software Infostat (Junio – Noviembre, 2009).
- Cuadro 05** : Medidas de resumen de los datos biomasa húmeda (Kg/ha), en tres bofedales altoandinos, transformados a logaritmo base 10 (junio – noviembre, 2009).
- Cuadro 06** : Análisis de biomasa seca (Kg/ha) en tres bofedales altoandinos, aplicando la prueba de ANDEVA en el software Infostat (junio - noviembre, 2009).
- Cuadro 07** : Análisis de contraste de biomasa seca (Kg/ha) en tres bofedales altoandinos, aplicando la prueba de Tukey en el software Infostat (junio – noviembre, 2009).
- Cuadro 08** : Riqueza específica de flora silvestre de los bofedales Chichillapi, Llusta y Santa Rosa, junio – noviembre, 2009.
- Cuadro 09** : Estimación del rendimiento forrajero en tres bofedales altoandinos (Chichillapi, Santa Rosa y Llusta, 2009)
- Cuadro 10** : Estimación de la capacidad de carga en tres bofedales altoandinos (Chichillapi, Santa Rosa y Llusta, 2009).
- Cuadro 11** : Base de datos sin transformación de los tres bofedales Chichillapi, Llusta y Santa Rosa (junio – noviembre, 2009)

INDICE DE FIGURAS

- Figura 01** : Mapa del área de estudio, cuenca alta Ilave, Chichillapi, Santa Rosa y Llusta (junio – noviembre, 2009).
- Figura 02** : Mapa de ubicación del distrito de Santa Rosa de Masacruz – 2009.
- Figura 03** : Imagen satelital utilizada para determinar ubicación de los 03 bofedales en el distrito de Santa Rosa de Masacruz – 2009.
- Figura 04** : Imagen Raster del distrito de Santa Rosa de Masacruz – 2009.
- Figura 05** : Modelo de elevación del distrito de Santa Rosa de Masacruz – 2009.
- Figura 06** : Mapa de Centros Poblados del distrito de Santa Rosa de Masacruz – 2009.
- Figura 07** : Promedio de biomasa húmeda y seca en los tres Bofedales, junio – noviembre, 2009.
- Figura 08** : Prueba gráfica de normalidad de datos de biomasa húmeda (Chichillapi, Santa Rosa y Llusta) transformados a Log 10, 2012.
- Figura 09** : Análisis de contraste gráfico de Log 10 biomasa húmeda (Kg/Ha) en tres bofedales altoandinos, (junio – noviembre, 2009).
- Figura 10** : Análisis de contraste gráfico de Log 10 biomasa húmeda (Kg/Ha) en tres bofedales altoandinos, (junio – noviembre, 2009).
- Figura 11** : Capacidad de carga (alpaca/ha/06 meses) en tres bofedales – 2009
- Figura 12** : Valor porcentual de la Composición Florística en el Bofedal Chichillapi, junio – noviembre, 2009.
- Figura 13** : Valor porcentual de la Composición Florística en el Bofedal Llusta, junio – noviembre, 2009.
- Figura 14** : Valor porcentual de la Composición Florística en el Bofedal Santa Rosa, junio – noviembre, 2009.

RESUMEN

El trabajo de investigación fue realizado en tres bofedales (Chichillapi, Llusta y Santa Rosa) de la Cuenca alta de Ilave, del distrito de Santa Rosa de Masacruz, de la provincia de El Collao del departamento de Puno. En los meses de junio a noviembre del 2009, (época seca). Los objetivos específicos fueron: 1) Utilizar los sistemas de información geográfica SIG como un instrumento base para determinar la ubicación y área de los bofedales. 2) Estimar la Biomasa (húmeda y seca) y Rendimiento Forrajero en los tres bofedales. 3) Determinar la Capacidad de Carga animal de los tres bofedales. Se utilizó el ArcGIS 10, para la elaboración de mapas de ubicación y área de los bofedales. Para estimar la biomasa húmeda y seca se utilizaron cuadrantes aleatorios de 0.0625 cm^2 . El rendimiento forrajero se estimó a partir de la identificación de especies deseables (D), poco deseables (PD) e indeseables (I). La capacidad de carga animal se determinó utilizando datos de rendimiento forrajero entre el consumo animal por año. Se utilizó la prueba estadística ANDEVA paramétrico en el software InfoStat versión 2011 p. Se generaron 06 mapas de la zona de estudio, los cuales indican las características de localización y área de los tres bofedales. El bofedal Chichillapi presenta 2 282.039 Kg B.H./ha y 684.210 Kg B.S./ha es el mayor valor obtenido, se debe al manejo y conservación adecuado realizado por los pobladores. El rendimiento forrajero del bofedal de Llusta fue el menor con 367.440 Kg B.S./ha y el mayor se presentó en el bofedal Chichillapi con 684.210 Kg B.S./ha, la Capacidad de carga es de 0.83 alpacas/ha/06 meses en el bofedal Chichillapi y de 0.44 y 0.59 alpacas/ha/06 meses en los bofedales de Llusta y Santa Rosa respectivamente.

CAPITULO I: INTRODUCCION

Los humedales juegan un papel importante para la conservación de los recursos naturales de las zonas altoandinas del Perú, los humedales altoandinos o bofedales son zonas de la superficie terrestre que están temporal ó permanentemente inundadas, reguladas por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos que la habitan. La función principal del bofedal, aparte de ser un gran ecosistema y un importante hábitat para muchos seres vivos, es que actúan como filtradores naturales de agua, esto se debe a que sus plantas hidrófitas, gracias a sus tejidos, almacenan y liberan agua, y de esta forma hacen un proceso de filtración. Antiguamente los bofedales eran drenados por ser considerados una simple inundación de los terrenos, pero hoy en día se sabe que los bofedales representan un gran ecosistema y se los valora más.

Los bofedales de la parte alta de la Cuenca Ilave son esenciales para la conservación de la vida. Estos ecosistemas húmedos permiten el desarrollo de una diversidad vegetal en ambientes donde las condiciones climáticas no son favorables, haciendo de los bofedales un hábitat y fuente alimenticia de diferentes especies. Sin embargo estas áreas vienen siendo amenazadas, con actividades y manejo antrópico inadecuado.

Los bofedales de la cuenca alta de Ilave son considerados pastizales naturales de gran valor forrajero. Su elevada humedad edáfica permite una alta productividad de hierbas y gramíneas, agradables al paladar del ganado. La oferta de materia húmeda es alta, mientras que la materia seca para el ganado disminuye, sin embargo esta disponibilidad de forraje permite la presencia de una apreciable cantidad de camélidos (alpacas) durante el año, fundamentalmente en época seca.

La información que presento concluida la investigación servirá para posteriores estudios en bofedales llevando a muchos estudiantes e investigadores a informar, motivar y crear conciencia a cerca de estos valiosos y únicos ecosistemas que se pierden por falta de sistemas de manejo.

Los objetivos específicos fueron los siguientes: 1). Utilizar el SIG como un instrumento base para determinar la ubicación y área de los bofedales altoandinos en la parte alta de la Cuenca Ilave. 2). Estimar la Biomasa húmeda, seca y determinar el Rendimiento forrajero en tres bofedales 3). Determinar la Capacidad de carga en los tres bofedales.

CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANTECEDENTES:

Sistemas de Información Geográfica

TDPS (2001), indica que la redacción cartográfica de los datos puede requerir del uso de otros mapas, textos y fuentes tabuladas, así como de registros digitales para la información deseada, es precisamente en este aspecto en que nos vemos muy apoyados con los sistemas de información geográfica digitalizada, permitiendo ahorrar una inmensa cantidad de trabajo y tiempo a la vez. La elaboración de mapas con ayuda de un ordenador es más rápida que otros sistemas. Por ejemplo los datos registrados de bofedales en campo, fueron procesados en diferentes programas de cómputo y su edición correspondiente, primeramente se utilizó el Eagle Point (EP14) Civil Series, obteniendo el producto cartográfico en planos a escala 1:100,000, con coordenadas UTM, los que fueron impresos en formatos A4 a color, en papel canson y bond, incluyendo todos los elementos gráficos y de producción.

Biomasa

TDPS (2001), indica que en las provincias de Chucuito y el Collao en sus diferentes bofedales presentan la mayor cantidad de bofedales en el ámbito peruano; principalmente el Collao que tiene la producción alpaquera como la actividad ganadera de mayor importancia, dicha provincia pertenece a la región agroecológica de Puna seca, donde se reportan 7 332.60 a más de 25 000 KgMV/ha teniendo como promedio 12 957.98 KgMV/ha; la producción de biomasa húmeda y seca ha sido una parte importante del presente estudio, ya que permite el conocimiento de la disponibilidad real que ofrece el total de las especies, así como cada una, sirviendo de base para estudios de rendimiento forrajero, capacidad de carga y soportabilidad de una determinada pradera, pudiendo elaborar un plan de manejo para praderas nativas, de utilidad para el productor pecuario.

INIA (2000), evaluaciones realizadas en tres sectores de puna seca en la Provincia de El Collao (Sullkanaca, San José y Jihuaña) ubicados a diferentes altitudes, se obtuvo 8 669.8, 6 165.6 y 10 875.7 KgMV/ha respectivamente, mientras que la biomasa aérea seca es de 3 163.63, 2726.15 y 2 978.35 KgMS/ha.

Fuentes (2005), menciona que la Biomasa húmeda, en los bofedales como ecosistemas con abundante recurso hídrico son muy importantes en la producción vegetal, teniendo como biomasa promedio 9 403.15 KgMV/ha. Los bofedales juegan un papel importante en el mantenimiento y almacenamiento del recurso hídrico, como reserva productiva para la época seca durante el año. La disponibilidad de biomasa seca disminuye de manera considerable, tomando como base la materia verde, solo de un 30 a 40% aproximado, corresponde a la materia seca, de importancia real como recurso forrajero.

Rendimiento Forrajero

Vargas (1992), tomando como referencia la condición "Clímax", se tiene un rendimiento forrajero de 1 613.07 KgMS/ha en época de lluvia, en el distrito de Pizacoma.

Álvarez (1993), la disponibilidad forrajera promedio en bofedales durante la época seca es 1 809.4 KgMS/ha, en la zona agroecológica de puna seca no se observa marcada predominancia de una determinada especie en producción de materia seca (MS), como se ha visto que ocurre en secano. Sin embargo, las especies vegetales que resaltan con mayor producción de MS, son las Ciperáceas y las compuestas, siendo las especies que más destacan: *Carex sp.* (32.93%), *Hypochoeris stenocephala* (17.81%), *Festuca dolichophylla* (15.45%), *Distichia sp.* (13.13%) y *Nostoc sp.* (8.03%);

Alzérreca (1996), evaluaciones de productividad en campos nativos de pastoreo de Ulla Ulla – Bolivia, muestran que la composición botánica de tres áreas fisiográficas, determinó la presencia de 41 especies de las cuales el 38.1% son deseables, 35.7% consideradas poco deseables y 26.2% de especies indeseables. En bofedales (evaluados en dos sitios) se encontró como especies predominantes a *Werneria pygmaea*, *Distichia muscoides*, *Hypochoeris taraxacoides* que representan 51.84% (sitio 1) y *Distichia muscoides*, *Distichia filamentosa* y *Aciachne pulvinata* con 44.99% contra 38.17% de las demás especies (sitio 2). *Distichia filamentosa*, *Distichia muscoides*, *Gentiana sedifolia*, *Elodea sp.*, *Myriophyllum sp.* y *Cladophora sp.*, son considerados exclusivos de éstos tipos de praderas. Así mismo la vegetación es muy abundante con una disponibilidad de 93.6 y 83.2%, con relación a las otras áreas fisiográficas.

Galván (2002), señala que la clasificación de especies en deseables, poco deseables e indeseables; permitió determinar la condición vegetal de 2 bofedales en un estatus clímax y condición de pastizal bueno, en tanto que el tercer bofedal evaluado registro condición de pastizal Regular y un estatus transicional. Al mismo tiempo se reportó la presencia de 41 especies, agrupados en 18 familias, el porcentaje de cobertura total en los 3 bofedales fue 94.44%, cada bofedal presenta porcentajes diferentes que varían de acuerdo a las características físicas; los valores de biomasa altos tuvieron un promedio de 15 525.51 KgMV/ha y 2 241.92 KgMS/ha para la época lluviosa y 12 497.99 KgMV/ha y 2 174.66 KgMS/ha para la época seca. La capacidad de carga muestra un factor de uso de sobre pastoreo para los bofedales Caylloma y Jihuaña y apropiado para Sullhuiri.

Villarroel (1997), indica que las especies *Hypochoeris taraxacoides* y *Distichia muscoides*, son muy palatables, de mayor presencia en bofedales en época húmeda, y expresan rendimientos de 1 705.2 KgMV/ha y 1 635.5 KgMV/ha respectivamente; en praderas de pastoreo de alpacas en Ulla Ulla (Bolivia).

INIA (1990), en el informe del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, se reporta que los pastizales de la comunidad campesina de Apopata en Puno tienen una producción forrajera anual de 3 500 y 8 000 KgMS/ha en pastizales de secano y bofedales respectivamente.

Capacidad de carga

INIA (2000), mencionan que en tres sectores de puna seca, encontraron que tienen una capacidad de carga como sigue: sector Sullkanaca (2.5 UAA/ha), sector San José (2.8 UAA/ha) y Jihuaña (2.0 UAA/ha).

Sotomayor *et al* (1990), indica que el cálculo aproximado de carga animal que soporta un bofedal es de 5 a 8 unidad ovino hectárea año (UO/ha/año), generado sobre pastoreo en algunos casos, por consiguiente la producción de biomasa y calidad productiva tienden a disminuir.

Composición Florística

Vargas (1992), en su evaluación en puna seca de Puno, muestran un aspecto importante, que es la variabilidad florística, factor fundamental para lograr el balance positivo de la alimentación animal al pastoreo, aquí se puede encontrar especies representativas, entre las hierbas tenemos a *Hypochoeris stenocephala* (13.74%), *Alchemilla diplophylla* (8.65%), *Lilaeopsis andina* (8.60%), *Lilaea sabulata* (7.97%). Entre las juncáceas predomina *Distichia sp.* (29.56%).

Flores (2001), afirma que en los bofedales de Puna húmeda, se ha identificado 22 especies, agrupadas en 10 familias y en los bofedales de Puna seca, 22 especies las mismas, agrupadas en 11 familias, en Puna húmeda y seca se hace mención reciente de las especies *Caltha sagittata* y *Distichia filamentosa*, respectivamente por cada zona. En estos bofedales existe una alta diversidad, *Distichia muscoides* se presentó como la más dominante para los bofedales de Piñuni y Jihuaña, *Distichia sp.* en el bofedal Quinajani y en el bofedal San José la especie dominante es *Calamagrostis rigescens*. La densidad vegetal en dichos bofedales oscilan entre los 1 756.80 Ind/m² y 2 307.20 Ind/m², en Puna húmeda teniendo un promedio de 2 032 Ind/m², y en puna seca oscila entre 2 286.40 Ind/ m² y 2 078.40 Ind/m², teniendo un promedio de 2 182.40 Ind/m².

TDPS (2001), en el estudio se determinó la presencia de 74 especies de flora que se encuentran distribuidas de forma variada, sin embargo los resultados demuestran que a niveles altitudinales donde pareciera que no existiera diversidad, existe una verdadera variabilidad florística, que es base para la supervivencia de otros niveles tróficos del ecosistema altoandino. En la Provincia el Collao, se ha registrado 45 especies de vegetales que conforman la cobertura, y en general se tiene el promedio de 94.59% de cobertura vegetal, y el 5.41%, de material indeseable para el pastoreo de ganado.

Flores (2002), estableció que la evaluación realizada en bofedales altoandinos y bofedales altiplánicos son ecosistemas con alta diversidad debido a los valores de diversidad que se obtuvieron: Huacani fue de 0.721 y para Chichillapi de 0.522, cualitativamente se ha logrado determinar 11 especies (*Eleocharis albibractea*, *Calamagrostis rigescens*, *Distichia muscoides*, *Hypochoeris taraxacoides*, *Junelia minima*, *Scirpus rigidus*, *Plantago tubulosa*, *Oxychloe andina*, *Trifolium amabile*, *Werneria pygmaea*), las mismas que se encuentran agrupadas en 8 familias (*Asteraceae*,

Cyperaceae, *Fabaceae*, *Juncaceae*, *Plantaginaceae*, *Poaceae*, *Rosaceae* y *Verbenaceae*).

Fuentes (2005), en la evaluación de bofedales de Khuchuchuni y Silluni logró identificar 20 especies, las mismas que se encuentran agrupadas en 10 familias, conformando distintas asociaciones tanto terrestres como acuáticas. La densidad vegetal en estos bofedales oscila entre los 1 371.00 Ind/m², a 1 225.7 Ind/m², teniendo un promedio de 1 298.35 Ind/m² donde cada especie presenta una diferente población y distribución de individuos.

Características Edafológicas

INIA (2001), muestra que los suelos del sector Sullkanaca (Mazocruz), son de textura franco arenosa, 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 (1999), presenta las características básicas del bofedal Quinsachata (Santa Lucia) de origen artificial, con un pH: 7.72 - 6.95, Materia Orgánica: 0.9 - 5.76%, Nitrógeno: 0.35 - 0.133%, Fósforo: 50.56 - 6.39 Kg/ha, 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.

CAF – BID (2006), los bofedales producen el forraje que es la base de la alimentación del ganado camélido y del ganado introducido en la región; esta ganadería constituye la única actividad económica posible en el medio ambiente altoandino, y genera varios subproductos para la economía de la región, tales como carne, lana, cueros, estiércol, animales reproductores, etc.; asimismo la ganadería altoandina provee los insumos para actividades derivadas, tales como la artesanía, agricultura, la producción de charque, embutidos, curtiembre, etc., las cuales involucran a un elevado número de familias rurales y urbanas.

2.2. MARCO TEORICO

Bofedales

Vargas (1992) mencionado por TDPS (2001), indica que uno de los recursos importantes de la zona alto andina son los bofedales, que se desarrollan en zonas de permanente humedad por la disponibilidad de manantiales o aguas de deshielo. Crece allí una gran variedad de especies importantes para el pastoreo, especialmente en época seca. Las especies vegetales de los bofedales son suculentas y preferidas por los camélidos, especialmente por la alpaca debido a su alta palatabilidad. Estas características sugieren que el bofedal es un sitio o una comunidad vegetal de alto potencial forrajero, considerando los mismos índices de evaluación referidos para pastizales en secano, la condición de los bofedales va de bueno a regular, con grado de erosión leve (menos de 5%).

Sotomayor, *et al* (1991), los bofedales llamados ojonales, son asociaciones de vegetales localizadas en aquellas 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 (1999), 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 4 000 msnm; dominando en su estructura especies de porte almohadillado.

Tapia (1984), menciona que los bofedales son pantanos artificiales, que tienen la cualidad de mantener un nivel constante de agua, además, facilita el crecimiento de los pastos propios de ambientes húmedos. Hay bofedales naturales formados por los deshielos o corrientes de agua. La ventaja de los bofedales; cuando son cuidados y mantenidos convenientemente son permanentes e indestructibles, por ejemplo los pobladores de la comunidad de Chichillapi consideran que su gran bofedal lo hicieron los abuelos, lo que quiere decir, que es de origen pre-hispánico.

Características de un bofedal

TDPS (2001), indica que los bofedales y/o turberas con predominancia de juncáceas, se encuentran altamente distribuidas en la región andina y reciben diferentes nombres locales. En nuestro medio (Perú) del sistema TDPS se denominan “ojonales” o “turberas duras andinas” u “o’qhos”; en Argentina, “vegas alto andinas”.

Cabrera (1978) las describe bajo el nombre de “cushion vegetation” y Troll (1974) como “cushion peat bogs”. En Bolivia se conocen como “bofedales” o “turberas”, y sus asociaciones vegetales no corresponden a la definición clásica de turbera.

Sotomayor, *et al.* (1991), menciona que los bofedales llamados “ojonales”, son asociaciones de 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.

Tapia (1984), el bofedal es un pantano artificial, que tiene la cualidad de mantener un nivel constante de agua, además, facilita el crecimiento de los pastos propios de ambientes húmedos. Hay bofedales naturales formados por los deshielos o corrientes de agua. Existe información de áreas irrigadas en las diferentes zonas de pastoreo altoandino sobre todo en Cusco y Puno. La ventaja de los bofedales; cuando son cuidados y mantenidos convenientemente son permanentes e indestructibles, por ejemplo los pobladores de la comunidad de Chichillapi consideran que su gran bofedal lo hicieron los “abuelos”, lo que quiere decir, que es de origen pre-hispánico.

Vargas (1992), 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, lluvia) y representan áreas reducidas en el medio altoandino frente a la gran extensión de vegetación xerofítica. Son oasis, de vegetación verde, sobre una extensión eriaza cada vez más desértica.

Importancia del recurso hídrico en un bofedal

Palacios (1977), el bofedal debe contar con riego permanente, capaz de distribuir agua en grandes extensiones. Con este propósito se construyen canales que derivan las aguas de los ríos o de otras fuentes, como manantiales o deshielos. La superficie del terreno debe ser plana o con ligero declive, a fin de evitar que el agua escurra con rapidez o se acumule en una sola área. Si llega a faltar agua, las plantas se secan rápidamente y pueden tardar hasta 14 años por lo menos en recuperarse, o tal vez no lo consigan nunca más. Un terreno inundado convenientemente tarda hasta cuatro años para convertirse en bofedal. Los bofedales pueden expandirse continuamente, siempre que el terreno lo permita y haya requerimientos de nuevos pastizales. El proceso consiste en lograr que los pastizales naturales se pudran por efecto de la humedad y que en lugar de ellos crezca un nuevo tipo de vegetación propia de pantanos.

Odum (1985), la ecología del agua dulce indica que las pequeñas fuentes de agua blanda que salen a través de esquistos de la arenisca y de las piedras cristalinas; a causa de su pequeño volumen, estos manantiales están promocionando agua al medio circulante y la comunidad de organismos que dependen casi totalmente de sus aguas. El paso de este permite el riego, embalsamiento artificial de sus aguas que han contribuido a aumentar los recursos locales, para el mayor provecho de las plantas; los animales y el hombre, es por tal razón que desde el punto de vista ecológico de considerar el agua como un elemento cíclico en el ecosistema.

Palacios (1977), se describe y analiza el aspecto de la tecnología pastoril en la comunidad de Chichillapi, menciona a la irrigación como una estrategia usada por los pastores de una comunidad Aymara para mantener y aumentar la superficie de pastos disponibles, para el mantenimiento de grandes rebaños de camélidos, es de mucha importancia para la zona, la disponibilidad de fuentes de agua y el régimen de lluvias.

Sotomayor *et al* (1990), el agua es un recurso escaso y caro en el medio altoandino, sobre todo en puna seca, sin embargo el hombre altoandino ha desarrollado su propia tecnología, para manejar éste recurso y producir materia verde necesaria para sus animales, así pues el agua es un “recurso comunal”.

Palacios (1977), indica que los ríos o manantiales de puna seca son disponibles para el riego de los bofedales o formación de los mismos, con éste objeto se construyen canales de riego (irpa en aymará) que llevan las aguas derivadas (jawira) o de fuentes (qotaña).

Mamani *et al* (1999), las aguas existentes en las comunidades de puna seca son utilizadas principalmente para el riego de pastizales (bofedales), para la producción alpaquera, así mismo los bofedales dependen de la existencia de la precipitación, manantiales, flujos subterráneos y/o ríos existentes en los alrededores de comunidades como (Huanacamaya y bajo Llallagua). La escasez de lluvias (sequías) y temperaturas ambientales bajo cero (-14.37°C) permiten la formación de gruesas capas de hielo en los cauces de los canales, influyendo en la presencia de especies por falta de agua.

Importancia del pastoreo

Ruiz y Tapia (1987), indican que debido a la estacionalidad de lluvias, condiciones de temperatura y humedad de los suelos adecuados, los pastizales tienen un período definido de crecimiento, así como un período de descanso en la época seca, ocasionando que la producción forrajera siga una curva de crecimiento concentrada en seis o siete meses del año.

Vargas (1992), 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.

Importancia de los sistemas de información geográfica

Altet (2006), menciona que el SIG ha permitido desarrollar técnicas para poder cuantificar la distribución de variables edáficas, climáticas topográficas e integrar esta información de tal manera de que se pueda determinar zonas de producción y ambientes homogéneos.

Aronoff (1989), el SIG es una tecnología que permite procesar automática y simultáneamente información geográfica y temática incluyendo el despliegue avanzado de la cartografía digital, y el modelamiento para diferentes aplicaciones, constituyendo un recurso moderno y eficiente para los organismos o usuarios del sistema. Además contiene un componente operativo o funcional, articula una base de datos espacial con una base de atributos relacional y un componente de análisis.

ESRI (1992), SIG es un conjunto organizado de equipo, programas, datos geográficos y personales diseñados para capturar, almacenar, actualizar, manipular y mostrar eficientemente cualquier clase de información referenciada geográficamente.

FAO (1996), manifiesta que los sistemas de información geográfica (SIG) han surgido como poderosas herramientas para la manipulación y análisis de grandes volúmenes de datos estadísticos, espaciales y temporales, que son necesarias para generar de una forma flexible, versátil e integrada, productos de información ya sean mapas o informes para la toma de decisiones sobre el uso de tierras.

NCGIA (1990), SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Capacidad de Carga

Miranda (1999), menciona que la carga animal es la cantidad de animales que utiliza una pradera durante un periodo determinado, que puede ser expresado en Unidades Animal Año (UA/año) o su equivalente mes (UA/m) correspondiente a la especie animal que la utiliza.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Aprovechamiento sostenible: Utilización de los recursos de flora y fauna silvestre de un modo y a un ritmo que no ocasione la disminución a largo plazo de la diversidad biológica, con lo cual se mantienen las posibilidades de ésta de satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones presentes y futuras (Glosario de términos MINAM, 2012).

Bofedal: Son praderas nativas constituidas de asociaciones vegetales propias de ambientes húmedos, cuyo recurso hídrico proviene de manantiales, ríos u ojos de agua. Estos tienen gran potencial productivo de forraje utilizado para pastoreo de alpacas principalmente; dominando su estructura especies de porte almohadillado (Glosario de términos MINAM, 2012).

Capacidad de carga: Capacidad de un determinado ecosistema para sustentar organismos sanos y mantener su productividad, adaptabilidad y capacidad de renovación por tiempo indefinido. La máxima capacidad de carga está referida al máximo número de personas o especies que un determinado ecosistema puede sustentar o mantener de manera indefinida, sin alterar el sistema (Glosario de términos MINAM, 2012).

Cuenca: Es un área o espacio geográfico delineados por la cima de los cerros y la divisoria de aguas por el cual escurre el agua proveniente principalmente de las precipitaciones a un río, lago o mar; constituyéndose en un sistema en el que interactúan factores naturales, socioeconómicos y culturales (Glosario de términos MINAM, 2012).

Ecosistema: se entiende un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional (Glosario de términos MINAM, 2012).

Humedales: Extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (Odum, 1985).

Imagen satelital: Una imagen satelital o imagen de satélite se puede definir como la representación visual de la información capturada por un sensor montado en un satélite artificial. Estos sensores recogen información reflejada por la superficie de la tierra que luego es enviada a la tierra y que procesada convenientemente entrega valiosa información sobre las características de la zona representada (NCGIA, 1990).

Rendimiento forrajero: Posibilidades y opciones de oferta de bienes y servicios que ofrecen los ecosistemas para ser utilizados y aprovechados de manera sostenible con miras a la satisfacción de las necesidades de la población (Glosario de términos MINAM, 2012).

SIG: Sistemas de Información Geográfica, SIG o GIS, en su acrónimo inglés, es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada (FAO, 1996).

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en tres bofedales (Chichillapi, Llusta y Santa Rosa), localizados en el distrito de Santa Rosa de Masacruz, provincia de El Collao, perteneciente a la cuenca alta de Ilave del departamento de Puno, (mapa 01). Las temperaturas en los tres lugares estudiados varían de -14°C hasta 13°C . La comunidad de Chichillapi se encuentra a 4 330 msnm., presenta un clima semilluvioso y frígido en otoño y seco en invierno; la comunidad de Llusta se localiza a 4 011 msnm., y la comunidad de Santa Rosa a 4 160 msnm.

La ganadería de camélidos sudamericanos en especial la alpaca es la principal actividad económica de los pobladores del distrito de Santa Rosa de Masacruz, el intercambio de semovientes, compra de fibra de alpaca y llama, carne y cueros, así mismo estos grupos sociales o actores económicos de la cuenca, desarrollan actividades económicas basada en actividades de comercio, y la actividad ganadera durante todo el año, pero esta actividad también se ve afecta a las condiciones físicas propias de la época lluviosa y de la época seca de la región Puno.

Los cálculos requeridos para estimar biomasa, rendimiento forrajero y capacidad de carga, se realizaron en el laboratorio de cultivos in vitro de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Altiplano de la ciudad de Puno.

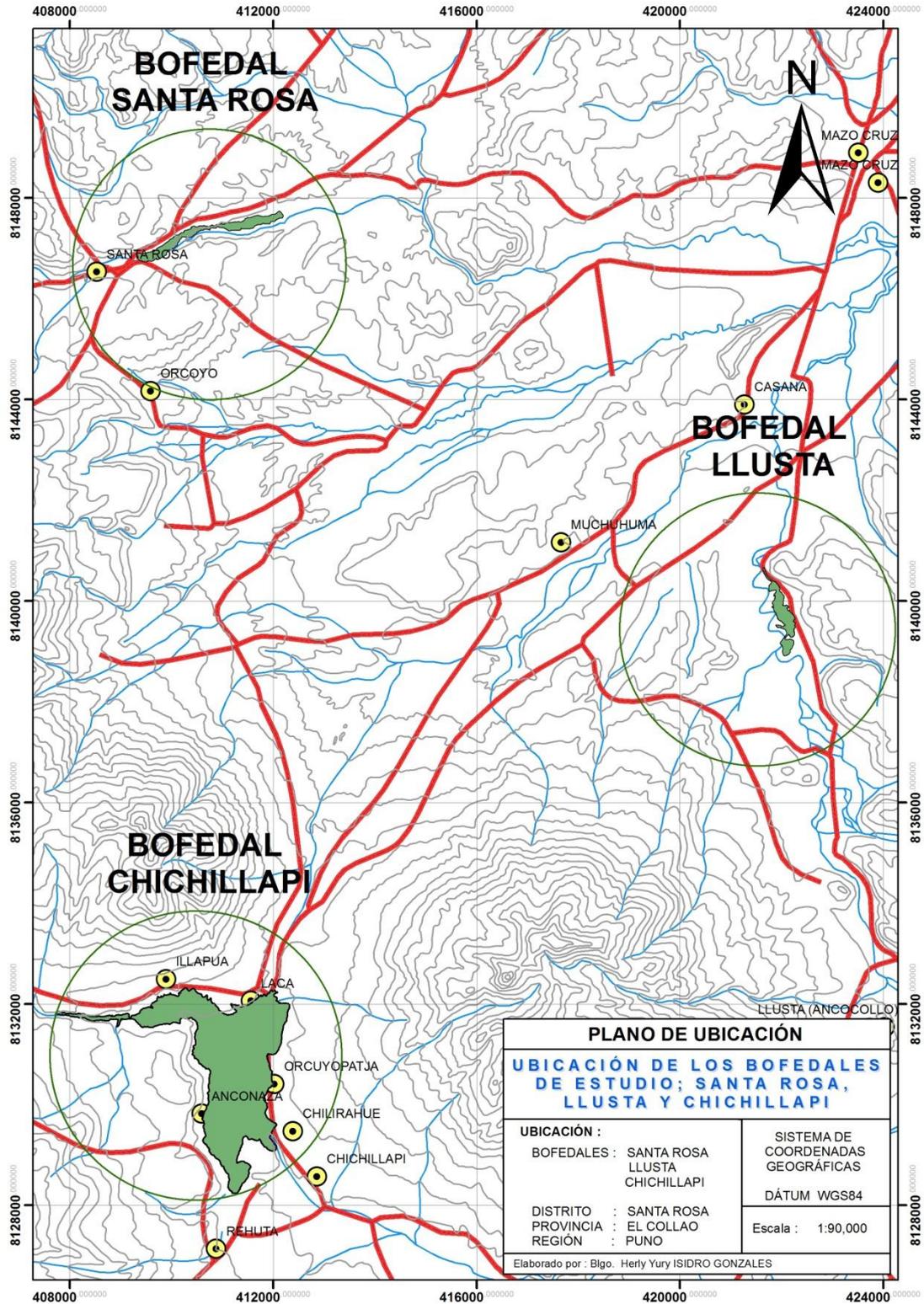


Figura 01: Mapa del área de estudio, cuenca Alta Ilave, Chichillapi, Santa Rosa y Llusta (junio – noviembre, 2009)

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. UTILIZACIÓN DEL SIG COMO INSTRUMENTO BASE PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN Y ÁREA DE LOS BOFEDALES.

Se prepararon mapas base a una escala de 1/100 000 para determinar la ubicación y área de los bofedales, estos mapas fueron emitidos por el Proyecto de Desarrollo de Capacidades para el Ordenamiento Territorial Puno.

En las salidas a campo programadas, tomamos el mapa para guiarnos y ubicar las zonas de estudio “in situ”. Utilizamos un GPS Garmín 45 receptor estándar de un solo canal y con captación de 8 satélites, que arroja un error de registro de 10 metros en promedio, para señalar el perímetro del bofedal y establecer el punto real de la localización de los bofedales.

Después de realizar los muestreos en campo se procesaron todos los datos obtenidos, en el programa Arc GIS 10. Los atributos colocados en el mapa de salida o mapa final fueron los tres bofedales con características de la cuenca estudiada (Figura 01). Se realizó la identificación de unidades ecológicas (hidrografía, relieves) y que en base a estas poder determinar el límite de la cuenca, permitiendo analizar las pendientes y acumulación hídrica a nivel primario y secundario. El análisis raster proporcionó los medios para determinar la topografía de la cuenca, y en base a este modelo de relieves a nivel de vectores poder modelar el sistema hídrico, que la topografía establecido en la cuenca.

Los relieves al final proporcionaron el límite, basados en las cotas de cumbres, es así que al final de esto se puede apreciar que la cuenca trasciende los límites del distrito, y se conforma una cuenca compuesta a nivel de relieves e hidrografía.

3.2.2. ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA HÚMEDA Y SECA Y EL RENDIMIENTO FORRAJERO.

a. BIOMASA

Se cortó y separó manualmente 35 muestras escogidas aleatoriamente, utilizando un cuadrante de 25 x 25 cm, en los tres bofedales. En promedio se hizo 5 repeticiones en

cada evaluación. Se hizo el pesado inicial como materia verde, utilizando una balanza analítica, marca Mhand, capacidad de 210 g, sensibilidad a 0,1 mg. Para determinar biomasa seca, las muestras fueron llevadas al laboratorio de Cultivos in vitro de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNA Puno, colocándolas en bolsas de papel, rotulado indicando fecha y hora, en una estufa a 65°C, durante 24 horas. Cumplido este tiempo se volvió a pesar cada una de las muestras, utilizando la misma balanza.

Los valores obtenidos dieron respuesta al cálculo de la biomasa húmeda y seca expresado en gramos, del total de los valores obtenidos se extrapolaron valores hasta convertirlos en Kg B.H./ha y Kg B.S./ha. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba estadística ANDEVA y la prueba de contraste de Tukey en el software InfoStat versión 2011 p.

b. RENDIMIENTO FORRAJERO

Para determinar esta variable primero se tuvo que identificar el porcentaje de especies deseables (D), poco deseables (PD) e indeseables (I) y las 35 repeticiones realizadas para la estimación de biomasa, sirvieron también para identificar estas especies encontradas en cada uno de los bofedales, para determinar la composición florística en cada bofedal se utilizó el método de comparación con fotografías y herbarios virtuales. La estimación del Rendimiento forrajero es el resultado de la suma de las especies Deseables y Poco deseables, valores utilizados a partir del cálculo de la biomasa seca.

3.2.3. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA ANIMAL EN LOS TRES BOFEDALES.

Se realizó el cálculo en base al rendimiento forrajero. Se consideró como peso promedio de una alpaca 45 kilos, del cual se consideró el 10 % de este peso para multiplicarlo con el número de días de estudio (182.5).

La capacidad de carga se expresó en alpaca/ha/6 meses.

La formula aplicada fue la siguiente:

Calculo de carga animal óptimo de pastoreo (CAO)

$$\text{CAO} = \frac{\text{disponibilidad total materia seca kg/ha/seis meses}}{10\% \text{ Peso del animal} * \text{seis meses}}$$

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. UTILIZACIÓN DEL SIG COMO INSTRUMENTO BASE PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN Y ÁREA DE LOS TRES BOFEDALES:

A. Elaboración de mapas temáticos

La elaboración de mapas temáticos están relacionados a la cartografía de las micro cuencas de Chichillapi, Llusta y Santa Rosa, el primer mapa (Figura 01: Mapa de ubicación de los tres bofedales), segundo mapa (Figura 02: Mapa de ubicación del distrito de Santa Rosa de Masacruz), el tercer mapa (Figura 03: Imagen satelital utilizada para determinar ubicación de bofedales.), el cuarto mapa (Figura 04: Imagen raster del distrito de Santa Rosa de Masacruz), el quinto mapa (Figura 05: Modelo de elevación del distrito de Santa Rosa de Masacruz) y el sexto mapa (Figura 06: Centros poblados del distrito de Santa Rosa de Masacruz).

Domínguez (2000), menciona que un mapa es una representación de la realidad y no la realidad misma, para representar esa realidad deberemos de utilizar unas convenciones, en primer lugar la realidad a representar es generalmente volumétrica y por lo tanto implica un cambio de tres dimensiones a dos.

B. Diagnostico Espacial (MAG), Análisis territorial.

El análisis territorial permitió la identificación de los actores sociales y económicos intervinientes o asentados las zonas aledañas a los bofedales de Chichillapi, Llusta y Santa Rosa de Santa Rosa de Masacruz, como son los grupos sociales dedicados a la ganadería de camélidos sudamericanos, que representa la actividad económica más importante desarrollada en el distrito, y por ende en la microcuenca del mismo nombre. Así mismo permitió determinar las relaciones de estos grupos sociales presentes en la zona con los medios biológicos, ambientales y económicos, esto proporcionó los medios e información a fin de realizar la zonificación económica de la cuenca, por eso Sotomayor *et al* (1991), menciona que los bofedales 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.

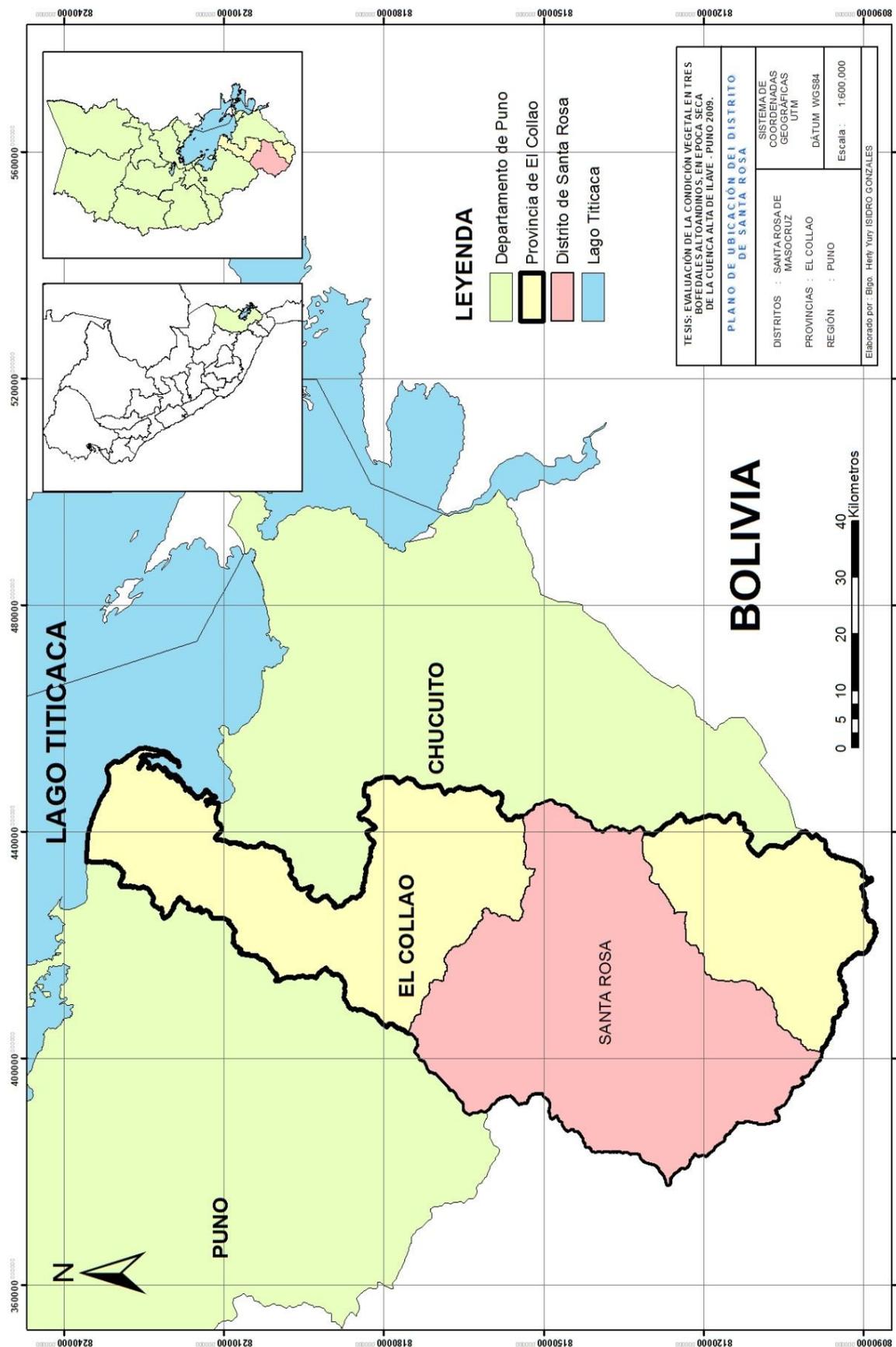


Figura 02: Mapa de ubicación del distrito de Santa Rosa de Masocruz.

- **Criadores de Camélidos Sudamericanos** (dedicados a la crianza de Alpacas principalmente y de llamas en menor número).

Se puede apreciar que estos grupos sociales dedicados a la actividad productiva, cuentan a su vez con predios en diversas zonas de la cuenca, diferenciadas por altura, relieve y condiciones ambientales diferenciadas. Esta característica permite a los productores de la cuenca contar con ecosistemas diversos, donde realizan sus actividades a fin de asegurar parte de la producción animal, protegiendo sus animales de los fenómenos físicos, como heladas, granizo principalmente, asimismo en gran parte de la cuenca se cuenta con ecosistemas denominados bofedales, los cuales proporcionan de agua a los animales y generen las condiciones para el desarrollo de pastos naturales durante todo el año, , por lo que Galván (2002), menciona que en las comunidades pertenecientes a la provincia de El Collao tiene la producción alpaquera como actividad de mayor importancia.

C. Relación entre actores dentro de la cuenca.

Los actores sociales se relacionan entre sí por vínculos comerciales entre ellos, como la comercialización el intercambio de semovientes, compra de fibra de alpaca y llama, carne y cueros, así mismo estos grupos sociales o actores de la cuenca, desarrollan actividades económicas basada en actividades de comercio, y la actividad ganadera durante todo el año, pero esta actividad también se ve afecta a las condiciones físicas propias de la época lluviosa y de la época seca de la región Puno, de la misma manera CAF – BID (2006), menciona que los bofedales producen el forraje que es la base de la alimentación del ganado camélido y del ganado introducido en la región; esta ganadería constituye la única actividad económica posible en el medio ambiente altoandino, y genera varios subproductos para la economía de la región, tales como carne, lana, cueros, estiércol, animales reproductores, etc.; asimismo la ganadería altoandina provee los insumos para actividades derivadas, tales como la artesanía, agricultura, la producción de charque, embutidos, curtiembre, etc., las cuales involucran a un elevado número de familias rurales y urbanas.

De esta manera los grupos socio económicos dependen de manera directa del medio biológico de la cuenca, del medio ambiental, y de las actividades económicas que se desarrollan en esta. De esto también se aprecia que existen conflictos al interior de la cuenca principalmente por el uso del agua, superposición de actividades en el mismo

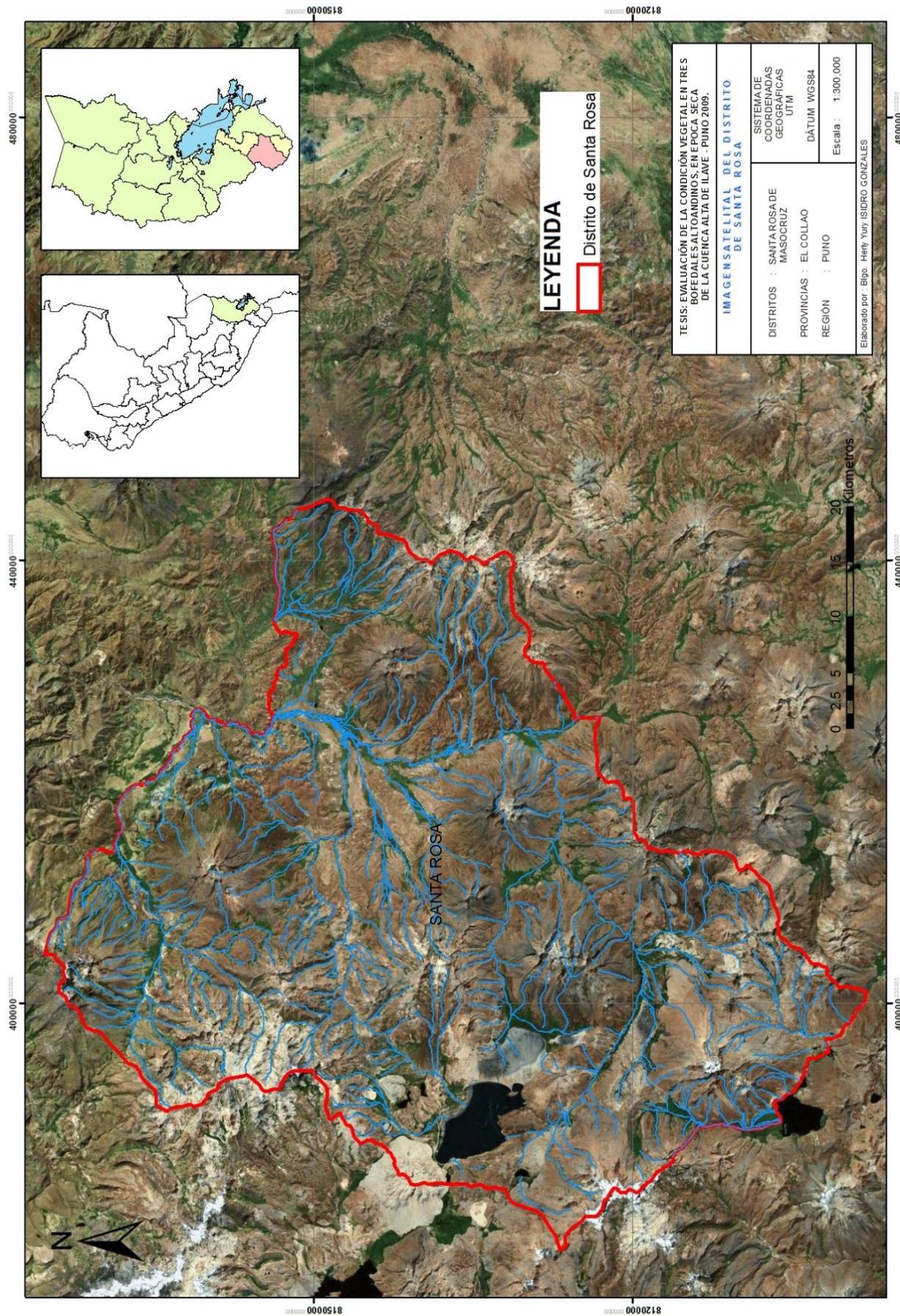


Figura 03: Imagen satelital utilizada para determinar ubicación de bofedales en el distrito de Santa Rosa de Masocruz.

espacio geográfico, sub utilización de zonas, y la interferencia de otras actividades como la minería, que se encuentra latente en la cuenca o se establece de manera aledaña, y por último el crecimiento demográfico de la zona asentada en centros poblados y en la capital del distrito que dinamizan actividades económicas como el comercio y servicios.

D. Identificación de unidades socio económicas (demográfico, económico).

Las unidades socioeconómicas se determinaron asumiendo el aspecto social, más la actividad económica productiva principal que estos desarrollan, para lo cual se asume que las unidades productivas, se especializan en actividades comerciales de ganadería, así mismo como esta se anexan a la demografía de la zona donde los predios o unidades productivas cuentan con vivienda para los productores y a su vez en el medio rural de la cuenca, los centros poblados incrementan su densidad, y se tornan más habitados, habidos de generar nuevas actividades comerciales como bienes y servicios principalmente.

TDPS (2001), menciona que La importancia de la población de alpacas a nivel nacional radica en que el Perú tiene el 80% de la población de alpacas con respecto a la población mundial, el departamento de Puno considerado zona eminentemente alpaquera cuenta con el 85% de alpacas; su crianza está orientada a la producción de fibra, que aporta el 34% de los ingresos, además produce carne, que aporta el restante del 66% de los ingresos.

Resultado del análisis territorial se aprecia que las micro cuencas de Chichillapi, Llusta y Santa Rosa, trasciende al espacio territorial del distrito del mismo nombre, para efecto del presente estudio solo se trabajó con la población y actividades comerciales correspondientes a los centros poblados y territorio del distrito de Santa Rosa de Masocruz.

E. Análisis de la influencia hidrográfica en el desarrollo socio económico

- Zonas de desarrollo de la ganadería dentro de la cuenca.

Una de las características del distrito de Santa Rosa de Masacruz, es la presencia de diversos acuíferos los que proporcionan agua de manera constante y con flujos variados dependiendo de la época en el año, mediante afloramientos conocidos como manantiales o en zonas altas como bofedales. Fuentes (2005), menciona que los bofedales juegan un papel importante en el mantenimiento y almacenamiento del recurso hídrico, como reserva productiva para la época seca durante el año.

Así mismo el ciclo de lluvias anuales se inician en el mes de noviembre hasta el mes de abril, a partir de esta se inicia la época seca, caracterizada por la ausencia de lluvias y lapsos de frío, con la presencia de heladas principalmente.

Estas condiciones proporcionan las condiciones requeridas para el desarrollo de praderas naturales, así mismo los bofedales, estos ecosistemas proporcionan alimento de manera constante a los animales, principalmente camélidos sudamericanos (alpacas) que representan la mayor cantidad de ganado presente en la zona, principalmente asentados en la zona alta del distrito a esto Galván (2002) menciona que la economía campesina gira alrededor de la producción de camélidos sudamericanos, por ser esta especie de mayor adaptación a las condiciones del medio ecológico, esto permite la integración al mercado a través de la comercialización de manera muy especial de la fibra y carne siendo un producto exportable, en contraste a esto Pari (1996), menciona que en el Perú aproximadamente 90,000 familias, son las que se dedican a la crianza de camélidos andinos, las comunidades campesinas crían a estos camélidos en condiciones de extrema pobreza; la altura, el clima, la dispersión poblacional y habitacional, la lejanía de los centros urbanos y la falta de vías de comunicación y servicios, son alguna de las condiciones donde se desenvuelve su economía familiar.

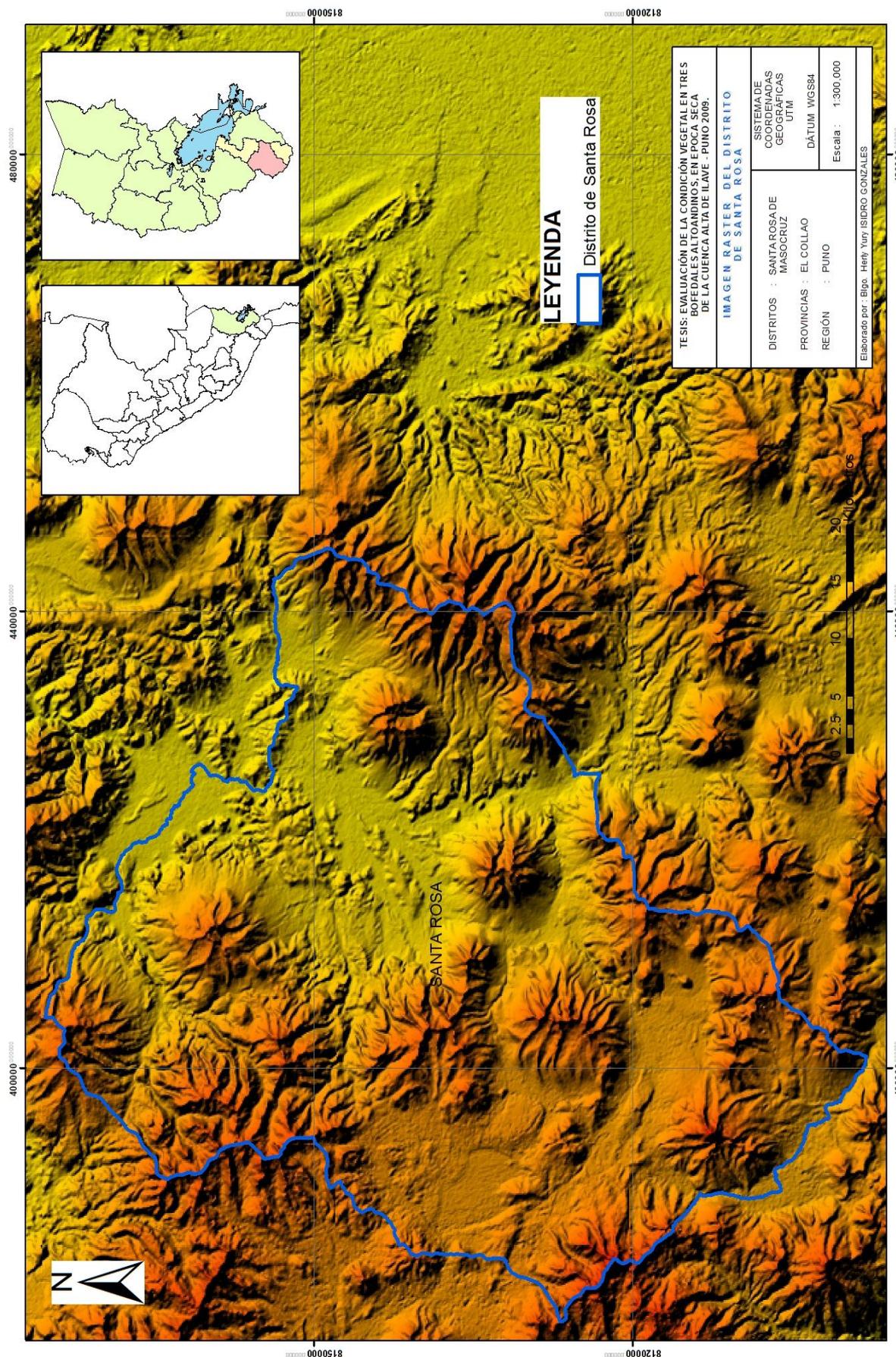


Figura 04: Imagen Raster del distrito de Santa Rosa de Masocruz.

F. Obtención de un sistema de información geográfico el cual permitirá analizar la biodiversidad de vegetación, la composición de las comunidades vegetales y la capacidad de carga de estos para la actividad ganadera.

El sistema de información geográfica se realizó en el software Arc GIS 10, en la plataforma Windows, mediante el uso de las herramientas del ARCToolbox, ARCCatalog, y otras a fin de generar información digital del territorio del distrito de Santa Rosa de Masacruz y de las microcuencas de Chichillapi, Llusta y Santa Rosa, mediante la generación de shape files de puntos, líneas y polígonos, correspondientes a unidades geográficas que superpuestas, permiten el análisis geográfico de los bofedales, así mismo permite gestionar información en bases de datos, mediante el software.

TDPS (2001), al respecto menciona que los datos registrados de bofedales en campo, fueron procesados en diferentes programas de cómputo y su edición correspondiente, primeramente se utilizó el Eagle Point (EP14) Civil Series, obteniendo el producto cartográfico en planos a escala 1:100,000, con coordenadas UTM, los que fueron impresos en formatos A4 a color, en papel canson y bond, incluyendo todos los elementos gráficos y de producción.

Así mismo las imágenes raster y las imágenes satelitales permiten complementar la información geográfica en 2D, a fin de generar análisis y modelamientos en 3D, estas se lograron a partir de información geográfica de geoservidores diversos en el mundo, así mismo el sistema en el cual se diseñó e implementó el sistema de información geográfico, en el sistema de coordenadas en UTM, y en el Datum WG84, dentro de la norma nacional, según Domínguez (2000), opina que el estudio del Medio Ambiente encaja mejor en la lógica de análisis de los sistemas ráster, esto es debido en gran medida a que los primeros sistemas ambientales se desarrollan bajo este formato y a que los estudios medioambientales suelen utilizar variables continuas que se representan mejor en esos sistemas.

La cartografía que se generó se encuentra en el presente estudio, y el sistema de información geográfico, se encuentra en archivo digital en el CD adjunto al presente estudio.

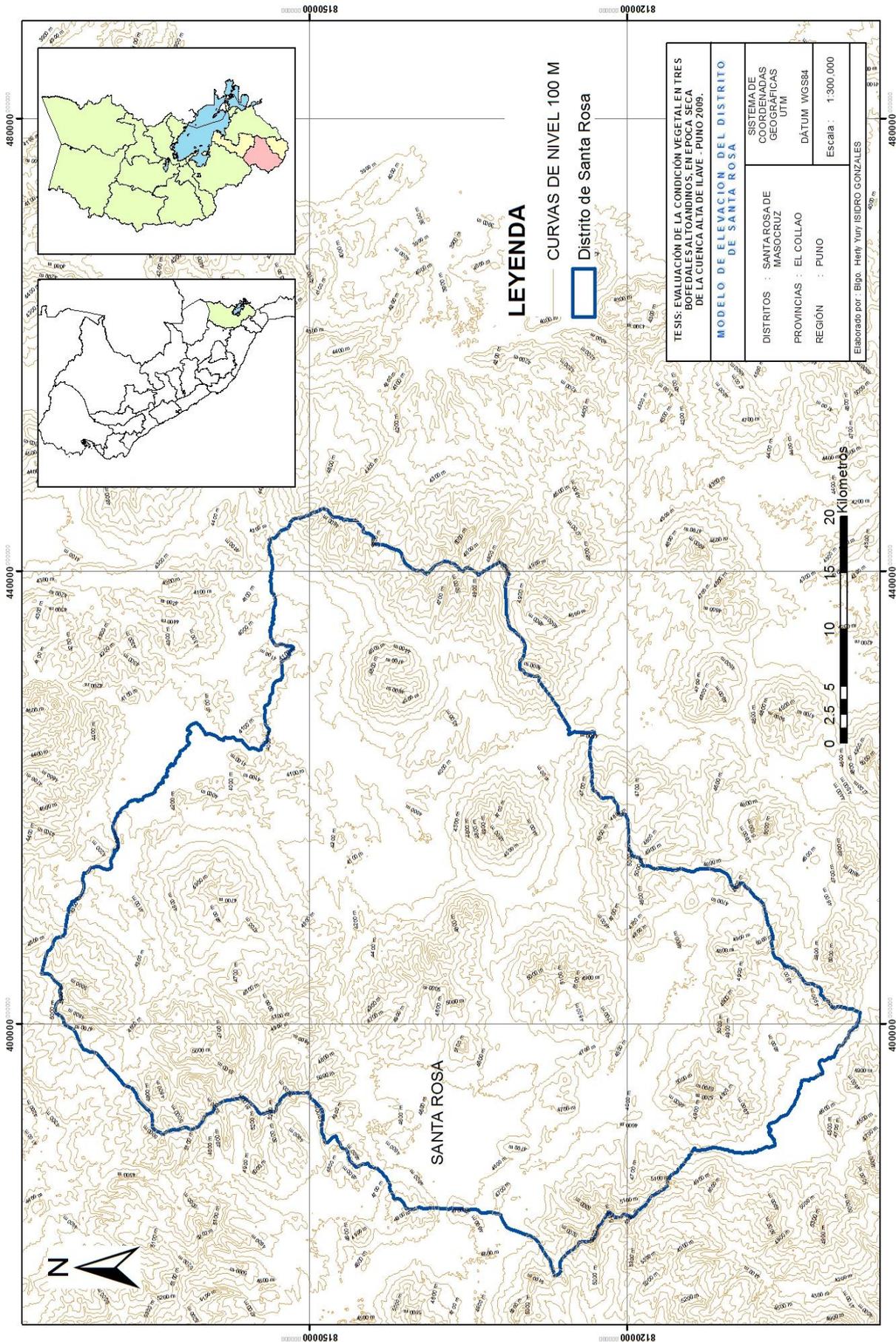


Figura 05: Modelo de elevación del distrito de Santa Rosa de Masocruz.

4.2. ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA (Húmeda y Seca) Y RENDIMIENTO FORRAJERO EN LOS TRES BOFEDALES (Chichillapi, Llusta y Santa Rosa):

A. Estimación de la biomasa (húmeda y seca):

La flora de los bofedales está adaptada a las condiciones ambientales extremas de la Puna altoandina y se caracterizan por presentar un microrrelieve fuertemente ondulado con una red intrincada de canales o cursos de agua corriente; se relaciona con la dominancia de especies herbáceas en “cojines” compactos por sobre las especies rizomatosas que forman los céspedes planos o regulares de los tipos vegetacionales de vegas.

Un aspecto fundamental en estimaciones productivas es la determinación de Biomasa tanto húmeda y seca. Este parámetro indica la capacidad que tiene la vegetación para acumular materia orgánica.

CUADRO 01: Promedio estimado de Biomasa húmeda y seca en los tres bofedales (Kg/ha), junio – noviembre, 2009.

BOFEDAL	EPOCA SECA	
	BIOMASA HUMEDA (Kg/ha)	BIOMASA SECA (Kg/ha)
CHICHILLAPI	2 282.039	684.210
SANTA ROSA	1 869.934	488.672
LLUSTA	1 567.413	367.440

Fuente: N. Huanca, 2009

En el bofedal Chichillapi se estimó una biomasa húmeda promedio de 2 282.039 Kg/ha, y un promedio de Biomasa Seca de 684.210 Kg/ha (Cuadro 01), lo que precisa que este bofedal está irrigado y conservado adecuadamente por los pobladores de la zona, corroborado por Palacios (1997) quien menciona a la irrigación como una estrategia usada para mantener y aumentar la superficie de pastos disponibles, para el mantenimiento de grandes rebaños de camélidos, de la misma manera Tapia (1984), indica que cuando los bofedales son cuidados y mantenidos convenientemente son permanentes e indestructibles.

Los valores menores de biomasa húmeda fueron registrados en el bofedal Llusta, con un promedio de 1 567.413 Kg/ha y biomasa seca de 367.440 Kg/ha (Cuadro 01). De las evaluaciones realizadas podemos indicar que el manejo, conservación y régimen hídrico influyen marcadamente en la producción primaria de las formaciones vegetales. La producción de materia verde o biomasa húmeda en el bofedal de Santa Rosa es de 1 869.934 Kg/ha y 488.672 Kg/ha de biomasa seca, por lo que existe concordancia con resultados de estudios realizados por Villaroel (1997), que expresan rendimientos como 1 705.2 KgMV/ha y 1 635.5 KgMV/ha respectivamente; en praderas de pastoreo de alpacas, cifras muy reducidas para lugares de alta actividad alpaquera.

La hipótesis planteada para este objetivo se cumple, ya que se logró estimar valores específicos para cada bofedal y variable, debido a que el manejo de estos ecosistemas presenta diferencias. Sin embargo los valores estimados no concuerdan con los obtenidos por INIA (2000), quienes evaluaron tres sectores de puna seca en la provincia de El Collao (Sullkanaca, San José y Jihuaña) ubicados a diferentes altitudes obteniendo 8 669.80, 6 165.60 y 10 875.70 KgMV/ha respectivamente.

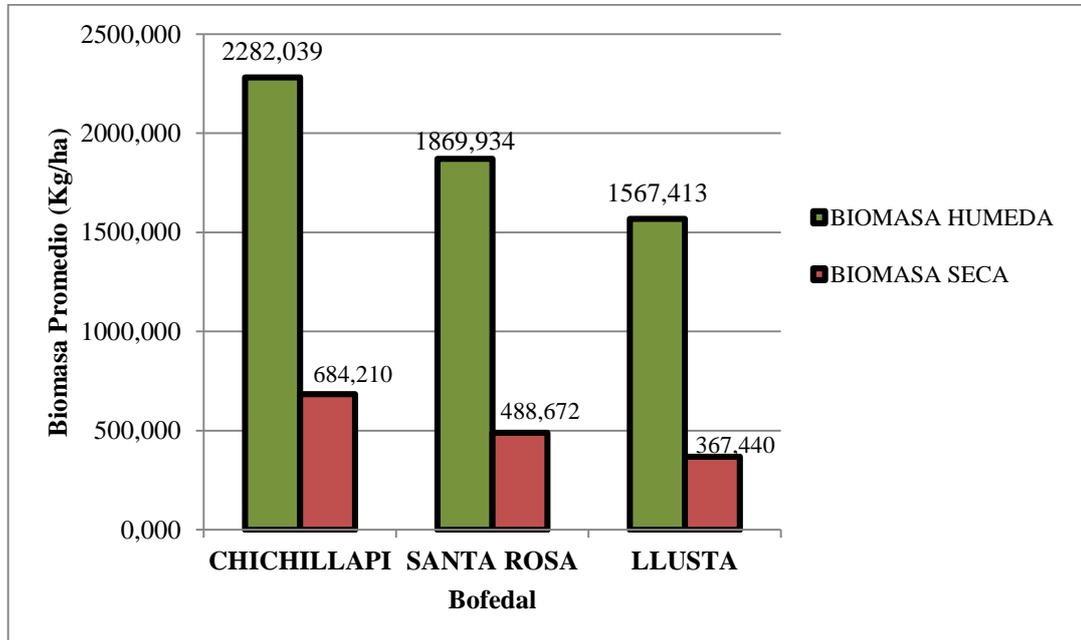


Figura 07: Promedio de Biomasa húmeda y seca en los tres bofedales en época seca 2009.

Fuente: N. Huanca, 2009

En la Figura 07 se puede apreciar la diferencia entre bofedales en cuanto a los valores de biomasa húmeda y seca, esta diferencia se podría establecer debido a la característica

de los suelos, por presentar estos en su composición mayor o menor cantidad de nutrientes.

Los datos de biomasa húmeda fueron transformados a logaritmo 10 para cumplir los supuestos de una prueba paramétrica.

Cuadro 02: Medidas de resumen de los datos Biomasa Húmeda (Kg/ha), transformados a logaritmo base 10.

Bofedal	Variable	N	Media	D.E.	Var (n-1)	CV
Chichillapi	LOG10_B.H.	35	3.33	0.16	0.03	4.91
Llusta	LOG10_B.H.	35	3.22	0.25	0.06	7.81
Sta. Rosa	LOG10_B.H.	30	3.17	0.16	0.02	4.99

Fuente: N. Huanca, 2009

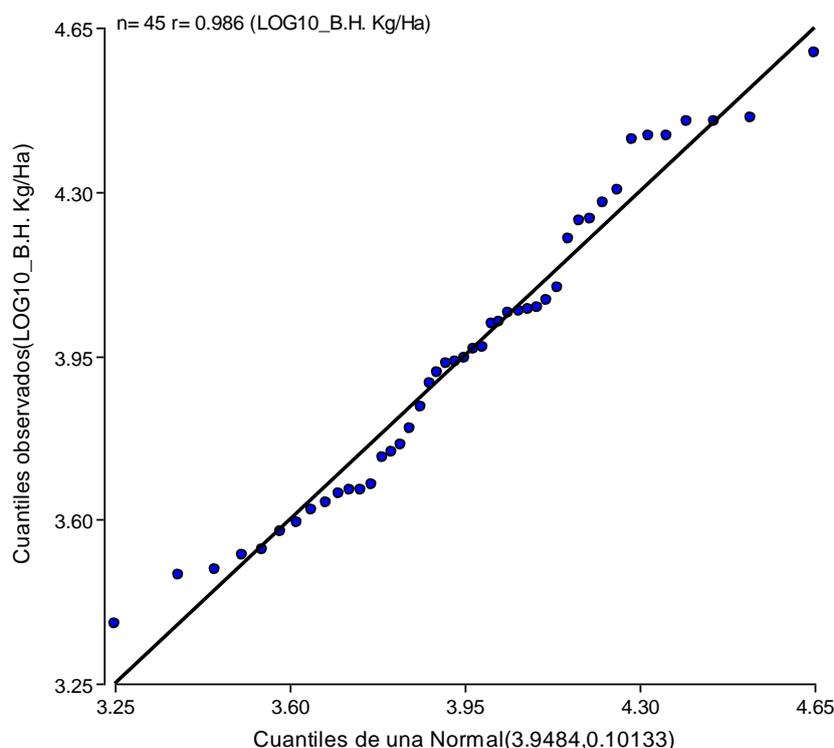


Figura 08: Prueba gráfica de normalidad de datos de Biomasa Húmeda transformados a Log 10, 2012.

Fuente: N. Huanca, 2009

Los datos de biomasa húmeda transformados a log 10 se ajustan a una curva de distribución normal, cumpliendo con el supuesto de normalidad para la aplicación de una prueba paramétrica (Figura 08).

Cuadro 03: Análisis de biomasa húmeda (Kg/ha) en tres bofedales altoandinos, aplicando la prueba de ANDEVA en el software Infostat (Junio - noviembre, 2009).

F.V.	SC	Gl	CM	F	P – valor
Bofedal	0.47	2	0.23	5.97	0.0036
Error	3.78	97	0.04		
Total	4.25	99			

Fuente: N. Huanca, 2009

Existe diferencia estadística de la biomasa húmeda entre los tres bofedales altoandinos ($F_c = 5.97$; $gl = 2,97$; $p = 0.0036$), esto se debe a que el bofedal Chichillapi está manejo de manera adecuada por los pobladores y los bofedales de Santa Rosa y Llusta no presentan este tipo de manejo comunal, ya que son bofedales sobrepastoreados y mal rotados.

Cuadro 04: Análisis de contraste de biomasa húmeda (Kg/ha) en tres bofedales altoandinos, aplicando la prueba de Tukey en el software Infostat (Junio – Noviembre, 2009).

Bofedal	Medias	n	E. E.	Resultado
Chichillapi	3.33	35	0.03	A
Llusta	3.22	35	0.03	A B
Santa Rosa	3.17	35	0.04	B

Fuente: N. Huanca, 2009

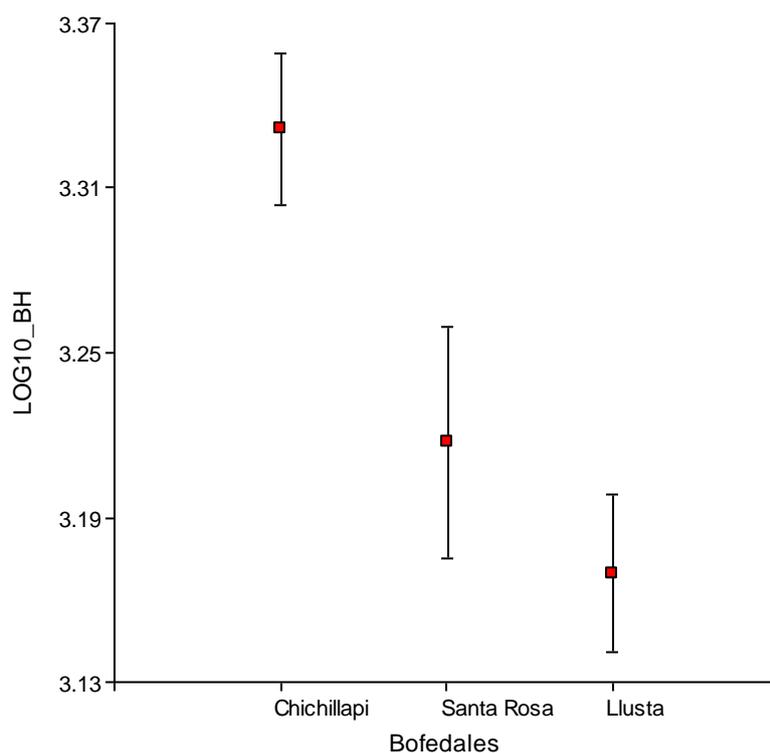


Figura 09: Análisis de contraste gráfico de Log 10 biomasa húmeda (Kg/ha) en tres bofedales altoandinos, (Junio – Noviembre, 2009).

Fuente: N. Huanca, 2009

De acuerdo al Cuadro 04 y Figura 09, es el bofedal Chichillapi el que hace la diferencia con respecto a los otros dos bofedales evaluados, encontrándose una mayor biomasa húmeda. Durante la evaluación, en el bofedal Chichillapi se encontró alrededor de 2 282.04 Kg/ha de B. H., mientras que en los bofedales Santa Rosa y Llusta 1 869.93 y 1 567.41 Kg/ha respectivamente, mientras que Galván (2002), reportó 9 446.61 KgMV/ha en época seca, siendo un resultado superior al encontrado en la evaluación, debido a las diferentes formas de manejo de cada bofedal.

Al igual que en el anterior caso, los datos de biomasa seca fueron transformados a logaritmo 10 para cumplir con los supuestos de una prueba paramétrica.

Cuadro 05: Medidas de resumen de los datos biomasa seca (Kg/ha), transformados a logaritmo base 10.

Bofedal	Variable	N	Media	D.E.	Var (n-1)	CV
Chichillapi	LOG10_B.S.	35	2.76	0.27	0.07	9.84
Llusta	LOG10_B.S.	35	2.60	0.37	0.13	14.09
Sta. Rosa	LOG10_B.S.	30	2.47	0.33	0.11	13.44

Fuente: N. Huanca, 2009

Cuadro 06: Análisis de biomasa seca (Kg/ha) en tres bofedales altoandinos, aplicando la prueba de ANDEVA en el software Infostat (Época seca, 2009).

F.V.	SC	Gl	CM	F	P – valor
Bofedal	1.37	2	0.69	6.48	0.0023
Error	10.27	97	0.11		
Total	11.64	99			

Fuente: N. Huanca, 2009

Existe diferencia estadística de la biomasa seca entre los tres bofedales altoandinos ($F_c = 6.48$; $gl = 2,97$; $p = 0.0023$), debido a que el bofedal Chichillapi presenta dentro de su composición florística a especies resistentes y fuertes, sin embargo en los otros dos bofedales la presencia de este tipo de especies no se hace presente y son más débiles.

Cuadro 07: Análisis de contraste de biomasa seca (Kg/ha) en tres bofedales altoandinos, aplicando la prueba de Tukey en el software Infostat (Junio – Noviembre, 2009).

Bofedal	Medias	n	E. E.	Resultado
Chichillapi	2.76	35	0.05	A
Llusta	2.60	35	0.05	A B
Santa Rosa	2.47	30	0.06	B

En el cuadro 07 se puede observar la diferencia que existe en los tres bofedales, en cuanto a biomasa seca, en el cuadro de resultado se pueden apreciar dos letras distintas lo que hace referencia a la diferencia, esto quiere decir que Chichillapi y Santa Rosa presentan diferencia marcada, debido a varios factores como manejo y conservación de los sitios.

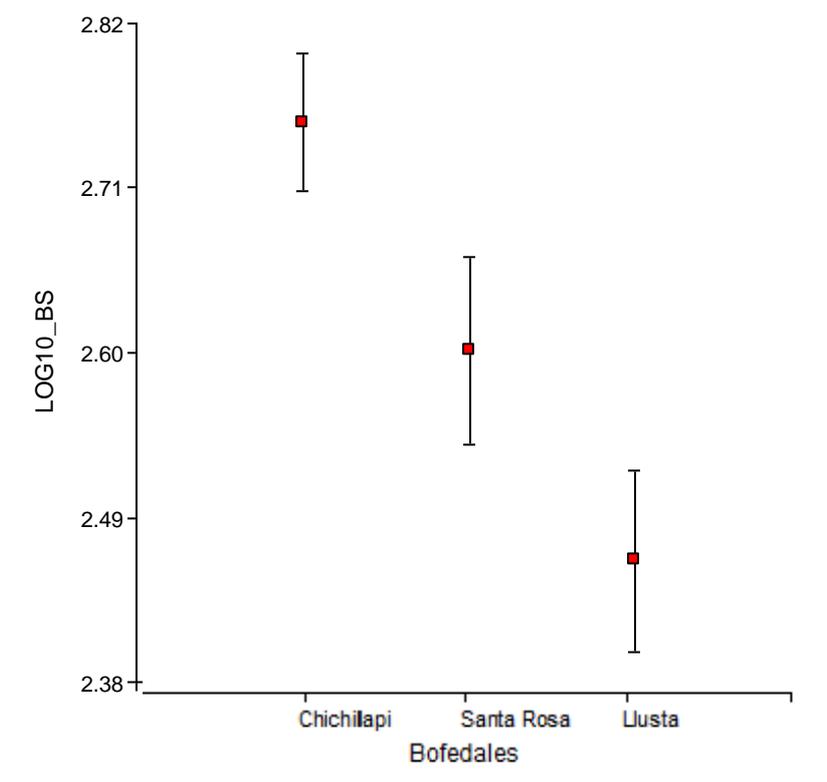


Figura 10: Análisis de contraste gráfico de Log 10 biomasa seca (Kg/ha) en tres bofedales altoandinos, (Junio – Noviembre, 2009).

Fuente: N. Huanca, 2009

De acuerdo al Cuadro 07 y Figura 10, el bofedal Chichillapi es diferente en relación a los otros dos bofedales evaluados, habiendo una biomasa seca mayor. De acuerdo a las medias, en el bofedal Chichillapi se encontró 684.21 Kg/ha de B. S., en Santa Rosa 488.67 Kg/ha, mientras que en el bofedal Llusta sólo 367.44 Kg/ha.

B. Estimación del rendimiento forrajero en tres bofedales altoandinos (Chichillapi, Llusta y Santa Rosa):

Los bofedales son comunidades vegetales complejas que en su composición existen especies que son deseables, poco deseables e indeseables según el grado de palatabilidad del ganado, en tal sentido se comparte la opinión de Alzérreca (1996) quien indica que las especies deseables D, son plantas suculentas, de alta palatabilidad que se pueden consumir por un largo periodo del año, resisten bien al pastoreo y no producen daños al animal, especies poco deseables PD, son perennes, poco palatables; especies indeseables I, aquellos que son poco o nada consumidas por el animal, son especies espinosas, dura y tóxicas.

Al igual que la determinación de cobertura, composición florística, densidad y abundancia; la producción de biomasa verde y seca ha sido una parte importante del presente estudio, ya que permite el conocimiento de la disponibilidad real que ofrece el total de las especies, sirviendo de base para estudios de rendimiento forrajero, capacidad de carga y soportabilidad de una determinada pradera, pudiendo elaborar un plan de manejo para praderas nativas, de utilidad para el productor pecuario. Que permita el mantenimiento, mejoramiento y preservación de estos ecosistemas.

Es importante resaltar que muchas veces la biomasa seca es alta sin embargo el rendimiento disminuye considerablemente esto debido a que las especies indeseables ofertan los mayores valores mientras que las deseables quedan disminuidas.

En cuanto a la riqueza de especies, se logró identificar 35 especies, pertenecientes a 18 familias. Las familias más representativas fueron Asteraceae y Poaceae con 14.3%, Juncaceae y Cyperaceae con 11.4%, mientras que las demás familias estuvieron representadas por una o dos especies (Cuadro 08).

Cuadro 08: Riqueza específica de flora silvestre de los bofedales Chicchillapi, Llusta y Santa Rosa Junio – Noviembre, 2009.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	PALAT.
MAGNOLIOPSIDA	FABALES	FABACEAE	<i>Astragalus peruvianus</i> Vogel. (Julius Rudolph) Theodor	I
	APIALES	ARALIACEAE	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam	D
		APIACEAE	<i>Lilaeopsis andina</i> A.W. Hill	D
	ASTERALES	ASTERACEAE	<i>Hypochoeris</i> sp. L.	D
			<i>Hypochoeris taraxacoides</i> (Walp.) Benth. & Hook	D
			<i>Lucilia kumhiana</i> (DC.) Zardini	D
			<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.	D
			<i>Werneria apiculata</i> Sch. Bip.	D
	BRASSICALES	CAMPANULACEAE	<i>Hypsela reniformis</i> (Khunt) C. Presl.	D
		BRASSICACEAE	<i>Cardamine bonariensis</i> Pers.	D
	CARYOPHYLLES	CARYOPHYLLACEAE	<i>Cerastium danguyi</i> J. F. Macbr.	D
			<i>Gentiana podocarpa</i> (Phil.) Griseb	D
GENTIANALES	GENTIANACEAE	<i>Gentiana sedifolia</i> H.B.K	D	
		<i>Castilleja pumila</i> (Benth) Weddell xHerrera	D	
LAMIALES	OROBANCHACEAE	<i>Nototriche longissima</i> A. W. Hill.	D	
MALVALES	MALVACEAE	<i>Ranunculus breviscapus</i> DC.	PD	
		<i>Ranunculus flagelliformis</i> SM.	PD	
RANUNCULALES	RANUNCULACEAE	<i>Lachemilla diplophylla</i> (Diels) Rothm	D	
ROSALES	ROSACEAE	<i>Lachemilla pinnata</i> (Ruiz & Pav) Rothm	D	
ALISTAMALES	HYDROCHARITACEAE	<i>Elodea potamogeton</i> (Bertero) Espinosa	D	
		<i>Carex</i> sp. L.	PD	
		<i>Eleocharis albibractea</i> Nees & Meyen ex Kunth	D	
		<i>Scirpus</i> sp. L.	PD	
		<i>Scirpus deserticola</i> Phil.	I	
		<i>Oxychloe andina</i> Phil.	I	
		<i>Distichia</i> sp. Nees & Meyen.	D	
		<i>Distichia filamentososa</i> Griseb.	D	
		<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	D	
		<i>Actiagne acicularis</i> Laegaard	D	
POALES	POACEAE	<i>Deyeuxia curvula</i> Weed.	PD	
		<i>Deyeuxia rigescens</i> (J. Presl) Türpe	PD	
		<i>Festuca dolichophylla</i> Presl	D	
		<i>Muhlenbergia fastigiata</i> (J. Presl) Henrard	D	
		<i>Myrsmodes paludosum</i> (Rchb. f.) P. Ortiz	D	
CYANOPHYCEA	ORCHIDALES	ORCHIDACEAE	<i>Nostoc commune</i> Vauch	I
	NOSTOCALES	NOSTOCAEAE		

Fuente: N. Huanca, 2009.

Del mismo modo, Galván (2002), determinó que la composición florística en bofedales de 3 sectores de puna seca (Sullkanaca, Conduriri y Jihuaña) estuvo conformado por 35 especies, siendo las más frecuentes *Distichia sp*, *Distichia muscoides*, *Eleocharis albibracteata*, *Juncus sp*. *Calamagrostis rígida.*, *Festuca dolichophylla*, *Alchemilla pinnata*, *Alchemilla diplophylla*, *Plantago tubulosa*, *Gentiana postrata*, entre otras, típicas de hábitat húmedo y suelos profundos, menciona también que la vegetación natural que se utiliza como recurso forrajero en la ganadería altoandina, en el sur del Perú, tiene una variada composición y frecuencia florística donde el grado de importancia y utilidad de cada especie depende de los factores ambientales, climáticos, edáficos, presión del ganado así como el uso y manejo que recibe por parte de la población involucrada. Dicha variabilidad florística esta dada por el número y porcentaje de especies presentes en el bofedal, donde las especies deseables (palatables) y poco deseables constituyen un factor fundamental para lograr el balance positivo en la alimentación animal.

Cuadro 09: Estimación del Rendimiento Forrajero en tres Bofedales - 2009

BOFEDAL	RENDIMIENTO FORRAJERO (Kg B. S./ha)
	EPOCA SECA
CHICHILLAPI	684.210
SANTA ROSA	488.672
LLUSTA	367.440

Fuente: N. Huanca, 2009

En el Bofedal de Chichillapi se encontró 684.210 Kg B.S./ha, mientras que la disponibilidad forrajera promedio en bofedales durante la época seca fue 1 809.4 KgMS/ha según Choque *et al.* (1990) el que también encuentra una oferta forrajera de 620 a 1 161 KgMS/ha, mientras que Aguirre (1986), señala una producción forrajera de 1 436 KgMS/ha en pajonales y 2 217 KgMS/ha en ladera.

La hipótesis se cumple debido a que cada bofedal presenta valores diferentes entre si, por el diferente manejo de los recursos en cada lugar, el bofedal Llusta se encuentra en estado de sobrepastoreo, el que se percibió al hacer observación directa de la zona y también debido a que las aguas que alimentaban esta zona, se encuentran desviadas y ya

no cumplen su curso natural, por tal razón este bofedal no dispone de suficiente irrigación.

Álvarez (1993), observa marcada predominancia de una determinada especie en producción de materia seca (MS), como se ha visto que ocurre en secano. Sin embargo, las especies vegetales que resaltan con mayor producción de MS, son las Ciperáceas y las Compuestas, siendo las especies que más destacan: *Carex sp.* (32.93%), *Hypochoeris stenocephala* (17.81%), *Festuca dolichophylla* (15.45%), *Distichia sp.* (13.13%) y *Nostoc sp.* (8.03%), sin embargo, Alzérreca (1986), encuentra valores de productividad forrajera con dominancia de *Oxychloe sp.*, de 2 540 KgMS/ha, mientras que Villarroel (1997), indica que las especies *Hypochoeris taraxacoides* y *Distichia muscoides*, son muy palatables, de mayor presencia en bofedales en época húmeda, y expresan rendimientos de 1 705.2 KgMV/ha y 1 635.5 KgMV/ha respectivamente; en praderas de pastoreo de alpacas en Ulla Ulla (Bolivia).

Alzérreca (1983), registra rendimientos de 8 000 KgMS/ha en bofedal hídrico de *Calamagrostis sp* y *Crisantha sp*; alrededor de 9 000 KgMS/ha en bofedal hídrico de *Oxychloe andina* y *Distichia muscoides*, aproximadamente 880 KgMS/ha en bofedal méxico de *Carex sp.* y *Werneria pygmaea*; así como 1 100 KgM.S./ha en praderas méxicas de tipo salina de *Calamagrostis curvula* y Castellaro *et al.* (1998), indica que en productividad de un rebaño de camélidos sudamericanos domésticos de Parinacota, (Chile) obtuvieron una disponibilidad de materia seca que varió entre 1 382 y 3 089 KgMS/ha, entre la época seca y la lluviosa, respectivamente.

4.3. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA EN TRES BOFEDALES ALTOANDINOS (Chichillapi, Llusta y Santa Rosa):

Un factor importante en los estudios de productividad forrajera y manejo de praderas nativas, es el cálculo de la Capacidad de carga de un bofedal altoandino en este caso. Las cifras obtenidas de manera aproximada proporcionarán al productor o investigador el grado de soportabilidad que ofrece un área de bofedal referida.

Para determinar la Capacidad de Carga utilizamos datos de Rendimiento forrajero expresado en Kg M.S./ha y de Consumo Animal por Año expresado en Kg/meses/alpaca. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro10: Estimación de la Capacidad de carga en los tres bofedales – 2009

BOFEDAL	CAPACIDAD DE CARGA (alpaca/ha/06 meses)
	EPOCA SECA
CHICHILLAPI	0.833
SANTA ROSA	0.595
LLUSTA	0.447

La Capacidad de carga en el bofedal Chichillapi en época seca es de 0.833 alpaca/ha/meses, mientras que en los bofedales de Santa Rosa y Llusta se reportó valores de 0.595 y 0.447 alpaca/ha/6meses (Cuadro 10 y Figura 11), mientras que Sotomayor *et al.* (1990) menciona que un bofedal soporta de 5 a 8 unidades ovino UO/ha/año. Los principales problemas que afrontan las praderas naturales están referidos básicamente a la presión que ejerce el animal sobre los pastos.

La soportabilidad de los pastos en los pajonales esta alrededor de 0.34 alpacas/ha/año; en césped de puna 0.15 alpacas/ha/año y en bofedales 1.5 alpacas/ha/año. A pesar de estos índices existe una sobrecarga animal por unidad de área, que en algunos casos llega a 3 animales/ha/año. La presión así ejercida, tiene efectos inmediatos en el deterioro de la cobertura vegetal, desaparición de especies deseables, estancamiento de la propagación natural por semillas y el incremento de especies no deseables.

De otro lado, INIA (2000), encontró una capacidad de carga en el sector Sullkanaca (2.5 UAA/ha), sector San José (2.8 UAA/ha) y Jihuaña (2.0 UAA/ha). Sotelo (1985) se observa que la capacidad de carga de tres áreas fue hallada en base a la condición de pradera, de tal evaluación, los sitios 1 y 2 que corresponden al bofedal, tienen una capacidad de carga de 2.7 UA/ha y 4.44 UV/ha en pastoreo excluyente y corresponde a una condición excelente, en la zona intermedia la condición de la pradera es regular siendo su capacidad de carga de 1.0 UA/ha y 1.65 UV/ha. Estas cifras son muy

importantes en comparación a otras praderas con potencial menor y condición muy pobre 0.17 UA y 0.28 UV/ha

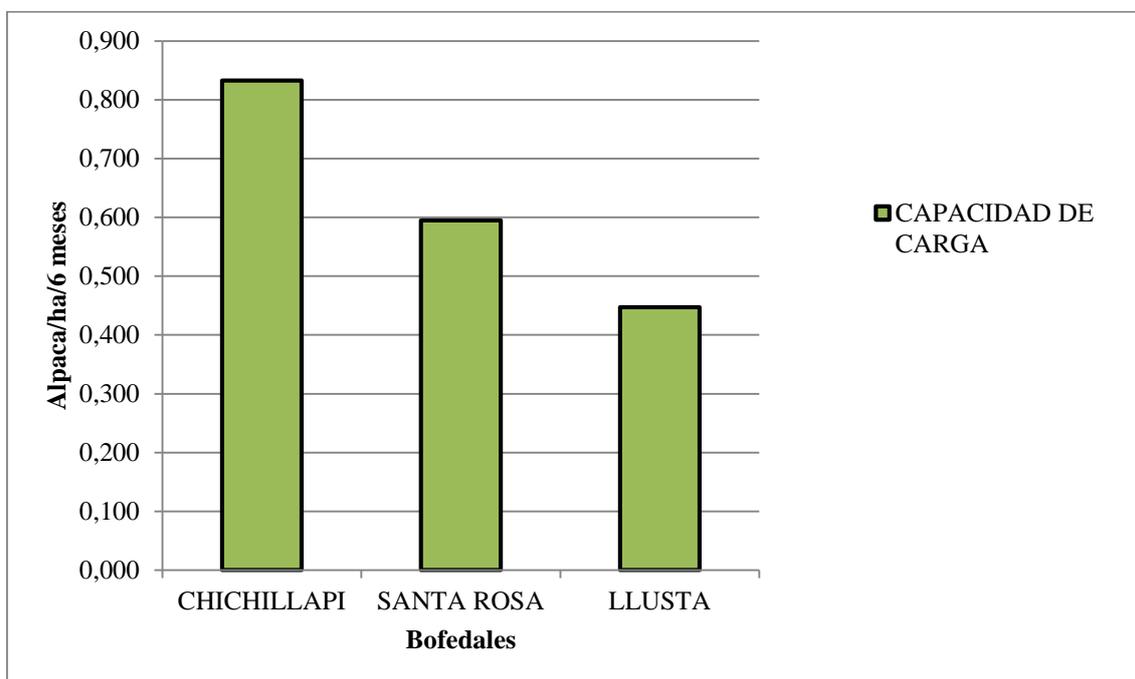


Figura 11: Capacidad de carga (alpaca/ha/06 meses) en tres bofedales – 2009

El bofedal Caylloma presenta una Capacidad de carga de 2.29 y 2.21 UAA/a en época lluviosa y seca respectivamente, cifras bajas en relación al número de alpacas existentes, (aprox. 10 500 cabezas de alpacas), que están generando un sobre pastoreo, sin embargo el problema es más amplio ya que en evaluaciones de productividad en campos nativos de pastoreo de Ulla Ulla (Bolivia), se observa que la capacidad de carga de tres áreas fue hallada en base a la condición de pradera, de tal evaluación, los sitios 1 y 2 que corresponden al bofedal, tienen una capacidad de carga de 2.7 UAA/ha en pastoreo excluyente y corresponde a una condición excelente, en la zona intermedia la condición de la pradera es regular siendo su capacidad de carga de 1.0 UAA/ha.

V. CONCLUSIONES

1. El distrito de Santa Rosa de Masacruz presenta un área total 271 608.72 ha, de los cuales se evaluó 516,52 ha pertenecientes al bofedal Chichillapi, que se encuentra a 21.85 km de la ciudad de Masacruz, hacia el lado sureste; 43.0 ha del bofedal Santa Rosa, a una distancia de 16.8 km al noreste de la ciudad y 31.2 ha del bofedal Llusta, ubicado a una distancia de 12.27 km al lado sur de la ciudad principal del distrito.

Utilizando los sistemas de información geográfica, que facilitaron el trabajo en campo, se abordó los tres problemas fundamentales para ser documentado: entrada de información, archivo/recuperación de información y salida de información y en este estudio se cumplió con las especificaciones y se generaron 06 mapas que indican la localización y área de los tres bofedales estudiados.

2. En el bofedal Chichillapi se estimó 2 282.039 Kg B.H./ha y 684.210 Kg B.S./ha, debido al buen manejo y conservación que recibe este ecosistema, en el bofedal Santa Rosa se estimó 1 869.934 Kg B.H./ha y 488.672 Kg B.S./ha, mientras que en el bofedal Llusta se obtuvo los valores mínimos de 1 567.413 Kg B.H./ha y 367.440 Kg B.S./ha, ya que el estado de este bofedal no es tan bueno, por el sobrepastoreo ocasionado en esta área.

La estimación del Rendimiento forrajero para el bofedal Llusta fue de 367.440 Kg B.S./ha, valor similar se obtuvo del bofedal Santa Rosa 488.672 Kg B.S./ha y para el bofedal Chichillapi se determinó 684.210 Kg B.S./ha. Para caracterizar especies deseables, poco deseables e indeseables se tuvo que evaluar la composición florística y se logró identificar 35 especies de flora pertenecientes a 18 familias, 14 órdenes y 03 clases, de las cuales 04 especies se reportaron como indeseables, 06 especies poco deseables y 25 especies deseables en los tres bofedales de estudio.

3. En la determinación de la capacidad de carga utilizando los datos proporcionados por el Proyecto de Adaptación al cambio climático y de mercado en comunidades de Puno, se estimó a 0.833 alpacas/ha/meses en el bofedal Chichillapi, mientras que en Santa Rosa y Llusta 0.595 alpacas/ha/mes y 0.447 alpacas/ha/meses respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

La utilización de los sistemas de información geográfica, representan una herramienta útil, ya que nos permiten realizar trabajos en menor tiempo, por esta razón recomiendo que la Facultad de Ciencias Biológicas inserte al plan de enseñanza, más horas para el aprendizaje del curso de Sistemas de Información Geográfica en diferentes niveles, por lo que su aprendizaje requiere de mucha práctica.

Muchos bofedales de las zonas altoandinas se ven afectados, por fraccionamiento de hábitat, sobrepastoreo y reducción de su área entre otras debido a muchas causas, que deben ser investigadas para dar solución a este problema que aqueja a los pobladores de esas zonas y que indirectamente también nos afecta, ya que muchos dependemos de los recursos que se producen en estas alturas. Evaluar la biomasa húmeda y seca en las dos épocas del año (lluviosa y seca), para que los criadores de alpacas conozcan el sistema de manejo de los bofedales y de esta manera no causar el sobrepastoreo y obtener como resultado mejor calidad de vida para todos.

Realizar investigación sobre la composición florística de bofedales que se encuentran en altitud superior a 4 500 msnm., de esta manera se contribuiría a sacar un inventario de especies altoandinas que posee nuestro departamento, que representaría una fuente de información a fin de generar programas de manejo de bofedales y afianzar la actividad de crianza de camélidos sudamericanos principalmente la alpaca, en el departamento de Puno, recomendación que doy a todas las instituciones competentes en el manejo de ecosistemas.

Realizar estudios hidrográficos integrales y caracterización de suelos en bofedales altoandinos, es un aspecto muy importante que se debe investigar, ya que para la presente investigación no se contaba con datos sobre caudales y sobre aspectos físicos, químicos y biológicos entre otros.

VII. LITERATURA CITADA

- Altet A. 2006. "Determinación de Zonas potenciales para el cultivo del maíz amiláceo (*Zea mays* L.) en los departamentos de Cusco y Junín mediante uso de Teledetección". Tesis Para Optar el Título de Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 89 pp.
- Álvarez V. 1993. Composición Botánica y Valor Nutricional de las Dietas de *Lamma pacos* (Alpacas) *Lamma glama* (Llamas) y *Ovis aries* (Ovinos) al Pastoreo Libre, Durante el Período de Secano en Puna Seca. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú. 120 pp.
- Alzérreca, A.H. 1986. Campos Nativos de Pastoreo de la Zona Altiplánica y Altoandina de Bolivia. I Convención Nacional en producción de Camélidos Sudamericanos. PMPR - CORDEOR - CEE - INFOL. Oruro - Bolivia.
- Aronoff S. 1989. "Geographic Information Systems: A Management Perspectiva". Ed. WDL. Ottawa. 15 pp.
- Cabrera A. 1978. Flora de la Provincia de Jujuy. Colección Científica del INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Jujuy-Argentina. 725 pp.
- Condori E. 1998. Botánica General. Mijolev Copy (Ed.), Puno - Perú. 247 pp.
- Condori E. 1999. Sistemática de Fanerógamas. Mijolev Copy, Puno - Perú. 484 pp.
- Domínguez B. J. 2000. Breve introducción a la cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Editorial CIEMAT. Ministerio de ciencia y tecnología. Madrid (Spain). 30 pp.
- Enviromental Systems Research Institute (ESRI) 1992. "ARC/INFO: GIS today for tomorrow. Redlands." ESRI White Papers Series. 185 pp.

- Fuentes T. J. C. 2005. Diversidad de flora silvestre de los bofedales de Khuchuchuni y Silluni, ubicado en las ecoregiones (Suni y Puna) del distrito de Mañazo – Puno. Tesis presentada para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno – Perú. 77 pp.
- Flores H. O. J. 2002. Caracterización de la diversidad de flora en bofedales altoandinos y bofedales altiplánicos de Puno. Tesis presentada para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno – Perú. 88 pp.
- Flores F. C. N. 2001. Composición florística en bofedales de Puna húmeda y Puna seca del departamento de Puno. Tesis presentada para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno – Perú. 82 pp.
- Galván Ll. A. P. 2002. Condición vegetal y capacidad de carga en ecoregiones de Puna húmeda y Puna seca en tres bofedales (Caylloma, Sulluhiri y Jihuaña) del departamento de Puno. Tesis presentada para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno – Perú. 108 pp.
- Glosario de términos MINAM. 2012. Glosario de términos para la formulación de proyectos ambientales. Manuel Pulgar Vidal Otárola, Ministro de Medio Ambiente. 118 pp.
- Guevara, M. 1963. “Estudio Experimental sobre Prendimiento de Estacas de Cuatro Especies Forestales Nativas del Cuzco”. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Agrónomo. UNSAC. Cuzco, Perú. 70 pp.
- INIA. 2000. Informe Técnico de Avance I Fase: Proyecto Aprovechamiento del Medio Ambiente Rural. Convenio INIA-Technoserve. 50 pp.

- INIA. 1990. Propuesta de Proyecto: Plan de Desarrollo Ganadero en el Ecosistema Trópico Seco. Programa Nacional de Investigación en Pastos y Forrajes. 21 pp.
- Leon C. e Izquierdo F. 1993. Producción y utilización de los pastizales de la zona altoandina. REPAAN – CIID _ CANADA, Quito – Ecuador. 180 pp.
- Lescano J. 1991. Altiplano ámbito geográfico, demográfico y agroecológico INIA – PISA, Puno – Perú. 230 pp.
- Mamani M. y Arivilca R. 1999. “Dinámica del uso y manejo del recurso agua en comunidades alpaqueras de Puna Seca: Huanacamaya y Bajo Llallagua”. Tesis para optar el título de Licenciado en Biología. Universidad Nacional del Altiplano. Puno- Perú. 70 pp.
- Miranda, F. 1999. Manejo de Praderas Nativas y pasturas cultivadas en el Altiplano de Puno, Illpa - Puno.
- NCGIA. 1990. National Center for Geographic Information and Analysis. “NCGIA Core. Curriculum Santa Bárbara”. Universidad de California. 85 pp.
- Odum E. 1985. "Fundamentos de Ecología". Editorial Interamericana. México D.F. 422pp.
- FAO. 1996. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Extracto, con algunos comentarios y agregados del capítulo del 4to Taller Regional Sobre aplicaciones de la Metodología de la Zonificación Agroecológica y los Sistemas de Información Geográfica de Recursos de Tierra en América Latina y el Caribe”. Boletín de Suelos de la FAO N° 73. Roma. Italia.
- Palacios S. 1998. Estadística Aplicada, Ciencias & Ingeniería. Editorial Educación y Cultura. Cochabamba - Bolivia.

- Pari J. 1996. Planificación Estratégica y Programática operativa en instituciones de desarrollo, Informe de trabajo profesional para optar el título de Ingeniero Economista, Coordinadora Interinstitucional del Sector Alpaquero (CISA), UNA – Puno.
- TDPS. 2001. Proyecto Conservación de la Biodiversidad del Sistema Titicaca, Desaguadero. Poopó y Salar de Coipasa. Evaluación de las características y distribución de los bofedales en el ámbito peruano del sistema TDPS. Subcontrato 21:12. Puno – Perú. 276 pp.
- CAF – BID. 2006. Proyecto comunitario. Diagnóstico comunal y del manejo de la tierra en la comunidad de Chaquilla (municipio de Porco – Potosí) Instituto socioambiental Bolivia. 52 pp.
- Ruiz, C. y Tapia, M. 1987. Producción y manejo de forrajes en los andes del Perú. UNSCH - PISA (INIPA - CIID - ACAI). Lima - Perú.
- Salazar C. (2000). Análisis de requerimientos hídricos de vegas y bofedales en el norte de Chile. Revista vertiente. 12 pp.
- Sotomayor B. 1991. Principales Pastos Alpaqueros del Sur del Perú. Proyecto Alpacas. ART. Lautrec (Ed.). Lima - Perú. 72 pp.
- Sotomayor, *et al.* 1990. “Tecnología Campesina en el pastoreo altoandino”. Proyecto Alpacas. INIA-COTESU/IC. Puno-Perú. 143 pp.
- Tapia M. 1984. Pastoreo y Pastizales de los Andes del Sur del Perú. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. Lima - Perú. 321 pp.
- Tyler Miller, Jr. 2002. Introducción a la Ciencia Ambiental. Desarrollo sostenible de la tierra. Revisión en castellano 5ta edición. Thomson editores. 459 pp.

Vargas G. 1992. Estructura dinámica estacional de la vegetación en Bofedal, Tolar y Pajonal "Iru Ichu" en el Ecosistema de Puna Seca. Tesis para optar el título de: Ingeniero Zootecnista. Universidad Agraria La Molina. Lima-Perú. 138 pp.

Villarroel J. 1997. Balance forrajero y nutricional en Áreas de Producción de Alpacas de Ulla Ulla (Borrador de Tesis). Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba-Bolivia.

ANEXOS

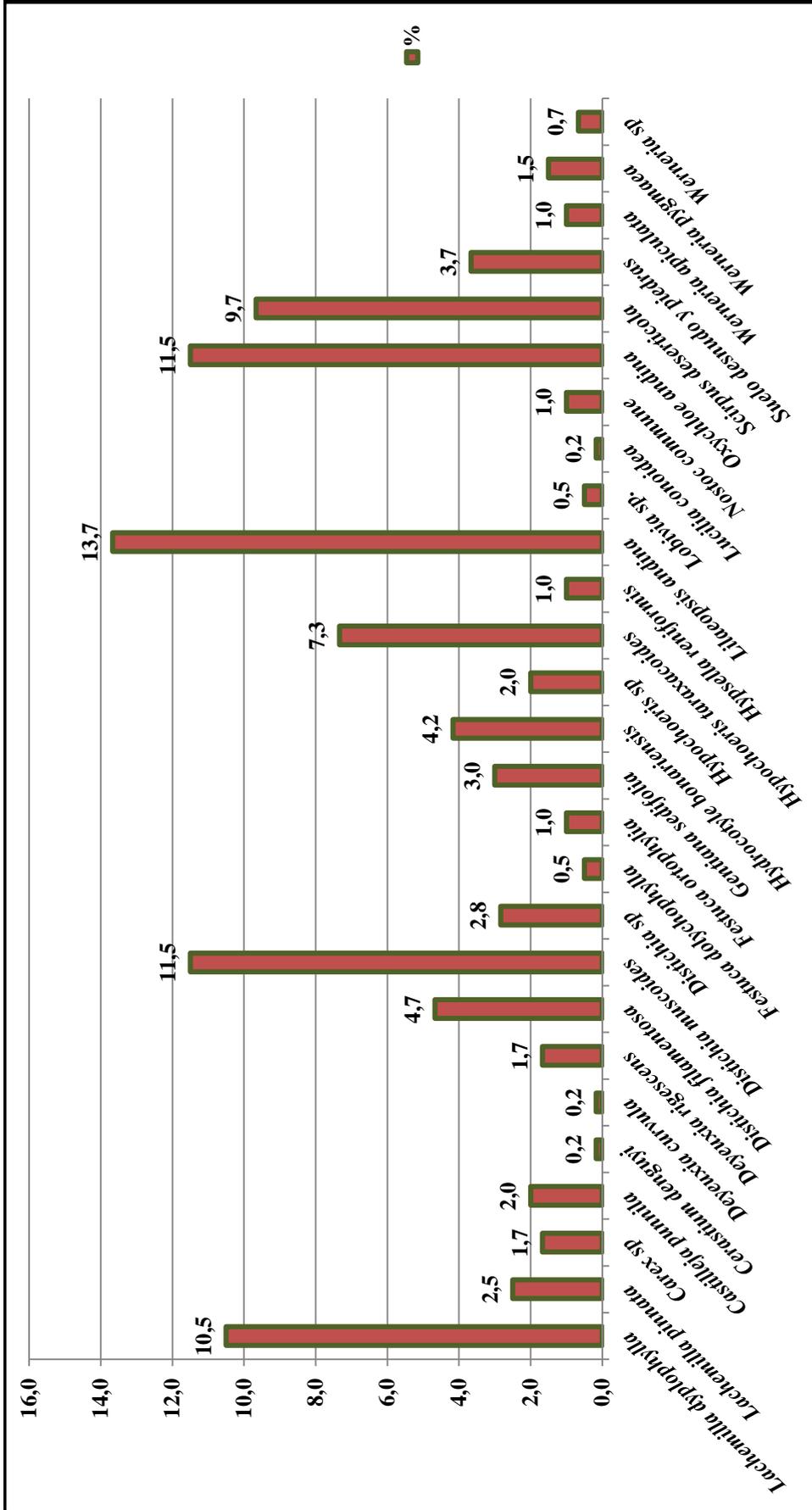


Figura 12: Valor porcentual de la Composición Florística en el Bofedal Chichillapi – 2009.

Fuente: N. Huanca, 2009

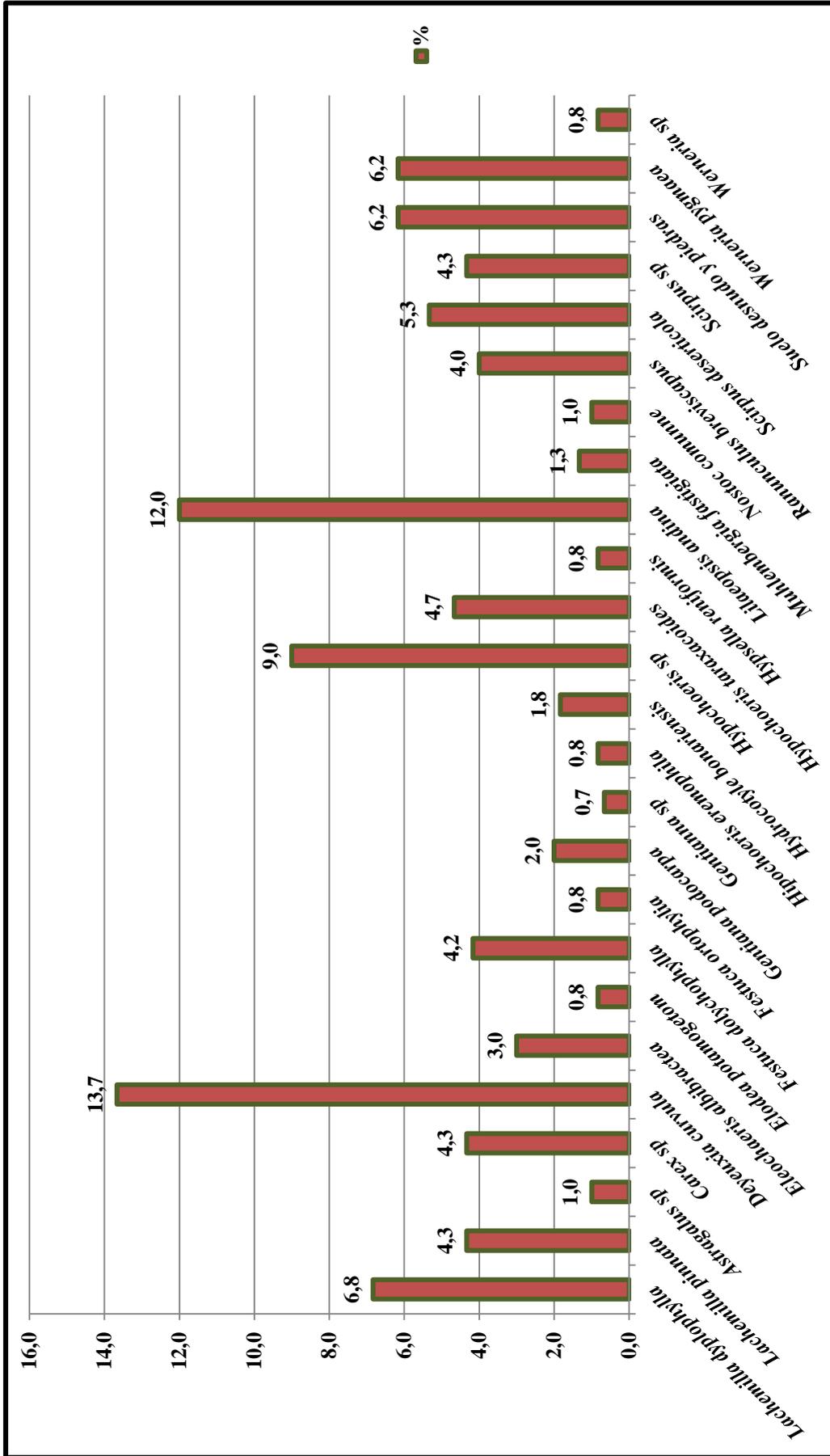


Figura 13: Valor porcentual de la Composición Florística en el Bofedal Llusta – 2009.

Fuente: N. Huanca, 2009

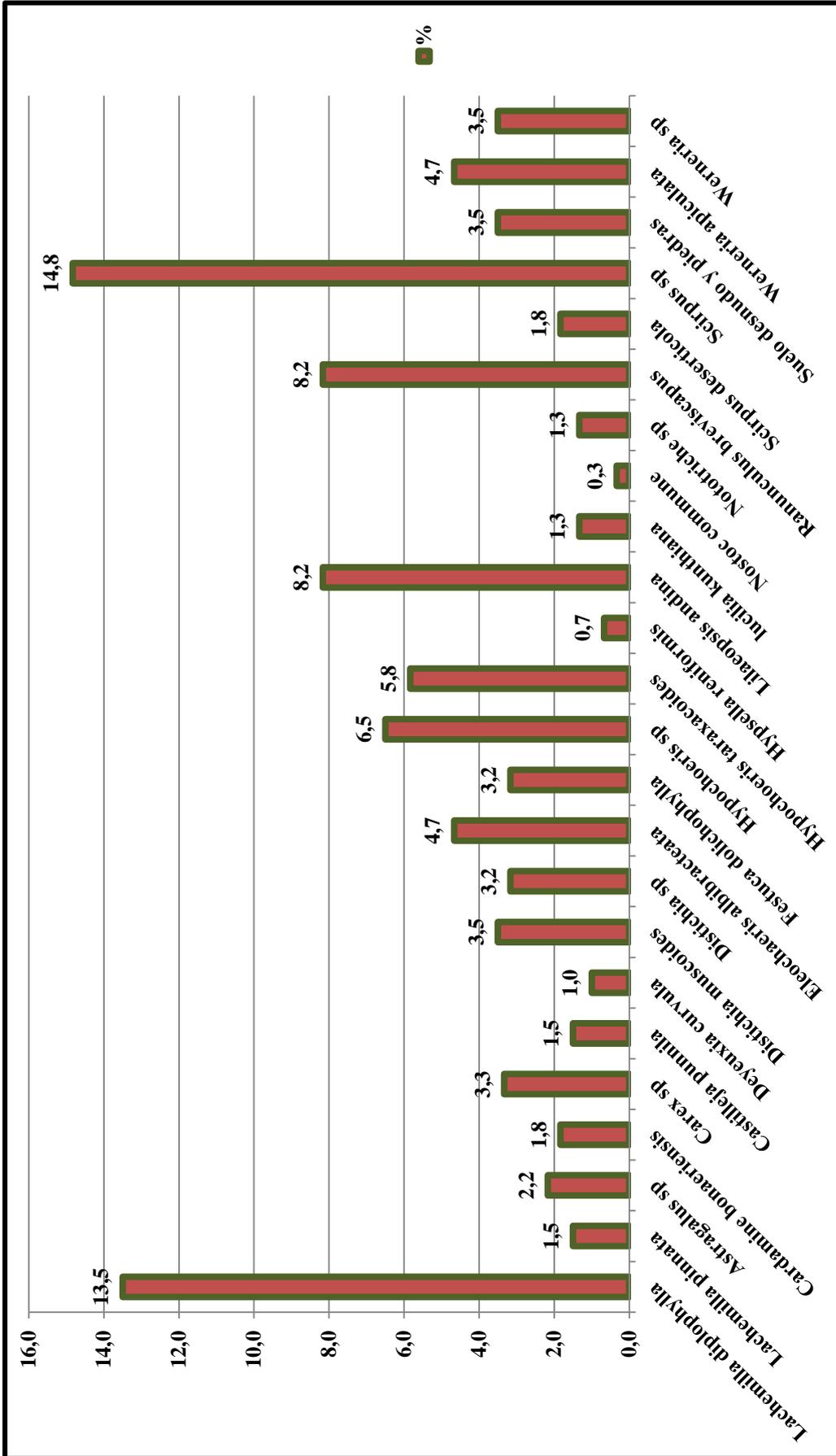


Figura 14: Valor porcentual de la Composición Florística en el Bofedal Santa Rosa – 2009

Fuente: N. Huanca, 2009



Figura 15: *Lachemilla diplophylla*
Nombre común: " Libro - libro "



Figura16: *Myrosmodes palodosum*
Nombre común: Lluchu lluchu



Figura17: *Lachemilla pinnata*
Nombre común: Sillu sillu



Figura18: *Hydrocotyle bonariensis*
Nombre común: sombrero de agua



Figura 19: *Ranunculus breviscapus*
Nombre común: Ch'iñi Kururu



Figura 20: *Hypochoeris sp*
Nombre común: Qochi T'ika



Figura 21: *Castilleja pumila*
Nombre común: Frutillo



Figura 22: *Nostoc commune*
Nombre común: Llucllucha, Llaita,
Ururupsha.



Figura 23: *Lilaeopsis andina*
Nombre común: Caña caña, Chinga.



Figura 24: *Werneria pygmaea*
Nombre común:
Especie forrajera de importancia alta
para el ganado altoandino.



Figura 25: *Aciachne acicularis*
Nombre común: " Llapa llapa, Llapa
chiji, packo - champa".



Figura 26: *Hypochoeris taraxacoides*
Nombre común: Ojho pilly.



Figura 27: *Werneria apiculata*
Nombre común: Algodonero, T'asta
Maransela, Pachaj Chaki, Liriu .



Figura 28: *Gentiana sedifolia*
Nombre común: Pinjachi



Figura 29: *Cardamine bonariensis*
Nombre común: clavelillo.



Figura 30: *Eleocharis albibracteata*
Nombre común: Quemillo



Figura 31: *Lucilia kunthiana*
Nombre común: Qochi Wira wira



Figura 32: *Scirpus deserticola*
Nombre común: “Qochi chiji, Ch’iñi qochi .



Figura 33: *Scirpus sp*
Nombre común:



Figura 34: *Gentiana podocarpa* (flor).
Nombre común: P’enca P’enca



Figura 35: *Nototriche longissima*
Nombre común: Thurpa.



Figura 36: *Carex sp.*
Nombre común: Qoran qopan



Figura 37: *Oxychloe andina*
Nombre común: Packo



Figura 38: *Distichia sp.*
Nombre común:



Figura 39: *Cerastium danguyi*
Nombre común: Clavel, Luria T'ika.



Figura 40: *Festuca dolichophylla*
Nombre común: Chiliwa.

Cuadro 11: Base de datos sin transformación de los tres bofedales Chichillapi, Llusta y Santa Rosa (junio – noviembre, 2009).

BOFEDALES EN ESTUDIO (junio - noviembre, 2009)												
	CHICHILLAPI				SANTA ROSA				LLUSTA			
	BH	Kg/ha	BS	Kg/ha	BH	Kg/ha	BS	Kg/ha	BH	Kg/ha	BS	Kg/ha
1	13.259	2121.440	4.657	745.120	17.413	2786.080	2.226	356.160	4.218	674.880	1.152	184.320
2	16.642	2662.720	6.273	1003.680	13.595	2175.200	3.083	493.280	13.187	2109.920	0.994	159.040
3	17.085	2733.600	8.585	1373.600	4.423	707.680	0.900	144.000	5.186	829.760	2.129	340.640
4	7.619	1219.040	2.329	372.640	1.349	215.840	0.050	8.000	5.672	907.520	2.346	375.360
5	20.329	3252.640	11.202	1792.320	19.450	3112.000	3.161	505.760	8.592	1374.720	2.396	383.360
6	15.490	2478.400	10.340	1654.400	10.991	1758.560	3.124	499.840	8.977	1436.320	1.070	171.200
7	11.832	1893.120	5.875	940.000	11.075	1772.000	5.950	952.000	8.529	1364.640	3.420	547.200
8	19.542	3126.720	5.548	887.680	10.146	1623.360	3.588	574.080	11.281	1804.960	0.499	79.840
9	8.725	1396.000	1.756	280.960	14.397	2303.520	4.223	675.680	11.623	1859.680	1.324	211.840
10	6.997	1119.520	2.602	416.320	3.162	505.920	1.281	204.960	15.440	2470.400	1.601	256.160
11	18.248	2919.680	3.709	593.440	8.782	1405.120	2.164	346.240	10.000	1600.000	3.040	486.400
12	8.554	1368.640	3.597	575.520	9.762	1561.920	3.301	528.160	5.942	950.720	3.003	480.480
13	17.438	2790.080	1.915	306.400	14.384	2301.440	1.537	245.920	9.034	1445.440	0.368	58.880
14	6.489	1038.240	2.000	320.000	13.110	2097.600	2.510	401.600	17.675	2828.000	0.530	84.800
15	13.287	2125.920	2.840	454.400	11.438	1830.080	2.623	419.680	8.475	1356.000	2.173	347.680
16	18.837	3013.920	5.775	924.000	15.477	2476.320	0.914	146.240	8.840	1414.400	0.410	65.600
17	4.054	648.640	2.428	388.480	4.071	651.360	1.309	209.440	9.624	1539.840	3.058	489.280
18	10.867	1738.720	3.435	549.600	7.771	1243.360	3.299	527.840	12.598	2015.680	0.550	88.000
19	10.917	1746.720	1.952	312.320	5.857	937.120	1.984	317.440	8.636	1381.760	3.144	503.040
20	19.824	3171.840	6.087	973.920	16.093	2574.880	5.295	847.200	11.676	1868.160	5.524	883.840
21	15.256	2440.960	3.937	629.920	8.528	1364.480	2.723	435.680	8.475	1356.000	4.182	669.120
22	8.700	1392.000	0.880	140.800	18.394	2943.040	3.134	501.440	11.564	1850.240	4.779	764.640
23	18.720	2995.200	2.078	332.480	16.377	2620.320	3.719	595.040	11.949	1911.840	4.311	689.760
24	16.416	2626.560	5.500	880.000	13.291	2126.560	4.450	712.000	13.633	2181.280	2.800	448.000
25	15.956	2552.960	1.386	221.760	13.743	2198.880	3.707	593.120	12.788	2046.080	1.328	212.480
26	19.031	3044.960	9.398	1503.680	12.269	1963.040	2.781	444.960	7.002	1120.320	2.155	344.800
27	13.122	2099.520	3.484	557.440	7.607	1217.120	3.419	547.040	10.052	1608.320	3.295	527.200
28	16.434	2629.440	4.676	748.160	8.569	1371.040	3.654	584.640	3.649	583.840	1.384	221.440
29	15.871	2539.360	4.939	790.240	5.465	874.400	2.523	403.680	8.465	1354.400	2.661	425.760
30	14.236	2277.760	1.316	210.560	14.263	2282.080	4.081	652.960	11.108	1777.280	3.269	523.040
31	17.007	2721.120	2.133	341.280	9.530	1524.800	4.188	670.080				
32	16.776	2684.160	2.302	368.320	17.597	2815.520	5.220	835.200				
33	15.233	2437.280	7.556	1208.960	18.441	2950.560	5.784	925.440				
34	16.805	2688.800	2.636	421.760	17.188	2750.080	3.961	633.760				
35	13.598	2175.680	4.545	727.200	15.040	2406.400	1.031	164.960				
TOTAL		79871.360		23947.360		65447.680		17103.520		47022.400		11023.200
PROMEDIO		2282.039		684.210		1869.934		488.672		1567.413		367.440