

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



**DIVERSIDAD Y BIOMASA DE FLORA
SILVESTRE EN EL BOFEDAL LA MOYA – AYAVIRI**

TESIS

PRESENTADO POR:

Br. NURYA ORTIZ NUÑEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

**PUNO – PERÚ
2016**

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



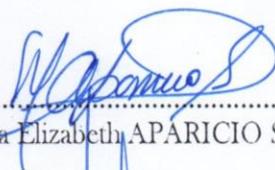
**DIVERSIDAD Y BIOMASA DE FLORA
SILVESTRE EN EL BOFEDAL LA MOYA - AYAVIRI**

TESIS

PRESENTADO POR:
Br. NURYA ORTIZ NUÑEZ
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

APROBADO POR EL JURADO REVISOR, CONFORMADO POR:

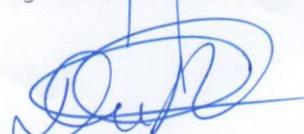
PRESIDENTE DEL JURADO:


.....
Mg. Martha Elizabeth APARICIO SAAVEDRA

PRIMER MIEMBRO

: 
.....
Mg. Dante MAMANI SAIRITUPAC

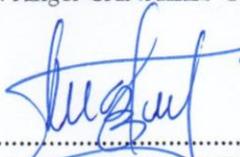
SEGUNDO MIEMBRO

: 
.....
Dra. Dina PARI QUISPE

DIRECTOR DE TESIS

: 
.....
Dr. Ángel CANALES GUTIÉRREZ

ASESOR DE TESIS

: 
.....
Mg. Ivon Rocío GUTIERREZ FLORES

ÁREA : ECOLOGÍA

TEMA : DIVERSIDAD BIOLÓGICA

DEDICATORIA

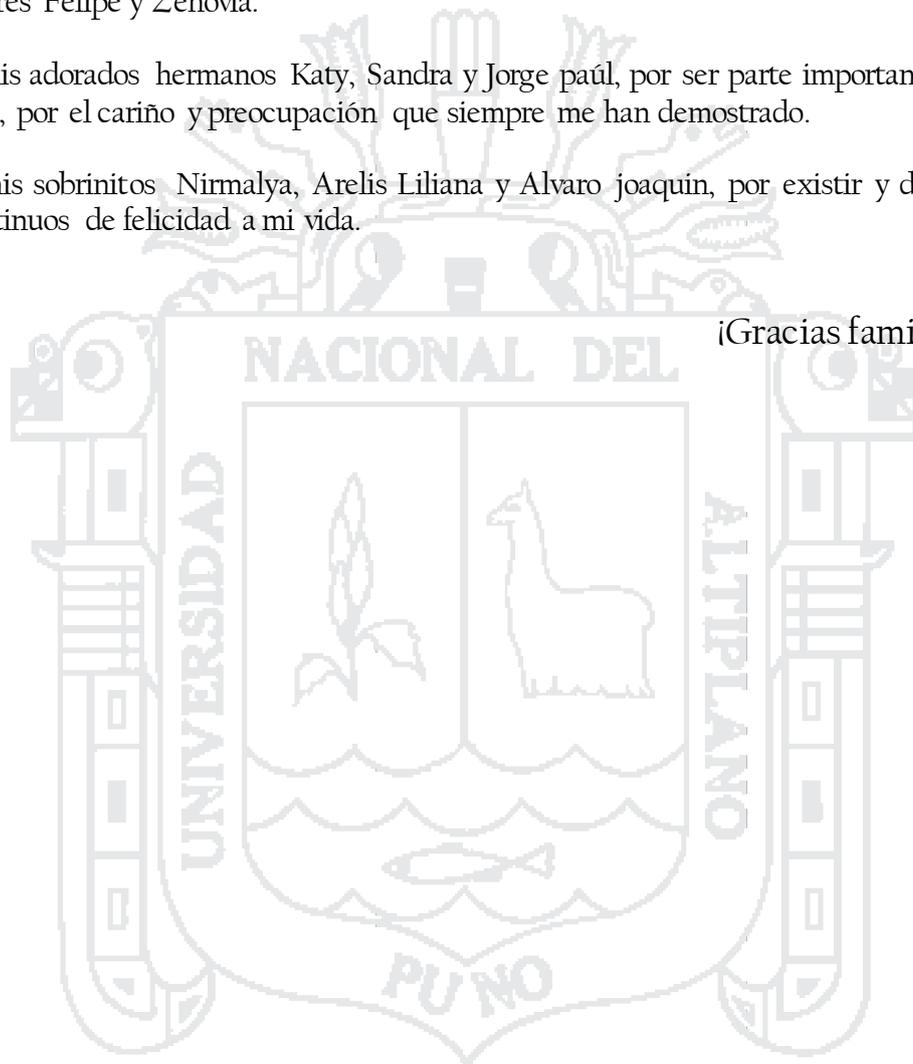
A papá Dios por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo alegría.

Con todo mi amor, cariño y respeto dedico esta tesis a los seres que me dieron la vida y la oportunidad de crecer como persona en lo familiar, profesional y espiritual, mis queridos padres Felipe y Zenovia.

A mis adorados hermanos Katy, Sandra y Jorge paúl, por ser parte importante de mi vida, por el cariño y preocupación que siempre me han demostrado.

A mis sobrinitos Nirmalya, Arelis Liliana y Alvaro joaquin, por existir y darle destellos continuos de felicidad a mi vida.

¡Gracias familia, los amo!



AGRADECIMIENTOS

A mi universidad por permitir que me convierta en un ser profesional en lo que tanto apasiona, gracias a cada maestro de la Facultad de Ciencias Biológicas que hizo parte de este proceso integral de formación.

Al Dr. Ángel Canales Gutiérrez, por haber aceptado la dirección de la presente Tesis, y por su gran ayuda en diversos aspectos de la misma y A la Mg. Ivon Rocio Gutiérrez Flores, por su valioso asesoramiento, pero sobre todo por su gran paciencia durante la redacción del documento final.

A mis jurados la Mg. Martha Elisabeth Aparicio Saavedra, Mg. Dante Mamani Sairitupac y la Dra. Dina Pari Quispe, por el apoyo y la guía para la presentación final del informe de tesis.

Al Prof. Rene Herminio Alfaro Tapia, por su apoyo y preocupación y al Ing. José Rossel Fernández, por apoyarme con material bibliográfico de taxonomía botánica.

A mi abuelita bella, gracias por preocuparte por mí, qué comidas más ricas me esperaban al volver del campo, cuando volvía tan cansada.

A mis Amigas y amigos de la universidad, en especial a Jessy, Jubis y Lupe, por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidare, agradecer también a los Legendarios Qhantati amigos músicos míos, con quienes compartí momentos maravillosos haciendo música, haciéndome olvidar los momentos de estrés vividos.

Gracias a todos los seres vivos por ser nuestra inspiración y objeto de estudio en trabajos que nos permiten tener una conexión con su vivir.

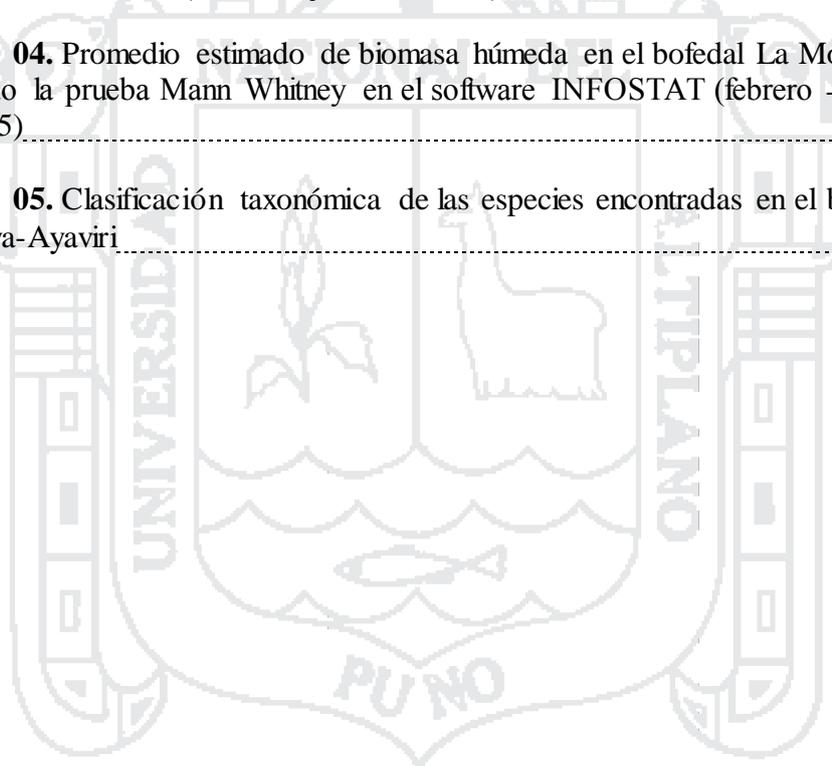
¡Muchas Gracias, Ya Soy Bióloga! =)

ÍNDICE

| | Pág. |
|---|------|
| RESUMEN | |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 12 |
| 2.1. Antecedentes..... | 12 |
| 2.1.1 Estudios de diversidad florística realizados en la región de Puno..... | 12 |
| 2.1.2 Estudios de diversidad florística realizados en el Perú..... | 12 |
| 2.1.3 Estudios internacionales de diversidad florística..... | 13 |
| 2.1.4 Impactos en bofedales en el mundo..... | 13 |
| 2.1.5 Estudios nacionales sobre biomasa..... | 14 |
| 2.1.6 Estudios internacionales sobre biomasa..... | 15 |
| 2.2. Marco teórico..... | 16 |
| 2.2.1. Caracterización de bofedales..... | 16 |
| 2.2.3. Niveles de biodiversidad..... | 16 |
| 2.2.4. Tipos de diversidad biológica..... | 17 |
| 2.2.5. Importancia de la biodiversidad..... | 19 |
| 2.2.6. Influencia de los factores ambientales en la diversidad de especies..... | 20 |
| 2.2.7. Producción de biomasa..... | 20 |
| 2.3. Marco conceptual..... | 22 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 23 |
| 3.1. Área de estudio..... | 23 |
| 3.2. Tipo de estudio..... | 25 |
| 3.3. Población y muestra..... | 25 |
| 3.4. Metodología..... | 25 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 31 |
| V. CONCLUSIONES..... | 42 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 43 |
| VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA..... | 44 |
| ANEXOS..... | 51 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|---|------|
| Cuadro 01. Promedios de precipitación pluvial (mm), en el distrito de Ayaviri durante el año 2015..... | 23 |
| Cuadro 02. Análisis de la riqueza específica de la flora silvestre del bofedal La Moya, aplicando la prueba Mann Whitney en el software INFOSTAT (febrero - julio del 2015)..... | 32 |
| Cuadro 03. Análisis de la diversidad de flora silvestre (Índice de Simpson- Índice de Shannon) del bofedal La Moya, aplicando la prueba Mann Whitney en el software INFOSTAT (febrero - julio del 2015)..... | 33 |
| Cuadro 04. Promedio estimado de biomasa húmeda en el bofedal La Moya, aplicando la prueba Mann Whitney en el software INFOSTAT (febrero - julio del 2015)..... | 39 |
| Cuadro 05. Clasificación taxonómica de las especies encontradas en el bofedal La Moya-Ayaviri..... | 51 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | pág. |
|--|------|
| Figura 01. Ubicación de la zona de estudio (febrero-julio 2015)..... | 24 |
| Figura 02. Establecimiento de transectos y ubicación de los cuadrantes de 1m x 1m, en el bofedal La Moya (febrero-julio 2015)..... | 26 |
| Figura 03. Recolección de las especies de flora no reconocidas en la zona de estudio (febrero-julio 2015)..... | 26 |
| Figura 04. Establecimiento de transectos y ubicación de los cuadrantes de 0.25 m x 0.25 m dentro de los cuadrantes de 1m x 1m (febrero-julio 2015)..... | 28 |
| Figura 05. Recolección de la biomasa húmeda del cuadrante de 0.25 m x 0.25 m (febrero-julio 2015)..... | 29 |
| Figura 06. Pesaje de las muestras de biomasa (febrero-julio 2015)..... | 29 |
| Figura 07. Distribución de las familias de flora silvestre registradas en el bofedal La Moya-Ayaviri (febrero-julio 2015)..... | 31 |
| Figura 08. Especies dominantes en la época lluviosa (febrero-julio 2015)..... | 35 |
| Figura 09. Especies dominantes en la época seca (febrero-julio 2015)..... | 36 |
| Figura 10. Promedio de biomasa húmeda del bofedal La Moya-Ayaviri (febrero-julio 2015)..... | 38 |
| Figura 11. Vista panorámica del bofedal La Moya-Ayaviri (febrero-abril 2015)..... | 52 |
| Figura 12. Vista panorámica del bofedal La Moya-Ayaviri (mayo-julio 2015)..... | 52 |
| Figura 13. Algunas especies de fauna del bofedal La Moya-Ayaviri (febrero-julio 2015)..... | 52 |
| Figura 14. Algunos ojos de agua, que ingresan al bofedal La Moya-Ayaviri (febrero-julio 2015)..... | 53 |
| Figura 15. Ganado que ingresa al bofedal La Moya-Ayaviri a pastorearse (febrero-julio 2015)..... | 53 |
| Figura 16. Presencia de personas lavando ropa en el manantial más grande del bofedal, en épocas lluviosa y seca (febrero-julio 2015)..... | 53 |

Figura 17. Aguas residuales de la ciudad de Ayaviri, que ingresan directamente hacia el bofedal La Moya (febrero-julio 2015)..... 54

Figura 18. Corrida de toros en honor a la patrona de Ayaviri, realizado cada año dentro del bofedal La Moya (febrero-julio 2015)..... 54

Figura 19. Relación de especies de flora silvestre encontradas en el bofedal La Moya-Ayaviri, de la especie 1 a la especie 44 (febrero-julio 2015)..... 55



RESUMEN

Los bofedales permiten el desarrollo de una diversidad de flora y fauna característica, constituyendo así un medio ecológico de vital importancia, el mismo que por acciones antrópicas se encuentra bajo una presión negativa que paulatinamente viene disminuyendo el área y las especies de este ecosistema. El trabajo de investigación se realizó en el bofedal La Moya, del distrito de Ayaviri, región Puno, durante febrero a julio del 2015, época lluviosa y seca, con el objetivo de evaluar la diversidad de flora silvestre y determinar su biomasa. Cada evaluación tuvo una duración de 6 a 7 días. Las evaluaciones de la diversidad se realizaron en transectos de 20 metros, evaluando 24 transectos por mes y ubicando 10 cuadrantes de 1 m x 1 m en cada transecto, seguidamente se contó el número de especies y el número de individuos para cada especie. Para la determinación de la biomasa se evaluaron cuadrantes de 0.25 m x 0.25 m que estuvieron ubicados en el margen izquierdo del mismo cuadrante de 1 m x 1 m. Seguidamente se procedió a recolectar las muestras para ser pesadas con una balanza analítica de laboratorio. Los índices de diversidad utilizados fueron el de Simpson y Shannon, calculados con el software PAST. Se aplicó la prueba no paramétrica de Mann Whitney, utilizando el software INFOSTAT versión estudiantil 2016. Se registraron un total de 44 especies de flora silvestre de las cuales cinco no pudieron ser identificadas, distribuidas en 16 familias botánicas, siendo las más diversas: Poaceae con 17 especies, Asteraceae con 6 especies y cyperaceae con 3 especies. Se encontró diferencias significativas de la riqueza específica entre las épocas de estudio ($P < 0,0001$). También se encontró diferencias en cuanto a la diversidad de especies según el índice de Simpson y Shannon ($P < 0,0001$), ($P < 0,0001$) respectivamente, entre las épocas de evaluación. En cuanto a la biomasa se encontró diferencias significativas entre las épocas de evaluación ($P < 0,0001$), estimándose un valor máximo de 4 894.78 Kg B.H./ha para la época lluviosa y un valor mínimo de 857,23 Kg B.H./ha para la época seca.

Palabras clave: Bofedal, biomasa, contaminación, diversidad, especies, flora, riqueza.

I. INTRODUCCIÓN

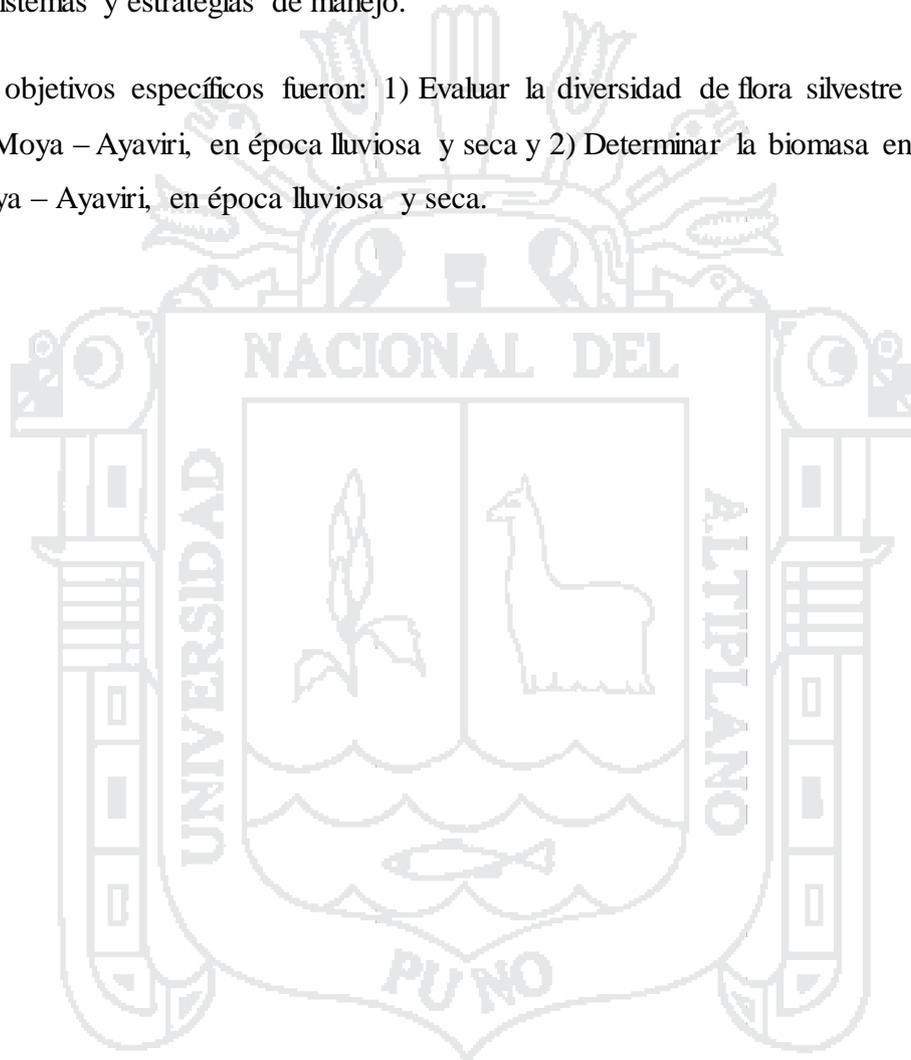
Los bofedales son hábitats naturales húmedos, con agua permanente, alimentados por diferentes fuentes hídricas. En el Perú, existen humedales en las regiones marino-costera, andina y amazónica. Un tipo particular de estos humedales son los bofedales, conocidos también como oconales, turberas, entre otros, que se ubican en las zonas altoandinas y altiplánicas. La función principal, aparte de ser un gran ecosistema y un importante hábitat para la flora y fauna, es que actúan como filtradores naturales de agua (Alzérreca *et al.*, 2001) y están entre los ecosistemas más productivos del mundo y son de importancia social y económica para la humanidad (Hall, 1997).

Según el Proyecto Conservación de la Biodiversidad en la Cuenca del Lago Titicaca, Desaguadero, Poopo y Salar de Coipasa, en su evaluación de las características y distribución de los bofedales en el ámbito peruano del sistema TDPS (2001), existen entre 2000 y 3000 bofedales en la región Puno, muchos se encuentran en un proceso de desertificación. El problema que causa este fenómeno es la escasa preparación que poseen las comunidades, para el adecuado manejo de los pastizales y de los ojos de agua.

Tan solo en la provincia de Melgar existen 66 bofedales distribuidos en cuatro distritos (Nuñoa, Santa Rosa, Umachiri y Macari), sin considerar los otros existentes en los demás distritos (Antauta, Ayaviri, Cupi, Llalli y Orurillo). En Ayaviri, capital de la provincia, ubicada a una altura de 3925 msnm., y con una población de 22,667 habitantes (INEI 2007), se encuentra un bofedal, llamado “La Moya”, está ubicado al sur de la ciudad de Ayaviri, con una extensión de 53 hectáreas, a una altura de 3918 msnm y una temperatura promedio de 19 °C. EL bofedal está limitada por el este con los baños termales de Pojpoquilla y el cerro Kolqueparque; al norte con la ciudad de Ayaviri y al oeste y sur con el río Ayaviri. Este bofedal es propiedad de las comunidades de Cápac Hanco y Umasuyo, compuestas de 300 familias que viven de la ganadería principalmente. El mayor porcentaje de la extensión de los pastos naturales en La Moya, está siendo reducido año a año por el manejo inadecuado y sobrepastoreo. Otros factores que ponen en riesgo a éste ecosistema son: la contaminación por residuos sólidos, aguas servidas que vienen de la ciudad, la contaminación por detergentes producidos por las lavanderas y la disposición de usar parte de ésta área como lugares de recreación urbana (Contreras, 2011).

Hay un insuficiente conocimiento sobre este tipo de ecosistemas, debido a ello se produce el deterioro y pérdida de estas áreas. Por ello, los resultados de la investigación servirán para posteriores estudios en bofedales, llevando a otros investigadores a informar, motivar y crear conciencia acerca de estos valiosos ecosistemas que se pierden por falta de sistemas y estrategias de manejo.

Los objetivos específicos fueron: 1) Evaluar la diversidad de flora silvestre en el bofedal La Moya – Ayaviri, en época lluviosa y seca y 2) Determinar la biomasa en el bofedal La Moya – Ayaviri, en época lluviosa y seca.



II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Estudios de diversidad florística realizados en la región de Puno

INIA-TECHNOSERVE (2000), en evaluaciones realizadas sobre la composición florística en bofedales de tres sectores de puna seca (Sullkanaca, Conduriri y Jihuaña), lograron la identificación de 35 especies, que corresponden a *Distichia sp.*, *Distichia muscoides*, *Eleocharis albibracteata*, *Juncus sp.*, *Calamagrostis rígida*, *Festuca dolichophylla*, *Alchemilla pinnata*, *Allchemilla diplophylla*, *Plantago tubulosa* y *Gentiana postrata*. Reportando una alta diversidad, destacando la especie *Distichia sp.* En otro estudio sobre la evaluación de las características y distribución de los bofedales en el ámbito peruano del sistema TDPS, identificaron 351 bofedales, de los cuales evaluaron al detalle 86. Fueron identificados un total de 74 especies de flora silvestre; distribuidos en 28 familias. Reportando una diversidad alta. TDPS (2001).

Fuentes (2005), en la evaluación de bofedales de Khuchuchuni y Silluni logró la identificación de 20 especies de flora silvestre, las mismas que se encuentran agrupadas en 10 familias, conformando distintas asociaciones tanto terrestre como acuáticas, reportando así una diversidad alta. Asimismo, Calle (2007), en la evaluación de la diversidad en el bodedal La Moya; en Ayaviri, en una zona húmeda y en otra seca, reportó valores elevados en cuanto al índice de biodiversidad tanto en Shannon y Simpson (54.9% y 59.17%) con respecto a la zona seca, mientras que en la zona húmeda los índices de la diversidad tanto en Shannon y Simpson fueron, 40.36% y 40.63% respectivamente, indicando así que en la zona seca existe mayor diversidad de especies de flora silvestre.

2.1.2. Estudios de diversidad florística realizados en el Perú

Hurtado (2007), menciona que en evaluaciones realizadas en los bofedales altoandinos de Tacna, en la microcuenca del río Uchusuma, registro un total de 36 especies de flora silvestre, siendo las especies de mayor frecuencia *Eleocharis ascicularis*, *Distichia sp* y en menor proporción se encuentra a *Calamagrostis minima*. Por otro lado, Castro (2008), en los resultados encontrados para los humedales altoandinos de la provincia de Tacna, en la “Cuenca del Uchusuma”, reportó un total de 24 especies de flora silvestre; siendo las especies con mayor dominancia *Distichia sp*, *Hypochoeris sp* y *Distichia muscoides*.

Condori (2008), indica que en la provincia de Candarave registró un total de 29 especies de flora silvestre, siendo las especies de mayor dominancia *Distichia muscoides*, *Oxychloe andina* y *Alchemilla diplophylla*. Asimismo, Chucuya (2008), en evaluaciones realizadas en los bofedales altoandinos de la provincia de Tarata, registró un total de 28 especies de flora silvestre, siendo las especies de mayor dominancia *Distichia muscoides*, *Oxychloe andina* y en menor proporción se encuentra a *Eleocharis ascicularis*.

2.1.3. Estudios internacionales de diversidad florística

Las especies más dominantes en los bofedales altoandinos del altiplano boliviano son la *Distichia muscoides*, *Oxychloe andina*, *Oritrophium limnophyllum*, *Deyeuxia vicunarium*, *Aciachne pulvinata*, *Perezia pigmea*, *Scirpus cf. hieronymii*, *Caltha sagittata*, *Baccharis cf. alpina*, *Scirpus spp.*, *Deyeuxia chrysantha*, *Belloa sp.*, *Carex microcephalus*, *Luciliopsis argentina* y *Festuca sp.*; en los bofedales altiplánicos, las especies muy propias son *Distichlis humilis*, *Cotula mexicana*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Hypochoeris taraxacoides*, *Salicornia pulvinata*, *Eleocharis sp.*, *Azorella diapensonoides*, *Juncus ebracteatus* y *Ranunculus uniflorus* (Prieto *et al.*, 2001).

2.1.4. Impactos en bofedales en el mundo

Frazier *et al.*, (1996), señalan que en Estados Unidos la pérdida de humedales ha sido importante al grado que estiman que los estados de Ohio-California y Florida perdieron el 90 y 91% de sus humedales respectivamente. En México, las pérdidas de los humedales originales se ubican en el entorno del 35% y en Europa, superan el 50%. Los humedales de Asia alcanzan un total estimado del 27% de pérdida. En Nueva Zelanda y Australia se estima las pérdidas en un 90 %. En África y América del Sur, el 2% se ha perdido en el primer caso y un 6% en el segundo. La pérdida y deterioro de áreas con bofedales en el altiplano, ya sea por diferentes causas como: la erosión por uso inadecuado, contaminación, aspectos socioeconómicos, poco conocimiento del valor económico y ecológico, falta de estrategias de conservación y la aplicación de las mismas (TDPS, 2001), otro de los problemas que aquejan a los bofedales altoandinos, por ejemplo en la provincia de Candarave, son factores antropogénicos, como el sistema de trasvase de agua, la sobre explotación del recurso pasto y agua, el sobre pastoreo, la sobre explotación del recurso hídrico subterráneo y los factores naturales, como la baja precipitación pluvial, que ayudan a la degradación del mismo (Alvarado, 2012).

2.1.5. Estudios nacionales sobre biomasa

Vargas (1992), tomando como referencia la condición "Clímax", se tiene un rendimiento forrajero de 1 613,07 kg M.S./ha en época de lluvia, en el bofedal del distrito de Pizacoma. Asimismo, Alvarado (2012), reporta que los bofedales altoandinos de la provincia de Candarave tienen una producción promedio de materia verde de 1 858,43 kg/ha/MV; en época lluviosa y en las provincias de Chucuito y el Collao, que presentan la mayor cantidad de bofedales en el ámbito peruano; principalmente el Collao, se reportan como promedio 12 957,98 Kg MV/ha. Concluyendo que la producción de biomasa ha sido importante en el estudio, ya que sirve de base para estudios de rendimiento forrajero, capacidad de carga y soportabilidad, pudiendo así elaborar un plan de manejo, de utilidad para el productor pecuario (TDPS, 2001)

Galván (2002), indica que en su estudio en ecorregiones de puna húmeda y puna seca en tres bofedales (Caylloma, Sulluhiri y Jihuaña) del departamento de puno, reporta valores de biomasa altos con un promedio de 15 525,51 KgMV/ha para la época lluviosa y 12 497,99 KgMV/ha para la época seca. También Siguyro (2008), en su estudio en bofedales de puna seca y húmeda del altiplano de puno, registra en bofedales de Puna seca, Catacora produce 6,743.06 kg/há de MV en época de lluvias, y en época seca 4,231.94 kg/há de MV; y Capapujo produce 4,741.67 kg/há de MV en época de lluvias, y en época seca 2,725 kg/há de MV. En bofedales de Puna húmeda, Muñaypacocho produce 7,123.51 kg/há de MV en época de lluvias, y en época seca 3,926.39 kg/há; y Huichicancha produce 8,008.33 kg/há de MV en época de lluvias, y en época seca 2,525 kg/há de MV.

Huanca (2012) en su evaluación en época seca, registra en el bofedal Chichillapi, Santa Rosa y Llusta, valores de 2 282.039 Kg B. H. /ha, 1 869.934 Kg B. H. /ha y 1 567.413 Kg B. H. /ha, respectivamente. Asimismo, Fuentes (2005), en su estudio en época seca en los bofedales de Khuchuchuni y Silluni del distrito de Mañazo, registra como biomasa promedio 9 403.15 KgMV/ha, evaluaciones realizadas en los bofedales altoandinos de Tacna en época seca, en la microcuenca del río Uchusuma, se obtuvo una producción de biomasa forrajera 885,80 kgM.V./ha (Hurtado, 2007). En el bofedal de la provincia de Candarave, se registró una producción de biomasa vegetal de 1 618,38 Kg. /M.V./ha (Condori, 2008) y en evaluaciones realizadas en los humedales altoandinos de la

provincia de Tarata, se registró la producción de biomasa de 1 876,22 Kg. /M.V./ha (Chucuya, 2008).

2.1.6. Estudios internacionales sobre biomasa

Villarroel (1997), indica que las especies *Hypochoeris taraxacoides* y *Distichia muscoides* son muy palatables, de mayor presencia en bofedales en época lluviosa, y expresan rendimientos de 1 705,2 kgM.V./ha y 1 635,5 kgM.V./ha respectivamente; en praderas de pastoreo de alpacas en Ulla Ulla –Bolivia. De otro lado, Castellaro. *et al.*, (1997), indican que estudios realizados en Chile, las productividades de un rebaño de camélidos sudamericanos domésticos de Parinacota en Chile, obtuvieron una disponibilidad de biomasa que tuvo una variación entre 1 382 y 3 089 kgM.V./ha, entre la época seca y la lluviosa, respectivamente.



2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Caracterización de bofedales

TDPS (2001), indican 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 “turberias duras andinas” u “o-qhos”, en Argentina, “vegas alto andinas”. Los bofedales son asociaciones de vegetales localizados en zonas donde existe buen suministro de agua, proveniente de diferentes fuentes hídricas, que los mantienen irrigados durante todo el año. 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 (Sotomayor. *et al.*, 1990), constituyen también una respuesta del medio natural y las condiciones donde prevalecen son los sitios fríos y mal drenados, un lugar de alta humedad, en medio de un gran paraje seco y árido como es el altiplano (Flores, 1990) y juegan un papel muy importante ya que ofrecen y almacenan agua permitiendo el desarrollo de una diversidad de flora silvestre, haciendo hábitat y fuente alimenticia de diferentes especies, sin embargo, estas áreas vienen siendo amenazadas con actividades y manejo adecuado (Vargas, 1992).

2.2.2. Niveles de biodiversidad

Los estudios de diversidad de la flora disponibles en el Perú del “Instituto Geográfico Nacional” en su obra atlas del Perú (ING 1998) considera para el ecosistema puna las siguientes formaciones; Queñuales, Oqonales o Bofedales, Tolares y Yaretales. Por otro lado, Tapia (1984), propone una clasificación que comprende 8 grupos de pastizales de “Chilliwua”, pastizales de “Crespillo”, pastizales de “Ichu”, pastizales de “Iru Ichu”, pastizales de “Tisña”, césped de puna, “Oqonales o Bofedales”, “tholares”, bosquecillos de “Queñua” y pastizales invadidos. También las especies vegetales de los bofedales son suculentas y preferidos por los camélidos. Estas características sugieren que el bofedal es un sitio de alto potencial forrajero; lo que es corroborado por los datos de rendimiento encontrados por Vargas (1992), en general 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 %.

En cuanto a la composición florística de los bofedales está formada por los géneros: (*Plantago*, *Carex*, *Ranunculos*, *Calamagrostis*, *Poa*, *juncus*, *distichia*, *Oxicloe*, etc.) (Alzerreca, 1986). También es necesario atender a la biodiversidad a tres niveles. A nivel de especies, la biodiversidad comprende el abanico completo de organismos de la tierra. A una escala más fina, la diversidad biológica comprende la variabilidad genética dentro de las especies, tanto entre las poblaciones separadas geográficamente, como individuos de una misma población. La diversidad biológica comprende también la variación dentro de las comunidades biológicas en las que habitan especies, los ecosistemas en los que existen las comunidades, y las interacciones entre estos niveles (Primack y Joandomenec, 2002).

2.2.3. Tipos de diversidad biológica

➤ **Diversidad alfa**

La diversidad alfa es la diversidad de una comunidad particular considerada homogénea y en la que posee más índices y métodos de medición desarrollados. Esta entre los métodos que miden el número de especies existentes (riqueza específica) y los que miden la abundancia relativa de los individuos de cada especie (estructura). Para estimar la estructura existen también métodos paramétricos y no paramétricos, además de diversos índices entre los que se encuentran el de Shannon, Simpson, Berger-Parker, McIntosh, Pielou y Brillouin (Moreno, 2001).

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad en particular a la que consideramos homogénea (Whittaker 1972), de los niveles de diversidad, es el más estudiado y la gran mayoría de los textos de ecología dedican buena parte de sus secciones de ecología de comunidades al análisis de la diversidad de especies a nivel local. Asimismo, los patrones de diversidad más conocidos en ecología geográfica y biogeográfica, tales como los gradientes latitudinales y altitudinales de riqueza de especies, se refieren a la diversidad alfa (Llorente y Morrone, 2001) y). El índice de diversidad está formado por dos componentes: el número de especies o riqueza de especie y la abundancia o equilibrio de especie. (Krebs, 1999).

Riqueza de especies: Número total de especies obtenido por un censo de la comunidad (Moreno, 2001). La riqueza de familias es un buen predictor de la riqueza de especies, para una amplia variedad de grupos taxonómicos y regiones del planeta (William y Gastón, 1994), la riqueza de familias ha sido empleada satisfactoriamente para la ubicación del centro de biodiversidad mundial de las plantas angiospermas (Williams. *et al.*, 1997).

➤ **Índice de Simpson** $D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$

D= Índice de Simpson

n_i =Número de individuos de la especie i

N= Número total de individuos de todas las especies

Da una idea de la abundancia de las especies dentro del bosque, si están representadas en forma equitativa dentro de la población muestreada, haciendo una proporción entre cada especie y el número de individuos colectados, resultando en la probabilidad de elegir al azar dos individuos de la misma especie (Murillo, 2002), la interpretación de D es que es la probabilidad de un encuentro intraespecífico, es decir la probabilidad de que, si tomas dos individuos al azar de la comunidad, ambos sean de la misma especie (Colwell y Coddington, 1994).

➤ **Índice de Shannon** $H = - \sum_{i=1}^S (P_i \times \log_2 P_i)$

Dónde:

P_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere

valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , Cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

La fórmula de Shannon-Wiener, que es la forma en la cual normalmente se presenta la diversidad de especies basada en la teoría de información; de esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) (Mercado, 2000), H normalmente toma valores entre 1 y 4.5. Valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos" y el máximo valor que puede tomar H es el logaritmo de S , $\ln(S)$, o sea si la comunidad es complementa equitativa $\exp(H)=S$. La derivación original de Shannon fue con logaritmos al base de dos (Colwell, Mao y Chang, 2004) y es necesario tener réplicas de cada muestra para poder acompañar el valor de un índice con el de alguna medida de la dispersión de los, o estimar el valor mínimo y máximo hipotético del índice bajo las condiciones del muestreo (Spellerberg, 1991).

➤ **Diversidad beta**

La diversidad beta considera la tasa o grado de cambio en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje. Por tanto, su medición se basa en proporciones o diferencias. Existen índices de similitud, de disimilitud o distancia, de reemplazo de especies y de complementariedad (Moreno, 2001).

➤ **Diversidad gamma**

La diversidad gamma representa la heterogeneidad del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Moreno, 2001).

2.2.4. Importancia de la biodiversidad

En la actualidad el significado y la importancia de la biodiversidad no están en duda y se han desarrollado una gran cantidad de parámetros para medirla como un indicador del estado de los sistemas ecológicos, con aplicabilidad practica para fines de conservación, manejo y monitoreo ambiental (Spellerbeg, 1991). Motivo por el cual a lo largo de las últimas décadas se han registrado avances importantes en los estudios ecológicos y particularmente de estadística en la ecológica, ejemplos de ello son las contribuciones al estudio de las distribuciones espaciales de organismos y los diseños de estudios

ecológicos (Smith, 2002). Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores (Marrugan, 1998).

2.2.5. Influencia de los factores ambientales en la diversidad de especies

(Moreno, 2001) Existen patrones geográficos que determinan la biodiversidad de los hábitats:

- A mayor área, mayor número de especies.
- La biodiversidad aumenta al acercarse al ecuador.
- Mientras mayor sea la heterogeneidad de hábitats, mayor será la biodiversidad.
- El número de individuos por especie aumenta al alejarse del ecuador (Sugg, 1996).

A menor escala, la diversidad está asociada a:

- Condiciones del hábitat (aislamiento, climas extremos)
- Estabilidad climática
- Heterogeneidad del hábitat
- Competencia, mutualismo y depredación

A grandes rasgos se conoce que la composición cambia continuamente con la elevación como una función de respuestas fisiológicas independientes de las especies a los factores ambientales relacionados con la altitud. Conforme se incrementa la altitud, disminuye la temperatura media y la duración de las estaciones de crecimiento, las lluvias se incrementan al igual que la humedad, todo ello ocasiona que haya una disminución de la riqueza de especies conforme se avanza a elevaciones más altas (Lomolino, 2001).

2.2.6. Producción de biomasa

El peso del pasto o biomasa vegetal es una de las características más importantes en la evaluación de bofedales y se podría decir que, es una de las mediciones obligadas del pasto en general (Farfán *et al.*, 1998), también el sobrepastoreo es el principal problema de los bofedales que reduce la cobertura vegetal, dejando al suelo muy susceptible a la erosión y, por otro lado, la selectividad animal ha inducido un cambio en la composición

botánica de la pradera al disminuir la proporción de especies más palatables (Olivares, 1987).



2.3. MARCO CONCEPTUAL

Ecosistema: Comunidad biótica y su ambiente abiótico que funcionan como un sistema; unidad discreta que consta de partes vivas y sin vida que interactúan para formar un sistema ecológico (Tansley, 1935).

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 (MINAM, 2012).

Diversidad de especies: Número de especies diferentes y sus abundancias relativas en una área o región determinada (Miller, 1992).

Especie: Grupo de organismos semejantes en apariencia, comportamiento, constitución y procesos químicos, y estructura genética (Miller, 1992).

Biomasa: Materia orgánica producida por plantas y otros productores fotosintéticos; peso total de toda la materia orgánica en plantas y animales que se utilizan como combustible (Miller, 1992).

Plantas: Organismos eucarióticos, en su mayor parte multicelulares, como algas (rojas, azules y verdes), musgos, helechos, flores, cactus, pastos, frijol, trigo, árboles. Hacen uso de la fotosíntesis para producir nutrientes orgánicos para sí mismas y para los organismos que se alimentan de ellas. El agua y otros nutrientes inorgánicos se obtienen del suelo en el caso de las plantas terrestres, y del agua, para las acuáticas (Miller, 1992).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en el bofedal La Moya que abarca una superficie de 53 Ha. Está ubicado en el distrito de Ayaviri, provincia de Melgar, en la región Puno. Geográficamente se ubica entre los 70°35'24" de longitud oeste y 14°52'55" de latitud sur, limitando por el este con los baños termales de Pojpoquilla y el cerro Kolqueparque; al norte con la ciudad de Ayaviri y al oeste y sur con el río Ayaviri. La ciudad de Ayaviri donde se encuentra el bofedal La Moya, limita por el norte con el distrito de Nuñoa, por el sur con el distrito de Vilavila, al este con el distrito de Tirapata y distrito de Pucara y por el oeste con el distrito de Umachiri. Altitudinalmente se encuentra a 3918 m.s.n.m., la temperatura promedio anual varía de 18 –20° máxima a 0° mínima. La precipitación media mensual en los meses de evaluación, en la ciudad de Ayaviri (Cuadro 01).

Cuadro 01. Promedios de precipitación mensual (mm), en el distrito de Ayaviri del año 2015.

| PRECIPITACION (mm) | | | | | |
|--------------------|-------|-------|------|-------|-------|
| FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO |
| 74.1 | 88 | 75.5 | 2.8 | 1.2 | 6.9 |

Fuente: SENAMHI – Oficina de Estadística.



Figura 01. Ubicación de la zona de estudio (febrero - julio 2015).

3.2. TIPO DE ESTUDIO

Experimental natural e inferencial

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población.

La población para el estudio comprendió la flora del bofedal La Moya-Ayaviri.

Muestra.

El número de muestras es variable, son los 24 transectos realizados, los 10 cuadrantes para la diversidad y otros 10 cuadrantes para biomasa, se evaluó 53 Ha, que es la extensión del bofedal La Moya.

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1 Evaluación de la diversidad de flora silvestre en el bofedal La Moya – Ayaviri, en época lluviosa y seca.

La investigación se realizó en dos épocas; lluviosa (febrero, marzo y abril) y en época seca (mayo, junio y julio) del año 2015. Las evaluaciones se efectuaron una vez por cada mes por un periodo de seis meses. Cada evaluación duró de 6 a 7 días en cada mes de evaluación.

Se aplicó el método de transectos y cuadrantes aleatorios (Gutiérrez y Canales, 2012; Gómez, 2008 y Valerio *et al.*, 2013). Para el método de transectos se utilizó una cinta métrica; cada transecto midió 20 m. En total se realizaron 24 transectos para cada mes de evaluación, ubicándolos en un punto de inicio y un punto final a lo largo del bofedal para abarcar toda el área.

Para el método de cuadrantes, se utilizó un cuadrante con dimensiones de 1m x 1m., estos cuadrantes fueron establecidos a lo largo del transecto, cada 1 m de distancia. En cada cuadrante se contabilizó el número de especies y el número de individuos por cada especie.

Se fotografiaron a todas las especies identificadas y las que no pudieron ser identificadas fueron recolectadas en bolsas de plástico debidamente etiquetadas y finalmente fueron colocadas en la prensa botánica, para posteriormente identificarlas.



Figura 02. Establecimiento de transectos y ubicación de los cuadrantes de 1m x 1m, en el bofedal la Moya (febrero - julio 2015).



Figura 03. Recolección de las especies de flora no reconocidas en la zona de estudio (febrero - julio 2015).

Las especies de flora recolectadas fueron colocadas cada una en papel de periódico, después colocadas dentro de la prensa botánica. En la parte superior e inferior se colocó un cartón del mismo tamaño de la prensa, luego de varias semanas se procedió a sacar las especies de flora no identificadas, las identificaciones de las especies se realizaron en el

Laboratorio de Ecología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano, utilizando libros, herbarios botánicos, además de recibir la ayuda de la Blga. Mg. Ivon Roció Gutiérrez Flores. Así mismo se consultó el Herbario Virtual on the TROPICOS ® del Missouri Botanical Garden.

Con los datos obtenidos de la composición florística en cada época (lluviosa y seca) del bofedal La Moya, se evaluó la diversidad de flora silvestre con los índices de Simpson, Shannon-Wiener y la riqueza específica, para procesar los datos se utilizó el programa de PAST.

➤ **Índice de Simpson:** $D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$

Donde:

D= suma de toda las especies

n_i =Número de individuos de las especies i

N= Número total de individuos de todas las especies (Smith y Smith, 2006).

➤ **Índice de Shannon:** $H = - \sum_{i=1}^S (P_i \times \log_2 P_i)$

Dónde:

H= Diversidad de especies.

P_i = Proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N Obteniendo p_i de la división del número de individuos de unas especies con la sumatoria del número total de individuos de todas las especies.

$\ln(p_i)$ = logaritmo natural de p_i (Magurran, 1988).

La prueba estadística utilizada fue de Mann Whitney (no paramétrica), porque los datos no cumplían con el supuesto de normalidad y homogeneidad de varianzas. Esta prueba sirve para contrastar dos muestras independientemente en una misma población, para procesar los datos se utilizó el programa de INFOSAT versión estudiantil 2016.

3.4.2. Determinación de la biomasa en el bofedal La Moya- Ayaviri, en época lluviosa y seca.

Para la determinación de la biomasa, se cortó con tijeras de podar y se separó manualmente la vegetación. Se recogió un total de 10 muestras por cada transecto, todas fueron cosechadas al ras del suelo (24 transectos en total). Se utilizó un cuadrante de 0.25 x 0.25 m (Huanca, 2012 y Fuentes, 2005), el mismo que se ubicó en la esquina izquierda superior del cuadrante de 1m x 1m utilizado anteriormente para el muestreo de diversidad. Posteriormente las muestras fueron almacenadas en una bolsa de plástico para su posterior pesaje. Cabe mencionar que, por razones de bioseguridad, para la recolección de biomasa me coloque unos guantes de látex y terminada cada evaluación lavarme siempre las manos con jabón carboxílico.



Figura 04. Establecimiento de transectos y ubicación de los cuadrantes de 0.25 m x 0.25 m dentro de los cuadrantes de 1 x 1m. (febrero - julio 2015).



Figura 05. Recolección de la biomasa húmeda del cuadrante de 0.25 m x 0.25 m. (febrero - julio 2015).

Los pesajes de las muestras de biomasa se realizaron en el Laboratorio de Ecología, de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano. El pesado se hizo como materia verde, utilizando una balanza analítica, marca Mand, capacidad de 210 g, sensibilidad a 0,1 g, finalmente todos los datos de pesaje se registraron en la libreta de apuntes.



Figura 06. Pesaje de las muestras de biomasa (febrero - julio 2015).

Para el método estadístico se utilizó el programa Excel, para promediar los valores obtenidos durante el pesaje, esto a fin de obtener la biomasa estimada para cada transecto. Estos valores dieron respuesta al cálculo de la biomasa húmeda, expresado en gramos. Los valores obtenidos en campo ($g/0.06m^2$) se extrapolaron a Kg B.H./ha.

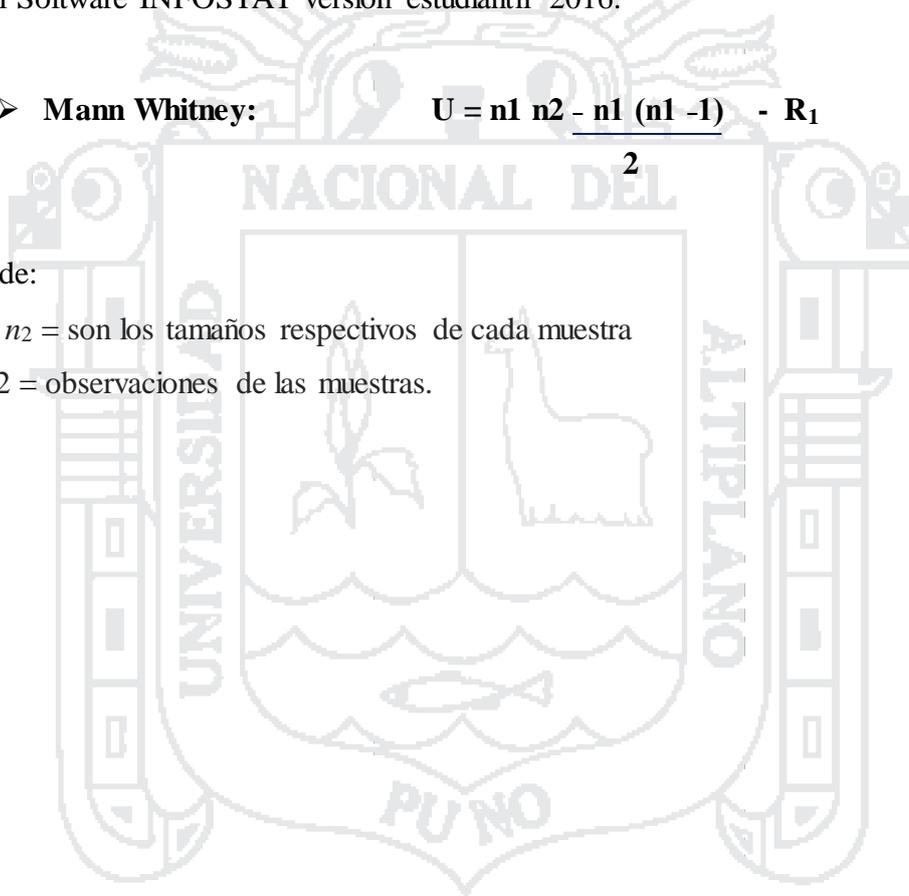
Para el análisis estadístico, se utilizó la prueba estadística no paramétrica Mann Whitney, porque los datos no cumplían con el supuesto de normalidad para la aplicación de una prueba paramétrica, aún después de haber sido transformados. Todo el cálculo se realizó en el Software INFOSTAT versión estudiantil 2016.

➤ **Mann Whitney:**
$$U = n_1 n_2 - \frac{n_1 (n_1 - 1)}{2} - R_1$$

Dónde:

n_1 y n_2 = son los tamaños respectivos de cada muestra

1 y 2 = observaciones de las muestras.



IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de la diversidad de flora silvestre en el bofedal la moya – Ayaviri, en época lluviosa y seca.

Se registraron un total de 44 especies, de las cuáles cinco especies no pudieron ser identificadas (Cuadro 5, ver Anexos). Para la época lluviosa se registraron 43 especies de flora silvestre y para la época seca 40 especies. Las 39 especies de flora silvestre reconocidas estuvieron distribuidas en 16 familias (Figura 07).

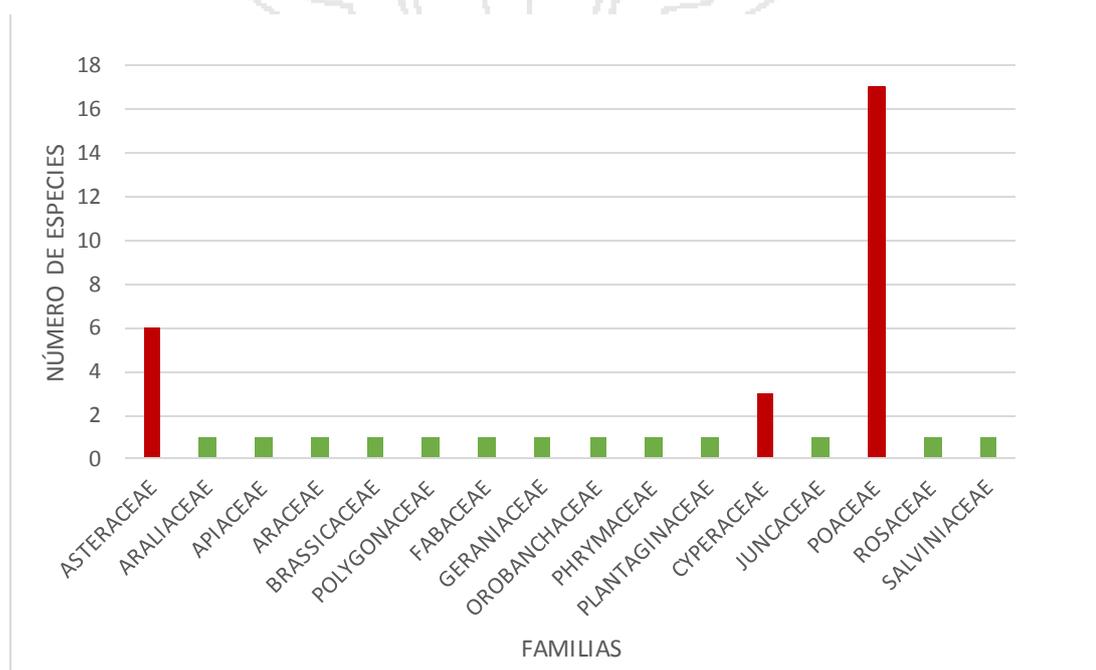


Figura 07. Distribución de las familias de flora silvestre registradas en el bofedal La Moya-Ayaviri (febrero - julio 2015).

Las familias con mayor número de especies fueron Poaceae con 17 especies, Asteraceae con 6 especies y cyperaceae con 3 especies en ambas épocas de evaluación (Figura 07), mientras que las familias Araliaceae, Apiaceae, Araceae, Brassicaceae, Polygonaceae, Fabaceae, Geraniaceae, Orobanchaceae, Phrymaceae, Plantaginaceae, Juncaceae, Rosaceae y Salviniaceae presentaron un número de especies que oscilaban entre uno y dos especies en cada familia. Estas especies están adaptadas a estos ecosistemas gracias a un tejido que poseen llamado aerénquima que facilita la aireación de órganos que se encuentran en ambientes acuáticos o suelos saturados de agua, como en los bofedales.

Cuadro 02. Análisis de la riqueza específica de la flora silvestre del bofedal La Moya, aplicando la prueba Mann Whitney en el software INFOSTAT (febrero - julio 2015).

| Época | Variable | n | Media | DE | w | P |
|----------|--------------------|----|-------|------|---------|---------|
| Lluviosa | Riqueza específica | 72 | 4,09 | 1,19 | 7497,50 | <0,0001 |
| Seca | Riqueza específica | 72 | 2,59 | 0,38 | | |

Se encontró una significativa mayor riqueza de especies de flora silvestres en la época lluviosa ($W=74,50$; $P<0,0001$) (Cuadro 02).

Los resultados obtenidos difieren con el estudio realizado por Calle (2007), quien registró 21 especies en el bofedal La Moya en época lluviosa, esto probablemente se deba a que el muestreo efectuado en la zona húmeda fue efectuado solamente en el contorno del área, por la dificultad de ingresar más hacia adentro, debido a factores como lluvia, fango en la zona, que imposibilitaron la evaluación, según indica el autor.

Por otro lado, en los estudios realizados en el proyecto biodiversidad se registraron 74 especies, agrupados en 35 familias, todo ello en el ámbito del sistema TDPS. Esta diferencia puede deberse a la época lluviosa, meses en los que se realizaron su evaluación y en los que hay una mayor presencia de especies, que fácilmente pueden ser identificado por la flor.

Huanca (2012), registró un total de 26 especies distribuidas en 10 familias, siendo las familias mejor representadas Asteraceae, Cyperaceae y Poaceae en tres bofedales altoandinos en época seca de la cuenca alta de Ilave – Puno. Mientras que Fuentes (2005), en los bofedales de Khuchuchuni y Silluni, del distrito de Mañazo, registró un total de 20 especies, distribuidos en 10 familias, también encontró que las familias Poaceae, Asteraceae y Cyperaceae son las mejor representadas. Asimismo, estudios realizados en los bofedales de Quinajani y Piñuni se encontraron un total de 18 especies, agrupados en 9 familias (Flores, 2001), de la misma manera los estudios realizados en los bofedales de Chichillapi y Huacani, se encontraron 11 especies, agrupados en 8 familias (Flores, 2002) esta diferencia se debe a la ausencia de lluvias en los meses de evaluación, ya que todos los estudios mencionados anteriormente fueron realizados en época seca. La vegetación en los bofedales depende fundamentalmente de las condiciones hidrológicas (Vila, 2002)

Cuadro 03. Análisis de la diversidad de flora silvestre (Índice de Simpson- Índice de Shannon) del bofedal La Moya, aplicando la prueba Mann Whitney en el software INFOSTAT (febrero - julio 2015).

| Época | Variable | n | Media | DE | W | P |
|----------|-------------------|----|-------|------|---------|---------|
| Lluviosa | Índice de Simpson | 72 | 0,61 | 0,14 | 6802,00 | <0,0001 |
| Seca | Índice de Simpson | 72 | 0,49 | 0,08 | | |
| Lluviosa | Índice de Shannon | 72 | 1,02 | 0,28 | 6731,00 | <0,0001 |
| Seca | Índice de Shannon | 72 | 0,79 | 0,16 | | |

Se encontró una significativa mayor diversidad de especies de flora silvestre en la época lluviosa, tanto con el índice de Simpson ($W=68,00$; $P<0,0001$) como con el índice de Shannon ($W=67,00$; $P<0,0001$) (Cuadro 03). Esto puede deberse al aumento de la precipitación pluvial en los meses de época lluviosa.

Para los índices de Simpson, se halló una media de 0,61 en la época lluviosa, indicando así que existe una mayor diversidad y en consecuencia una menor dominancia de ciertas especies y para la época seca se halló una media de 0,49, indicando así que existe una menor diversidad y en consecuencia una mayor dominancia de ciertas especies de flora silvestre. Entonces las especies que presentaron una mayor dominancia en abundancia en el bofedal, en la época lluviosa fueron: *Hydrocotyle bonariensis* Lam., *Juncus sp.*, *Scirpus rigidus* Boeckeler. y una especie (Sp 5) (Figura 08). Las especies que presentaron menor dominancia en abundancia fueron: *Lilaeopsis andina* A.W. Hill., especies (Sp 2 y Sp4) y para la época seca, las especies que presentaron una mayor dominancia en abundancia fueron: *Poa annua* L., *Rumex conglomeratus* Murray., *Scirpus rigidus* Boeckeler., *Hypochaeris taraxacoides* (Walp.) Ball., *Alchemilla pinnata* Ruiz & Pav., Sp 5., *Trifolium amabile* Kunth. (Figura 09) y las especies que se presentaron con menor dominancia fueron: *Plantago monticola* Decne., *Cardamine bonariensis* Pers., *Geranium sp. L.*, *Castijella pumila* (Benth.) Wedd., *Mimulus glabratus* Kunth.

En los valores de índice de Shannon, se encontró diferencia en cuanto a la diversidad de especies. Los valores del índice de Shannon se hacen más grandes mientras las abundancias de las especies sean más cercanas una de otras. Se halló una media de 1,02 en la época lluviosa, indicando que existe mayor diversidad de especies en comparación con la media encontrada para la época seca que fue de 0,79, indicando así que existe una menor diversidad de especies para esta época (Cuadro 03).

Comparando nuestros resultados con la investigación realizada por Calle (2007), sobre diversidad de flora en época lluviosa, en el bofedal La Moya, quien registra índices de diversidad menores a los encontrados en nuestro estudio. Esto probablemente se debe a que el muestreo efectuado por Calle se hizo solamente en el contorno del área, por la dificultad de ingresar más hacia adentro debido a factores como lluvia, fango en la zona etc., que imposibilitaron la toma de muestras más homogéneas.

Por otro lado, el estudio realizado por el proyecto TDPS (2001), registra un índice de diversidad mayor, esto se debe a que estos registros son el promedio de los 86 bofedales que se evaluaron. Asimismo, los estudios realizados por Flores (2002) en los bofedales de Huacani y Chichillapi, perteneciente a la provincia de Chucuito y del Collao, obtuvieron un índice de diversidad mayor, estos resultados son ligeramente superiores a los nuestros.

Fuentes (2005), realizó un estudio en época seca, en su evaluación de flora silvestre en los bofedales de Silluni y Khuchuchuni presentan un índice de diversidad alto, en comparación a los datos registrados en esta investigación, esto podría deberse a que los dos bofedales tienen áreas mayores, 320 y 290 Ha. respectivamente. Asimismo, Gómez (2008), en su estudio en época seca, en el bofedal Huajepampa de la ciudad de Puno, registro un índice de diversidad de Simpson mayor a comparación de nuestro estudio. También, Elguera y Morales (2008), en su estudio en el bofedal "Santa Bárbara" encontró valores superiores de índices de Simpson y Shannon, en comparación a nuestro estudio, esto se debe a que estos bofedales no están sobrepastoreados en esta época.

Moreno (2001), indica que la biodiversidad está asociada a condiciones del hábitat (aislamiento, climas extremos), estabilidad climática, heterogeneidad del hábitat. También Tuomisto. *et al.*, (2003), menciona que factores bióticos y abióticos influyen en la diversidad florística de los ecosistemas.



Figura 08. Especies dominantes en abundancia en la época lluviosa A: *Hydrocotyle bonariensis* Lam., B: *Juncus* sp., C: *Scirpus rigidus* Boeckeler., D: Sp 1 no reconocida (febrero - julio 2015).

En el bofedal La Moya-Ayaviri, en los meses de mayor precipitación, la diversidad aumenta y hay mayor número de especies, como unas cinco especies que solo se registran para la época lluviosa, mas no aparecen en la época seca. En febrero se registró la mayor diversidad de flora silvestre, este incremento de la diversidad, está influenciado por el incremento de las precipitaciones. Así en un estudio se registra 109 especies en las localidades de Yanacocha, Sacsamonte y Pumahuanca (Cordillera Vilcanota), mientras que en otro estudio registra solo 76 especies en el mismo lugar, pudiendo deberse la diferencia de especies a que el primer estudio fue realizado en una época lluviosa, mientras que en el segundo fue realizado en una época seca (Bejar, 1996).

El incremento de la diversidad, está relacionado a la influencia del agua en la vegetación, puesto que la planta absorbe agua del suelo para atender sus necesidades fisiológicas y, con esto, suplir su necesidad en nutrientes, que son transportados juntamente con ese flujo de masa. Del total de agua absorbida por la planta, una cantidad bien reducida (cerca del 1%) es retenida por la misma, pues es por el proceso de transpiración (pérdida de calor latente) que los vegetales controlan su temperatura Magalhães. *et al.* (1995). Las restricciones causadas por la baja disponibilidad de agua del suelo o por la alta demanda evaporativa accionan ciertos mecanismos fisiológicos que permiten a los vegetales escapar o tolerar esas limitaciones climáticas, modificando su crecimiento y desarrollo (Pimentel y Rossiello 1995).

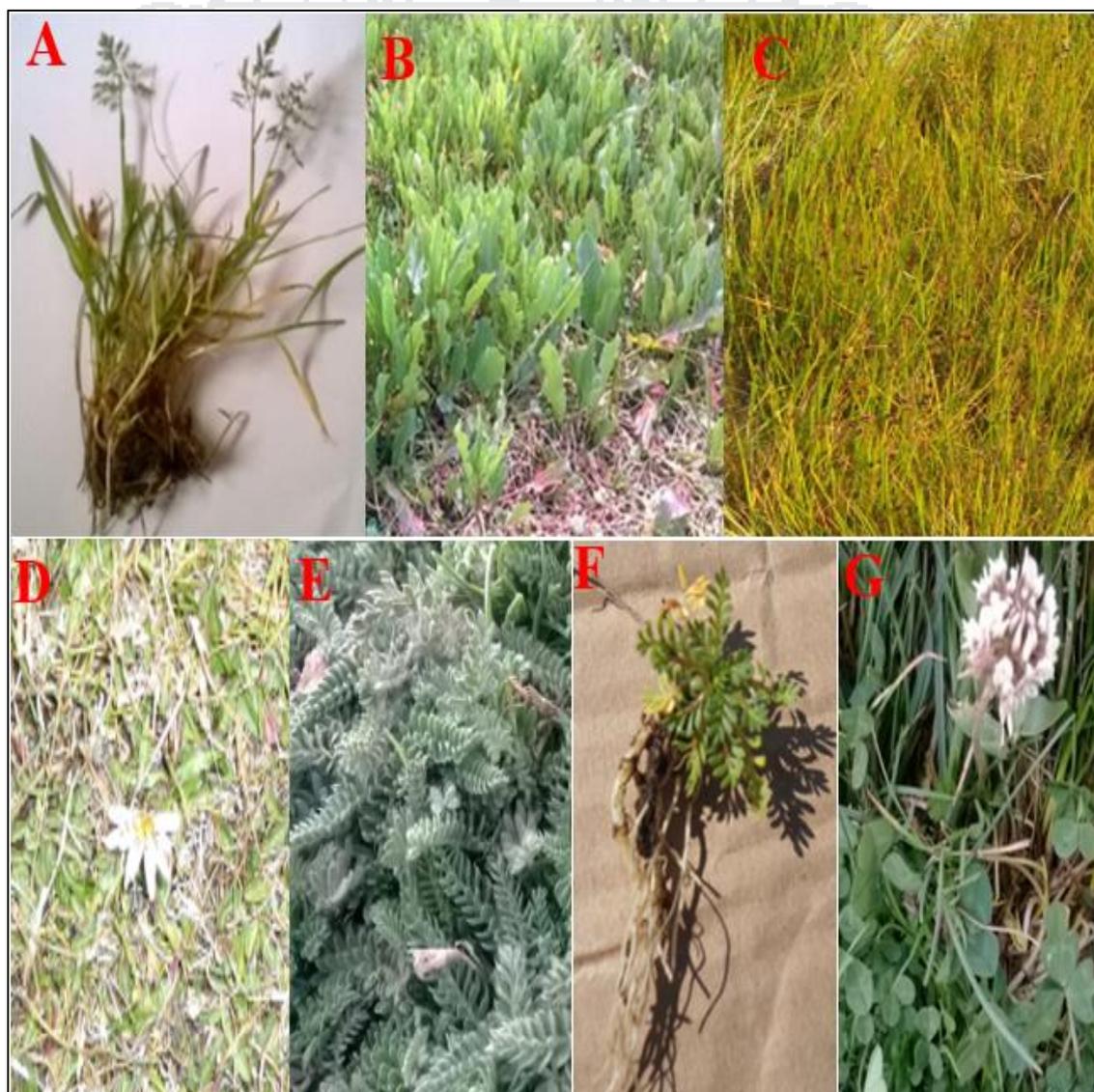


Figura 09. Especies dominantes en abundancia en la época seca A: *Poa annua* L., B: *Rumex conglomeratus* Murray., C: *Scirpus rigidus* Boeckeler., D: *Hypochaeris taraxacoides* (Walp.) Ball., E: *Alchemilla pinnata* Ruiz & Pav., F: Sp 5 no reconocida., G: *Trifolium amabile* Kunth (febrero - julio 2015).

Por otra parte, cabe mencionar que la *Plantago monticola* Decne., no se presentó en época lluviosa esto puede deberse a que esta planta no este adaptada al ambiente saturado de agua que se presenta en esta época y las especies *Lilaeopsis andina* y las especies no reconocidas Sp 1, Sp 2, Sp 3 no reconocidas, estas especies no se presentaron en la época de sequía en el bofedal, esto puede deberse a la baja disponibilidad de agua que hay en esta época.

Por todo lo señalado, se acepta la hipótesis planteada, de manera que existe una mayor diversidad de flora silvestre en la época lluviosa, este resultado está influenciado por la precipitación pluvial que se presenta en estos meses.

4.2. Determinación de la biomasa en el bofedal la Moya – Ayaviri, en época lluviosa y seca.

En el bofedal La Moya se estimó una biomasa húmeda promedio de 4 894,78 Kg/ha en la época lluviosa, al estar irrigado el bofedal, ofrece condiciones muy favorables para el desarrollo y crecimiento de la vegetación; mientras que, para la época seca se estimó un promedio de 857,23 Kg/ha (Figura 06). Es notable la disminución de la biomasa, desde la época lluviosa a la seca. Esto se debe a que en la época seca algunos ojos de agua se secan y el bofedal no tiene suficiente recurso hídrico, además de la carga animal y sobrepastoreo al que es sometido este bofedal, sobretudo en la época seca, donde se observó la presencia de los siguientes animales: 84 vacunos, 63 ovinos y 10 alpacas, también estas diferencias amplias se deben, a la diferencia de condiciones climáticas, principalmente de la precipitación pluvial entre la época de lluvias y época seca (Cuadro 01).

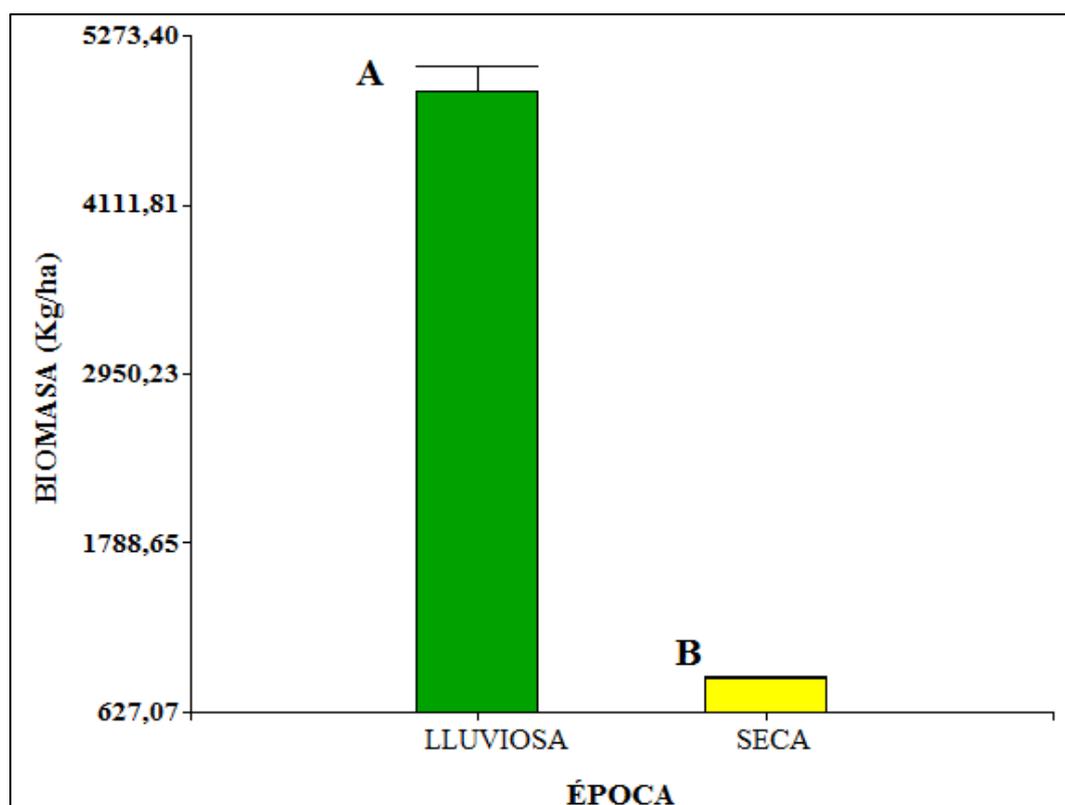


Figura 10. Promedio de biomasa húmeda del bofedal La Moya-Ayaviri (febrero - julio 2015).

Se observa que el valor máximo que se encontró para la biomasa húmeda, es de 4 894,78 KgMV/ha correspondiente a la época lluviosa y el valor mínimo es de 857,23 KgMV/ha que corresponde a la época de seca. De tal modo que la media encontrada en la época lluviosa es mayor, en comparación a la época seca, se ve que el valor de la biomasa en época seca baja significativamente, esto se debe a las bajas precipitaciones pluviales que se presentan en los meses de sequía (Cuadro 01). También se debe al sobrepastoreo, que es una de las causas de los cambios en la composición botánica de un bofedal, ya que las plantas manufacturan carbohidratos en sus hojas, estos azúcares son usados por las plantas como fuente de energía y en la construcción de nuevos tejidos.

Esto ocurre cuando el ganado pastorea, remueve las hojas y por lo tanto reduce la habilidad de la planta para manufacturar azúcares. La planta entonces tiene que hacer uso de las reservas de sus raíces y base del tallo. Si la planta es vigorosa y tiene reservas suficientes se puede recuperar del pastoreo. Pero, si ha sido pastoreada varias veces intensamente y sus reservas se han agotado, entonces la planta se debilita. Cuando la planta se debilita disminuye de altura, el diámetro de su corona y el volumen de sus raíces. Cada año produce menos semillas y macollos y esto determina que cada vez haya menos

forraje. Como el tamaño de sus raíces disminuye, la sequía le afecta más, y como es más débil no puede competir con las plantas invasoras o más fuertes que ella y finalmente desaparece.

Cuadro 04. Promedio estimado de biomasa húmeda en el Bofedal la Moya, aplicando la prueba Mann Whitney en el software INFOSTAT (febrero - julio 2015).

| Época | Variable | n | Media | DE | w | P |
|----------|----------|----|----------|---------|---------|---------|
| Lluviosa | Biomasa | 72 | 4 894,78 | 1420,58 | 7812,00 | <0,0001 |
| Seca | Biomasa | 72 | 857,23 | 160,90 | | |

Se encontró una significativa mayor biomasa en la época lluviosa ($W=78,00$; $P<0,0001$) (Cuadro 04). En el bofedal La Moya en los meses de lluvia existe mayor disponibilidad de agua y esto permite el crecimiento de la flora silvestre en el bofedal. En la época seca la biomasa disminuye, esto se debe a que en esta época la disponibilidad de agua disminuye y sobrepastoreo por parte de las comunidades de Cápac Hanco y Umasuyo, compuestas de 300 familias que viven de la ganadería principalmente, por el ingreso de ganado en épocas no programadas. Otros factores son: Contaminación por residuos sólidos, ingreso de aguas servidas que vienen de la ciudad, contaminación de los manantiales por personas que lavan ropa y la disposición de usar parte de ésta área como lugares de recreación urbana, estos factores afectan al crecimiento de la flora silvestre en el bofedal.

Comparando nuestros resultados con la investigación realizada en el mismo bofedal hace ya 8 años por Yujra (2007), quienes registraron una biomasa total de 4. 7428 KgMV/ha, este estudio fue realizado en época lluviosa, estos resultados difieren ligeramente con nuestros resultados para la época lluviosa, esto puede deberse a la cantidad de meses de evaluación (2 meses) y al método de evaluación utilizado (cuadrantes aleatorios de 1m x 1m).

TDPS (2001), en las provincias de Chucuito y el Collao, en sus diferentes áreas presentan la mayor cantidad de bofedales en el ámbito peruano; principalmente el Collao, esta 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. De otro lado Siguyro (2008), en su estudio evaluación agrostológica y capacidad receptiva estacional en bofedales de puna seca y húmeda del altiplano de Puno, realizado en época lluviosa y seca, indica que en bofedales de Puna seca: Catacora, Capapujo y en bofedales de Puna

húmeda: Muñaypacocha y Huichicancha, la biomasa es mayor en comparación a nuestros resultados, tanto para la época lluviosa y seca, esto se debe a que estos bofedales se encuentran con un adecuado manejo (temporadas de descanso).

Por otro lado, nuestros valores de biomasa para la época lluviosa son de 4 894,78 Kg/ha, siendo superiores a los encontrados por Vargas (1992) en época de lluvias, en el distrito de Pizacoma, esto se debe al sobrepastoreo al que es sometido este bofedal, de igual manera Villarroel (1997), en su estudio en el bofedal de Ulla Ulla –Bolivia reporta que las especies *Hypochoeris taraxacoides* y *Distichia muscoides* son muy palatables, son de mayor presencia en bofedales en época lluviosa, y expresa valores de biomasa inferiores a los nuestros. De igual manera Alvarado (2012), reporta que los bofedales altoandinos de la provincia de Candarave tienen una producción promedio de materia verde menor al encontrado en nuestro estudio, todos estos valores son inferiores a comparación de los encontrados en nuestro estudio; en época lluviosa, esto debido a que estos bofedales están siendo sobrepastoreados y también pueden influir factores negativos antrópicos.

Por otro lado, nuestros valores de biomasa para la época seca son de 870,45 Kg/ha, comparando nuestros resultados con los hallazgos reportados por Hurtado (2007) para los bofedales altoandinos de Tacna, en la microcuenca del río Uchusuma reportó una producción de biomasa menor, debido a la ausencia de lluvias y también porque son afectados por el trasvase de agua, el autor indica que estos bofedales están un en proceso de degradación.

Huanca (2012) en su evaluación en época seca, registra en el bofedal Chichillapi, Santa Rosa y Llusta, valores superiores a nuestro estudio. Asimismo, Galván (2002) en su estudio en tres bofedales Caylloma, Sulluhui y Jihuaña de la región de Puno reportó valores altos de biomasa para la época seca. Resultados reportados por Chucuya (2008) para los bofedales altoandinos de la provincia de Tarata, departamento de Tacna, reportó en época de estiaje o de sequía, una producción de biomasa mayor. Hallazgos encontrados por Condori (2008) para los humedales altoandinos de la provincia de Candarave, departamento de Tacna, reportó una biomasa mayor para la época seca. Finalmente, Fuentes (2005), menciona que la biomasa, en los bofedales de Khuchuchuni y Silluni del distrito de Mañazo, son ecosistemas con abundante recurso hídrico son muy importantes en la producción vegetal, teniendo como biomasa promedio 9 403.15 KgMV/ha. Todos estos valores registrados son superiores, a nuestro valor registrado para esta época, Esto

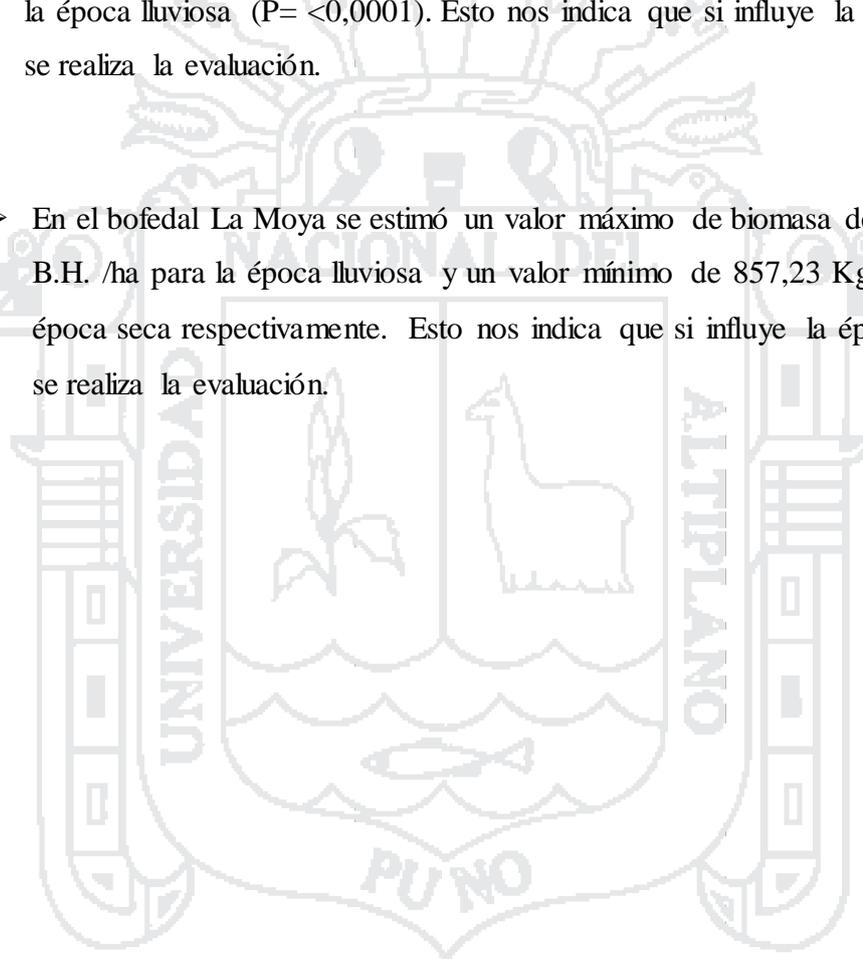
se debería a factores como la altitud, tipo de suelo, recurso hídrico, carga animal y la forma de manejo de cada bofedal.

Por todo lo señalado, se acepta la hipótesis planteada, de manera que existe una mayor biomasa por KgMV/ha, en la época lluviosa, este resultado está influenciado por la precipitación pluvial que se presenta en los meses de febrero, marzo y abril.



V. CONCLUSIONES

- Para el caso de riqueza específica se registró un total de 44 especies de flora silvestre de las cuales cinco especies no pudieron ser identificadas, estas se encuentran distribuidos en 16 familias, siendo las familias más representativas Poaceae con 17 especies, Asteraceae con 6 especies y cyperaceae con 3 especies. Existiendo mayor riqueza específica y diversidad de especies de flora silvestre en la época lluviosa ($P = <0,0001$). Esto nos indica que si influye la época en la que se realiza la evaluación.
- En el bofedal La Moya se estimó un valor máximo de biomasa de 4 894.78 Kg B.H. /ha para la época lluviosa y un valor mínimo de 857,23 Kg B. ha para la época seca respectivamente. Esto nos indica que si influye la época en la que se realiza la evaluación.



VI. RECOMENDACIONES

- Muchos bofedales del departamento de Puno, y el bofedal La Moya, ubicado en la ciudad de Ayaviri, se ve afectado esencialmente, por fraccionamiento de hábitat, sobrepastoreo, contaminación del agua, del suelo y esto conlleva a la reducción de su área. En tal sentido, se recomienda hacer estudios referentes a porcentajes de cobertura, con el fin de recuperar esas extensiones de suelos deteriorados mediante una distribución adecuada del agua de los manantiales existentes, además de la fertilización e implantación de especies fácilmente adaptables.
- Actualmente el bofedal “La Moya” afronta diversos problemas que ponen en riesgo su existencia en el mediano plazo. Problemas que deben ser considerados y discutidos por toda la población, antes de plantear un programa de recuperación. Se debe plantear como primer paso un taller de trabajo con todos los involucrados como son: Las comunidades de Umasuyo y Cápac Hanco, la Municipalidad de Melgar, las instituciones del estado, las instituciones privadas y la Población del Distrito de Ayaviri y así buscar alternativas de solución para recuperar este valioso ecosistema, darle un valor ecológico y de esta manera preservar este paraje natural que es hábitat de flora y fauna, además que nos brinda muchos servicios ambientales.



VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALVARADO, C. C. 2012. Evaluación de Pastizales Naturales de los Humedales Altoandinos en Época de Lluvia de la Provincia de Candarave. Departamento de Tacna 2012. Tesis presentada para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista. UNJBG/FCAG/EMVZ, Tacna – Perú. 94 Pp.
- ALZERRECA, 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. 187 Pp.
- ALZÉRRECA, H. A., PRIETO, G. C., LAURA, J. C., LUNA, D. CH., & LAGUNA, S. B. 2001. Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano del sistema T.D.P.S. Proyecto BOL/98/G31, Conservación de la Biodiversidad en la Cuenca del Lago Titicaca —Desaguadero— Poopó-Salar de Coipasa (T.D.P.S.), Subcontrato 21.12. Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos de los Andes (AIGACAA), La Paz, Bolivia, 140 Pp.
- BEJAR, L. 1996. Flora de los bosques de *Polylepis* sp. En tres localidades del valle sagrado de los incas. Seminario curricular. Facultad de Ciencias Biológicas de la UNSACC.
- 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.
- CASTRO Q. 2008. Evaluación de la Producción Forrajera de los Humedales Altoandinos de la Cuenca del Uchusuma de Tacna – 2008. Tesis para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista. UNJBG/EMVZ.

- CALLE, C. L. 2007. Biodiversidad de plantas silvestres en dos zonas (húmeda y seca) de la moya de Ayaviri. Maestría en ganadería andina. Escuela de postgrado de la Universidad Nacional del Altiplano. Perú. Revista electrónica de veterinaria. Vol.8. 29 Pp.
- CONDORI F. 2008. Evaluación de la Producción Vegetal Forrajera de los Humedales Altoandinos de la Provincia de Candarave. Tesis presentada para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista. UNJBG/FCAG/EMVZ, Tacna – Perú. 76pp.
- COLWELL, R. K. y CODDINGTON, J. A. 1994. Estimating the extent of terrestrial biodiversity through extrapolation. Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. (B), 345:101-118.
- COLWELL, R. K., MAO C.X. y CHANG J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species acumulations curves. Ecology 85: 2717-2727.
- CONTRERAS. J. 2011. Proyecto "Recuperación, Protección y Manejo Sostenible del Bofedal "La Moya" de Ayaviri y su réplica en los bofedales altiplánicos y altoandinos de la provincia de Melgar". Consultora Irpaña.
- CHUCUYA M. 2008. Evaluación de la Producción Vegetal Forrajera de los Humedales Altoandinos de la Provincia de Tarata. Tesis presentada para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista. UNJBG/FCAG/EMVZ. Tacna – Perú. 79pp.
- ELGUERA, E. A Y MORALES, B. 2008. Evaluación de la biodiversidad, biomasa y soportabilidad animal del pastizal Santa Bárbara, Paucarcolla-Puno. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Maestría en Ganadería Andina. Volumen 1, Numero 1. Puno-Perú. 8-18.
- FARFÁN R. DURANT A. 1998. Manejo y técnicas de evaluaciones de pastizales altoandinos. Publicaciones Técnicas, FMV N° 39 – Nov 1998. Estación Experimental Marangani – La Raya. Cusco, Perú.

- FLORES O. H. 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 K. 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.
- FUENTES T. J. C. 2005. Diversidad de flora silvestre de los bofedales de Khuchuchuni y Silluni, ubicado en las ecorregiones (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.
- FRAZIERM, S.; MOSER, M; PRENTICE, C. 1996. *A Global Overview of Wetland Loss and Degradation* [Internet], Brisbane, Australia, Wetlands internacional-Ramsar Disponible desde: http://www.ramsar.org/about/about_wetland_loss.htm [Acceso diciembre 2008].
- GALVAN LL. A. P. 2002. Condicion vegetal y capacidad de carga en ecorregiones de puna humeda 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. 118 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.
- GÓMEZ, Q. O. E. 2008. Determinación de algunos parámetros biométricos del bofedal Huajepampa de la ciudad de Puno. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Maestría en Ganadería Andina. Volumen 1, Numero 1. Puno-Perú. 19-26.

- GUTIERREZ, F. I. R. y CANALES, G., A. 2011. Evaluación comparativa de la diversidad de flora silvestre entre la isla Taquile y el cerro Chiani en relación a la altitud, Puno, Pero. Ecol. Apl. Vol 11(2).39-46.
- HALL, A. J. 1997. Wetlands, Biodiversity and the Ramsar Convention: The Role of the Convention on Wetlands in the Conservation and Wise Use of Biodiversity. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland.
- HUANCA. M. 2009. Evaluación de la condición vegetal de tres bofedales altoandinos en época seca de la cuenca alta de Ilave-Puno. Tesis presentada para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno – Perú. 67 Pp.
- HURTADO C. 2007. Efectos Ambientales del Sistema de Traslado de Agua del Proyecto Vilavilani I - Etapa en los Humedales Altoandinos de Tacna. Tesis presentada para optar el Grado Académico de: Maestro en ciencias (magister scientiae) en gestión ambiental y desarrollo sostenible. UNJBG/Escuela de postgrado. Tacna – Perú. 183pp.
- INIA-TECHNOSERVE 2000. Informe Técnico de Avance I Fase: Proyecto Aprovechamiento del Medio Ambiente Rural. Convenio INIA-Technoserve. 50 Pp.
- KREBS. C. 1999. Ecological Methodology, 2da. Edition, Adison Wesley, London.
- LOMOLINO. M. 2001. Elevation gradient of species density; historical and prospective views. Global Ecology and Biogeography. 10:3-13 pp.
- LLORENTE, B. y MORRONE, J.J. 2001. Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, concepto, métodos y aplicaciones. Facultad de ciencias. UNAM. México D.F.
- MARRUGAN, A. E. 1998. Ecological diversity and its measurement. 41 - 42 pp.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; PAIVA, E. 1995. Fisiología da planta de milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 27 Pp. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 20).

- MERCADO, S. 2000. Índices de integridad biótica de aproximación a su desarrollo. Diversidad biológica de ríos y arroyos del centro de México: Bases para su conocimiento y conservación. Facultad de ciencias naturales, Universidad Autónoma de Queretaro. Referenciada. 28/05/2009.
- MILLER, T. G. 1992. Ecología y Medio Ambiente. Seventh edition. Grupo Editorial Iberoamerica, S. A. de C. V. 867 Pp.
- MORENO, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M y T Manuales y tesis SEA, Vol. 1.
- MURILLO, C. L. 2002. Medición de biodiversidad alfa y beta en dos tipos de vegetación del parque nacional Montecristo, El Salvador. Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el Grado académico de Licenciatura. Honduras. 77 Pp.
- PIMENTEL, C. ROSSIELO, R. O P. 1995. Entendimiento bajore relações hídricas na cultura do milho. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL BAJORE EESTRÉSSE AMBIENTAL, 1. Belo Horizonte, MG. O milho em perspectiva - anais. Sete Lagoas: EMBRAPA - CNPMS / México: CIMMYT / UNDP. 131-146 Pp.
- 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 – Poopo – salar de Coipasa (TDPS). Puno - Perú.
- PRIETO G, ALZÉRRECA H, LAURA J, LUNA D, LAGUNA S. 2001. Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano del sistema T.D.P.S. Primera edición. Editorial Plural Editores. Pg. 13, 20, 26. La Paz, Bolivia.
- PRIMACK, R. B. y JOANDOMENEC, R. J. 2002. Introducción a la biología de la conservación. Segunda edición. Editorial Ariel, S.A. España.

- SOTOMAYOR. B. 1990. "Tecnología campesina en el pastoreo altoandino". Proyecto alpacas. INIA-COTESU/IC. Puno-Perú. 143 pp.
- SMITH, E. P. 2002. "Ecological Statistics", Encyclopedia of Environmetric 2, 589-602. (eds Abdel H. El-Shsrawi and Walter W. Piegorsch) John Wiley y Sons. New York. 197 Pp.
- SMITH. M, T. y SMITH. L, R. 2006. Ecología, Sexta edición. Editorial Pearson Educación, S. A. Impresora Apolo, S.A. de C. V. Madrid, España. 682 pp.
- SPELLERBERG, I. F. 1991. Monitoring ecological change. Cambridge University Press, UK, 334 pp.
- SIGUAYRO R. P. 2008. Evaluación Agrostológica y Capacidad Receptiva Estacional en Bofedales de Puna Seca y Húmeda del Altiplano de Puno. Tesis para Optar el Título Profesional de: Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. 89 Pp.
- SUGG, D. 1996. Measuring Biodiversity. State University of New York at Geneseo.
- TANSLEY, A. G., Sir. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology 16:284-307.
- TAPIA, M. 1984. Pastoreo y pastizales de los andes del sur del Perú. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. A. M. Editorial Fries. Lima – Perú. 321 Pp
- TUOMISTO, H. K. RUOKOLANINEN y YLI-HALLA, M. 2003. Dispersal, Environment and Floristic Variation of Western Amazonian Forests. Science 299: 241-244.
- VARGAS. G. 1992. Estructura dinámica estacional de la vegetación en Bofedal, Tolar y pajonal "Iru Ichu" en el Ecosistema de Puna Seca. Tesis para el título de: Ingeniero Zootecnista. Universidad Agraria La Molina. Lima-Perú. 138 pp.
- VALERIO, G., L., GARCÍA G. Y., LEVY S., LACABANA P. 2013. Inventario florístico de plantas vasculares litorales de la laguna el morro, isla de margarita,

estado nueva esparta, Venezuela. Saber. Universidad de Oriente,
Venezuela.Vol. 25 N° 2: 151-159.

- VILA, P. I. 2002. Sistemas Intertropicales de Altura: Humedales Altiplánicos. Depto. de Cs. Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. Publ. por CYTED XVII, CETA y Fac. Cs. Veterinarias UBA. 63-72 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 pp. 111.
- WILLIAMS, P.H. y GASTON, K. J. 1994. Measuring more of biodiversity: can higher. Taxon richness predict wholesale species richness? Biological conservation 67: 211 – 217.
- WILLIAMS, P.H., GASTON, K.J. y HUMPHIRES, C. J. 1997. Mapping biodiversity valu worldwide: combinig higher taxon richness from different groups. Procceding of Royal Soviety, Biological Sciences. 264: 141 – 148.
- WITTAKER, R. H. 1972. Ecologia General. Editorial Mc Graw Hill Interamericana.
- YUJRA, P.L. 2007. Determinación de biomasa de materia verde en el humedal "La Moya" Ayaviri. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504, REDVET. Volumen VIII. Número 4. 29 Pp

ANEXOS

Cuadro 05. Clasificación taxonómica de las especies encontradas en el bofedal La Moya – Ayaviri (febrero - julio 2015).

| N° | CLASE | ORDEN | FAMILIA | NOMBRE CIENTIFICO | | |
|----|---------------|----------------|--|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Equisetopsida | Apiales | Araliaceae | <i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam. | | |
| 2 | | | Apiaceae | <i>Lilaeopsis andina</i> A.W. Hill | | |
| 3 | | Asterales | Asteraceae | <i>Bidens andicola</i> Kunth | | |
| 4 | | | | <i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Walp.) Ball | | |
| 5 | | | | <i>Hypochaeris</i> L. | | |
| 6 | | | | <i>Astragalus garbancillo</i> Kunth | | |
| 7 | | | | <i>Belloa</i> sp. | | |
| 8 | | | | <i>Taraxacum officinale</i> L. | | |
| 9 | | | | Alismatales | Araceae | <i>Lemna</i> sp. |
| 10 | | | | Brassicales | Brassicaceae | <i>Cardamine bonariensis</i> Pers. |
| 11 | | Caryophyllales | Polygonaceae | <i>Rumex conglomeratus</i> Murray | | |
| 12 | | Fabales | Fabaceae | <i>Trifolium amabile</i> Kunth | | |
| 13 | | Geraniales | Geraniaceae | <i>Geranium</i> sp. L. | | |
| 14 | | Lamiales | Orobanchaceae | <i>Castijella pumila</i> (Benth.) Wedd. | | |
| 15 | | | Phrymaceae | <i>Mimulus glabratus</i> Kunth | | |
| 16 | | | Plantaginaceae | <i>Plantago monticola</i> Decne. | | |
| 17 | | Poales | Juncaceae | <i>Juncus</i> sp. | | |
| 18 | | | Cyperaceae | <i>Scirpus rigidus</i> Boeckeler | | |
| 19 | | | | <i>Eleocharis albibracteata</i> Nees & Meyen ex Kunth | | |
| 20 | | | | <i>Carex</i> sp. L. | | |
| 21 | | | | <i>Aciachne acicularis</i> Lægaard | | |
| 22 | | | | <i>Deyeuxia eminens</i> J. Presl | | |
| 23 | | | | <i>Deyeuxia rigescens</i> (J. Presl) Türpe | | |
| 24 | | | | <i>Deyeuxia vicunarum</i> Wedd. | | |
| 25 | | | | <i>Hordeum</i> sp. | | |
| 26 | | | <i>Hordeum muticum</i> J. Presl | | | |
| 27 | | | <i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov. | | | |
| 28 | | | <i>Poa annua</i> L. | | | |
| 29 | | | Poaceae | <i>Calamagrostis heterophylla</i> (Wedd.) Pilg. | | |
| 30 | | | | <i>Calamagrostis</i> sp. Adans. | | |
| 31 | | | | <i>Muhlenbergia fastigiata</i> (J. Presl) Henrard | | |
| 32 | | | | <i>Muhlenbergia ligularis</i> (Hack.) Hitchc | | |
| 33 | | | | <i>Bromus unicoloides</i> Kunth | | |
| 34 | | | | <i>Bromus catharticus</i> Vahl | | |
| 35 | | | | <i>Festuca dolichophylla</i> J. Presl | | |
| 36 | | | | <i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav.) Kunth | | |
| 37 | | <i>Poa</i> sp. | | | | |
| 38 | | Rosales | | Rosaceae | <i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav. | |
| 39 | | Salviniales | Salviniaceae | <i>Azolla filiculoides</i> Lam. | | |
| 40 | - | = | = | Sp 1 No reconocida | | |
| 41 | - | = | = | Sp 2 No reconocida | | |
| 42 | - | = | = | Sp 3 No reconocida | | |
| 43 | - | = | = | Sp 4 No reconocida | | |
| 44 | - | - | - | Sp 5 No reconocida | | |



Figura 11. Vista panorámica del bofedal La Moya – Ayaviri. (febrero - abril 2015).



Figura 12. Vista panorámica del bofedal La Moya – Ayaviri. (mayo - julio 2015).



Figura 13. Algunas especies de fauna del bofedal La Moya – Ayaviri. A: *Egretta caerulea*, B: *Chloephaga melanoptera* y C: especies del genero *Anas* (febrero - julio 2015).



Figura 14. Algunos ojos de agua, que ingresan al bofedal La Moya – Ayaviri (febrero - julio 2015).



Figura 15. Ganado que ingresa al bofedal La Moya – Ayaviri a pastorearse (febrero - julio 2015).



Figura 16. Presencia de personas lavando ropa en el manantial más grande del bofedal, A: Época lluviosa, B: Época seca (febrero - julio 2015).



Figura 17. Aguas residuales de la ciudad de Ayaviri, que ingresan directamente hacia el bofedal La Moya (febrero - julio 2015).



Figura 18. Corrida de toros en honor a la patrona de Ayaviri, realizado cada año dentro del bofedal La Moya (febrero - julio 2015).

| | |
|--|---|
| <p><i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Walp.) Ball</p> <p>1</p> | <p><i>Hypochaeris</i> sp L.</p> <p>2</p> |
| <p><i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.</p> <p>3</p> | <p><i>Lilaeopsis andina</i> A.W. Hill</p> <p>4</p> |
| <p><i>Bidens andicola</i> Kunth</p> <p>5</p> | <p><i>Astragalus garbancillo</i> Kunth</p> <p>6</p> |
| <p><i>Belloa</i> sp.</p> <p>7</p> | <p><i>Taraxacum officinale</i> L.</p> <p>8</p> |

Lemna sp.



9

Cardamine bonariensis Pers.



10

Rumex conglomeratus Murray



11

Trifolium amabile Kunth



12

Geranium sp. L.



13

Castijella pumila (Benth.) Wedd.



14

Mimulus glabratus Kunth

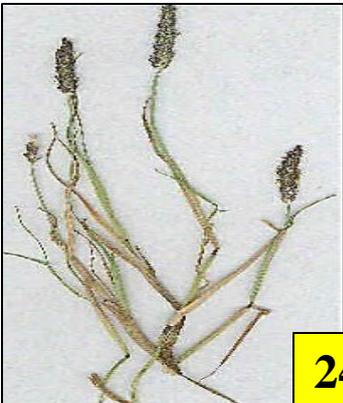


15

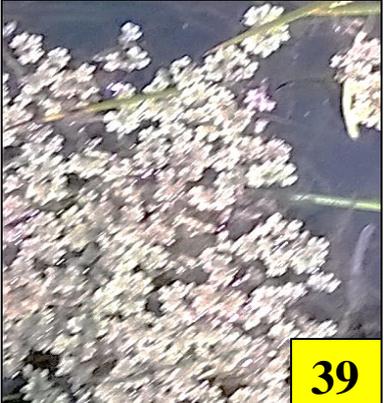
Plantago monticola Decne.



16

| <i>Juncus sp.</i> | <i>Scirpus rigidus</i> Boeckeler |
|---|--|
|  <p data-bbox="304 555 405 631">17</p> |  <p data-bbox="754 555 855 631">18</p> |
| <i>Eleocharis albibracteata</i> Nees & Meyen | <i>Carex sp. L</i> |
|  <p data-bbox="316 1003 405 1079">19</p> |  <p data-bbox="802 1003 892 1079">20</p> |
| <i>Aciachne acicularis</i> Lægaard | <i>Deyeuxia eminens</i> J. Presl |
|  <p data-bbox="624 1397 713 1473">21</p> |  <p data-bbox="818 1397 908 1473">22</p> |
| <i>Deyeuxia rigescens</i> (J. Presl) Türpe | <i>Deyeuxia vicunarum</i> Wedd. |
|  <p data-bbox="284 1868 373 1944">23</p> |  <p data-bbox="1090 1868 1179 1944">24</p> |

| | |
|---|---|
| <p style="text-align: center;"><i>Hordeum sp.</i></p>  <p style="text-align: center;">25</p> | <p style="text-align: center;"><i>Hordeum muticum</i> J. Presl</p>  <p style="text-align: center;">26</p> |
| <p style="text-align: center;"><i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst.</p>  <p style="text-align: center;">27</p> | <p style="text-align: center;"><i>Poa annua</i> L.</p>  <p style="text-align: center;">28</p> |
| <p style="text-align: center;"><i>Calamagrostis heterophylla</i> (Wedd.) Pilg.</p>  <p style="text-align: center;">29</p> | <p style="text-align: center;"><i>Calamagrostis sp.</i> Adans.</p>  <p style="text-align: center;">30</p> |
| <p style="text-align: center;"><i>Muhlenbergia fastigiata</i> (J. Presl) Henrard</p>  <p style="text-align: center;">31</p> | <p style="text-align: center;"><i>Muhlenbergia ligularis</i> (Hack.) Hitchc</p>  <p style="text-align: center;">32</p> |

| | |
|--|--|
| <p><i>Bromus unioides</i> Kunth</p>  <p>33</p> | <p><i>Bromus catharticus</i> Vahl</p>  <p>34</p> |
| <p><i>Festuca dolichophylla</i> J. Presl</p>  <p>35</p> | <p><i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav.) Kunth</p>  <p>36</p> |
| <p><i>Poa</i> sp</p>  <p>37</p> | <p><i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.</p>  <p>38</p> |
| <p><i>Azolla filiculoides</i> Lam.</p>  <p>39</p> | <p>Indeterminada Sp 1</p>  <p>40</p> |

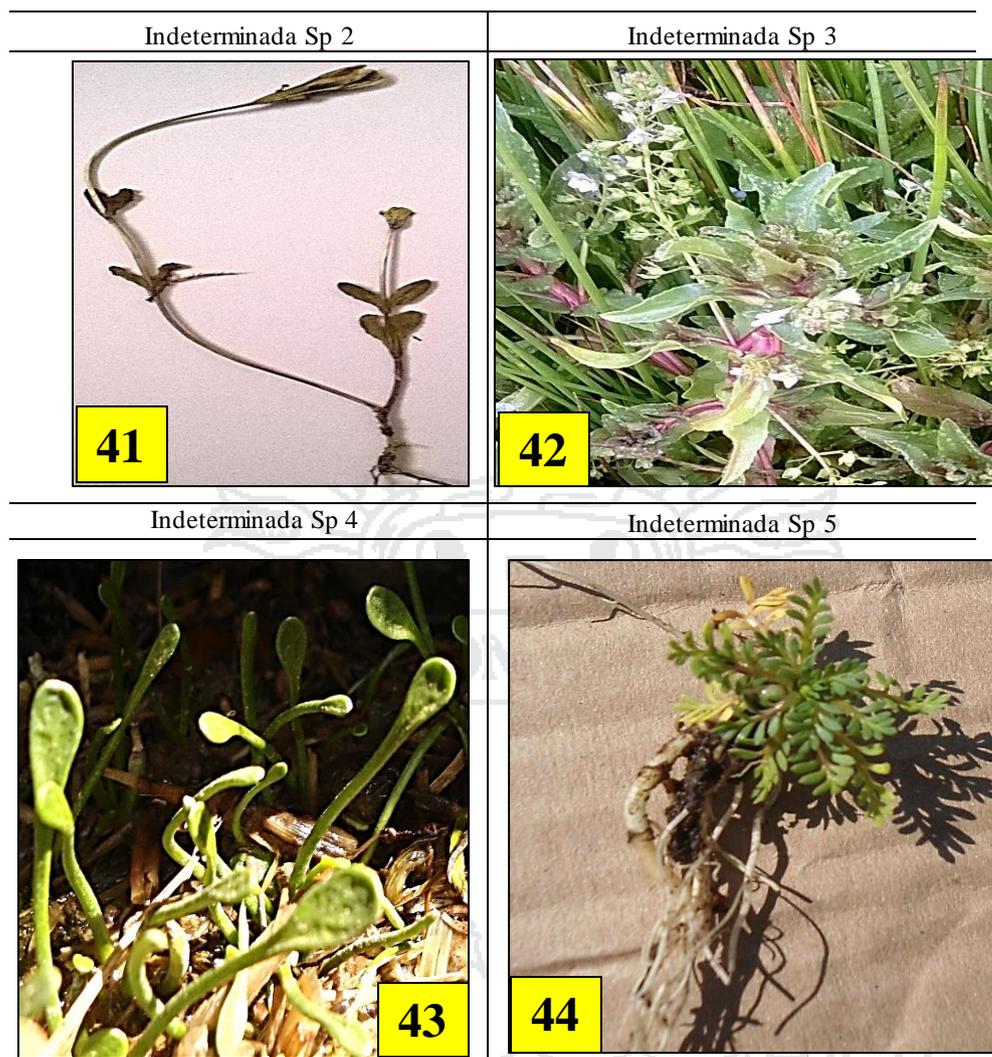


Figura 19. Relación de especies de flora silvestre encontradas en el bofedal La Moya- Ayaviri, de la especie 1 a la especie 44 (febrero - julio 2015).

