

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
ESCUELA DE POSGRADO



COMPORTAMIENTO DE LA VEGETACION DE BOFEDALES  
INFLUENCIADOS POR ACTIVIDADES ANTROPICAS

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER EN DESARROLLO  
AMBIENTAL

Mónica Sofía Maldonado Fonkén

Asesora: Dra. Ana Sabogal Dunin Borkowski

Jurado: Dr. Edgar Sánchez Infantas

Dr. Manuel Glave Testino

LIMA, PERÚ

2010

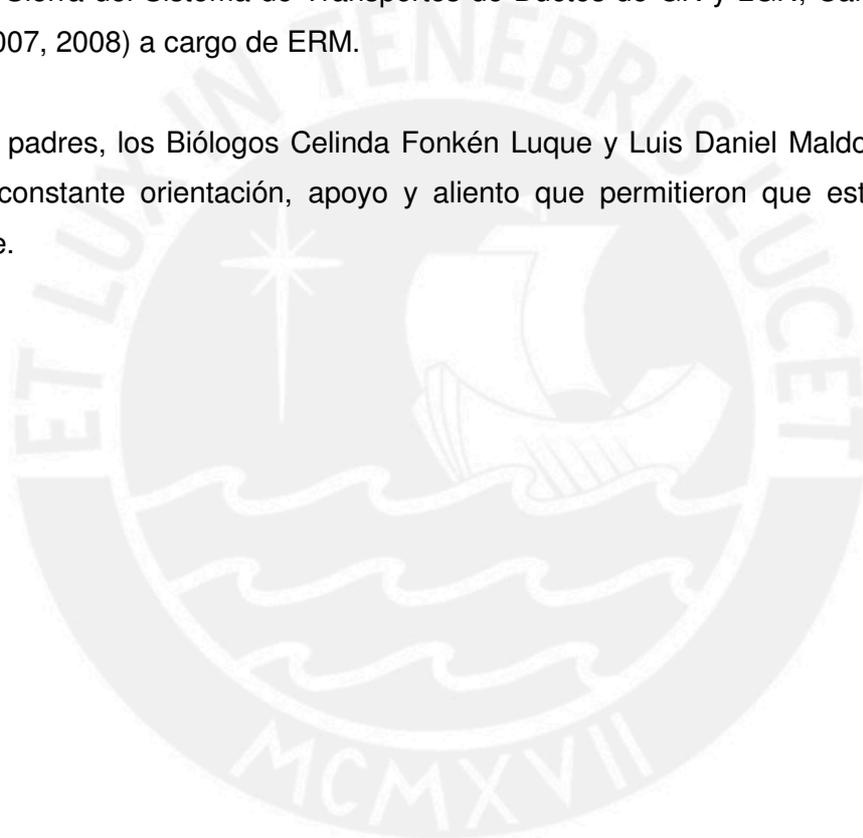
## AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Ana Sabogal, al Dr. Edgar Sanchez y al Dr. Manuel Glave por su orientación, apoyo y valiosos aportes durante la realización de este trabajo.

A Francisco Pinilla, Daniel Takahashi y Gabriella Gonzalez de Environmental Resources Management (ERM) por su confianza y apoyo especial en la realización de este trabajo.

A Johana Cortez y Catherine Yopez por su valioso apoyo en las evaluaciones en campo, así como a todo el equipo de trabajo del Monitoreo Biológico de los Sectores Costa y Sierra del Sistema de Transportes de Ductos de GN y LGN, Camisea – Lima Perú (2007, 2008) a cargo de ERM.

Y a mis padres, los Biólogos Celinda Fonkén Luque y Luis Daniel Maldonado Drago, por su constante orientación, apoyo y aliento que permitieron que este trabajo se concrete.



## Índice

1. Introducción.....	8
2. Hipótesis de trabajo.....	9
3. Objetivos .....	9
3.1. Objetivo General .....	9
3.2. Objetivos Específicos.....	9
4. Revisión de Literatura .....	9
4.1. Bofedales: .....	9
4.1.1. Concepto e importancia .....	9
4.1.2. Características de la vegetación de bofedales .....	12
4.2. Lugar de Estudio.....	14
4.3. Características Socioeconómicas de las Zonas de Evaluación .....	17
4.3.1. Regionales.....	17
4.3.2. Comunales.....	18
4.4. Pastoreo altoandino.....	22
4.5. Manejo de bofedales.....	23
4.5.1. Manejo con fines ganaderos .....	23
4.5.2. Manejo ecológico .....	25
4.6. Indicadores.....	27
4.6.1. Indicadores de Diversidad Biológica.....	28
4.6.1.1. Índices de riqueza y Modelos de Abundancia de especies.....	29

4.6.1.2.	Índices basados en la abundancia proporcional de especies .....	29
4.6.1.3.	Diversidad $\beta$ .....	30
4.6.2.	Especies Indicadoras.....	31
4.6.2.1.	Especies indicadoras asociadas al pastoreo.....	31
5.	Materiales y Métodos.....	33
5.1.	Identificación de Especies .....	34
5.2.	Composición y Abundancia Botánica .....	34
5.3.	Diversidad, riqueza y equidad.....	35
5.4.	Índice de Simpson .....	36
5.5.	Diversidad $\beta$ .....	37
5.6.	Especies indicadoras .....	37
5.6.1.	Especies indicadoras asociadas al pastoreo.....	37
5.6.2.	Especies de altos requerimientos hídricos.....	38
5.6.3.	Especies amenazadas y/o endémicas .....	38
5.7.	Componentes principales .....	38
6.	Resultados y Discusión.....	38
6.1.	Identificación de Especies .....	40
6.2.	Composición y Abundancia Botánica .....	41
6.2.1.	Licapa .....	41
6.2.2.	Apacheta.....	43
6.2.3.	Churia .....	45

6.2.4.	Occollo.....	47
6.2.5.	Comparación de la Composición Botánica entre Bofedales .....	49
6.3.	Diversidad, riqueza y equidad.....	52
6.3.1.	Licapa .....	52
6.3.2.	Apacheta.....	53
6.3.3.	Churia .....	54
6.3.4.	Occollo.....	55
6.3.5.	Comparación de la Diversidad entre Bofedales.....	56
6.4.	Índice de Simpson .....	59
6.5.	Diversidad $\beta$ .....	60
6.6.1.1.	Especies indicadoras asociadas al pastoreo de alpacas.....	62
6.6.1.2.	Especies indicadoras asociadas al pastoreo de ovinos .....	66
6.6.1.3.	Especies indicadoras asociadas al pastoreo de llamas.....	68
6.6.2.	Especies amenazadas y/o endémicas .....	71
6.6.3.	Especies indicadoras de la disponibilidad de agua .....	73
6.7.	Análisis de Componentes Principales.....	75
7.	Conclusiones .....	76
8.	Recomendaciones .....	79
9.	Bibliografía.....	81
10.	Anexos.....	97

## Índice de Tablas

Tabla N° 1 Ubicación de las Zonas de Evaluación.....	15
Tabla N° 2 Comunidades.....	19
Tabla N° 3 Calendario de actividades agropecuarias .....	21
Tabla N° 4 Ubicación de los transectos .....	39

## Índice de Gráficos

Gráfico N° 1 Número de especies identificadas por familia.....	40
Gráfico N° 2 Cobertura Repetida Licapa – Transecto 1 .....	42
Gráfico N° 3 Cobertura Repetida Licapa – Transecto 2 .....	42
Gráfico N° 4 Cobertura Repetida Apacheta – Transecto 1.....	44
Gráfico N° 5 Cobertura Repetida Apacheta – Transecto 2.....	44
Gráfico N° 6 Cobertura Repetida Churia – Transecto 1 .....	46
Gráfico N° 7 Cobertura Repetida Churia – Transecto 2 .....	46
Gráfico N° 8 Cobertura Repetida Occollo – Transecto 1.....	48
Gráfico N° 9 Cobertura Repetida Occollo – Transecto 2.....	48
Gráfico N° 10 Cobertura Repetida Total de los 4 Bofedales para la época seca y la época húmeda.....	50
Gráfico N° 11 Diversidad, equidad y riqueza – Licapa .....	53
Gráfico N° 12 Diversidad, equidad y riqueza – Apacheta.....	54
Gráfico N° 13 Diversidad, equidad y riqueza – Churia .....	55
Gráfico N° 14 Diversidad, equidad y riqueza – Occollo.....	56

Gráfico N° 15 Comparación de los Índices de Shannon .....	57
Gráfico N° 16 Ordenamiento de los Índices de Shannon .....	58
Gráfico N° 17 Comparación de los Índices de Simpson.....	59
Gráfico N° 18 Índice de Simpson (1-D) y Diversidad (H).....	60
Gráfico N° 20 Abundancia (cobertura repetida) de especies indicadoras asociadas al pastoreo para alpacas .....	64
Gráfico N° 21 Abundancia relativa de especies indicadoras asociadas al pastoreo para alpacas.....	64
Gráfico N° 22 Abundancia (cobertura repetida) de especies indicadoras asociadas al pastoreo para ovinos .....	67
Gráfico N° 23 Abundancia relativa de especies indicadoras asociadas al pastoreo para ovinos.....	67
Gráfico N° 24 Abundancia (cobertura repetida) de especies indicadoras asociadas al pastoreo para llamas .....	70
Gráfico N° 25 Abundancia relativa de especies indicadoras asociadas al pastoreo para llamas.....	70
Gráfico N° 26 Variación de la cobertura repetida de <i>Azorella diapsenioides</i> .....	72
Gráfico N° 27 Variación de la cobertura repetida de <i>Distichia muscoides</i> .....	75

## Índice de Anexos

Anexo 1.	Metodología .....	97
Anexo 2.	Fotos de las Zonas de Evaluación.....	98
Anexo 3.	Especies Identificadas.....	100
Anexo 4.	Cobertura Repetida .....	102
Anexo 4.1.	Licapa.....	102
Anexo 4.2.	Apacheta .....	103
Anexo 4.3.	Churia.....	104
Anexo 4.4.	Occollo .....	105
Anexo 5.	Coeficiente de Correlación de Spearman .....	106
Anexo 6.	Índices.....	108
Anexo 7.	Prueba t .....	109
Anexo 8.	Índice de Morisita .....	111
Anexo 9.	Clasificación de las especies de acuerdo a su deseabilidad.....	112
Anexo 10.	Ganado en las zonas de evaluación .....	114
Anexo 11.	Abundancia de especies de acuerdo a su deseabilidad para alpacas	115
Anexo 12.	Abundancia de especies de acuerdo a su deseabilidad para ovinos .	116
Anexo 13.	Abundancia de especies de acuerdo a su deseabilidad para llamas .	117
Anexo 14.	Análisis de Componentes Principales (ACP) .....	118

## RESUMEN

Con el fin de determinar las variaciones en la composición botánica y diversidad e identificar elementos claves para el manejo ecológico y ganadero, se evaluaron en dos épocas (húmeda y seca) cuatro bofedales influenciados por actividades antrópicas (ganadería, construcción del ducto de gas de Camisea), pertenecientes a las comunidades de Ccarhuacc Licapa, Churia Rosaspampa, Occollo Asabran (Ayacucho) e Ingahuasi Lliyilinta (Huancavelica).

No se encontraron cambios significativos de la abundancia de las especies entre épocas, cuya distribución tiende a ser homogénea en todos los bofedales. En contraste, la diversidad mostró tendencia a aumentar de la época seca a la húmeda de forma altamente significativa.

Los índices de Shannon y Simpson, fueron sensibles a la perturbación generada por la construcción asociada al Sistema de Transporte de Ductos de Gas Natural y Líquidos de Gas Natural – Camisea.

Todos los bofedales presentaron al menos 30 % de abundancia de especies disponibles para el ganado (deseables y poco deseables), con una calidad de pastos entre pobre y muy buena. Los bofedales de Churia y Occollo presentaron una mejor calidad para alpacas y ovinos durante la época húmeda que sus pares en Apacheta y Licapa. Durante la época seca Apacheta presenta las mejores condiciones de alimento disponible para ovinos y llamas, mientras que Churia lo hace durante la época húmeda. En el caso de las alpacas Churia presenta las mejores condiciones durante ambas épocas del año. Estos resultados reflejarían el manejo ganadero comunal.

En todos los bofedales se observa una tendencia al aumento de la abundancia de *A. pulvinata*, especie indicadora de sobrepastoreo.

*D. muscoides*, tanto por ser una especie acuática obligada como por ser alimento para el ganado presente, podría ser empleada como indicadora tanto para el manejo ecológico como para el ganadero.

## 1. Introducción

Como lo indica Recharte (2003) “vivir de espaldas a las montañas tiene un precio alto. Al no comprender los roles de los ecosistemas y como su salud esta unida a la vitalidad económica, social y cultural de las comunidades, el precio que estamos pagando se expresa en la pobreza extrema de la sierra rural...No hay manera de pensar el futuro de un país como el Perú sin aceptar que las montañas estructuran desde el clima hasta nuestra historia (GNTEM, 2002)”.

En este contexto, encontramos a los bofedales, ecosistemas especialmente valiosos en la Puna de nuestro país. Estos humedales altoandinos son una reserva y fuente de agua y pastos naturales durante todo el año, además de servir como refugio para la fauna silvestre y el ganado. Esto es de especial importancia cuando se tienen dos estaciones marcadas, pues se convierten en la principal fuente de forraje para llamas, alpacas y ovinos durante la época seca (Florez, 2005; Pizarro, 1999). Cabe resaltar que los bofedales conservan el agua en la parte altas de las cuencas (Ministerio de Salud et ál., 2005), lo cual es de especial importancia en el contexto actual de cambio climático.

La vegetación tiene un rol principal tanto como estructuradota del ecosistema bofedal, por ser fuente de alimento y/o refugio para la fauna, así como por regular el flujo de agua disponible. Además, la vegetación tiene una relación directa con las condiciones del hábitat en el que se encuentra, por lo tanto brindará información del efecto de las actividades antrópicas sobre sus diferentes componentes.

Por estas razones, todo estudio que contribuya al mejor conocimiento, conservación y manejo de la vegetación de bofedales será de importancia ecológica y social.

## 2. Hipótesis de trabajo

Entre las épocas de evaluación (húmeda y seca) no existen diferencias significativas en diversidad y composición botánica en cada uno de los 4 bofedales a evaluarse.

## 3. Objetivos

### 3.1. Objetivo General

Evaluar la vegetación de bofedales en términos de composición botánica y diversidad, así como identificar elementos claves (especies y/o índices) para el manejo ecológico y ganadero de los mismos, aportando información que contribuya al desarrollo sostenible de las generaciones presentes y futuras.

### 3.2. Objetivos Específicos

- Determinar los cambios en composición botánica y diversidad vegetal.
- Identificar elementos claves (especies y/o índices) para el manejo de bofedales con fines ganaderos y ecológicos.

## 4. Revisión de Literatura

### 4.1. Bofedales:

#### 4.1.1. Concepto e importancia

Los bofedales son una de las formaciones vegetales que se pueden encontrar en la Puna (Flores, 1993 en Sánchez, 1997). De origen natural o artificial, se caracterizan por ser áreas con humedad subterránea constante durante todo el año, y que se desarrollan normalmente en zonas planas, en los alrededores de pequeñas lagunas, y/o bordeando los riachuelos y pequeños manantiales (Florez, 1992, 2005, Salvador y Cano, 2002; Ruiz y Tapia, 1987; Tovar, 1973). Una de las características principales es la presencia de suelos orgánicos o turbas, así como el color verde que mantienen durante todo el año, contrastando con las zonas xerofíticas aledañas (Florez, 1992). Además, de acuerdo a la Clasificación de Tipos de Humedales de la Convención RAMSAR (1999), los bofedales se encuentran dentro de la categoría de turberas no arboladas.

Estas formaciones vegetales son consideradas por la Ley General del Ambiente como “ecosistemas frágiles” (Ley N° 28611, artículo 99). Son hábitat de algunas especies de flora y fauna amenazada y/o endémica (Birdlife International, 2003; León et ál., 2006; MINAG, 2004, 2006). De acuerdo al Reglamento de Zonificación Ecológica Económica (DS N° 087-2004-PCM, artículo 9, PCM, 2004), son considerados como zonas de protección y conservación ecológica<sup>1</sup>.

De acuerdo a INRENA (2002) a nivel nacional, de las 22 228 000 ha de pastos naturales (que incluyen pajonal, césped de puna y bofedales) tan sólo 91 700 ha (0.41%) corresponden a bofedales.

Son de gran importancia para la crianza ganadera en la zona altoandina, pues constituyen la principal fuente de forraje para llamas, alpacas y ovinos, durante la época seca (Florez, 2005; Pizarro, 1999), así como fuente de agua para los animales (Flores et ál., 2005). De igual manera, estas formaciones vegetales se convierten en refugio, zona de alimentación de animales silvestres (vicuñas, guanacos, etc.), así como en área de nidificación de aves (García y Beck, 2006; Salvador y Cano, 2002; Squeo et ál., 2006; Tovar, 1973; COP, 2005).

Los bofedales “ocupan zonas que almacenan agua proveniente del deshielo de los nevados, nacientes de los ríos (ojos de agua), de las precipitaciones o de las filtraciones provenientes del agua de acuíferos” (Salvador y Cano, 2002, pg. 6). Estos ecosistemas cumplen la función de conservar el agua en la parte alta de las cuencas (Ministerio de Salud et ál., 2005), en ellos el escurrimiento del agua es lento y en muchos casos esta se filtra a través del subsuelo para retomar su curso en niveles inferiores (Gov. Reg. Ayacucho, 2007). En este contexto la vegetación desempeña un papel regulador del flujo del agua y garantiza la estabilidad de los suelos (CDC, 2005). “...los bofedales altoandinos podrían no reemplazar a los glaciares pero si reconstruir esa esponja de agua” (Leyva, 2008), lo cual es de suma importancia en el contexto actual del cambio climático.

---

<sup>1</sup> Las categorías de uso pueden ser: zonas productivas, zonas de protección y conservación ecológica, zonas de tratamiento especial, zonas de recuperación, zonas urbanas o industriales.

Tanto por su papel como reguladores hidrológicos, por su importancia biológica y por ser depósitos de macrorestos vegetales y pólenes fósiles para los estudios paleoclimáticos, estos ecosistemas tienen una importancia ecológica única (García y Beck, 2006).

Debemos mencionar que los bofedales son considerados como un tipo de humedal de acuerdo a la Convención sobre los Humedales<sup>2</sup> (Ramsar, Irán, 1971). Si bien la Estrategia Nacional para la Conservación de los Humedales en el Perú (INRENA, 1996) no hace ninguna referencia a bofedales<sup>3</sup>, la Estrategia Regional de Conservación y Uso Sostenible de Humedales Altoandinos (COP 9, 2005) 2005-2015, sí los incluye directamente, siendo resaltante la Resolución VIII.39 (COP<sup>4</sup> 8): “Los humedales altoandinos como ecosistemas estratégicos”.

Cabe indicar que los bofedales altoandinos también tienen importancia económica y cultural por ser fuente de suministro de agua; por la extracción de plantas y turba<sup>5</sup> para combustible y para la preparación de tierra vegetal, por ser parte importante de la ganadería altoandina; por la historia y tradición de manejo de los mismos por las culturas andinas, que incluye la formación, ampliación y manejo de bofedales, así como por los demás usos potenciales y actuales de estos ecosistemas y sus componentes, incluyendo los servicios ambientales (COP, 2005; García y Beck, 2006, Florez, 1992; Moya, 1994; Tapia, 1997; Salvador y Cano, 2002).

---

<sup>2</sup> “A los efectos de la presente Convención son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas 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” (Convención sobre Humedales, artículo 1). En la clasificación de humedales continentales los bofedales se encuentran dentro de las turberas no arboladas (Ramsar, 1999).

<sup>3</sup> El mayor énfasis en humedales altoandinos está en lagos y lagunas.

<sup>4</sup> 8va Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la convención Sobre los Humedales, España, 2002.

<sup>5</sup> Materia orgánica no descompuesta (Odum y Sarmiento, 1997).

#### 4.1.2. Características de la vegetación de bofedales

De acuerdo a Florez (1992, 2005) la composición y diversidad botánica de los bofedales varía según su ubicación, considerando factores como la altitud, topografía, humedad, exposición, latitud, etc. El número de especies es variable, reportándose entre 8 hasta 64 especies.

Generalmente en estas formaciones vegetales hay una dominancia de las especies herbáceas sobre las gramínoideas<sup>6</sup> y las gramíneas (Florez 2005, 1992). Diferentes autores señalan que la juncácea *Distichia muscoides* suele ser una de las especies dominantes o características en bofedales<sup>7</sup> (Canales y Tapia, 1987; Flores et ál., 2005; Florez, 1992, 2005; Salvador y Cano, 2002; Salvador, 2002; Tovar, 1973), en especial sobre los 4000 - 4200 msnm (Salvador y Cano, 2002; Weberbauer, 1945). Además se han reportado otras especies<sup>8</sup> entre las que podemos mencionar gramíneas como: *Aciachne pulvinata*<sup>9</sup>, *Calamagrostis vicunarium*, *C. rigescens*, *C. curvula*, *C. anmohena*, *C. chrysanta*, *C. ovata*, *C. jamesonii*, *C. brevifolia*, *Muhelebergia fastigiata*, *Poa candamoana*, *Festuca dolichophylla*, *F. rigescens*; asteráceas como: *Novenia tunariensis*, *Cotula mexicana*, *Hypochaeris taraxacoides*, *Werneria pygmaea*, *Oritrophium limnophilum*; y otras herbáceas como: *Lilaeopsis macloviana*, *Isoetes lechleri*, *Hypsela reniformis*, *Gentianella peruviana*, *Carex spp.*, *Scirpus spp.*, *Eleocharis albibracteata*, *Luzula peruviana*, *Lachemilla pinnata*, *Lachemilla diplophylla*, *Castilleja fissifolia*, *Geranium sesiliflorum*, *Gentiana sedifolia*, *Gentianella brunneotincta*, *Plantago tubulosa*, *Plantago rigida*, *Ranunculus spp.*, *Plagiobothrys congestus* (Atayupanqui, 1987 en Florez, 1992; Canales y Tapia, 1987; Flores et ál., 2005; Florez y Malpartida, 1981; García y Beck, 2006, ONERN, 1984; Salvador y Cano, 2002; Tovar, 1973, 1990; Weberbauer, 1945).

*Distichia muscoides* crece formando almohadillas o cojines (Salvador y Cano, 2002; Tovar, 1973; Weberbauer, 1945). Esta es una de las especies que producen turba (Salvador y Cano, 2002) y que es extraída para ser empleada

---

<sup>6</sup> Especies parecidas a las gramíneas como aquellas de las familias Juncaceae o Ciperaceae

<sup>7</sup> Siendo llamados turberas de *Distichia*

<sup>8</sup> Los nombres científicos han sido actualizados considerando las referencias de Missouri Botanical Garden (2009) sobre los nombres aceptados actualmente.

<sup>9</sup> La presencia de esta especie en bofedales solamente es mencionada por ONERN (1984).

como combustible y para la preparación de tierra vegetal para viveros y jardines (Flores et ál., 2005). Cabe resaltar que según Necochea (1998, en Flores et ál., 2005) los especialistas han señalado que la depredación de esta especie ocasiona daños irreversibles, pues esta juncacea se reproduce en un periodo de 80 a 100 años.

Otras especies, algunas rizomatosas, como *Scirpus* spp., *Werneria pygmaea*, *Plantago tubulosa* y *Plantago rigida* también forman cojines (Salvador y Cano, 2002; Tovar, 1973). Debemos recalcar que según Salvador y Cano (2002) la dentadura de los camélidos sudamericanos esta adaptada para poder romper y masticar los pastos sin que las plantas sean arrancadas de raíz ni dañadas, de modo que puedan seguir su crecimiento.

A pesar de que los bofedales no tienen una producción de biomasa<sup>10</sup> muy elevada (Canales y Tapia, 1987), si tienen una alta productividad primaria<sup>11</sup> (Flores, 1993 en Sánchez), ofreciendo un alto porcentaje de uso forrajero, así como un crecimiento bien distribuido durante todo el año, por lo que la capacidad de carga es elevada (Canales y Tapia, 1987).

La capacidad de carga de los bofedales es variable, dependiendo, entre otros factores, el de la disponibilidad de agua de los mismos. Para el caso de las alpacas varia entre 2 y 8 UAI<sup>12</sup>/Ha/año (Flores A., 1992), mientras que para ovinos se reporta entre 8 a 12 UO<sup>13</sup>/Ha/año (Canales y Tapia, 1987).

A nivel nacional se han hecho y se siguen haciendo varias investigaciones relacionadas a la vegetación de bofedales haciendo énfasis sobre todo en el aspecto productivo (ganadero). Es probable, que el mayor número de trabajos se concentre en Puno. El Programa Nacional de Investigación de Pastos y Forrajes<sup>14</sup> (PNIPP) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA<sup>15</sup>), viene

---

<sup>10</sup>«Peso seco del material vivo por unidad de área» (Matteucci S y Colma, 1982)

<sup>11</sup>«Proporción de biomasa producida por intervalo de unidad de tiempo» (Bonham C.,1989)

<sup>12</sup> unidades alpaca

<sup>13</sup> unidades ovino

<sup>14</sup> parte de los Programas Nacionales de Investigación de Crianza

<sup>15</sup> Antes Instituto Nacional de Investigación Agraria, se le cambió la denominación por medio del DL N° 997.

realizando trabajos con bofedales aproximadamente desde 1990, específicamente en la Región de Puno (comunidades de Capaso, Mazocruz, Macusani, El Collao; com. pers. Coordinador Nacional de este programa, Ing. Gregorio Argote, 29/10/08). Hasta enero de 2009 el INIA estaba ejecutando el proyecto “Recuperación y conservación de los ecosistemas con bofedales con fines de aprovechamiento en la producción de camélidos andinos en la Cuenca Hidrográfica del Titicaca – Puno” (INCAGRO, 2008). Además podemos citar los siguientes trabajos: “Estructura y dinámica estacional de la vegetación en bofedal tolar y pajonal "iru ichu" en el ecosistema de puna seca” (Estación Experimental Agraria Illpa, Puno), desarrollado por Vargas et ál. (1994); “Condición Vegetal y Capacidad de Carga en tres bofedales del Departamento de Puno” por Galván y Condori (resumen presentado para el I Congreso Internacional Científicos Peruanos, 2003).

Podemos mencionar el estudio fitosociológico de los bofedales del centro del Perú (Gutte, 1980; en García y Beck, 2006); “Datos sobre las Comunidades Altoandinas de los Andes Centrales del Perú (Tovar y Rivas-Martinez, 1982), “Diversidad Florística asociada a las lagunas andinas Pomacocha y Habascocha, Junín, Perú” (Flores et. al, 2005), que incluye la evaluación de bofedales; y la Caracterización de bofedales y selectividad de alpacas en dos sitios diferentes del sur del Perú) desarrollado por Víctor Farfan (1987, en Florez, 1992).

En Ayacucho, debemos resaltar el trabajo de Tovar (1973) “comunidades vegetales de la Reserva Nacional Pampa Galeras”, que incluye una caracterización de los bofedales. Y en Huancavelica, la ONERN (1984) describe y caracteriza la asociación Distichietum, cuya especie característica es *Distichia muscoides*.

#### 4.2. Lugar de Estudio

Las evaluaciones se realizaron en cuatro bofedales (Tabla N° 1, Mapas N°1 y N°2) ubicados entre los 4200 y los 4800 msnm. Tres se encuentran en Ayacucho y uno en Huancavelica.

**Tabla N° 1 Ubicación de las Zonas de Evaluación**

Región	Provincia	Distrito	Sitio	Comunidad
Ayacucho	Cangallo	Paras	Bofedal I - Licapa	Ccarhuacc Licapa
Huancavelica	Huaytará	Pilpichaca	Bofedal II - Apacheta	Ingahuasi Lliylinta
Ayacucho	Huamanga	Vinchos	Bofedal III – Churia	Churia Rosaspampa
Ayacucho	Huamanga	Vinchos	Bofedal IV – Occollo	Occollo Asabran

Elaboración: propia

Las áreas de evaluación pertenecen a la región Biogeográfica de Puna Subtropical, caracterizada por una temperatura media entre  $<0^{\circ}\text{C}$  y  $15^{\circ}\text{C}$  y una precipitación de 250 – 500 mm/año (Rodríguez, 1996). Según Pulgar Vidal (1967 en Arevalo y Recharte, 2003) estos niveles de precipitación generan un ambiente extremo para la vida.

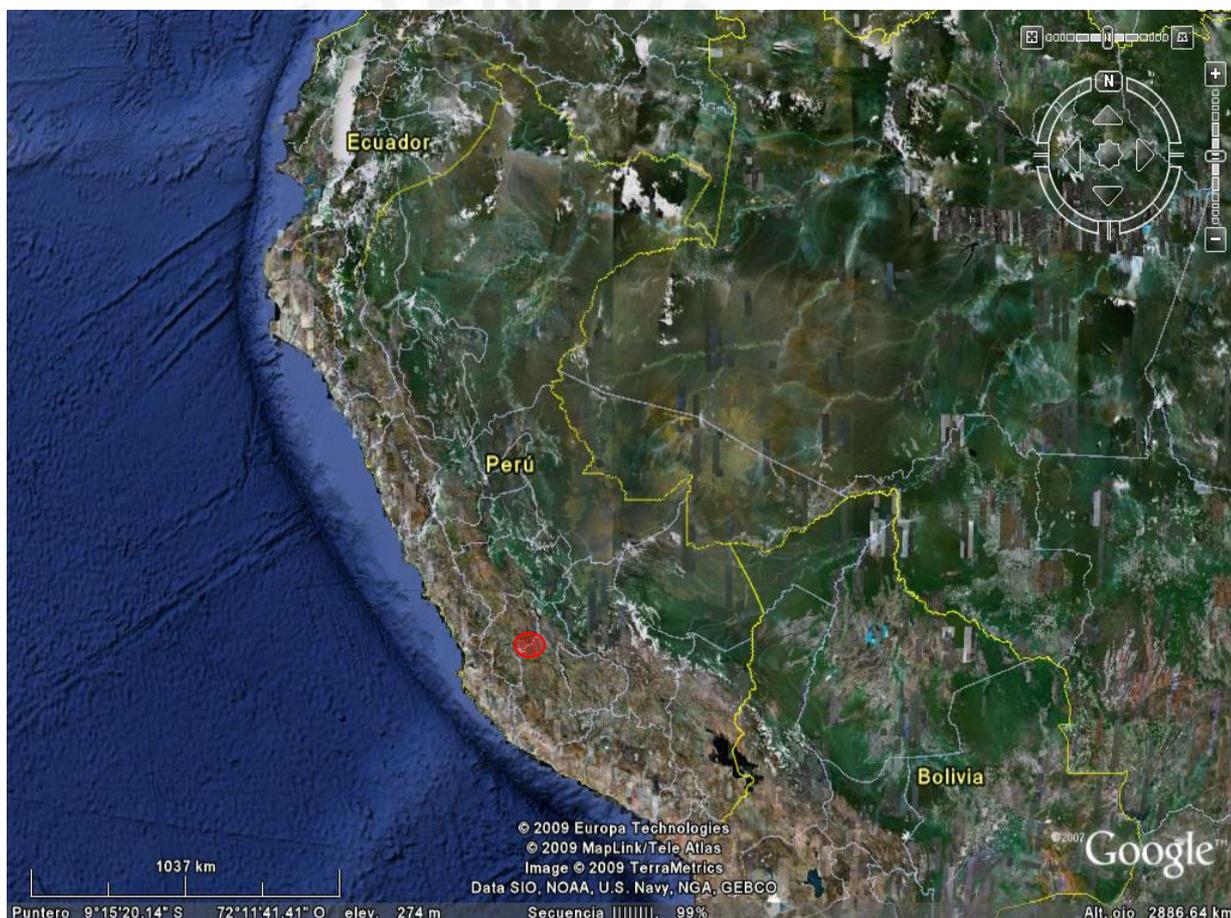
Además estas áreas se encuentran en dos zonas de vida: el Páramo muy húmedo Subalpino Tropical (CONAM, 2005; INRENA, 1996 en Rubina y Barreda, 2000) y la Tundra Pluvial Alpino Subtropical (Torres, 2001a; Torres, 2001b; INRENA, 1996 en Rubina y Barreda, 2000). La primera se ubica entre los 3900 y los 4500 msnm y ofrece buenas condiciones ecológicas para el desarrollo de ganadería extensiva en base a pasturas naturales altoandinas (CONAM, 2005). La segunda, se ubica entre los 4500 y 5000 msnm, y tiene posibilidades agropecuarias limitadas debido a las condiciones topográficas y climáticas (Torres, 2001).

Estos sitios se encuentran en el área de influencia del trazo del Sistema de Transporte de Ductos de Gas Natural y Líquidos de Gas Natural - Camisea, y pertenecen a las zonas ecológicamente sensibles identificadas en el Estudio de Impacto Ambiental y en el Plan de Manejo Ambiental, sugeridas por la Compañía Operadora del Gasoducto (COGA) para el Programa de Monitoreo Biológico desarrollado entre el 2007 y el 2008 por Environmental Resources Management

(ERM, 2008). Los datos que fueron tomados en campo personalmente forman parte de esta evaluación.

Las zonas ecológicamente sensibles a lo largo del trazo del ducto fueron identificadas en base a la información de la línea base y al análisis de impactos del Estudio de Impacto Ambiental. Se consideran zonas sensibles porque requieren medidas especiales para que los impactos de la obra sean previstos, mitigados o corregidos (Walsh Perú, 2001b). Esto está en concordancia con lo expuesto en el capítulo 4.1.1 donde se describe el concepto y la importancia de los bofedales.

**Mapa N° 1 Ubicación general**

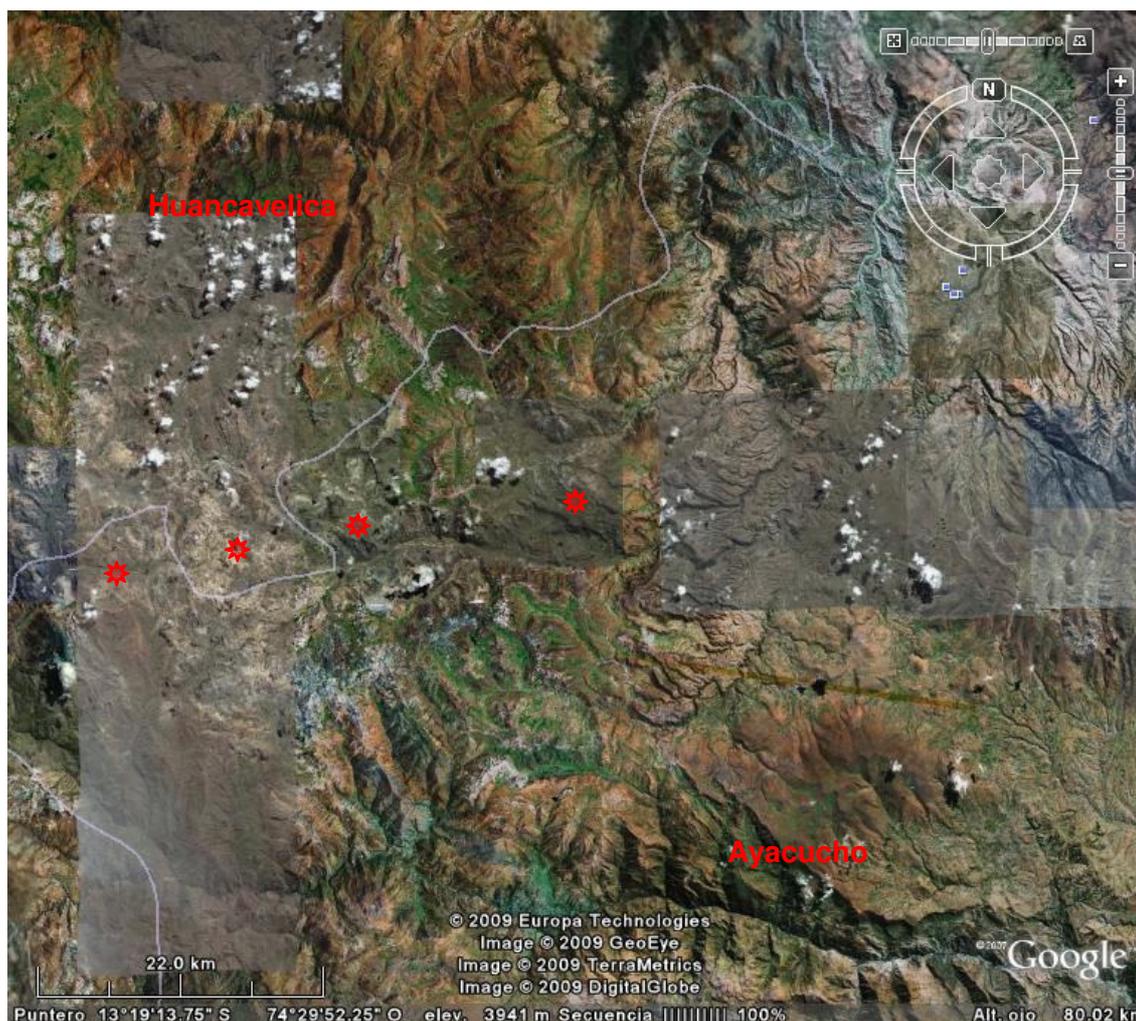


Zona de evaluación: 

Fuente: Google Earth, 2009.

Elaboración propia

Mapa N° 2 Ubicación de las áreas de evaluación



Áreas de evaluación:   
Fuente: Google Earth, 2009.  
Elaboración propia

### 4.3. Características Socioeconómicas de las Zonas de Evaluación

#### 4.3.1. Regionales

En la Región Ayacucho, la superficie total de pastos naturales ocupa el 24.1% del territorio, de los cuales sólo el 8.9% son bofedales (Figuroa, 2006). En la Región Huancavelica los pastos naturales ocupan el 39.29% del territorio (INEI, 2004 en DRA – Huancavelica, 2006; Rubina y Barreda, 2000), de los cuales aproximadamente el 2% son bofedales (ONERN, 1984). En ambas Regiones se presenta el deterioro de los pastizales, entre otros factores, por el sobrepastoreo (Figuroa, 2006; Torres, 2001b).

Ayacucho y Huancavelica poseen una población importante de camélidos domésticos y de ovinos. La primera Región tiene 150 000 alpacas, 120 000 llamas y 1 millón de ovinos (Figueroa, 2006); mientras que la segunda tiene 224 350 alpacas, 134 156 llamas y 998 620 ovinos (DRA – Huancavelica, 2006). De la población total de camélidos a nivel nacional, Ayacucho tiene el 6.48% y Huancavelica el 7.42% (MINAG, 2008 en Fernández Delarrinoa, 2008), ocupando el 4to y 5to lugar respectivamente. En cuanto a la población de ovinos a nivel nacional, Ayacucho tiene el 5.80% y Huancavelica el 6.69%<sup>16</sup>(Ministerio de Agricultura – Oficina de Información Agraria, en Webb y Fernández, 2008), ocupando el 7mo y 5to lugar respectivamente.

En cuanto a los niveles de pobreza, la población de los distritos de Paras (Cangallo) y Vinchos (Huamanga) en Ayacucho, se encuentra clasificada como muy pobre, mientras que la población del distrito de Pilpichaca (Huaytará, Huancavelica) se encuentra clasificada como pobre (FONCODES, 2000, en GTCI 2005a y 2005b).

Tanto para Ayacucho como para Huancavelica la actividad agropecuaria (incluyendo la caza y la silvicultura) es la principal actividad de la población económicamente activa<sup>17</sup> (PEA). En Ayacucho, el 44,19% de la PEA se dedica a dicha actividad. En el distrito de Paras es el 62,18%, mientras que en el distrito de Vinchos es el 56,18%. En Huancavelica es el 61.07% de la PEA que se dedica a la actividad agropecuaria, mientras que en el distrito de Pilpichaca es el 55.51% (INEI, 2008).

#### 4.3.2. Comunales

Los bofedales evaluados pertenecen a 4 comunidades Ccarhuacclipaca, Churia Rosaspampa, Occollo Asabran e Ingahuasi Lliylinta, las tres primeras se localizan en Ayacucho y la última en Huancavelica. Todas estas comunidades se encuentran oficialmente reconocidas, pero de ellas solamente Ingahuasi Lliylinta no tiene título de propiedad inscrito en registros públicos (PETT, 1998; Walsh Perú S. A., 2001), los detalles se presentan en la Tabla N° 2.

<sup>16</sup> Datos preliminares al 2007

<sup>17</sup> desde los 6 años, incluye a los desocupados.

Tabla N° 2 Comunidades

	COMUNIDADES			
	<b>Ccarhuacc Licapa</b>	<b>Churia Rosaspampa</b>	<b>Occollo Asabran</b>	<b>Ingahuasi Lliylinta</b>
Región	Ayacucho	Ayacucho	Ayacucho	Huancavelica
Provincia	Cangallo	Huamanga	Huamanga	Huaytará
Distrito	Paras	Vinchos	Vinchos	Pilpichaca
Número de familias	90	100	90	600
Población		590	365*	1419
Extensión superficial	5000 Ha	12 202,44 Ha	5 617 Ha	63 566 Ha con 8 750 m <sup>2</sup>

Nota: se está manteniendo la escritura de los nombres de acuerdo a PETT (1998), aunque se encuentran variaciones en otras fuentes.

\*Sólo incluye la población del Anexo Asabran.

Fuentes: PETT, 1998; Walsh Perú S.A., 2001; Walsh Perú S.A., 2005a.

Elaboración propia.

Todas estas comunidades al ser beneficiarias del proyecto “Apoyo a Campesinos Pastores de Altura en los Departamentos de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica – PROALPACA” (ejecutado por convenio del Ministerio de Agricultura y la Unión Europea en el marco del Programa de Apoyo a la Seguridad Alimentaria - PASA), han recibido una serie de cursos de capacitación (manejo ganadero, recursos naturales, postproducción, sanidad, etc.), implementación de infraestructura (dormideros, cobertizos, etc.) y módulos (herramientas, esquila, botiquines), introducción de reproductores (alpacas machos), entre otros (PROALPACA, 2004, 2005a, Solorio y Mendoza, 2006).

Al respecto cabe resaltar que en estas comunidades se han implementado semilleros de pastos naturales; obras hídricas para el mejoramiento de bofedales y praderas naturales (excepto en Occollo); y se han desarrollado varios cursos, capacitaciones y pasantías sobre manejo de recursos naturales, que incluyen el manejo y la ampliación de bofedales (León y Pareja, 2005, PROALPACA 2003, 2004, 2005a).

La comunidad de Occollo – Asabran (Tabla N° 1, Mapa N° 2) se encuentra a una altitud de 4 000 msnm (PROALPACA, 2005a), su actividad principal es la ganadería, base de la subsistencia familiar (Walsh Perú S. A., 2005a). Esta comunidad posee alpacas, llamas y ovinos (PROALPACA, 2005a). Entre sus principales productos agrícolas cultivados podemos mencionar a la cebada, papa, oca y mashua. Entre junio y agosto los miembros de la comunidad salen a diferentes lugares en busca de cereales como maíz, trigo, haba, cebada, etc. (Walsh Perú S. A., 2005a). Esta comunidad ingresó al proyecto PROALPACA en el año 2004 (PROALPACA, 2005b).

La comunidad campesina de Churia Rosaspampa (Tabla N° 1, Mapa N° 2) se encuentra ubicada a una altitud de 4 408 msnm. Toda la población se dedica al pastoreo, crianza de alpacas, llamas, ovinos y equinos, esta actividad constituye la base de su subsistencia. De forma complementaria realizan una agricultura extensiva (cultivan papa en la parte baja del pueblo, a orillas del río Apacheta). De manera similar a la comunidad de Occollo, entre junio y agosto intercambian sus productos (charqui, lana, ponchos) por cereales (maíz, trigo, cebada, quinua) y otros productos empleados para la alimentación durante el año (Walsh Perú S. A., 2005a). Esta comunidad ingresó al proyecto PROALPACA en el año 2002 (PROALPACA, 2005b).

La comunidad campesina de Ingahuasi Lliylinta (Tabla N° 1, Mapa N° 2) se encuentra ubicada por encima de los 4 000 msnm. De manera similar a las demás comunidades, la principal actividad es la pecuaria, especialmente la crianza de alpacas, incluyendo llamas y ovinos en menor proporción. Entre los productos que comercializan se encuentran la carne de alpaca, de ovino (en menor proporción), fibra de alpaca (blanca y de colores), alpacas y ovinos en pie y cuero de alpaca. Estos productos llegan a ferias locales (Lliylinta) mercados regionales (Ayacucho y Huancavelica). En esta comunidad se trasladan entre mayo y junio a otros lugares para realizar el intercambio de sus productos por alimentos (Walsh Perú S. A., 2005a). Esta comunidad<sup>18</sup> ingresó al proyecto PROALPACA en el año 2002 (PROALPACA, 2005b), y cuenta con 18 anexos: Lillinta Centro, Cacuya, Pichccahuasi, Santa Rosa, Pallqapampa, Qollpapata, Pueblo Nuevo, La Mar,

---

<sup>18</sup>La Comunidad de Lliylinta ingresó en el 2002, varios de sus anexos ingresaron los años 2004 y 2005.

Ingahuasi, Soqllabamba, Pimienta, Pilapata, Paria, Agua Dulce, Pulpería, Nueva Jerusalén, Ranrapampa y Kusirumi (PROALPACA, 2005b).

**Tabla N° 3 Calendario de actividades agropecuarias**

Actividades	Época húmeda				Época seca				Época húmeda			
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
<b>Agricultura</b>												
Preparación de la tierra									■	■		
Siembra											■	■
Cosecha					■	■						
<b>Migración para trueque de alimentos</b>					■	■	■	■				
<b>Manejo de alpacas</b>												
Selección										■	■	■
Parición	■	■	■									■
Empadre	■	■	■									
Identificación de crías	■	■	■									■
Destete								■	■			
Desempeño										■	■	
Esquila										■	■	
Castración					■						■	
Cortes de dientes y uñas				■	■							
Sanidad (dosificación)				■	■					■	■	
Cambio de cancha					■						■	
Saca*				■	■							
Preparación y participación en ferias						■	■	■	■	■	■	

Este calendario se elaboró en base a los calendarios agrícola festivo ganaderos de Huamanga, Cangallo y Huaytará, así como al calendario alpaquero.

\*venta de animales en pie o directamente de carne, incluyendo aquellos individuos rechazados en la selección (por no cubrir características de reproductor standard, viejos, etc.)

Fuentes: Bustinza, 2001; Camino y Linares, 2005; Walsh Perú S.A., 2005a.

Elaboración: propia

La comunidad campesina de Ccarhuacc Licapa (Tabla N° 1, Mapa N° 2) se encuentra ubicada sobre los 4 000 msnm (PROALPACA, 2005a). Esta comunidad alpaquera además cuenta con poblaciones importantes de ovinos y llamas (PROALPACA, 2005a), y debido a la ubicación y características es muy probable

que tenga un patrón de actividades similar al de las demás comunidades. Ccarhuacc Licapa ingresó al proyecto PROALPACA en el año 2001 (PROALPACA, 2005b).

En base a la información recopilada, a los calendarios agrícola-festivo-ganaderos de Huamanga, Cangallo y Huaytará (Camino L. y Linares N., 2005), y al calendario alpaquero (Bustinza, 2001) se ha elaborado de manera general un calendario anual de actividades para las áreas de evaluación (Tabla N° 3). Se pueden reconocer tres grandes tipos de actividades: la agrícola (donde se realice), la migración para el trueque de productos provenientes de la crianza de camélidos y ovinos por alimentos; y la ganadera (haciendo énfasis en las alpacas). El calendario de manejo de la alpaca sólo es una guía de las principales actividades que el criador realiza durante el año (Bustinza, 2001). Algunas actividades como las sanitarias, dependiendo de la enfermedad, se realizan a la vez para todo el rebaño mixto (alpacas, ovinos, llamas, etc.), como es el caso de la distomatosis hepática, generada por la *Fasciola hepatica* (Bustinza, 2001).

Considerando que hay varias actividades que se realizan en paralelo a lo largo del año, relativas a la ganadería, agricultura y trueque por alimentos, cabe esperar la división del trabajo entre los miembros de la familia. Actividades tan importantes como la migración para trueque de alimentos y la preparación y participación en ferias se realizan principalmente durante la época seca.

#### **4.4. Pastoreo altoandino**

El pastoreo altoandino se convierte en una de las principales actividades económicas de la población en aquellas altitudes donde la agricultura ya no es factible o se hace difícil por las condiciones del medio. Por lo tanto el éxito de ésta actividad repercute directamente en la calidad de vida de la población.

El pastoreo de alpacas, ovinos y llamas es realizado principalmente por las mujeres (Pizarro, 1999; Jiménez, 1985 en Florez, 1992). Sin embargo, el manejo de los rebaños es compartido entre los miembros de la familia (Moya, 1994). La participación de varones, mujeres, adultos y/o niños dependerá de la estación, el

tipo de pastizales, su ubicación, y características del rebaño como número, sexo y edad de los animales (Flores, 1977).

Es importante mencionar que el hábitat preferencial de la alpaca se encuentra entre los 4000 y 5000 msnm<sup>19</sup> (Bustinza, 2001), mientras que el mejor ambiente para la crianza de llama se encuentra entre los 2300 y 4000 msnm (Pizarro, 1999). En cambio, los ovinos sólo soportan hasta los 4400 msnm (Mamani 2001).

En cuanto al manejo de pastizales debemos resaltar el cambio de canchas que se realiza considerando la época del año (húmeda o seca), debido a la diferencia en la disponibilidad de pastos verdes. En la época seca (invierno), las alpacas están en la parte alta de los fundos<sup>20</sup>, mientras que en la época húmeda (verano) están en la parte baja<sup>21</sup> (Bustinza, 2001).

Los pastos naturales (que incluyen a los bofedales) son propiedad colectiva en las comunidades andinas, según muchos autores en esta situación diversos factores limitan o favorecen las posibilidades del sobrepastoreo (Pinedo, 2000). En cambio, la propiedad del ganado es unifamiliar (Florez, 1992).

#### 4.5. Manejo de bofedales

##### 4.5.1. Manejo con fines ganaderos

El manejo de bofedales genera una serie de ventajas para la producción ganadera, como el aumento de las especies forrajeras palatables<sup>22</sup>, del rendimiento de la biomasa total y de la soportabilidad (UA<sup>23</sup>/Ha/año) (Florez, 2005).

Según Florez (1992), los campesinos consideran a los bofedales como ejes de un sistema de irrigación que permiten una buena fuente de alimentación para la crianza alpaquera. Además, “son sitios muy estimados por los ganaderos porque constituyen bebederos naturales” (Cerrate, 1979, pg 30). La vegetación

---

<sup>19</sup> Pizarro (1999) señala que entre los 4400 y 4700 msnm se encuentran las mejores condiciones para la alpaca.

<sup>20</sup> Alrededor de los 5000 msnm

<sup>21</sup> Alrededor de los 4200 msnm

<sup>22</sup> plantas que como alimento ejercen cierto grado de atracción sobre los animales (Rodríguez, 1987).

<sup>23</sup> Unidades animales

presente es considerada de alta calidad, especialmente para alpacas (Salvador y Cano, 2002); y la humedad en el subsuelo esta relacionada con la excelente salud de los animales y la buena calidad de la fibra (Cardozo, 1954 en Custred; 1977). Además, un forraje de mayor calidad implicaría una mayor producción de carne o fibra de alpacas y ovinos (Florez, 2005).

Los bofedales cumplen un rol estratégico en la gandería altoandina, porque permiten intensificar la crianza reduciendo la transhumancia en el pastoreo, logrando un ahorro de energía animal y humana (Florez, 1992).

Según Florez (2005) los bofedales deben ser manejados como sitios de alimentación especial, porque son fuente importante de alimento para alpacas, llamas y ovinos en la época seca, cuando escasea el forraje en otras áreas. Por lo tanto, las cargas animales deben ser cuidadosamente controladas, y se deberían usar estos ecosistemas para suplementar las deficiencias de los animales que se encuentran en producción, así como para las hembras lactantes y las de reemplazo.

Como lo menciona Palacios (1977), uno de los problemas fundamentales que debe resolver todo grupo dedicado al pastoreo es la limitación de la oferta alimenticia (pastizales); y si bien el nomadismo y la trashumancia estacional en busca de los mejores pastos son prácticas empleadas hasta la actualidad, también debemos resaltar el riego de pastizales para formar y/o ampliar bofedales. Tapia (1997) sostiene que el riego de pasturas fue la técnica tradicional que permitió crear los bofedales de la puna del centro y sur del país. Se tiene referencia de esta práctica desde épocas prehispánicas en Canchis – Cuzco (Flores, 1979 en Canales y Tapia, 1987), y en Puno por los alpaqueros aymaras (Moya, 1994).

Las prácticas de irrigación de pastizales y/o bofedales son bastante variadas dependiendo de las características de cada lugar como agua disponible, especies vegetales presentes, etc. (Moya, 1994). El agua se puede obtener de la lluvia, ríos, manantiales, haciendo canales, pozos, etc. (Moya, 1994; Palacios, 1977); siempre buscando una provisión constante de agua para los

pastos, considerando las condiciones climáticas (por ejemplo no se riega durante las heladas), la estación (húmeda o seca), entre otros (Moya, 1994).

Otra técnica identificada es el abonamiento de bofedales, de tal forma que el agua de lluvia limpie y transporte el guano de los corrales del ganado hacia los bofedales. Sin embargo, en la actualidad esta técnica no está muy extendida entre los alpaqueros aymaras (Moya, 1994).

Además, en el manejo de pastizales se toma en cuenta la regulación del pastoreo que incluye el cercado o protección de bofedales (Moya, 1994) o el pastoreo rotativo para la conservación de los mismos (Pinedo, 2000).

#### 4.5.2. Manejo ecológico

El manejo ecológico puede ser entendido como “la gestión de las actividades humanas a fin de que los ecosistemas, su estructura, función, composición; así como los procesos físicos, químicos y biológicos que le dan forma, continúen en las escalas espaciales y temporales apropiadas”; también se le conoce como manejo ecosistémico o como una aproximación ecológica al manejo (EMAN, 2000).

A nivel de conservación y manejo, de las 63<sup>24</sup> Áreas Naturales Protegidas (ANP) que cubren un 14.04% del territorio nacional (INRENA, 2008a), aproximadamente 1/3 tendrían bofedales<sup>25</sup> (INRENA, 2008a, 2008b). Sin embargo, no existe información específica de la extensión de bofedales protegidos, probablemente porque ninguna de estas áreas se creó con el objetivo específico de conservarlas. El énfasis que se hace en humedales altoandinos se asocia a lagos y lagunas como en las Reservas Nacionales de Junín, Titicaca y Salinas y Aguada Blanca, que incluyen bofedales. Y en otros casos estas formaciones vegetales son protegidas al conservar pastizales altoandinos como en el caso de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas

---

<sup>24</sup> No se incluyen las Áreas de Conservación Regional ni las Áreas de Conservación Privada

<sup>25</sup> Considerando la mención específica de bofedales en documentos de gestión (planes maestros, planes de uso de recursos, etc.), la ubicación geográfica de las ANP y/o las zonas de vida presentes.

(Junín-Lima), el Parque Nacional Huascarán (Ancash) o la Reserva Nacional Pampa Galeras (Ayacucho).

Los bofedales se encuentran en Áreas Naturales Protegidas de uso directo e indirecto<sup>26</sup> y el tratamiento que se les da varía en cada lugar, especialmente de acuerdo a la zonificación<sup>27</sup>. Por ejemplo, los bofedales han sido ubicados en diferentes tipos de Zonas dentro de las ANP: Zona Silvestre (Santuario Histórico de Chacamarca – Junín, Santuario Nacional de Huayllay – Pasco, Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca -Arequipa), Zona Turística y Recreativa (Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca -Arequipa), Zona de Recuperación (Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca -Arequipa), Zona de Aprovechamiento Directo (Reserva Nacional de Junín), Zonas de Uso Especial (Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca -Arequipa), entre otras (INRENA, 2008b).

Considerando que los bofedales se encuentran en Áreas Naturales Protegidas de diferentes categorías (de uso indirecto o indirecto), así como en diferentes tipos de Zonas, se podría inferir que el estado de conservación, el nivel de protección de los mismos y el tipo de manejo al que son sometidos a nivel nacional es variado.

Además, en nuestro país de los 13 humedales de importancia internacional (Ramsar, 2008), al menos 5 contienen bofedales: Bofedales y Lagunas de Salinas (Arequipa), Laguna del Indio - Dique de los Españoles (Arequipa), Lago Titicaca (Puno), Reserva Nacional de Junín (Junín) y Humedal Lucre – Huacarpay (Cusco).

El manejo ecológico y el ganadero se pueden integrar en los dos primeros ejes de política de la Política Nacional del Ambiente: Conservación y Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales de la Diversidad Biológica y Gestión Integral de la Calidad Ambiental.

---

<sup>26</sup> Las áreas de uso directo permiten el aprovechamiento o la extracción de recursos, mientras que las áreas de uso indirecto no. (Ley N° 26834- Ley de Áreas Naturales Protegidas, artículo 21).

<sup>27</sup> Sobre la zonificación en ANP ver la Ley de Áreas Naturales Protegidas (Ley N° 26834) Artículo 23.

#### 4.6. Indicadores

De acuerdo a Matteuci y Colma (1982) la vegetación es el producto de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto de las especies que cohabitan e interactúan en un espacio continuo. Por lo tanto reflejará el clima, la disponibilidad de agua y nutrientes, la naturaleza del suelo, así como a los factores antrópicos y bióticos que actúan sobre ella. Considerando estos elementos, la composición así como la abundancia de especies vegetales (especies indicadoras) son empleadas como indicadores que brindan valiosa información sobre el lugar de evaluación, como por ejemplo: condición del área, capacidad de pastoreo, valor de hábitat para la vida silvestre, productividad, entre otros. (Rodríguez, 1987).

Las variables evaluables de la vegetación (cobertura, frecuencia, biomasa, etc.) además de ser indicadoras en sí mismas, permiten obtener indicadores de diversidad biológica.

Idealmente un indicador debería cubrir las siguientes características (Cook, 1976; Sheehan, 1984; Munn, 1988 en Noss, 1990):

- Ser lo suficientemente sensible para dar una alerta temprana de cambio
- Estar distribuido en una amplia área geográfica o ser ampliamente aplicable.
- Ser capaz de proveer una evaluación continua en un amplio rango de stress relativamente independiente del tamaño de muestra
- Fácil y costo-efectivo de medir, coleccionar, evaluar y/o calcular
- Ser capaz de diferenciar entre ciclos o tendencias naturales y aquellas inducidas por stress antropogénico
- Estar relacionado con fenómenos ecológicos significantes

Como ningún indicador posee todas estas características se emplean un conjunto de indicadores, los cuales pueden incluir: especies indicadoras, abundancia, riqueza, equidad, diversidad, dominancia, proporción de especies endémicas y amenazadas, etc. (Noss, 1990).

#### 4.6.1. Indicadores de Diversidad Biológica

En ecología, la diversidad se refiere a la heterogeneidad que se registra en la naturaleza. Por lo tanto cualquier fuente que genere heterogeneidad puede servir para medir la diversidad. Estas fuentes se pueden clasificar en genéticas, específicas (especies), ecosistémicas y culturales (Sánchez, 1996).

Las medidas de diversidad frecuentemente aparecen como indicadores del buen funcionamiento de los ecosistemas (Magurran, 1991), por lo tanto permiten dirigirse a los problemas ambientales de forma holística pudiendo ser empleadas en inventarios, monitoreos y programas de evaluación ambiental (Noss, 1990), así como en la conservación.

Es importante señalar que como lo menciona Margalef (1980) ordinariamente la diversidad aumenta a medida que la sucesión progresa. Por lo tanto en términos generales las comunidades pioneras, oportunistas, perturbadas o contaminadas tienden a mostrar diversidades bajas; a diferencia de las comunidades más avanzadas o maduras que alcanzan diversidades altas. Sin embargo, se debe añadir que según la hipótesis de los disturbios intermedios (Sousa, 1984 en Odum y Sarmiento, 1997), un disturbio moderado por fuerzas externas a la comunidad puede incrementar la diversidad. Por lo tanto se debe conocer a la comunidad en estudio, no sólo en términos de composición y abundancia, sino además de los procesos que en ella ocurren, para dar una interpretación decuada de los cambios de los valores en la diversidad.

La diversidad tiene dos componentes: la riqueza o variedad, entendida como el número de clases (especies, categorías, etc.); y la abundancia relativa o distribución (también conocida como equidad o uniformidad) de los individuos entre esas clases (Magurran, 1991; Odum y Sarmiento, 1998; Sánchez, 1996;). Según como ambos componentes se incorporen a las medidas de diversidad se obtendrán diferentes tipos de índices: índices de riqueza de especies, modelos de abundancia de especies e índices basados en la abundancia proporcional de especies (Magurran, 1991), algunos de los cuales serán revisados a continuación.

#### 4.6.1.1. Índices de riqueza y Modelos de Abundancia de especies

Los índices de riqueza son una medida del número de especies de una unidad de muestreo definida, y proporcionan una expresión comprensible e instantánea de la diversidad (Magurran, 1991).

Los modelos de abundancia de especies describen la distribución de la abundancia, que utiliza toda la información acumulada en la comunidad. Esta medida es frecuentemente más sensible a las distorsiones ambientales que la riqueza por sí sola, y puede ser expresada en gráficos de rango/abundancia (Magurran, 1991).

#### 4.6.1.2. Índices basados en la abundancia proporcional de especies

Estos índices permiten una medida de diversidad que considera tanto el número de especies como la abundancia de cada una de ellas, proporcionando la descripción más completa de los datos de diversidad (Magurran, 1991). Su uso es bastante extendido, en especial de los índices de Shannon y Simpson (Gurevith et al., 2006; Magurran, 1991; Odum y Sarmiento, 1998).

El índice de Shannon es la aproximación de una función propuesta inicialmente como una medida general de la información (Odum y Sarmiento, 1998). Se considera que la diversidad (información) de un sistema natural puede medirse de un modo similar a la información en un código o mensaje (Magurran, 1991).

Una de las ventajas del índice de Shannon es que permite el uso de la estadística paramétrica para comparar las diversidades de diferentes muestras (Magurran, 1991). Además es sensible a los cambios en la proporción de especies raras (Gurevith et al., 2006). Este índice es preferido por muchos ecólogos por su facilidad de cálculo (Magurran, 1991).

Además, este índice facilita obtener por separado una medida la uniformidad, también llamada equidad. Esta medida se calcula en base a la diversidad máxima, que es aquella que tendría un lugar si todas las especies fueran igualmente abundantes. El valor de equidad se encuentra entre 0 y 1, donde 1 representa una situación en la que la diversidad calculada es igual a la diversidad máxima (Sánchez, 1996; Magurran, 1991).

El índice de Simpson es una medida de dominancia porque se pondera de acuerdo a la abundancia de las especies más comunes, por lo tanto será menos sensible a la riqueza de especies (Magurran, 1991). Este índice mide la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de la misma comunidad pertenezcan a la misma especie; y es especialmente sensible a los cambios en la proporción de especies comunes (Gurevith et al., 2006). La ventaja de éste índice sobre el de Shannon es que puede ser calculado sin ningún tipo de sesgo, por lo tanto no es necesario conocer el número total de especies (Gurevith et al., 2006).

#### **4.6.1.3. Diversidad $\beta$**

También conocida como diversidad diferencial, es la variación en composición de especies entre estaciones o comunidades. Puede ser medida empleando diferentes índices de similaridad. Algunos de estos índices consideran sólo el número de especies, dándole igual peso en la ecuación a las especies abundantes y raras; mientras que otros sí consideran la abundancia, lo cual se convierte en una ventaja (Magurran, 1991).

De acuerdo a Wolda (1981 en Magurran, 1991) el índice de Morisita – Horn es el más satisfactorio de todos los índices disponibles. Magurran (1991) además señala que si bien este índice se encuentra fuertemente influenciado por la abundancia de la especie más común, no ocurre lo mismo con la riqueza de especies y el tamaño muestral.

#### 4.6.2. Especies Indicadoras

Dependiendo de los objetivos de evaluación se pueden escoger una o más especies vegetales como indicadoras de diferentes elementos como: perturbación, calidad del sitio para el ganado o la fauna silvestre, características del suelo, etc.

Por ejemplo, *Urtica flabellata* es una planta altamente nitrófila, por lo que es común observarla en lugares con excremento de ovinos o camélidos (Tovar, 2001). *Geranium sessiliflorum* prefiere los suelos ácidos (Tapia, 1959 en Canales y Tapia, 1987). *Perezia coerulescens* crece en suelos arcillosos o areno-arcillosos de la Puna (Tovar, 2001). *Astragalus garbancillo* es indicadora de la presencia de Selenio, porque sólo crece donde está presente este elemento (Canales y Tapia, 1987).

Algunas plantas pueden servir de indicadoras de la disponibilidad de humedad en el suelo, considerando sus requerimientos de crecimiento. Así por ejemplo: *Plantago rigida* crece en suelos con humedad permanente (Cano et al., 2006), *Lachemilla pinnata* crece en suelos húmedos o medianamente húmedos, y a veces temporalmente inundables (Tovar, 2001); mientras que *Distichia muscoides* crece en suelos muy húmedos o anegados (Cano et al., 2006; Tovar y Oscanoa L., 2002).

Aquellas especies con rangos estrechos de tolerancia, como podrían ser algunas especies endémicas o amenazadas serán más sensibles a los cambios ambientales, por lo que podrían convertirse en indicadores ecológicos (Odum y Sarmiento, 1997). Además, tener información sobre estas especies podría contribuir a la comprensión y conservación de su población.

##### 4.6.2.1. Especies indicadoras asociadas al pastoreo

Como lo señalan Odum y Sarmiento (1997, pg 145) variaciones en la “abundancia relativa de plantas sensibles al pastoreo indican la proximidad del sobrepastoreo antes de que éste sea evidente en el pastizal como un todo”.

Las especies vegetales en base a su respuesta al pastoreo, pueden ser clasificadas de tal forma que permitan conocer la condición de las praderas para fines ganaderos. Existen diferentes grados de deseabilidad de las especies botánicas por especie animal, como se verá a continuación.

Las especies deseables o decrecientes (D) son buenas forrajeras, palatables durante todo el año y forman parte importante de la dieta de los animales. Tienden a disminuir en importancia y/o vigor a medida que la presión de pastoreo aumenta, o si el sobrepastoreo es prolongado. Estas especies son perennes, con sistemas radiculares profundos, y sin defensas antiherbívoro, como espinas o compuestos secundarios. Dentro de este grupo se incluyen a las especies deliciosas, que son más palatables, pero raras (Flores, 1992 en Mamani, 2001; Bustinza, 2001).

Tapia (1971), presenta una calificación de la calidad del pastizal según el porcentaje de especies deseables presentes: es de calidad “muy buena” con más de 45%, “buena” entre 30,1% a 45%, “regular” 15,1% a 30%, “pobre” de 5,1% a 15% y “muy pobre” con menos de 5%.

Las especies poco deseables (PD) son plantas menos palatables que las anteriores, por lo que serán consumidas una vez que desaparezcan las primeras (Flores, 1992 en Mamani, 2001).

Las especies indeseables (I), suelen ser abundantes en campos sobrepastoreados y mal manejados. Casi en su totalidad están conformadas por plantas espinosas, duras, tóxicas e invasoras. Por sus características físico-químicas no son consumidas por el ganado en ninguna época del año (Flores, 1992 en Mamani, 2001).

El sobrepastoreo en primer lugar reducirá el volumen radicular de las plantas, y luego el tamaño de las coronas de las mismas, disminuyendo la cobertura vegetal. Bajo estas condiciones es fácil que especies propias de otros ambientes (o que no pertenezcan a la comunidad climax) se establezcan el pastizal (Florez, 1992).

Por ejemplo, *Aciachne pulvinata*, especie propia de laderas, aparece en campos sobrepastoreados localizados en áreas planas o de baja pendiente (Bustinza, 2001), como los bofedales. Esta especie sólo puede ser consumida por alpacas cuando esta tierna, porque al madurar se endurece de tal forma que puede ocasionar heridas en los animales (Canales y Tapia, 1987). *A. pulvinata* es considerada como una especie indeseable para vacunos, ovinos, alpacas y vicuñas (Mamani, 2001).

Es importante mencionar que los ovinos y las alpacas son altamente selectivos y consumen especies del estrato bajo (Florez, 2005). Las llamas son capaces de consumir más extensivamente el forraje tosco amacollado de estrato alto (San Martín, et al., 1989). Se debe considerar que además, las alpacas son altamente adaptables variando su selectividad de plantas de acuerdo a la oferta forrajera del lugar (Mamani, 2001). Sin embargo, las alpacas son mucho más selectivas que las llamas, aunque menos selectivas que los ovinos (San Martín et ál., 1988 en Mamani, 2001).

#### 4.6.3. Componentes Principales

Como lo señalan Hammer et al. (2009) el análisis de componentes principales es un procedimiento para encontrar variables hipotéticas (componentes) responsables del mayor porcentaje de varianza.

Este análisis permite representar las relaciones entre las muestras en un espacio reducido, facilitando su interpretación, donde los ejes no representan la abundancia de las especies, sino combinaciones lineales de estas (Mateucci y Colma, 1982)

## 5. Materiales y Métodos

Se realizó una evaluación en la época húmeda y otra en la época seca en cada uno de los cuatro bofedales. Se tomarán datos de dos transectos por bofedal. Los transectos se ubicaron a 100 m (T1) y 200 m (T2) del derecho de vía (DdV) del Sistema de Transporte de Ductos de Gas Natural y Líquidos de Gas Natural - Camisea (ERM, 2008).

Como materiales de campo se emplearon: winchas de 50 metros, varillas metálicas, libretas de campo, lápices, cámara fotográfica, GPS, mapas, prensa botánica, papel periódico, plumones indelebles, bolsas plásticas y alcohol.

### 5.1. Identificación de Especies

La identificación de especies se hizo en campo y mediante colección de muestras botánicas que fueron remitidas al Herbario del Departamento Académico de Biología de la Universidad Nacional Agraria La Molina (MOL).

### 5.2. Composición y Abundancia Botánica

Para determinar la composición y abundancia botánica se empleó el método de la cobertura repetida, que permite medir el número promedio de capas de follaje de una especie, al contar el número de veces que una varilla metálica contacta cada especie al descender a través de la vegetación hasta el suelo (Mateucci y Colma, 1982, Foto N° 1 – Anexo1). Este es un método apropiado para evaluar pastizales y vegetación baja, usado con frecuencia como índice de vigor<sup>28</sup>, y además proporciona información de la contribución de cada especie (medida indirecta de la biomasa) (Mateucci y Colma, 1982). Por lo tanto, es de especial utilidad para evaluar la vegetación de bofedales.

Este método ha sido empleado en nuestro país en diversas evaluaciones de pastizales, incluyendo bofedales (Walsh Perú, 2005b y Minconsult SRL, 2006).

En cada lugar de evaluación se hicieron dos transectos de 50 metros separados 100 metros entre sí. En cada transecto se tomaron datos de cobertura repetida en 50 puntos distanciados 1 metro entre sí.

La fórmula empleada para obtener la cobertura repetida (CR) fue la siguiente (Mateucci y Colma, 1982):

$$CR_i = T_i / m_i$$

Los valores se obtienen en contactos/punto (c/p)

---

<sup>28</sup> El vigor refleja el éxito de una especie en la comunidad (Mateucci y Colma, 1982).

Donde  $T_i$  es el número total de contactos de cada especie en la muestra de  $M_T$  puntos; y  $m_i$  es el número de puntos en los que la especie esta presente.

Los valores de cobertura repetida se emplearon para obtener los índices de Shannon, Simpson, Equidad y Diversidad  $\beta$ .

Para determinar las diferencias significativas de las similitudes o diferencias de la abundancia (cobertura repetida) de las especies (composición botánica) entre los transectos de todos los bofedales y épocas se empleó el coeficiente de correlación de Spearman, calculado a través del programa estadístico PAST. Se escogió este programa por tener disponibles todos los análisis requeridos, ser de fácil manejo y acceso gratuito.

Los valores de este coeficiente oscilan entre -1 y +1. Donde -1 indica la menor similitud, +1 la mayor, y 0 ninguna relación. Las diferencias serán significativas para  $p < 0.05$ , y altamente significativas para  $p < 0.01$ .

El coeficiente de correlación de Spearman es una prueba no paramétrica<sup>29</sup> empleada cuando se tienen datos continuos, como los que proporciona la cobertura repetida. Este coeficiente es de especial utilidad porque permite comparar las abundancias de especies de dos comunidades, sin asumir que existe una relación lineal entre estas abundancias (Krebs, 1989). Dos comunidades diferentes pueden tener el mismo número de especies pero con diferentes abundancias; por lo tanto, la comparación de abundancias (y no sólo de especies) daría una mejor información del sistema.

### 5.3. Diversidad, riqueza y equidad

Para el cálculo de la diversidad (H) se empleó el índice de Shannon (Sánchez, 1996):

$$H = - \sum p_i \text{Log}_2 p_i \text{ (bits/individuo)}$$

<sup>29</sup> Por lo tanto no es necesario conocer la distribución original de los datos (Steel R. y Torrie J., 1990)

Donde:  $p_i = n_i/N$  y  $N = \sum n_i$

$n_i$  representa el valor de importancia de la clase  $i$  (cobertura repetida)

Si bien el índice de diversidad de Shannon tiene valores entre 0 y alrededor de los 5 bits/individuo (Sánchez, 1996; Krebs, 1989), según Margalef (1972, en Magurran, 1991) este suele encontrarse entre 1,5 bits/individuo y 3,5 bits/individuo, y raramente sobrepasa los 4,5 bits/individuo.

Las diferencias significativas de los valores de diversidad ( $H$ ) entre transectos y bofedales fueron determinadas con la prueba  $t$  Diversity del programa estadístico PAST. Las diferencias serán significativas para  $p < 0.05$ , y altamente significativas para  $p < 0.01$ .

Para la riqueza ( $d$ ) y la equidad ( $e$ ) se emplearán las siguientes fórmulas (Sánchez, 1996):

$$d = S / \log_2 N$$

Donde  $S$  es el número de especies y  $N$  la abundancia total.

$$e = H/H_{\max}$$

Donde  $H_{\max}$  es la diversidad máxima, calculada de la siguiente manera (Sánchez, 1996):

$$H_{\max} = H / \log_2 S$$

#### 5.4. Índice de Simpson

Como índice de dominancia se empleó el índice de Simpson en base a la siguiente fórmula (Magurran, 1991):

$$\text{Índice de Simpson} = 1 - D$$

Considerando que  $D = \sum p_i^2$

Donde  $p_i$  es la proporción de individuos de la  $p$ -ésima especie.

A medida que el valor de  $D$  se incrementa, la diversidad disminuye (Magurran, 1991; Krebs, 1989).

## 5.5. Diversidad $\beta$

Las similitudes entre transectos y épocas de los cuatro bofedales se determinarán mediante un análisis cluster con el índice de Morisita para datos de abundancia (Hammer et ál., 2009), calculado con el programa estadístico PAST.

Los valores de este índice varían de 0 a 1, donde 0 indica ninguna similitud y 1 similitud completa (Krebs S., 1989).

## 5.6. Especies indicadoras

### 5.6.1. Especies indicadoras asociadas al pastoreo

Para determinar los grados de deseabilidad de las especies botánicas por especie animal (ovinos, alpacas y llamas), se recurrió a la literatura y a observaciones de campo. Sin embargo, no siempre los autores concuerdan en el grado de deseabilidad de una planta para la misma especie animal, por lo que además se consideraron como criterios de selección los siguientes:

- a) Número de autores que concuerdan con la clasificación
- b) Se dio preferencia a los estudios hechos en las mismas regiones (Ayacucho, Huancavelica) o en la Sierra Sur del país.
- c) Se dio preferencia a los estudios hechos en (o que incluyen) bofedales.
- d) Se consideró la selectividad y adaptabilidad de alpacas, ovinos y llamas.
- e) Se consideró la concordancia con las observaciones de campo.

Para hacer este análisis se clasificarán por especie animal (alpacas, ovinos, llamas) a las especies vegetales en deseables, poco deseables, indeseables

y otras. Las últimas se referirán a aquellas especies que no hayan podido ser ubicadas en alguna de las características anteriores.

Se hará un análisis de la abundancia (cobertura repetida), de estos grandes grupos.

### **5.6.2. Especies de altos requerimientos hídricos**

En base a la literatura se considerarán aquellas especies de alto requerimiento hídrico, para analizar su presencia y abundancia (cobertura repetida) en los bofedales evaluados, como un referente de la disponibilidad de agua en estos lugares.

Se hará especial énfasis en las especies acuáticas obligadas (León, y Young, 1996) debido a su alta dependencia del agua.

### **5.6.3. Especies amenazadas y/o endémicas**

Para la determinación de especies amenazadas de flora silvestre se tomó como referencia la última norma legal vigente, el Decreto Supremo N° 043-2006-AG. Mientras que para las especies endémicas se empleó la última publicación sobre el tema: El Libro Rojo de las Plantas Endémicas Del Perú (León et ál., 2006). Se analizará su presencia y abundancia (cobertura repetida) en los bofedales evaluados.

## **5.7. Componentes principales**

Este análisis se realizó empleando el programa PAST. Se espera que entre el primer y el segundo componente se explique el mayor porcentaje de la varianza para considerar este tipo de análisis como exitoso (Hammer et al., 2009).

## **6. Resultados y Discusión**

Las evaluaciones fueron hechas en Octubre 2007 (época seca) y Marzo – Abril 2008 (época húmeda). La ubicación de los transectos se presenta en la Tabla N° 4.

El bofedal Licapa es el único que se encuentra cerca y paralelo a la carretera Libertadores Wari. Tanto en el bofedal Licapa como en el de Churia hay cursos de

agua cerca, en ambos casos pero sobre todo en Licapa, es el transecto 2 es el que se encuentra más cerca de éstos riachuelos. En cambio, en los bofedales de Apacheta y Occollo sólo fueron observados ojos de agua cerca de los transectos.

**Tabla N° 4 Ubicación de los transectos**

Sitio	Comunidad	Transecto	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
Bofedal I - Licapa	Ccarhuacc Licapa	I	0521192N	8523350E	4404
		II	0521110N	8523498E	4392
Bofedal II - Apacheta	Ingahuasi Lliyinta	I	0528880N	8525630E	4752
		II	0528885N	8525490E	4756
Bofedal III - Churia	Churia Rosaspampa	I	0538241N	8528896E	4400
		II	0538130N	8528804E	4399
Bofedal IV - Occollo	Occollo Asabran	I	0553942N	8531540E	4298
		II	0553866N	8531452E	4291

Fuente: ERM, 2008  
Elaboración propia

En los cuatro bofedales se observaron algunas casas dispersas y corrales de piedra en zonas aledañas (pero no muy cercanas) a las áreas de evaluación. Solamente frente al bofedal de Churia se observó un pequeño centro poblado.

Si bien en todas las comunidades salvo en Occollo Asabran, se han implementado obras hidráulicas (León y Pareja R., 2005, PROALPACA 2003, 2004, 2005a), las cuales en algunos casos permiten la ampliación y/o mantenimiento de bofedales, estas no se observaron en ninguna de las cuatro zonas específicas evaluadas.

No se observó extracción de *Distichia muscoides*, como ocurre en otros lugares del país (Flores et ál., 2005).

Las fotos de los sitios de evaluación se presentan en el Anexo 2.

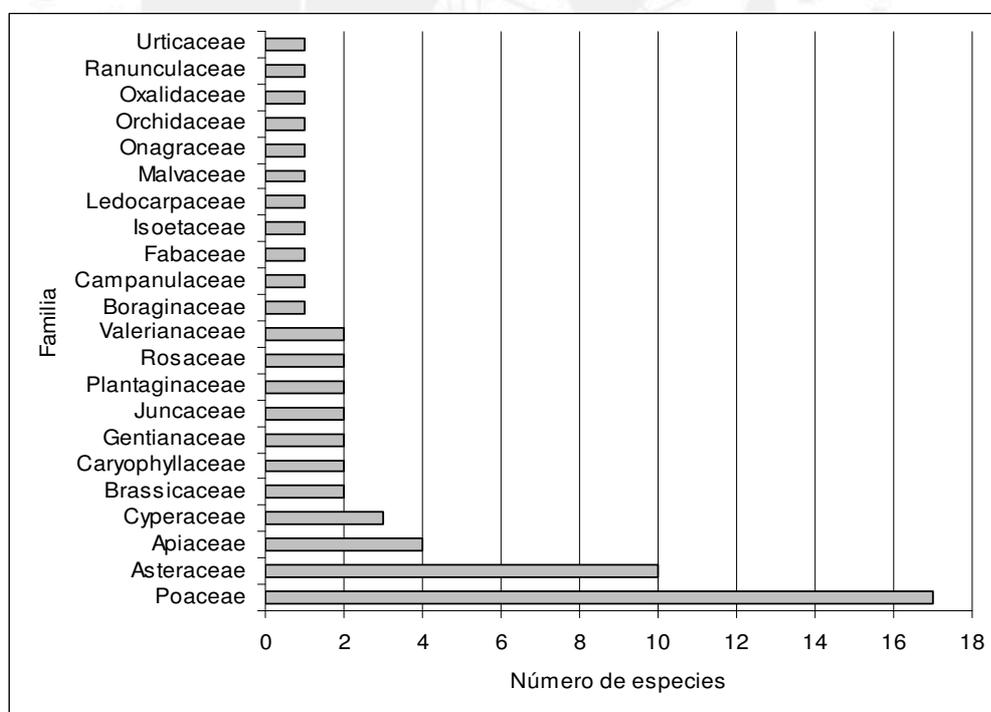
## 6.1. Identificación de Especies

Para los cuatro bofedales se registraron 61 especies tanto en los transectos como en los alrededores para ambas épocas (húmeda y seca). De estas especies se identificaron 59, las que se distribuyen en 22 familias (Gráfico N° 1, Anexo 3).

Las familias con mayor número de especies son Poaceae (28.81%) y Asteraceae (16.95%), que en junto representan casi la mitad de las especies presentes (45,76%). Esta es una comunidad donde predomina el hábito herbáceo entre las especies.

Al menos la mitad de especies registradas ya han sido reportadas en otros bofedales considerando lo reportado por los trabajos de: Atayupanqui(1987 en Florez, 1992); Canales y Tapia (1987); Flores et ál. (2005); Florez y Malpartida (1981); García y Beck (2006), ONERN (1984); Salvador y Cano (2002); Tovar (1973, 1990) y Weberbauer (1945).

**Gráfico N° 1 Número de especies identificadas por familia**



Fuente: ERM, 2008.  
Elaboración propia

## 6.2. Composición y Abundancia Botánica

### 6.2.1. Licapa

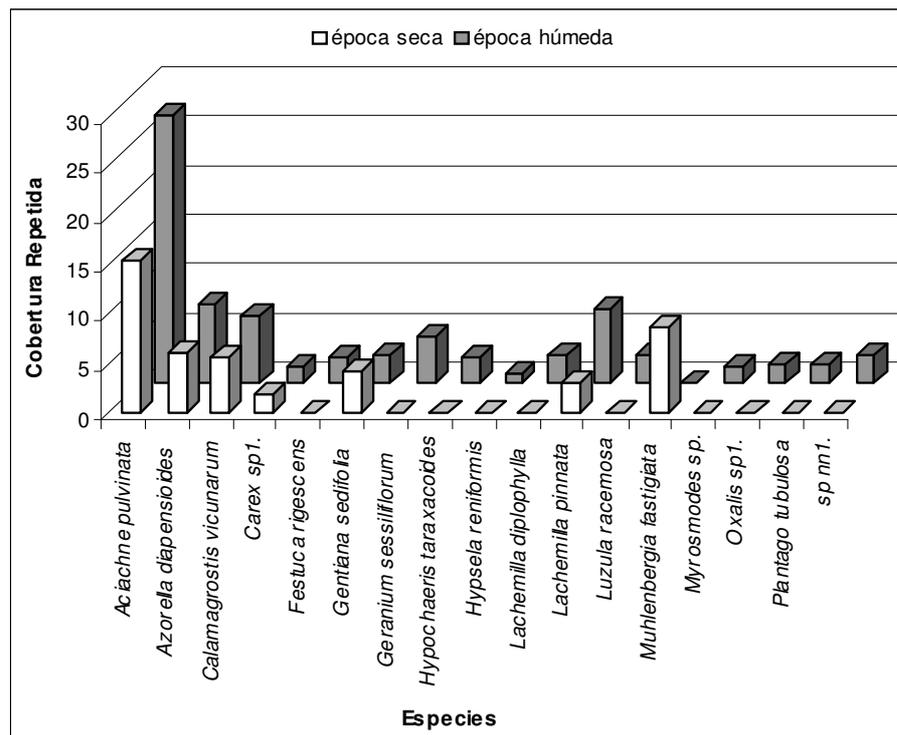
En el bofedal se registraron un total de 21 especies entre ambos transectos y épocas, esta es zona es la tercera en número de especies (supera a Churia sólo por 1 especies). Además se identificó en la zona de estudio fuera de los puntos de evaluación a las siguientes especies: *Plagiobothrys congestus*, *Distichia muscoides*, *Nototriche sp.*, *Aciachne acicularis*, *Dissanthelium macusaniense*, y *Muhlenbergia ligularis*.

En el transecto 1 (Gráfico N° 2, Anexo 4) se registró un total de 17 especies entre ambas épocas. El número total de especies aumenta de 7 a 16 (128,57%) de la época seca a la época húmeda. Mientras que la cobertura repetida total aumenta en 79,87% de una época a otra, pasando de 44,26 c/p a 79,61 c/p. En ambas épocas la especie de mayor cobertura repetida fue *Aciachne pulvinata* (15,29 c/p y 27,06 c/p).

En el transecto 2 (Gráfico N° 3, Anexo 4) se registró un total de 12 especies entre ambas épocas. El número total de especies disminuye de 10 a 9, de la época seca a la época húmeda. Mientras que la cobertura repetida aumenta en un 12,07%, pasando de 44,43 c/p a 49,60 c/p. En ambas épocas la especie de mayor cobertura repetida fue *Aciachne pulvinata* (13,93 c/p y 19,00 c/p). Es probable que al estar a pocos metros de un riachuelo, la disponibilidad de agua para las plantas de este transecto no sea una limitante durante la época seca, y que por lo tanto se registre una variación mucho menor entre épocas en comparación con el transecto 1. Además, se observaron algunas zonas erosionadas, sin vegetación, o con piedras pequeñas aledañas al transecto y en las orillas del riachuelo.

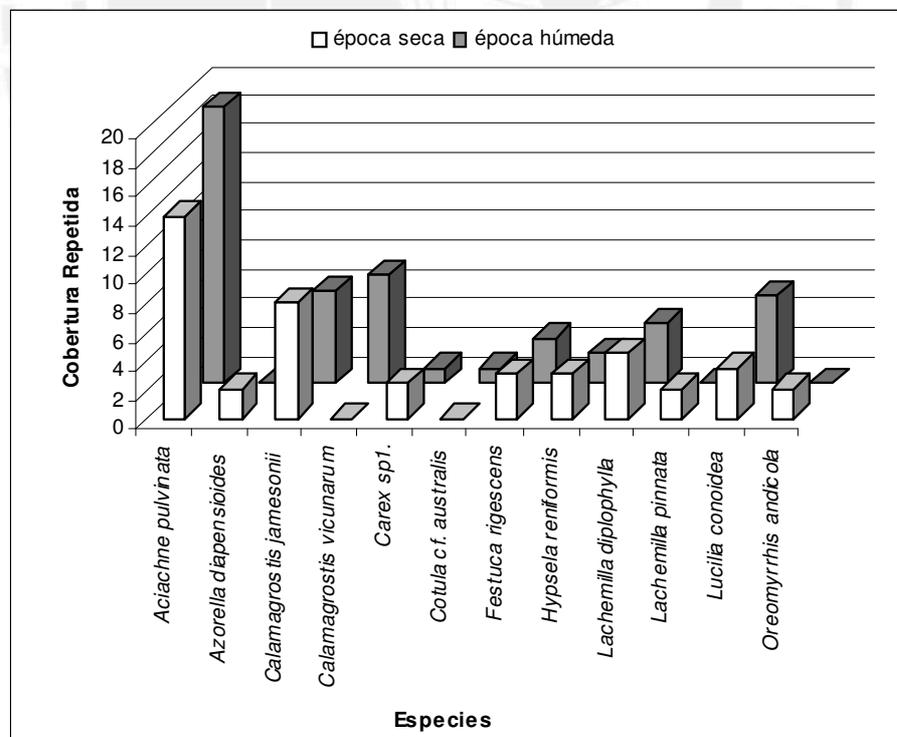
Al comparar la abundancia de las especies con el coeficiente de correlación de Spearman entre épocas y transectos (Anexo 6) no se encuentran diferencias significativas ni altamente significativas.

**Gráfico N° 2 Cobertura Repetida Licapa – Transecto 1**



Fuente: ERM, 2008.  
Elaboración propia

**Gráfico N° 3 Cobertura Repetida Licapa – Transecto 2**



Fuente: ERM, 2008.  
Elaboración propia

Los valores de cobertura repetida total de ambos transectos son muy similares durante la época seca, pero en la época húmeda el aumento en el transecto 1 es mucho mayor, tanto por la elevada cobertura repetida que alcanza *A. pulvinata*, como por la aparición varias nuevas especies.

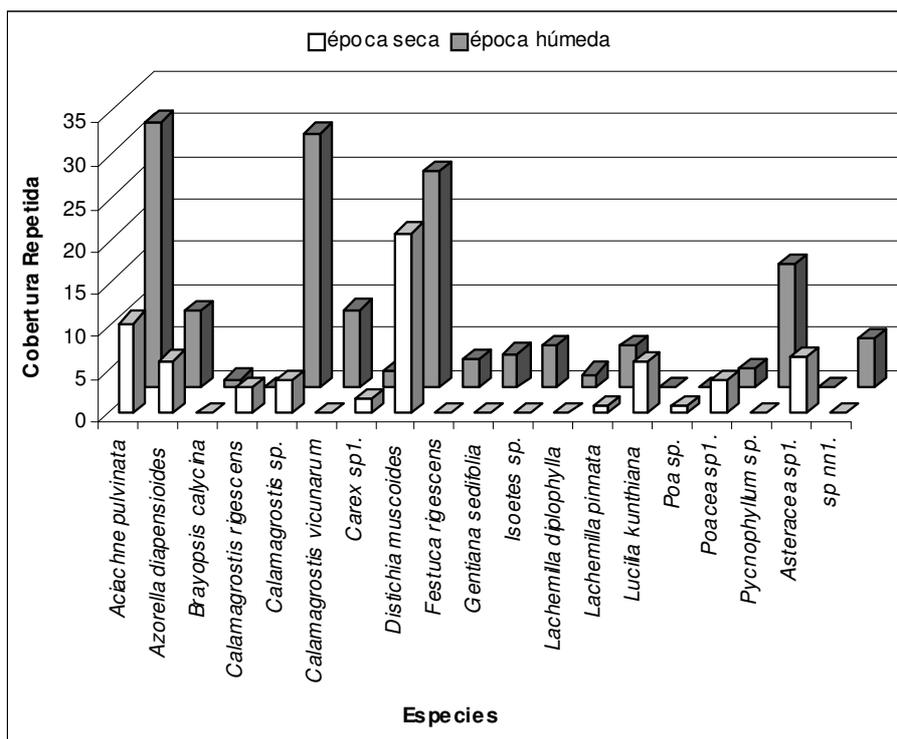
### 6.2.2. Apacheta

En el bofedal se registró un total de 29 especies entre ambos transectos y épocas, esta la zona de estudio que se encuentra en segundo lugar de especies registradas, luego de Occollo (por una especie de diferencia). Además se identificó en la zona de estudio fuera de los puntos de evaluación a las siguientes especies: *Werneria dactylophylla.*, *Gentianella sp.*, “champa estrella” *Plantago rigida*, *Hypsela reniformis* y *Lucilia conoidea*.

En el transecto 1 (Gráfico N° 4, Anexo 4) se registró un total de 19 especies entre ambas épocas. El número total de especies aumenta de 11 a 15 (36,36%) de la época seca a la época húmeda. Mientras que la cobertura repetida total aumenta en un 128,31% de una época a otra, pasando de 65,45 c/p a 149,43 c/p. La especie de mayor cobertura repetida durante la época seca fue *Distichia muscoides* (21,17 c/p), seguida por *Aciachne pulvinata* (10,75 c/p). En la época húmeda la dominancia en términos de cobertura repetida cambia a pesar de que los valores para ambas especies aumentan, *D. muscoides* (25,27 c/p) queda en tercer lugar, *Calamagrostis sp.* (30 c/p) en segundo, y *Aciachne pulvinata* (31,33 c/p) pasa al primer lugar. La contribución de estas dos últimas especies en al cobertura total constituye uno de los cambios más marcados de una época a otra.

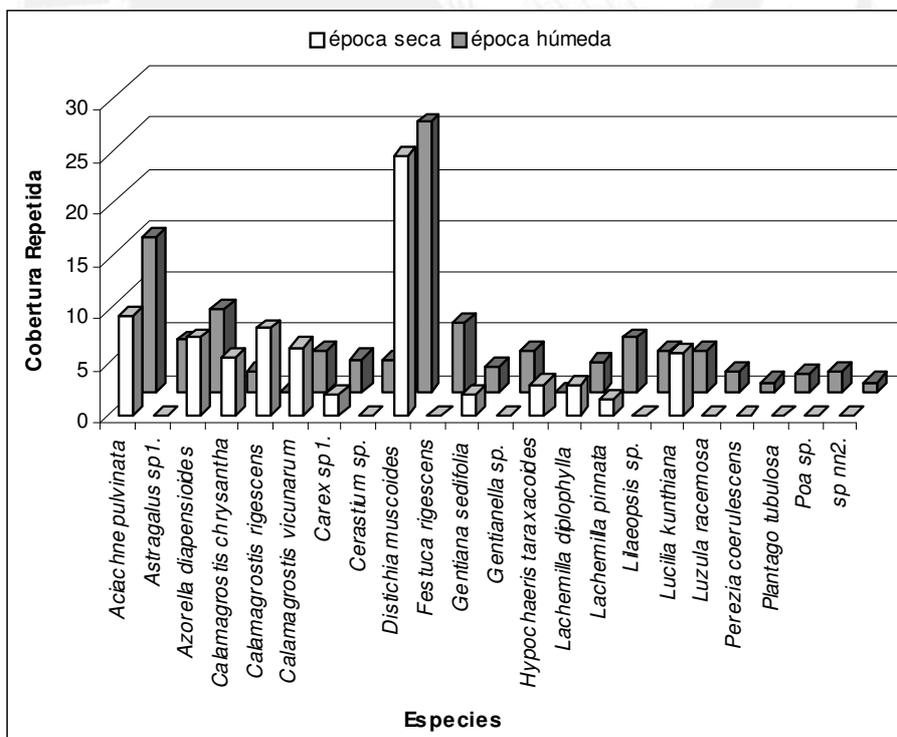
En el transecto 2 (Gráfico N° 5, Anexo 4) se registró un total de 22 especies entre ambas épocas. El número total de especies aumenta de 12 a 20 (66,67%), de la época seca a la época húmeda. Mientras que la cobertura repetida total aumenta en un 29, 57%, pasando de 79,54 c/p a 103,06 c/p. En ambas épocas la especie de mayor cobertura repetida fue *Distichia muscoides* (25,00 c/p y 26,00 c/p).

Gráfico N° 4 Cobertura Repetida Apacheta – Transecto 1



Fuente: ERM, 2008.  
Elaboración propia

Gráfico N° 5 Cobertura Repetida Apacheta – Transecto 2



Fuente: ERM, 2008.  
Elaboración propia

Al comprar la abundancia de las especies con el coeficiente de correlación de Spearman entre épocas y transectos (Anexo 6) no se encuentran diferencias significativas ni altamente significativas.

Si bien el transecto 1 obtuvo mayores valores de cobertura total durante la época seca, en la época húmeda la situación se invierte a favor del transecto 2.

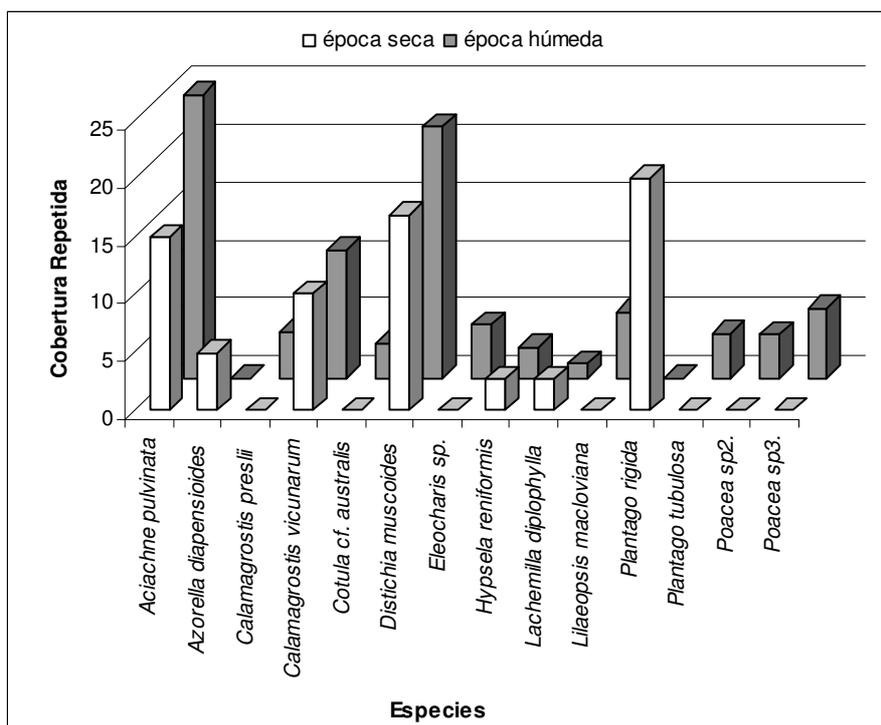
Si bien en ambos transectos son registradas nuevas especies durante la época húmeda, algunas especies de la época seca no vuelven a ser registradas en los transectos (Gráficos N° 4 y N° 5, Anexo 4). Y a pesar de que en el transecto 2 aparecen el doble de especies que en el transecto 1, el aumento de la cobertura total (época húmeda) está muy por debajo del registrado en el primer transecto.

### 6.2.3. Churia

En el bofedal se registraron un total de 20 especies entre ambos transectos y épocas. Esta es la zona con el menor número de especies registradas.

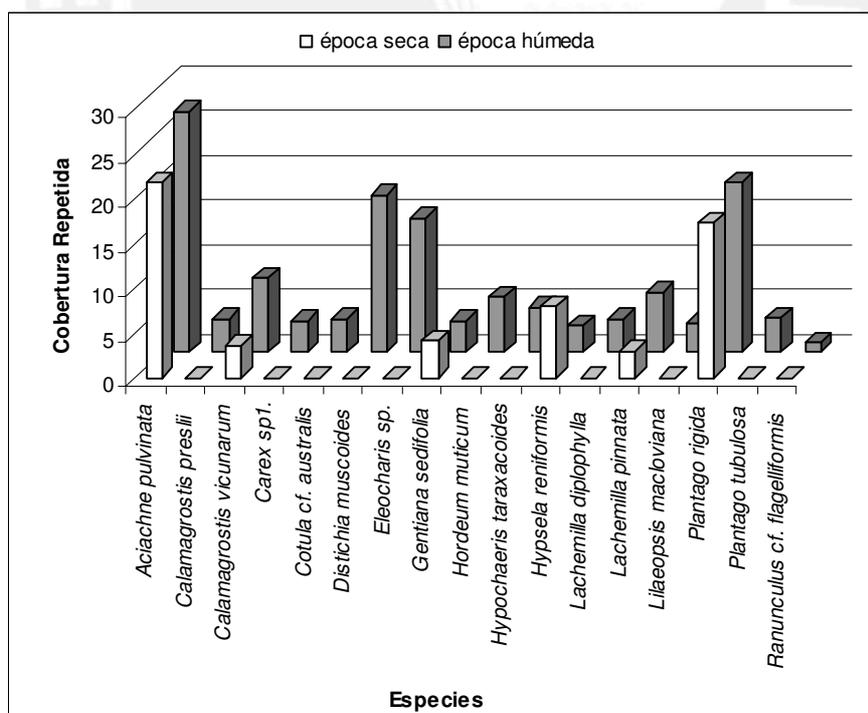
En el transecto 1 (Gráfico N° 6, Anexo 4) se registró un total de 17 especies entre ambas épocas. El número total de especies aumenta de 7 a 8 (14.29%) de la época seca a la época húmeda. Mientras que la cobertura repetida total aumenta en un 27.85% de una época a otra, pasando de 71,84 c/p a 91,85 c/p. La especie de mayor cobertura repetida durante la época seca fue *Distichia muscoides* (16,77 c/p), seguida por *Plantago rigida* (20,00 c/p) y por *Aciachne pulvinata* (14,89 c/p). En la época húmeda la dominancia en términos de cobertura repetida cambia, *A. pulvinata* (24,43 c/p) pasa al primer lugar, seguida por *D. muscoides* (21,71 c/p), mientras que *P. rigida* desaparece, lo que se refleja notablemente en el limitado aumento de la cobertura repetida total.

**Gráfico N° 6 Cobertura Repetida Churia – Transecto 1**



Fuente: ERM, 2008.  
Elaboración propia

**Gráfico N° 7 Cobertura Repetida Churia – Transecto 2**



Fuente: ERM, 2008.  
Elaboración propia

En el transecto 2 (Gráfico N° 7, Anexo 4) se registró un total de 17 especies entre ambas épocas. El número total de especies aumenta de 6 a 13 (116,67%) de la época seca a la época húmeda. Mientras que la cobertura repetida total aumenta en un 130,14%, pasando de 58,11 c/p a 133,73 c/p. En ambas épocas la especie de mayor cobertura repetida fue *Aciachne pulvinata* (21,88 c/p y 27,00 c/p), seguida por *Plantago rigida* (17,40 c/p y 19,00 c/p). En este caso, son las nuevas especies registradas durante la época húmeda las que en conjunto contribuyen con casi la mitad (49,57%) de la cobertura repetida total.

Al comparar la abundancia de las especies con el coeficiente de correlación de Spearman entre épocas y transectos (Anexo 6) no se encuentran diferencias significativas ni altamente significativas.

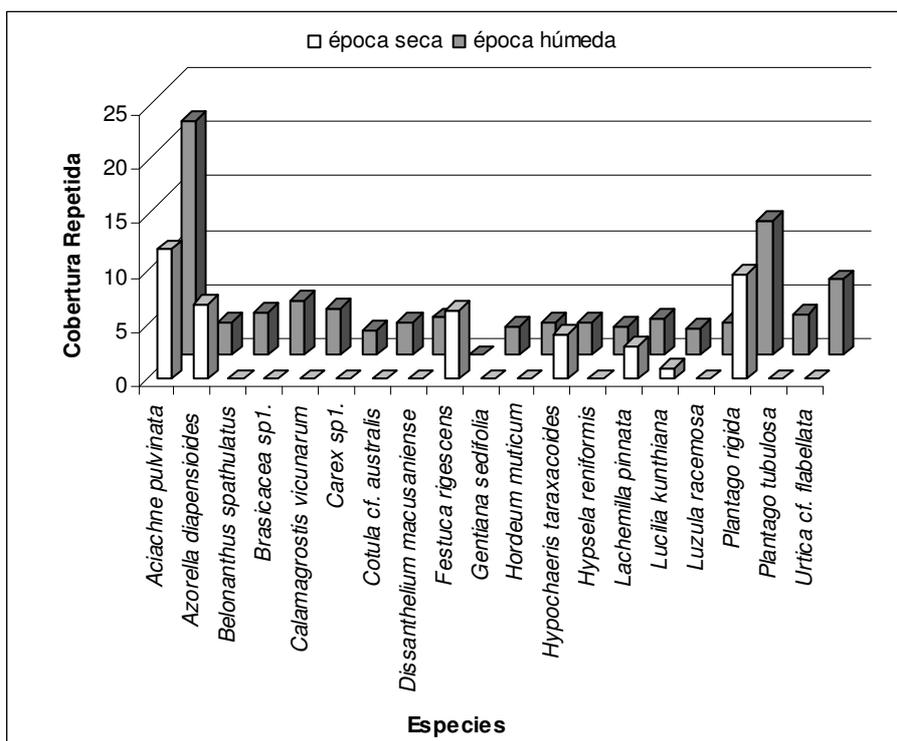
Si bien en la época seca el transecto 1 tuvo mayores valores de cobertura repetida total, en la época húmeda la situación se invierte, con un aumento a favor del transecto 2.

#### 6.2.4. Occollo

En el bofedal se registraron un total de 30 especies entre ambos transectos y épocas, ésta es la zona de estudio con el mayor número de especies registradas cuantitativamente. Además se identificó en la zona de estudio fuera de los puntos de evaluación a las siguientes especies: *Novenia acaulis*, *Oritrophium cf. limnophilum*, *Nototriche sp.*, *Poa sp.* y *Calamagrostis rigescens*.

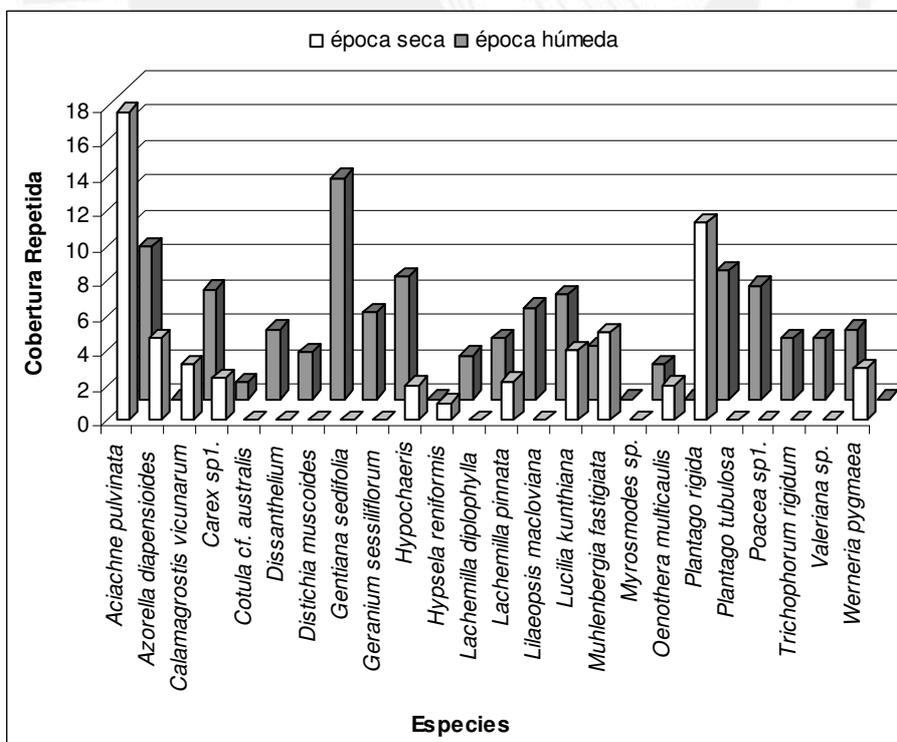
En el transecto 1 (Gráfico N° 8, Anexo 4) se registró un total de 19 especies entre ambas épocas. El número total de especies aumenta de 7 a 18 (157,14%) de la época seca a la época húmeda. Mientras que la cobertura repetida total aumenta en un 110,43%, pasando de 42,87 c/p a 90,21 c/p. La especie de mayor cobertura repetida para ambas épocas fue *Aciachne pulvinata* (11,95 c/p y 21,63 c/p), seguida por *Plantago rigida* (9,58 c/p y 12,40 c/p). En este transecto las especies nuevas registradas durante la época húmeda contribuyen casi en la mitad (49,16%) de la cobertura repetida total.

Gráfico N° 8 Cobertura Repetida Ocollo – Transecto 1



Fuente: ERM, 2008.  
Elaboración propia

Gráfico N° 9 Cobertura Repetida Ocollo – Transecto 2



Fuente: ERM, 2008.  
Elaboración propia

En el transecto 2 (Gráfico N° 9, Anexo 4) se registró un total de 24 especies entre ambas épocas. El número total de especies aumenta de 12 a 19 (58,33%) de la época seca a la época húmeda. Mientras que la cobertura repetida total aumenta en un 61,24%, pasando de 58,57 c/p a 94,43 c/p. La especie de mayor cobertura repetida durante la época seca fue *Aciachne pulvinata* (17,67 c/p); mientras que durante la época húmeda la mayor cobertura repetida la obtuvo *Distichia muscoides* (12,67 c/p), esta especie no se registró en este transecto durante la época seca. En este caso, cabe resaltar que las especies nuevas registradas durante la época húmeda contribuyen con un 63,91% de la cobertura repetida total.

Al comparar la abundancia de especies con el coeficiente de correlación de Spearman entre épocas y transectos (Anexo 6), no se encuentran diferencias significativas ni altamente significativas. En ambos transectos el aporte de las especies nuevas (registradas durante la época húmeda) a la cobertura repetida total es importante. En el caso del segundo transecto, a pesar de haber un menor aumento de especies, la contribución en términos de cobertura repetida es mayor.

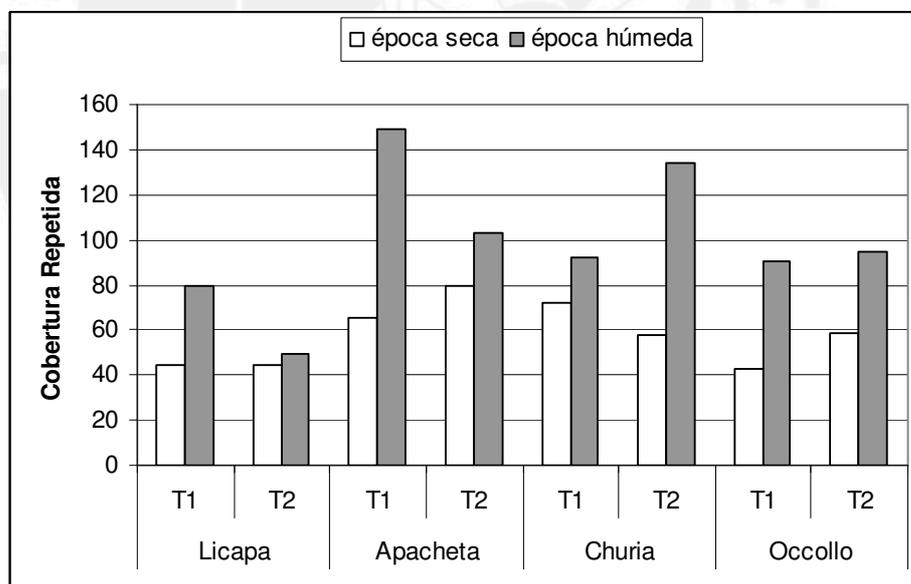
Los valores de cobertura repetida total de ambos transectos son similares durante la época húmeda, a pesar de que la diferencia fue mucho mayor durante la época seca.

#### **6.2.5. Comparación de la Composición Botánica entre Bofedales**

Durante la época seca, la cobertura repetida total se encuentra entre 42,86 c/p y 79,54 c/p (Gráfico N° 10, Anexo N° 4). Durante la época húmeda los valores encontrados fueron entre 49,60 c/p y 149,43 c/p (Gráfico N° 10, Anexo N° 4). En ambos casos, los mayores valores se obtuvieron en el bofedal Apacheta, seguido por Churia, Occollo y Licapa. La contribución de las especies registradas sólo durante la época húmeda a la cobertura repetida total de esta época (Anexo 4), es de al menos 29,34% en todos los bofedales y transectos, salvo por el transecto 2 de Licapa (16,8%). Estas contribuciones son especialmente importantes en el bofedal de Occollo, como se vio anteriormente.

Como era de esperar, la cobertura repetida total (Gráfico N° 10, Anexo 4) aumenta en todos los bofedales de la época seca a la época húmeda. Esto ocurre, entre otros factores, por la aparición de especies anuales, por el aumento de la cobertura repetida de especies perennes (ambos cambios propios de la estacionalidad); así como por una probable menor presión de pastoreo si los bofedales están siendo manejados de acuerdo a las recomendaciones técnicas, como las sugeridas por Florez (2005) mencionadas en la revisión de literatura. Considerando que las comunidades dueñas de los bofedales tienen al menos de 2 a 5 años de asistencia técnica y capacitación asociada al manejo ganadero incluyendo el manejo de bofedales (PROALPACA, 2005b) cabe esperar que se sigan de alguna manera las recomendaciones técnicas, o que se tenga algún tipo de conocimiento de las mismas; si es que no había algún manejo tradicional al respecto (lo cual es probable considerando que esta es una zona alpaquera).

**Gráfico N° 10 Cobertura Repetida Total de los 4 Bofedales para la época seca y la época húmeda**



Fuente: ERM, 2008.  
Elaboración propia

Al realizar las comparaciones de la abundancia de especies entre bofedales y épocas por transecto, empleando el coeficiente de correlación de Spearman (Anexo 5) podemos mencionar lo siguiente.

Las diferencias o similitudes en la misma época permitirían una comparación entre los bofedales sin el efecto de los cambios estacionales. En ese sentido, los transectos 1 de los bofedales Apacheta y Occollo son significativamente diferentes ( $p=0,048125$ ) durante la época húmeda. Durante la época seca el transecto 1 de Apacheta es significativamente diferente ( $p=0,03826$ ) del transecto 2 de Licapa. No se encontró ninguna otra similitud o diferencia significativa o altamente significativa entre transectos para la misma época. Por lo tanto, en líneas generales para la misma época los cuatro bofedales no son similares (de forma significativa o altamente significativa). Sin embargo, los casos puntuales con significancia, mencionados anteriormente, mostrarían una abundancia de especies (y composición botánica) diferente entre transectos.

Las diferencias entre épocas (seca y húmeda) eran de esperarse considerando los cambios propios de la estacionalidad, como se mencionó líneas arriba. En este grupo son diferentes de forma significativa el transecto 1 de Apacheta durante la época seca con el transecto 2 de Licapa en la época húmeda ( $p=0,017034$ ); el transecto 1 de Churia durante la época húmeda con los transectos 1 ( $p=0,0400$ ) y 2 ( $p=0,0431$ ) de Occollo durante la época seca; así como el transecto 2 de Licapa durante la época seca con los transectos 1 ( $p=0,0135$ ) y 2 ( $p=0,0242$ ) de Occollo durante la época húmeda. Son diferentes de forma altamente significativa ( $p=0,00897$ ) el transecto 1 de Apacheta durante la época seca y el transecto 1 de Occollo durante la época húmeda, en este último caso las diferencias son mucho más marcadas.

Una correlación similar entre épocas diferentes, podría estar indicando que un transecto durante la época seca está en condiciones similares de abundancia de especies que otro lugar durante la época húmeda, por lo tanto, estaría en mejores condiciones que el segundo. En este caso se encuentran el transecto 1 de Occollo (época seca) y el transecto 2 de Churia (época húmeda), con una similitud significativa ( $p=0,0486$ ). Por lo tanto, el transecto 1 de Occollo durante la época seca estaría en mejores condiciones que el transecto 2 de Churia.

En todos los demás casos las diferencias (-) o similitudes (+) no son significativas (Anexo 5).

### 6.3. Diversidad, riqueza y equidad

Los resultados de la diversidad calculada con el índice de Shannon (H), la riqueza (d) y la equidad (e), se presentan en el Anexo 6.

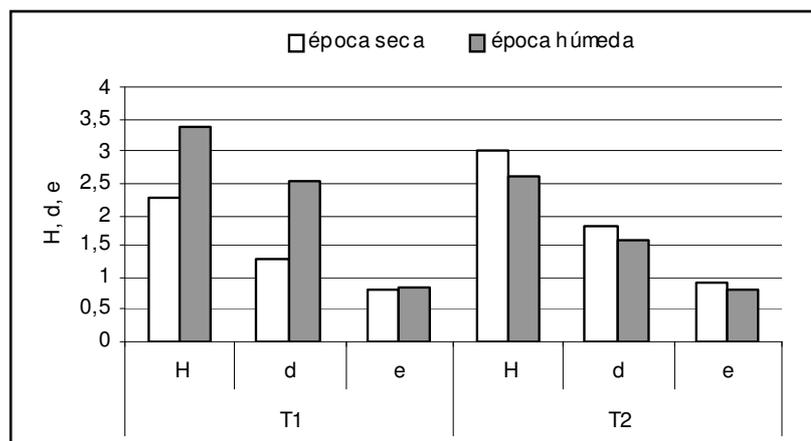
#### 6.3.1. Licapa

Como se observa en el Gráfico N° 11 y en el Anexo 6, la diversidad de Shannon (H) aumenta de la época seca a la época húmeda en ambos transectos. La equidad y la riqueza solamente aumentan en el transecto 1, mientras que en el 2 disminuyen. Los valores de equidad son altos en ambos casos.

En el transecto 1, las diferencias entre ambas épocas para la diversidad (Anexo 7) son altamente significativas ( $p=0,00002$ ), pasando de 2,2692 bits/ind. a 3,4052 bits/ind. Ocurre lo contrario en el transecto 2, donde todos los valores disminuyen, y las diferencias de diversidad de Shannon (H) entre épocas no son significativas ( $p=0,12054$ ), registrándose valores de 2,993 bits/ind. y 2,6085 bits/ind. Es probable que en este transecto la mayor disponibilidad del recurso hídrico durante todo el año este limitando los cambios en la diversidad. En ambos transectos la equidad es alta, por lo tanto habría una distribución homogénea de la abundancia de las especies, sin la marcada dominancia de ninguna de ellas. Sin embargo, si bien en el primer transecto la equidad aumenta de una época a otra, esto no ocurre en el segundo, por lo tanto no habría un patrón general de los cambios estacionales de la equidad.

Entre los transectos 1 y 2 las diversidades de Shannon (H) tienen diferencias significativas ( $p=0,0327$ ) durante la época seca. Estas diferencias se incrementan en la época húmeda, pasando a ser altamente significativas ( $p=0,0009$ ). Como se mencionara líneas arriba, probablemente por una menor presión de pastoreo debido al manejo ganadero comunal empleado y por los cambios propios en la vegetación durante la época húmeda.

**Gráfico N° 11 Diversidad, equidad y riqueza – Licapa**



H: diversidad; d: riqueza; e: equidad; T: transecto; 1 y 2: número del transecto.

Elaboración propia

### 6.3.2. Apacheta

Como se observa en el Gráfico N° 12 y en el Anexo 6, la diversidad de Shannon (H) y la riqueza (d), aumentan de la época seca a la época húmeda en ambos transectos. Si bien los valores de equidad son altos, esta disminuye ligeramente en ambos transectos de una época a otra.

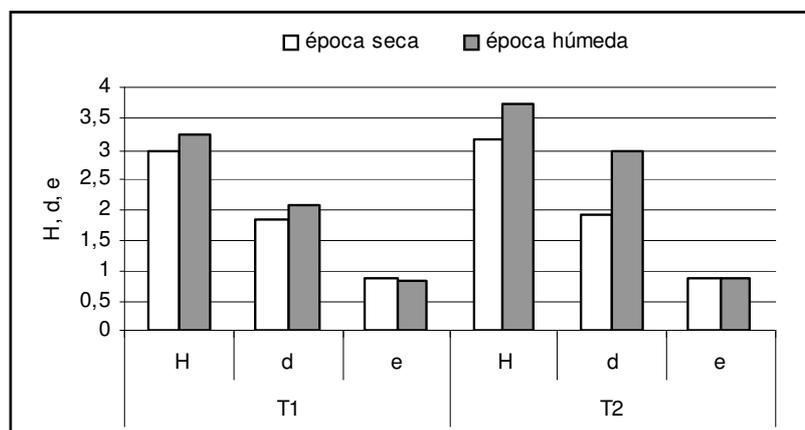
Los valores de diversidad varían de 2,9451 bits/ind. a 3,2504 bits/ind. en el transecto 1, y de 3,1638 bits/ind a 3,7488 bits/ind. en el transecto 2, de la época seca a la húmeda respectivamente. Las diferencias entre ambas épocas para la diversidad (Anexo 7) son significativas ( $p=0,041806$ ) en el transecto 1, y altamente significativas ( $p=0,0011327$ ) en el transecto 2.

Las diferencias de la diversidad de Shannon (H) entre los transectos 1 y 2 no son significativas ( $p=0,20425$ ) en la época seca y se vuelven altamente significativas ( $p=0,0064082$ ) en la época húmeda. Por lo tanto de manera similar que en Licapa, durante la época húmeda se incrementan las diferencias.

En este caso los valores de equidad son mucho más altos que en Licapa, pero presentan un comportamiento diferente que en el bofedal anterior. En ambos transectos la equidad disminuye de la época seca a la húmeda. Por lo tanto,

en esta última época los cambios ambientales (mayor disponibilidad de agua) y probablemente también los cambios en el manejo ganadero comunal favorecen la ligera dominancia de alguna especie.

**Gráfico N° 12 Diversidad, equidad y riqueza – Apacheta**



H: diversidad; d: riqueza; e: equidad; T: transecto; 1 y 2: número del transecto.

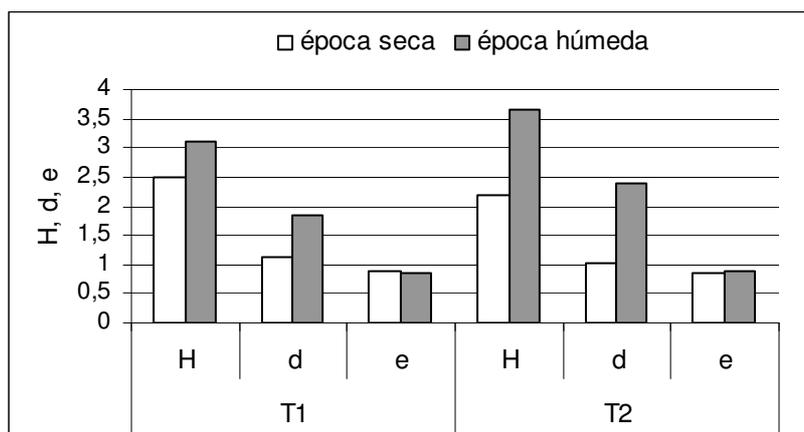
Elaboración propia

### 6.3.3. Churia

Como se observa en el Gráfico N° 13 y en el Anexo 6, la diversidad de Shannon (H), y la riqueza (d) aumentan de la época seca a la húmeda. En ambos transectos la equidad es alta.

Los valores de diversidad varían de 2,5006 bits/ind. a 3,0956 bits/ind. en el transecto 1, y de 2,1825 bits/ind a 3,6593 bits/ind. en el transecto 2, de la época seca a la húmeda respectivamente. Las diferencias entre ambas épocas para la diversidad (Anexo 7) son altamente significativas en ambos transectos ( $p=0,00006$  y  $p=2,60E-16$ , respectivamente).

Entre los transectos 1 y 2 se observan diferencias significativas ( $p=0,036228$ ) de la diversidad de Shannon (H) durante la época seca, y un aumento altamente significativo ( $p=0,00005$ ) de estas diferencias durante la época húmeda. De manera similar a lo que ocurre en Licapa y en Apacheta, las diferencias se acentúan entre transectos en la época húmeda.

**Gráfico N° 13 Diversidad, equidad y riqueza – Churia**


H: diversidad; d: riqueza; e: equidad; T: transecto; 1 y 2: número del transecto.

Elaboración propia

Los valores de equidad son altos para ambos transectos y épocas, siendo similares a los de Apacheta, por lo tanto habría una distribución altamene homogénea de la abundancia de las especies. Sólo la equidad del transecto 2 aumenta de una época a otra, mientras que la del transecto 1 disminuye. Este es un patrón similar al observado en Licapa, por lo tanto no habría un comportamiento homogéneo de la equidad dentro del bofedal.

#### 6.3.4. Occollo

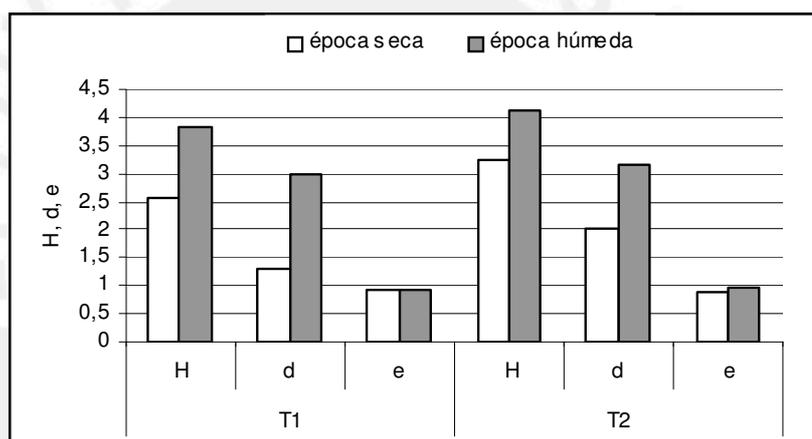
Como se observa en el Gráfico N° 14 y en el Anexo 6, la diversidad de Shannon (H), la riqueza (d) y la equidad (e), aumentan de la época seca a la época húmeda en ambos transectos. Los valores de equidad son bastante altos y los mayores encontrados entre todos los bofedales y épocas, por lo tanto este sería el lugar con la mayor distribución homogénea de la abundancia de especies, sin dominancia marcada de ninguna de ellas.

Los valores de diversidad varían de 2,5830 bits/ind. a 3,8411 bits/ind. en el transecto 1, y de 3,1169 bits/ind a 3,8411 bits/ind. en el transecto 2, de la época seca a la húmeda respectivamente. Las diferencias entre ambas épocas para la diversidad (Anexo 7) son altamente significativas en el transecto 1 ( $p=0,71E-16$ ) y en el transecto 2 ( $p=3,68E-09$ ).

Las diferencias de la diversidad de Shannon (H) entre los transectos 1 y 2 son altamente significativas en ambas épocas ( $p=0,000407$  y  $p=0,0006$  para la época seca y húmeda respectivamente). En este caso, a diferencia de los anteriores, los cambios ambientales (como la mayor disponibilidad de agua) y los cambios en el manejo comunal gadero no afectarían las diferencias entre ambos transectos.

Y, a diferencia de los 3 bofedales anteriores, la equidad aumenta en ambos transectos de la época seca a la húmeda. Por lo tanto, en esta zona durante la época de lluvias hay una distribución más homogénea de la abundancia de las especies.

**Gráfico N° 14 Diversidad, equidad y riqueza – Occollo**



H: diversidad; d: riqueza; e: equidad; T: transecto; 1 y 2: número del transecto.

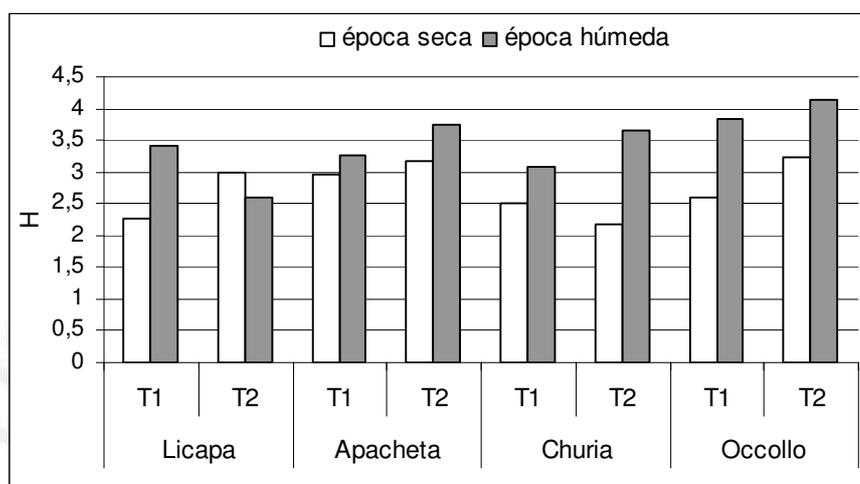
Elaboración propia

### 6.3.5. Comparación de la Diversidad entre Bofedales

Durante la época seca las diversidades (H) se encuentran entre 2,2825 bits/ind. y 3,2376 bits/ind. Durante la época húmeda se obtiene valores aun más altos de diversidad (H), si bien el rango va entre 2,6085 bits/ind y 4,1407 bits/ ind., la mayoría de valores están por encima de 3 bits/ind. (Gráfico N° 15, Anexo 6). En líneas generales, tanto en la época seca como en la época húmeda Occollo y Apacheta son los bofedales que presentan los mayores valores de diversidad. Occollo además siempre presenta los mayores valores de equidad.

Para Occollo y Apacheta en ambas épocas, para Churia en la época húmeda y Licapa en la época seca, el primer transecto tiene una menor diversidad que el segundo. Como lo señala ERM (2008) estos resultados estarían relacionados con las distancias (100 m y 200 m) al DdV del Sistema de Transporte de Ductos de Gas Natural y Líquidos de Gas Natural - Camisea, en líneas generales a mayor distancia habría mayor diversidad.

**Gráfico N° 15 Comparación de los Índices de Shannon**



H: diversidad; T: transecto; 1 y 2: número del transecto.  
Elaboración propia

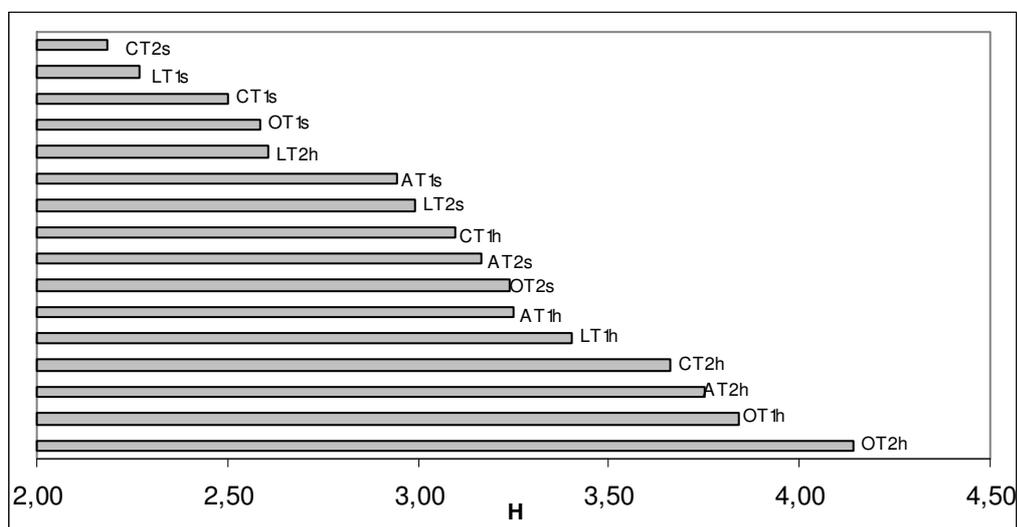
Comparando la diversidad (H) entre bofedales y épocas por transecto, empleando la prueba t Diversity (Anexo 7), se encontró que en el 73.33% de las comparaciones habían diferencias altamente significativas o significativas.

Las diferencias significativas o altamente significativas en la misma época permitirían una comparación de los bofedales sin el efecto de los cambios estacionales.

Durante la época seca, considerando los valores de diversidad de mayor a menor, los bofedales pueden ordenarse de la siguiente manera: Occollo, Apacheta, Licapa y Churia (Gráfico N° 16, Anexo 6) aunque entre Occollo y Apacheta los resultados son similares. Durante la época húmeda el ordenamiento varía: Occollo, Apacheta, Churia, Licapa (Gráfico N° 16, Anexo 6), aunque entre Apacheta y Churia los resultados son similares. Entre la

mayoría de los transectos de los bofedales hay diferencias significativas o altamente significativas (Anexo 7).

**Gráfico N° 16 Ordenamiento de los Índices de Shannon**



H: diversidad; A: Apacheta, C: Churia; L: Licapa; O: Occollo; s: época seca, h: época húmeda. T: transecto; 1 o 2: número del transecto.

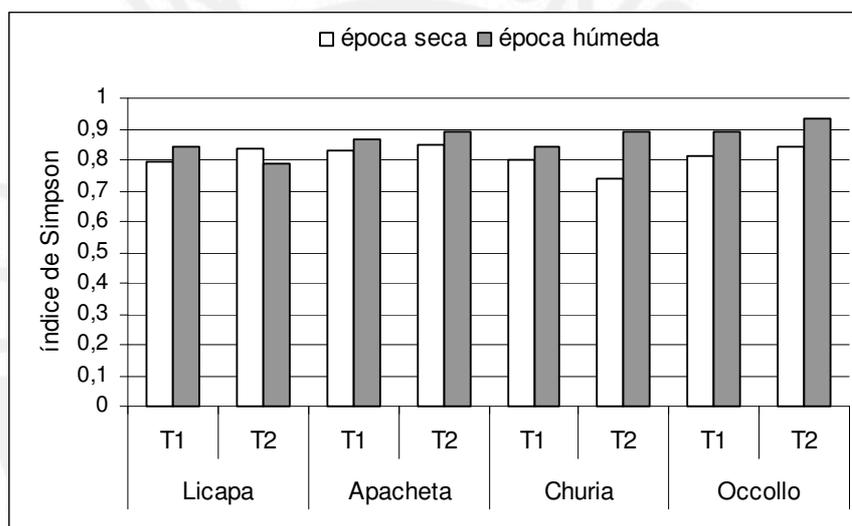
Elaboración propia

Si bien es de esperar una mayor diversidad durante la época húmeda en comparación con la época seca, esto no ocurre en todos los casos (Gráfico N° 16, Anexo 6). Los resultados no permiten hacer generalizaciones a nivel de bofedales, por lo que se revisará caso por caso. Ambos transectos de Apacheta durante la época seca presentan diversidades mayores que el transecto 2 de Licapa durante la época húmeda, con diferencias significativas (transecto 1) y altamente significativas (transecto 2). En Occollo sucede algo similar, el transecto 2 de la época seca es significativamente mayor que el transecto 2 de Licapa durante la época húmeda. Una mayor diversidad durante la época seca, indicaría que estos transectos tienen mejores condiciones para la diversidad que sus pares durante la época húmeda. Es muy probable que esto ocurra por las características propias de cada sitio, como la humedad, altitud, exposición, topografía, suelos, presión de pastoreo, etc., debiendo considerarse la influencia del manejo ganadero comunal. Cabe mencionar que si bien la diversidad del transecto 2 de Licapa durante la época húmeda es mayor que la diversidad del transecto 1 de Occollo y Licapa, y de ambos transectos de Churia (Gráfico N° 16, Anexo 6), estas diferencias no son significativas (Anexo 7).

#### 6.4. Índice de Simpson

Comparando los resultados entre transectos para la misma época, el índice de Simpson tiende a aumentar del transecto 1 al 2, lo más probable es que de manera similar al índice de Shannon (H), este efecto también se deba a la influencia del DdV del Sistema de Transporte de Ductos de Gas Natural y Líquidos de Gas Natural – Camisea, pues indicaría lo mismo, a mayor distancia, del DdV mayor diversidad. Las excepciones, al igual que con la diversidad (H), se dan en Licapa en la época húmeda, y Churia durante la época seca, en ambos casos, el índice de Simpson disminuye de un transecto a otro (Gráfico N° 17, Anexo 6).

**Gráfico N° 17 Comparación de los Índices de Simpson**



T: transecto; 1 y 2: número del transecto.  
Elaboración propia

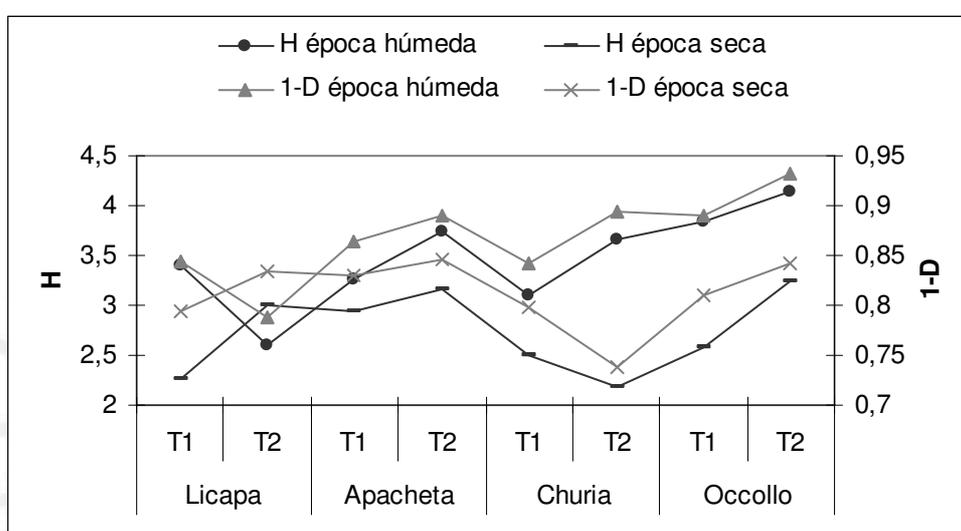
Durante la época seca los valores del índice de Simpson para todos los bofedales son relativamente altos y se encuentran entre 0,7379 y 0,8457. Los mayores valores se dan en Apacheta, seguido por Occollo, Licapa y Churia (Gráfico N° 17, Anexo, N° 6). Durante la época húmeda, los valores aumentan encontrándose entre 0,7882 y 0,9321; y en este caso, los mayores valores se dan en Occollo, seguido por Apacheta, Churia y Licapa (Gráfico N° 17, Anexo, N° 6).

Considerando que la escala del índice de Simpson es de 0 a 1, los valores encontrados son altos, por lo tanto estos resultados indicarían que las especies se

distribuyen homogéneamente, pues las dominancias (D) son bajas. Esta distribución se haría más homogénea en la época húmeda.

Si se comparan los resultados del índice de Simpson y de Shannon (H), ambos tienen comportamientos muy similares en cada época, como se observa en el Gráfico N° 18 (Anexo N° 6), lo que demuestra que ambos índices serían sensibles a las perturbaciones generadas por la construcción del ducto.

**Gráfico N° 18 Índice de Simpson (1-D) y Diversidad (H)**



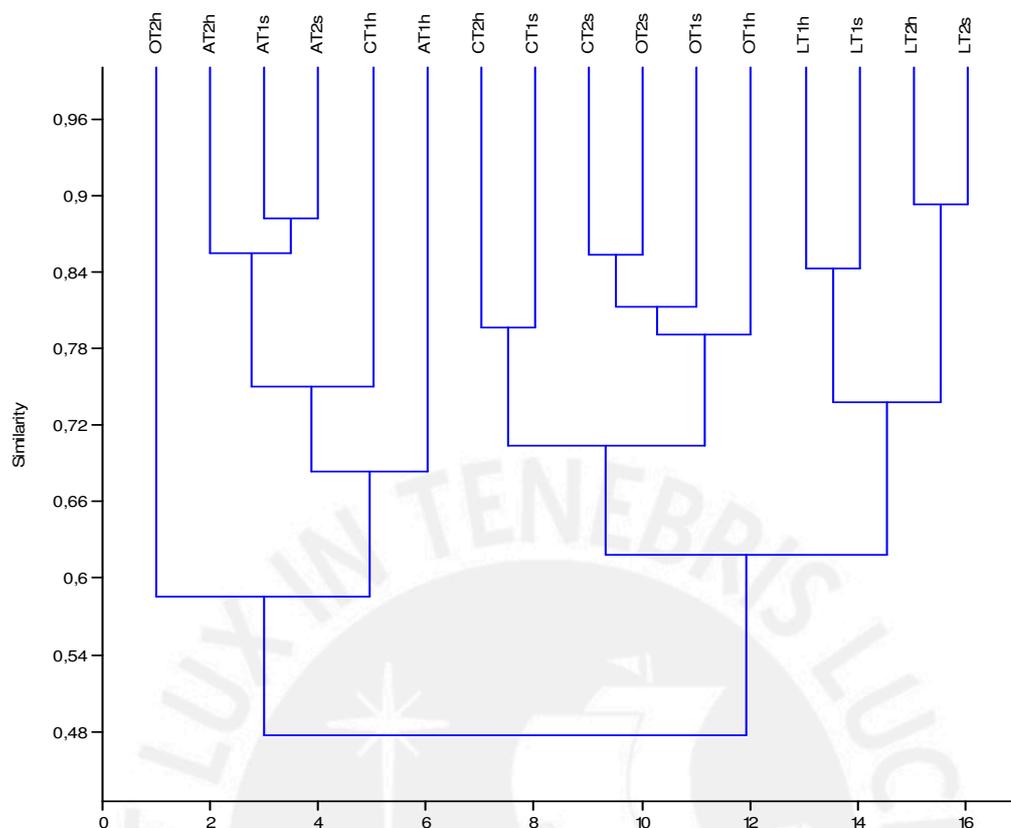
H: diversidad; 1-D: índice de Simpson; T: transecto; 1 y 2: número del transecto.  
Elaboración propia

### 6.5. Diversidad $\beta$

Se hizo la comparación entre transectos para ambas épocas en los cuatro bofedales con el índice de Morisita para abundancias, empleando el programa estadístico PAST (Gráfico N° 19, Anexo N° 8), a continuación se presentarán los principales resultados

El bofedal de Licapa es el que presenta mayor similaridad entre épocas y transectos, mostrando un solo grupo con 74% de similaridad. En este bofedal la estacionalidad no reduce la similaridad, es decir el transecto 1 se parece más a sí mismo entre épocas, que al transecto 2, y viceversa. Con similaridades aproximadas de 84 % para el transecto 1 y de 89% para el transecto 2.

Gráfico N° 19 Análisis Cluster – Índice de Morisita



A: Apacheta, C: Churia; L: Licapa; O: Occollo; s: época seca, h: época húmeda.  
T: transecto; 1 o 2: número del transecto.  
Elaboración propia.

En líneas generales los bofedales de Occollo y Churia forman un solo grupo con 70,5% de similaridad (salvo por dos de sus transectos durante la época húmeda, como se verá más adelante). Ambos, serían los más similares al bofedal de Licapa, formando un solo grupo con 62% de similaridad. Mientras que el bofedal Apacheta es el menos similar a todos los demás, con una similaridad del 48% con el grupo de Licapa, Occollo y Churia.

Durante la época húmeda se reducen las similaridades de algunos transectos en Occollo (transecto 2), Apacheta (transecto 1) y Churia (transecto 1), en comparación con el resto de transectos del mismo bofedal. Por lo tanto la abundancia por especie de estos transectos es marcadamente diferente al resto de transectos del bofedal.

De todos los bofedales, en Apacheta se tiene la mayor similaridad (0,86%) entre los transectos 1 y 2 durante la misma época (seca).

## 6.6. Especies indicadoras

### 6.6.1. Especies indicadoras asociadas al pastoreo

La deseabilidad de las especies vegetales registradas por especie animal (alpaca, ovino, llama) se presenta en el Anexo 9. Algunas fotos del ganado observado por época se presentan en el Anexo 10.

#### 6.6.1.1. Especies indicadoras asociadas al pastoreo de alpacas

Durante las evaluaciones (época seca y húmeda) se observaron alpacas alimentándose en todos los bofedales (Anexo 10) salvo en Apacheta (ERM, 2008), pero como el tiempo de evaluación en cada bofedal fue muy corto como para haber observado el manejo comunal usual del ganado en cada época y la literatura reporta la presencia de estos animales en la comunidad (Walsh Perú S. A., 2005a), se le está considerando en el análisis.

En todos los bofedales (Gráfico N° 20) la abundancia de las especies consumidas por las alpacas (deseables y poco deseables) aumenta durante la época húmeda. Esto podría explicarse, considerando que como suelen ser manejados los bofedales, la mayor presión de pastoreo se da durante la época seca (por la menor disponibilidad de recursos en otras áreas), y por lo tanto la abundancia de las especies deseables y poco deseables disminuiría. En cambio, durante la época húmeda, hay más forraje disponible en otras áreas, por lo tanto no se requeriría hacer un uso intensivo de los bofedales. Además el aumento del recurso hídrico en esta época favorecería la recuperación de las especies. Por lo tanto sería probable que este comportamiento responda a factores ambientales así como al manejo comunal ganadero.

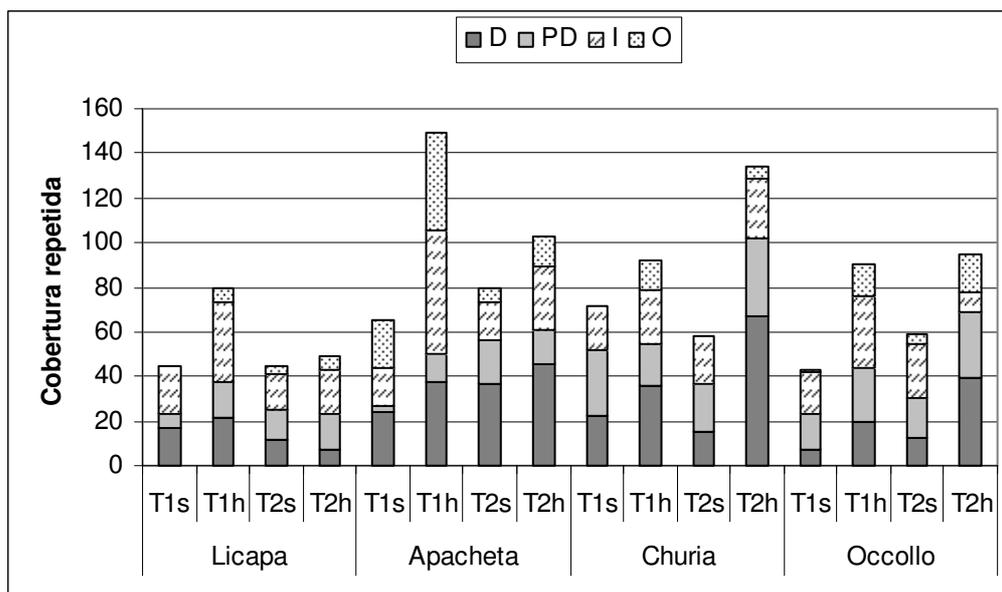
Churia es el bofedal con mayor cobertura repetida de especies consumidas por alpacas (deseables y poco deseables juntas) en ambas épocas del año.

Durante la época seca en segundo lugar se encuentra Apacheta, seguido por Occollo y luego por Licapa. En la época húmeda Occollo queda en segundo lugar, seguido por Apacheta y luego de nuevo por Licapa (Gráfico N° 20, Anexo N° 11). Sólo considerando la abundancia de especies deseables, durante la época seca Apacheta ocupa el primer lugar seguido por Churia, y luego por Licapa y Occollo. Durante la época húmeda el orden es Churia, Apacheta, Occollo y Licapa. Estos resultados podrían sugerir que la presión de pastoreo en Churia es mayor que en Apacheta durante la época seca, y menor durante la época húmeda, sugiriendo la existencia de un mejor manejo comunal del ganado. Además si bien durante la época seca Apacheta presenta la menor abundancia de especies indeseables, en la época húmeda ocupa el primer lugar, sugiriendo la existencia de sobrepastoreo y por lo tanto, de una manejo ganadero inadecuado. Algo similar estaría ocurriendo entre Occollo y Licapa. Los resultados también podrían sugerir que la capacidad de recuperación de las especies deseables es mayor en Churia y Occollo en comparación con Apacheta y Licapa respectivamente.

En casi la totalidad de los transectos, del total de la cobertura repetida para todas las categorías de especies, el porcentaje de las especies deseables y poco deseables juntas, esta por encima del 40% (Gráfico N° 21, Anexo 11). Eso implica que del total de la abundancia de especies de los bofedales, al menos el 40% pueden ser consumidas por las alpacas durante todo el año.

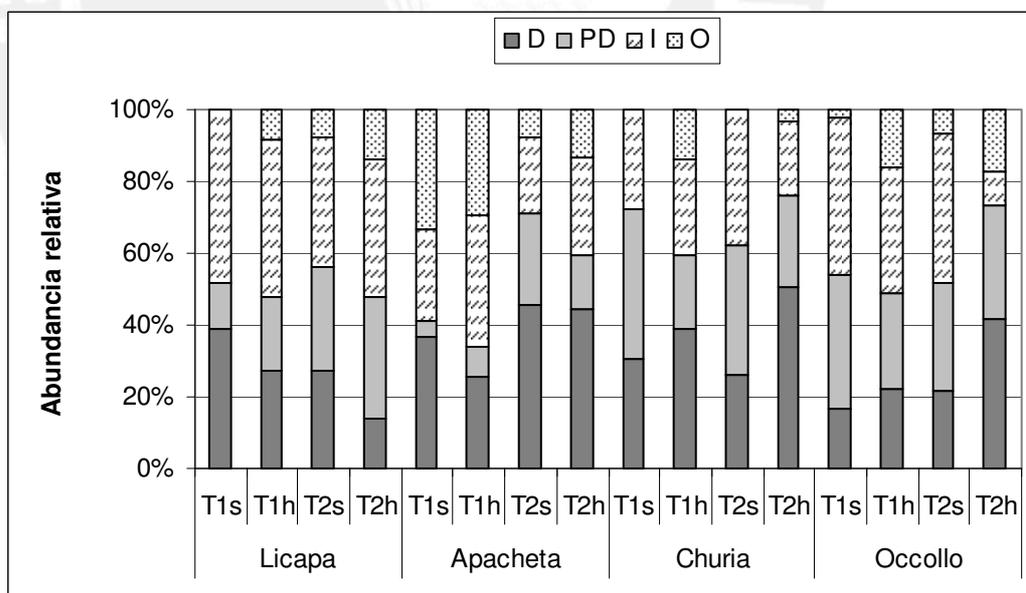
Sólo considerando las especies deseables, de acuerdo a la calificación de Tapia (1971) la calidad del bofedal de Licapa se encuentra entre pobre (T2h, 14,11%) y buena (T1s, 39,02%). En Apacheta la calidad está entre regular (T1h, 25,39%) y muy buena (T2s, 45,55%). En Churia ocurre lo mismo (T2s, 26,10% y T2h, 50,32%). Y en Occollo entre regular (T1s, 16,72%) y buena (T2h, 41,74%). La calidad del bofedal tiene a disminuir en la época húmeda en Licapa y Apacheta; sin embargo, ocurre todo lo contrario en Churia y Occollo.

**Gráfico N° 20 Abundancia (cobertura repetida) de especies indicadoras asociadas al pastoreo para alpacas**



H. época seca, s: época húmeda; D: especies deseables; PD: especies poco deseables; I: especies indeseables; O: otras especies  
Elaboración propia.

**Gráfico N° 21 Abundancia relativa de especies indicadoras asociadas al pastoreo para alpacas**



H. época seca, s: época húmeda; D: especies deseables; PD: especies poco deseables; I: especies indeseables; O: otras especies  
Elaboración propia.

Las especies deseables que más contribuyen en términos de cobertura repetida (Anexo 3 y Anexo 9) son: *Distichia muscoides* (Apecheta, Churia, Occollo), *Muhlenbergia fastigiata* (Licapa, Occollo), *Lachemilla pinnata* (Licapa, Occollo), *Hypsela reniformis* (Churia), *Lachemilla diplophylla* (Licapa), *Elocharis sp* (Churia) e *Hypochaeris taraxacoides* (Occollo).

Las especies poco deseables que más contribuyen en términos de cobertura repetida (Anexo 4 y Anexo 9) son: *Plantago rigida* (Occollo, Churia), *Calamagrostis vicunarum* (Churia, Apacheta), *Calamagrostis rigescens* (Apacheta), *Festuca rigescens* (Apacheta) *Calamagrostis jamesonii* (Licapa).

En cuanto a las especies indeseables en líneas generales son *Aciachne pulvinata* y *Azorella diapensioides* (Anexo 4 y Anexo 9) las que contribuyen en mayor cobertura repetida en todos los bofedales. Otras especies indeseables de importancia que podemos mencionar son: *Urtica cf. flabellata* (Occollo) y *Pycnophyllum sp.* (Apacheta). Se da una situación similar para ovinos y llamas.

De todos los estudios revisados (Atayupanqui, 1987 en Florez, 1992; Canales y Tapia, 1987; Flores et ál., 2005; Florez y Malpartida, 1981; García y Beck, 2006, Salvador y Cano, 2002; Tovar, 1973, 1990; Weberbauer, 1945), la presencia de *A. pulvinata* no suele ser reportada en bofedales, salvo por la evaluación hecha por ONERN (1984) en Huancavelica, donde esta especie es reportada como frecuente en los bofedales. Sin embargo, en la presente evaluación, *A. pulvinata* llega a ser una de las especies de mayor cobertura repetida en todos los bofedales y épocas. Por lo tanto se podría estar observando una tendencia al aumento de esta especie. Como lo sugiere Bustinza (2001) podríamos inferir que la gran abundancia de esta especie propia de laderas en los bofedales podría ser un indicador de sobrepastoreo, y/o de pérdida de vigor de las especies propias de bofedales. En las zonas evaluadas *A. pulvinata* se suele presentar en almohadillados planos o convexos como lo indica Tovar (1993), dificultando el crecimiento de otras especies. Además, como el consumo de esta especie por el ganado esta limitado a su primeros

estadios (cuando las hojas están tiernas), una vez establecida no tendría predadores, y probablemente ninguna o muy poca competencia de otras especies vegetales.

#### 6.6.1.2. Especies indicadoras asociadas al pastoreo de ovinos

Durante las evaluaciones (época seca y húmeda) se observaron ovinos alimentándose en todos los bofedales salvo en Occollo (ERM, 2008), pero como el tiempo de evaluación en cada bofedal fue muy corto como para haber observado el manejo comunal usual del ganado en cada época y la literatura reporta la presencia de estos animales en la comunidad (PROALPACA, 2005a), se le está considerando en el análisis.

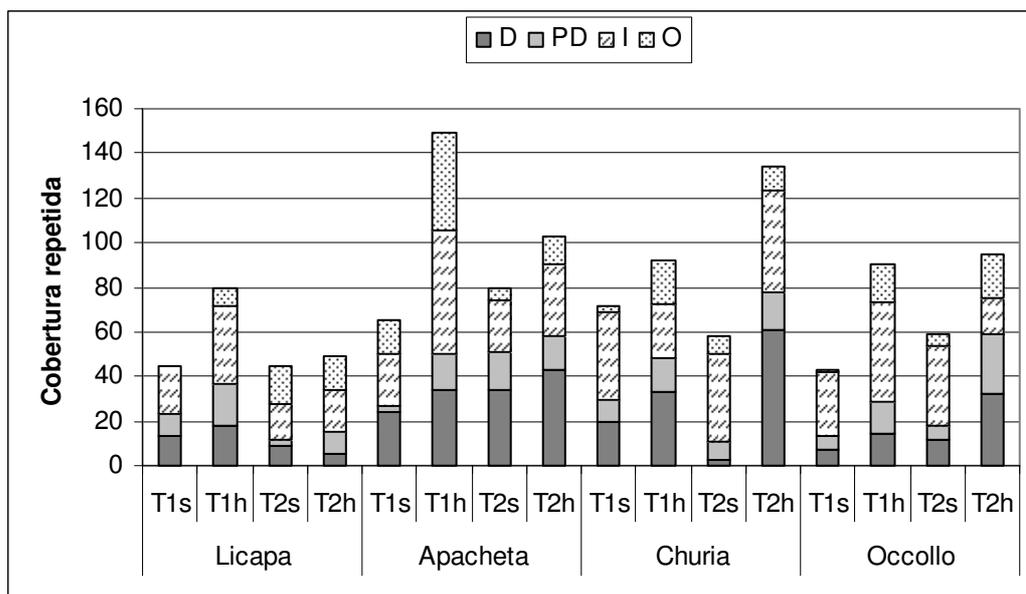
En todos los bofedales (Gráfico N° 22) la abundancia de las especies consumidas por los ovinos (deseables y poco deseables) aumenta durante la época. La explicación sería similar que en el caso de las alpacas, pues los ovinos son llevados a pastear junto a ellas.

Durante la época seca Apacheta es el bofedal con mayor cobertura repetida de especies consumidas por ovinos (deseables y poco deseables juntas), seguido por Churia, Licapa y Occollo. Durante la época húmeda Churia ocupa el primer lugar, seguido por Apacheta, Occollo y Licapa. (Gráfico N° 22, Anexo N° 11). Sólo considerando la abundancia de especies deseables, ocurre lo mismo que con las alpacas.

En casi la totalidad de los transectos, del total de la cobertura repetida para todas las categorías de especies, el porcentaje de las especies deseables y poco deseables juntas, está por encima del 30% (Gráfico N° 23, Anexo 11) para ambas épocas del año; salvo por el transecto 2 de Churia y Licapa durante la época seca.

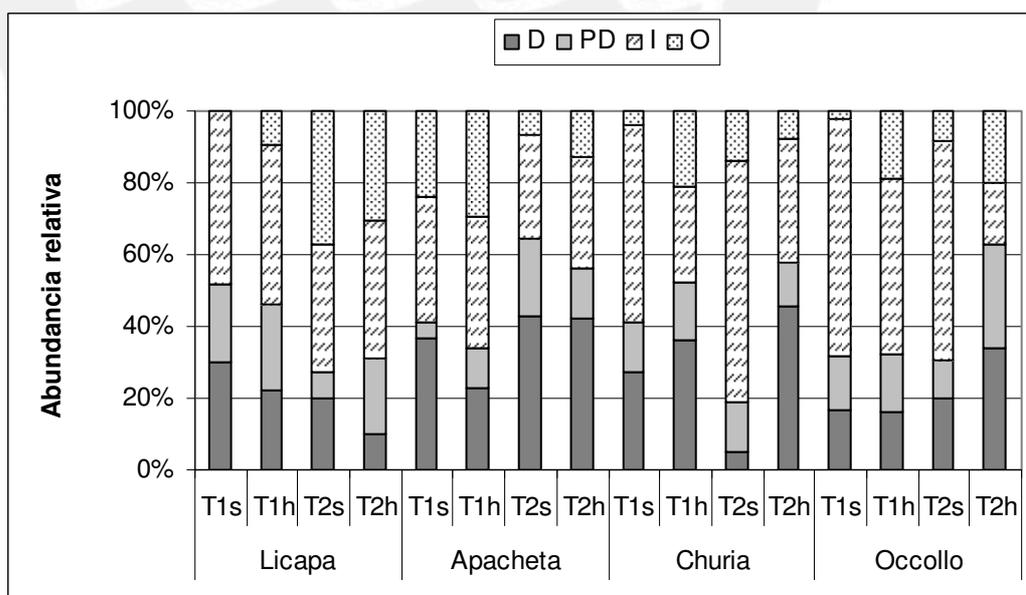
Las especies deseables que más contribuyen en términos de cobertura repetida (Anexo 4 y Anexo 9) son: *Distichia muscoides* (Apacheta, Churia, Occollo), *Muhlenbergia fastigiata* (Licapa, Occollo), *Lachemilla pinnata* (Licapa, Occollo, Churia), *Lachemilla diplophylla* (Licapa), *Elocharis sp.* (Churia) e *Hypochaeris taraxacoides* (Occollo).

**Gráfico N° 22 Abundancia (cobertura repetida) de especies indicadoras asociadas al pastoreo para ovinos**



H. época seca, s: época húmeda; D: especies deseables; PD: especies poco deseables; I: especies indeseables; O: otras especies  
Elaboración propia.

**Gráfico N° 23 Abundancia relativa de especies indicadoras asociadas al pastoreo para ovinos**



H. época seca, s: época húmeda; D: especies deseables; PD: especies poco deseables; I: especies indeseables; O: otras especies  
Elaboración propia.

Sólo considerando las especies deseables, de acuerdo a la calificación de Tapia (1971) la calidad del bofedal de Licapa se encuentra entre pobre (T2h, 10,08%) y regular (T1s, 29,98%). En Apacheta la calidad está entre regular (T1h, 22,71%) y buena (T2s, 43,04%). En Churia se encuentra entre pobre (T2s, 5,16%) y muy buena (T2h, 45,5%). Y en Occollo entre regular (T1h, 16,26%) y buena (T2h, 33,80%). De manera similar que en el caso anterior, la calidad del bofedal tiene a disminuir en la época húmeda en Licapa y Apacheta; sin embargo, ocurre lo contrario en Churia y Occollo (salvo por el T1 que disminuye en menos del 1%).

Las especies poco deseables que más contribuyen en términos de cobertura repetida (Anexo 4 y Anexo 9) son: *Calamagrostis vicunarum* (Occollo, Churia, Apacheta y Licapa), *Calamagrostis rigescens* (Apacheta), *Festuca rigescens* (Licapa, Apacheta, Occollo) *Geranium sessiliflorum* (Occollo), *Gentiana sedifolia* (Churia).

En cuanto a las especies indeseables se obtienen resultados similares que para alpacas, pues las especies dominantes en cobertura repetida son las mismas, agregándole además a *Plantago rigida*.

### 6.6.1.3. Especies indicadoras asociadas al pastoreo de llamas

Durante las evaluaciones (época seca y húmeda) se observaron llamas alimentándose en los bofedales Apacheta y Occollo (ERM, 2008). Si bien no se les registró en los bofedales de Churia (comunidad de Churia Rosaspamapa) y Licapa (comunidad Ccarhuacc Licapa), se les está considerando en el análisis, porque el tiempo de evaluación en cada bofedal fue muy corto como para haber observado el manejo comunal usual del ganado en cada época y la literatura reporta la presencia de estos animales en ambas comunidades (PROALPACA, 2005a, Walsh Perú S. A., 2005<sup>a</sup>).

En todos los bofedales (Gráfico N° 24) aumenta la abundancia de las especies consumidas por los ovinos (deseables y poco deseables) durante la época húmeda. La explicación sería similar que en el caso de las alpacas y ovinos, pues de acuerdo a lo observado las llamas son llevadas a

pastear junto con el resto del ganado como parte del manejo comunal ganadero.

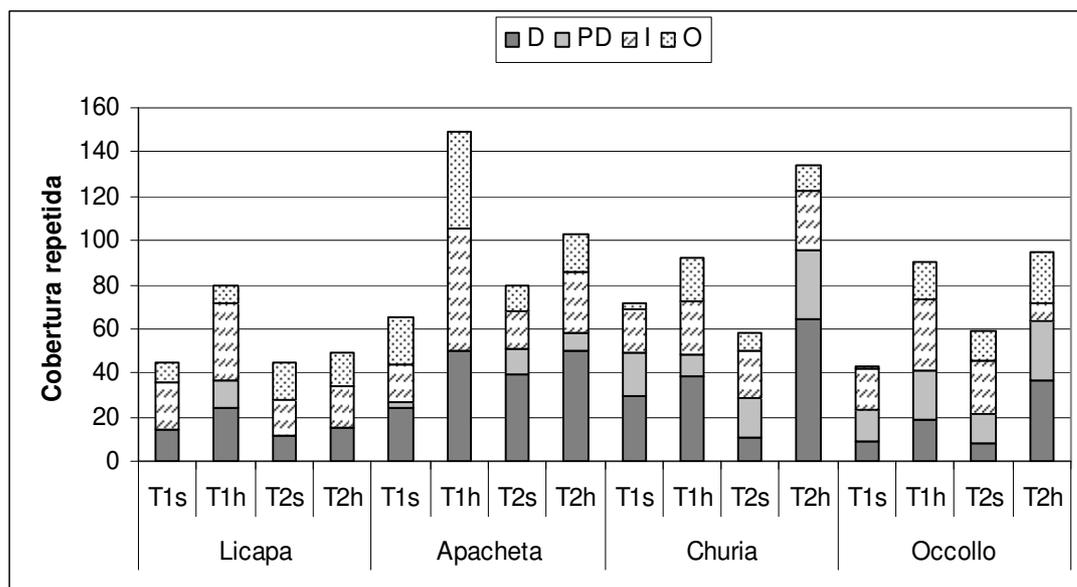
Durante la época seca Apacheta es el bofedal con mayor cobertura repetida de especies consumidas por ovinos (deseables y poco deseables juntas), seguido por Churia, Occollo y Licapa. Durante la época húmeda Churia ocupa el primer lugar, seguido por Apacheta, Occollo y Licapa. (Gráfico N° 24, Anexo N° 11), de manera similar que con los ovinos. Sólo considerando la abundancia de especies deseables, ocurre lo mismo que con las alpacas y ovinos.

En casi la totalidad de los transectos, del total de la cobertura repetida para todas las categorías de especies, el porcentaje de las especies deseables y poco deseables juntas, esta por encima del 30% (Gráfico N° 25, Anexo 10) para ambas épocas del año; salvo por el transecto 2 de Licapa durante la época seca.

Las especies deseables que más contribuyen en términos de cobertura repetida (Anexo 4 y Anexo 9) son: *Distichia muscoides* (Apacheta, Churia, Occollo), *Calamagrostis vicunarum* (Occollo, Churia y Licapa), *Lachemilla pinnata* (Licapa), *Lachemilla diplophylla* (Licapa), *Elocharis sp.* (Churia) y *Festuca rigescens* (Licapa, Occollo).

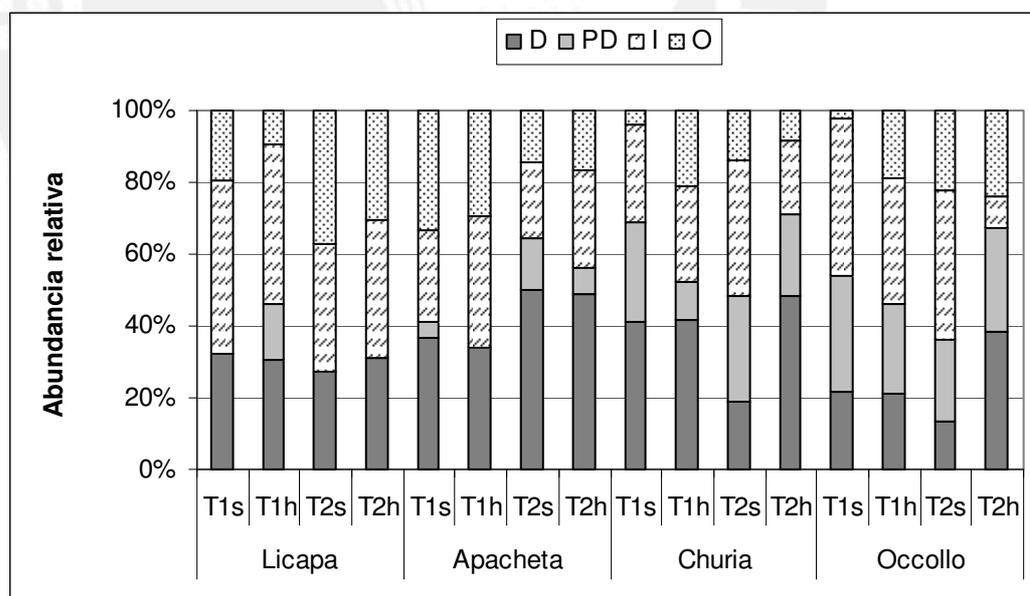
Sólo considerando las especies deseables, de acuerdo a la calificación de Tapia (1971) la calidad del bofedal de Licapa se encuentra entre regular (T2s, 27,01%) y buena (T1h, 32,31%). En Apacheta la calidad está entre buena (T1h, 33,78%) y muy buena (T2s, 49,95%). En Churia se encuentra entre regular (T2s, 18,64%) y muy buena (T2h, 48,18%). Y en Occollo entre pobre (T2s, 13,49%) y buena (T2h, 38,51%). A diferencia de los casos anteriores la calidad del bofedal casi no varía de una época a otra (variaciones entre -1,68% a 3,91%), salvo por los T2 de Churia y Occollo que presentaron un notable aumento del porcentaje de especies deseables (más del 20%) en la época húmeda.

**Gráfico N° 24 Abundancia (cobertura repetida) de especies indicadoras asociadas al pastoreo para llamas**



H. época seca, s: época húmeda; D: especies deseables; PD: especies poco deseables; I: especies indeseables; O: otras especies  
Elaboración propia.

**Gráfico N° 25 Abundancia relativa de especies indicadoras asociadas al pastoreo para llamas**



H. época seca, s: época húmeda; D: especies deseables; PD: especies poco deseables; I: especies indeseables; O: otras especies  
Elaboración propia.

Las especies poco deseables que más contribuyen en términos de cobertura repetida (Anexo 4 y Anexo 9) son: *Plantago rigida* (Occollo, Churia), *Lilaeopsis macloviana* (Churia), *Lilaeopsis sp.* (Apacheta), *Calamagrostis rigescens* (Apacheta), *Geranium sessiliflorum* (Licapa y Occollo).

En cuanto a las especies indeseables se obtienen los mismos resultados que para alpacas, pues las especies dominantes en cobertura repetida son las mismas.

### 6.6.2. Especies amenazadas y/o endémicas

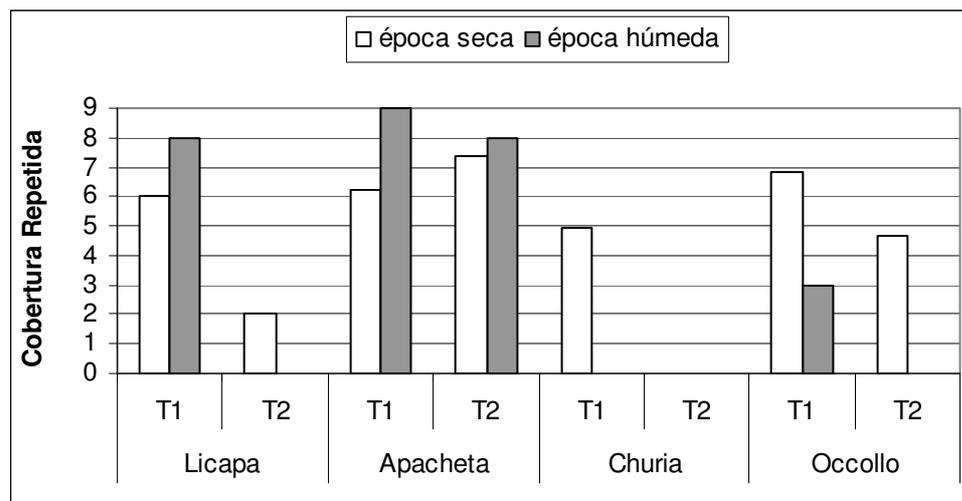
No se registraron especies endémicas en ninguno de los bofedales evaluados. Sin embargo, fueron identificadas dos especies consideradas en la categoría de Vulnerable (Vu) de acuerdo a la legislación nacional (Decreto Supremo N° 043-2006-AG). La primera sólo se registró en el Bofedal Apacheta, y la segunda en los cuatro bofedales evaluados.

Las especies amenazadas de flora silvestre del Perú se ubican en la categoría de vulnerable cuando: “la mejor evidencia disponible... indica que existe una reducción de sus poblaciones, su distribución geográfica se encuentra limitada (menos de 20 000 Km<sup>2</sup>), el tamaño de la población estimada es menos de 10 000 individuos y el análisis cuantitativo muestra que la probabilidad de extinción es de por lo menos 10% dentro de 100 años” (D. S. 043-2006-AG).

*P. coerulescens* sólo fue registrada en el transecto 2 en la época húmeda (1 c/p, Anexo 3). Esta hierba perenne, rizomatosa, acaule y de porte arrosetado, crece en los Andes de Perú y Bolivia entre los 4000 y 4700 msnm (Tovar, 2001). En la zona de evaluación fue registrada a una altitud aproximada de 4752 msnm. Cabe resaltar que esta especie puede ser consumida por el ganado, como lo reportan Flores (1993) y ONERN (1984) en el caso de las alpacas (especie poco deseable). Durante la evaluación se observaron varios individuos en flor, pero solamente 1 fue registrado en el transecto.

*A. diapensioides* fue registrada en los cuatro bofedales (Gráfico N° 26) y en ambas épocas, con variaciones en cada lugar (Anexo 4). Es en el bofedal Apacheta donde esta especie se encontraría en mayor abundancia, porque ha sido registrada en ambos transectos y épocas, mostrando un aumento en su cobertura repetida de la época seca a la época húmeda.

**Gráfico N° 26 Variación de la cobertura repetida de *Azorella diapensioides***



Elaboración propia

Esta especie se encuentra en la Puna, formando cojines densos y duros (Mathias M. y Constance L., 1962). De acuerdo Tapia y Aguirre L (en Tapia y Flores, 1984a) y a Flores (1993), esta apiácea es considerada como indeseable para alpacas. Sin embargo, Flores (1996a) reporta su presencia en la composición botánica de la dieta de estos animales en pajonales de iru ichu, más no en bofedales. Por lo tanto, la presión que pueda recibir esta especie por pastoreo sería reducida en sitios con una amplia oferta de alimento, como los bofedales. Otros factores podrían estar influenciando en su desaparición en la época húmeda en los bofedales de Licapa (transecto 2), Churia (transecto 1), y Occollo (transecto 2) donde además se registra una reducción de la cobertura repetida de esta especie en el transecto 1 de la época seca a la época húmeda.

### 6.6.3. Especies indicadoras de la disponibilidad de agua

En los bofedales evaluados se registraron varias especies propias de ambientes húmedos, con diferentes adaptaciones y requerimientos hídricos.

Entre ellas podemos mencionar a especies anfibias cuyas adaptaciones les permiten desarrollarse en ambientes acuáticos y cuando falta el agua. Por lo tanto pueden vivir en suelos anegados durante varios meses, a diferencia de las plantas terrestres o acuáticas que morirían, de allí su valor ecológico (Cerrate, 1979) como estructuradoras del ecosistema. En este grupo de especies podemos mencionar: *Distichia muscoides*, *Hypsela reniformis*, *Ranunculus flagelliformis*, *Trichophorum rigidum*, *Lachemilla diplophylla*, *Festuca rigescens*, *Calamagrostis chrysantha*, entre otras.

Pero además, debemos resaltar aquellas especies que son consideradas como plantas acuáticas obligadas (León y Young, 1996): *Distichia muscoides*, *Lilaeopsis macloviana* y *Ranunculus flagelliformis*. Podríamos inferir que si bien algunas de estas especies pueden comportarse como anfibias (Cerrate, 1979), en base a la revisión de León y Young (1996) sus requerimientos hídricos serían mucho mayores. Por lo tanto, estas especies serían de especial utilidad como indicadoras de la disponibilidad de agua en los bofedales evaluados pues su disminución o desaparición sugeriría la falta del recurso hídrico en un período largo de tiempo.

*Lilaeopsis macloviana* solamente ha sido registrada en Churia (transectos 1 y 2) y Occollo (transecto 2) durante la época húmeda. Mientras que *Ranunculus flagelliformis*, solamente ha sido registrado en Churia (transecto 2), también durante la época húmeda. Para ambas especies los valores de cobertura repetida fueron relativamente bajos (1-6 c/p), sobre todo en comparación con *D. muscoides*. Los detalles se presentan en el Anexo 4. Por lo tanto ambas especies sólo aparecerían cuando hay una mayor disponibilidad del recurso hídrico.

Como se observa en el Gráfico N° 27, *Distichia muscoides*, ha sido registrada en Apacheta (transectos 1 y 2) y Churia (transectos 1 y 2), en ambas épocas. Mientras que en Occollo sólo se ha registrado esta especie en el transecto 2,

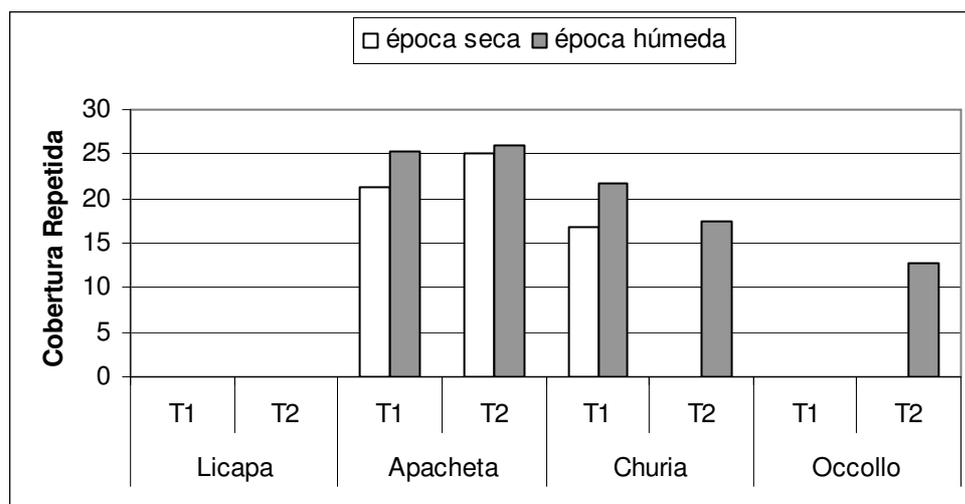
durante la época húmeda, aunque esta especie fue observada en la zona durante la época seca. Si bien esta especie no ha sido registrada en ninguno de los transectos evaluados en el bofedal de Licapa, su presencia se reporta en la zona (ERM, 2008). Cabe resaltar que, como se vio previamente, esta especie es consumida por alpacas, ovinos y llamas (Anexo 9). Por lo tanto, no sólo la disponibilidad del recurso hídrico, sino además la presión de pastoreo asociada al manejo comunal ganadero influenciarían en su presencia y/o abundancia, sobre todo durante la época seca, cuando hay mayor presión sobre esta especie. Cabe señalar que a diferencia de lo que ocurre en otros bofedales del país, en ninguna de las zonas evaluadas se observó la extracción de *D. muscoides*, por lo que se podría descartar este factor.

Por los datos de cobertura repetida obtenidos, el bofedal Apacheta sería el lugar donde *D. muscoides* se encuentra en mejores condiciones, y en una situación más “homogénea”, por que se encuentra esta especie en ambos transectos y con valores de cobertura repetida similares. Además tiene los mayores valores de cobertura repetida (Anexo 4, Gráfico N° 27) para ambas épocas de todos los bofedales, y estos valores son similares entre las épocas seca y húmeda. Cabe resaltar que la ausencia de alpacas en este bofedal (al menos durante las evaluaciones), podría indicar una menor presión de pastoreo sobre esta especie. Esto podría ocurrir por la dificultad del acceso a la zona en comparación con los demás bofedales, o por el manejo ganadero comunal propio del lugar.

*D. muscoides* es considerada una de las especies indicadoras de los bofedales hidromórficos, que tienen una disponibilidad de agua intermedia entre los bofedales hídricos (acuáticos) y los méxicos (Troncoso 1982a, 1982b, De Carolis, 1982; en Alzerreca H. et ál., 2001).

Tanto por su alto requerimiento hídrico, por ser considerada como forraje deseable para el ganado doméstico (alpacas, ovinos y llamas) de los lugares evaluados, por su amplia distribución (registrada en los transectos de tres de cuatro bofedales evaluados), así como por su abundancia (valores altos de cobertura repetida), esta especie sería útil no sólo para el monitoreo ecológico del bofedal en sí (estado de conservación), sino además para el monitoreo del manejo ganadero en la zona.

Gráfico N° 27 Variación de la cobertura repetida de *Distichia muscoides*



Elaboración propia

### 6.7. Análisis de Componentes Principales

Según el análisis de componentes principales considerando las abundancias de las especies de todos los bofedales por transectos y épocas, el primer componente explica el 36,325% de la varianza, el segundo el 18,893% y el tercero el 17,024%. Los demás componentes explican cada uno menos del 8% de la varianza. Los resultados se presentan en el Anexo 14

Al observar las tres comparaciones (1 y 2, 1 y 3, 2 y 3), se ve que existe una tendencia de los transectos a ubicarse juntos por zona, más allá de la época de evaluación. Por lo tanto la estacionalidad sólo no estaría generando el comportamiento observado (aunque en algunos casos la influencia sí sea marcada) en la abundancia de las especies, sino que se deben considerar los parámetros locales (de cada bofedal). Tampoco se observa un ordenamiento asociado a la distancia del ducto, por lo tanto, este elemento solo tampoco estaría generando la variabilidad.

Las características propias de cada sitio que podrían estar generando el comportamiento observado podrían ser: la humedad, altitud, exposición, topografía, suelos, debiendo considerarse la influencia del manejo ganadero comunal (presión de pastoreo por tipo de ganado y época, etc.). En este sentido es interesante conocer además el comportamiento de cada transecto, ya que al

parecer por todos los resultados obtenidos, habría una tendencia a comportamientos particulares en los “microespacios” dentro de cada bofedal.

Haciendo el análisis de componentes principales para los principales parámetros evaluados (cobertura total, diversidad, índice de Simpson, equidad, riqueza, número de especies, especies deseables, poco deseables e indeseables para alpacas, llamas y ovinos) en cada transecta y época, el componente 1 explica el 44,92% de la varianza, y el componente 2 el 22,10% (Anexo 9). En este caso, la mayoría de transectos se agrupan de acuerdo a la estacionalidad, al parecer asociada con el segundo componente. Todas las evaluaciones de la época húmeda se encuentran al lado derecho del gráfico, salvo por el transecto 2 de Licapa. Y al lado izquierdo del gráfico se presentan todas las evaluaciones de la época seca, salvo por el transecto 2 de Apacheta, que aparece agrupado con las evaluaciones de la época húmeda. Esto sugeriría que el transecto 2 de Apacheta durante la época seca, tiene características similares a los demás transectos durante la época húmeda, por lo tanto sugeriría un buen estado de conservación. De forma contraria, el transecto 2 de Licapa durante la época húmeda varía muy poco sus características en comparación con los resultados obtenidos en la época seca, manteniéndose con el grupo de esta temporada.

## 7. Conclusiones

Los cambios en la composición botánica entre épocas (para cada bofedal) no resultaron significativos (coeficiente de correlación de Spearman). A pesar de que algunas especies como *Aciachne pulvinata*, *Distichia muscoides*, *Plantago rigida* y *Calamagrostis sp* resaltan por sus altos valores de cobertura repetida (en comparación con las demás especies). Como lo señalarían los altos valores obtenidos con el índice de Simpson y la equidad ( $e$ ), estas “dominancias” son bajas y las especies tienden a tener abundancias similares. Además los altos valores de equidad ( $e$ ) indican que la diversidad ( $H$ ) de estas formaciones vegetales está cerca de la diversidad máxima ( $H_{max}$ ).

Con la diversidad vegetal ( $H$ ) ocurre algo diferente. Comparando los valores para cada bofedal entre épocas si se encuentran en la mayoría de los casos diferencias significativas o altamente significativas. Por lo que este índice sería mucho más sensible que la composición botánica a los cambios estacionales. En todos los

bofedales la tendencia es que la diversidad vegetal (H) aumente de la época seca a la época húmeda de forma altamente significativa.

Haciendo las comparaciones entre transectos para la misma época del año se hace evidente la influencia de la perturbación generada por la construcción asociada al Sistema de Transporte de Ductos de Gas Natural y Líquidos de Gas Natural – Camisea empleando tanto el índice de Shannon (H) como el de Simpson (1-D). La tendencia es a que las diferencias se intensifiquen entre transectos durante la época húmeda. Por lo tanto ambos índices son sensibles a este tipo de actividades antrópicas.

Se puede observar como se agrupan los cuatro bofedales evaluados en términos de similaridad empleando el índice de Morisita. Se pueden diferenciar a grandes rasgos tres grupos en términos de similaridad de abundancias de las especies: Licapa, Occollo-Churia y Apacheta.

En algunos transectos, se ha encontrado que la composición botánica o la diversidad (H) son similares o más altas, respectivamente, de forma significativa o altamente significativa durante la época seca comparándolos con transectos de otros bofedales durante la época húmeda. Por lo tanto estos transectos se encontrarían en mejores condiciones en términos de composición botánica (OT1s vs. CT2h) o diversidad (AT1s y AT2s vs LT2h; OT2s vs. LT2h). Estos resultados podrían estar reflejando un manejo ganadero comunal más adecuado y/o mejores condiciones ambientales en estas zonas.

En cuanto a las especies disponibles (deseables y poco deseables) para la alimentación del ganado local, hay una mayor abundancia para alpacas (40%) que para ovinos (30%) y llamas (30%). Esta abundancia tiende a aumentar durante la época húmeda, probablemente por una menor presión de pastoreo y el crecimiento de las especies propio de la estación húmeda.

En líneas generales las especies deseables de Churia y Occollo parecen recuperarse mejor durante la época húmeda que sus pares en Apacheta y Licapa respectivamente

tanto para alpacas como para ovinos (calidad del pastizal). En cambio, para las llamas la calidad del pastizal casi no varía de una época a otra en la mayoría de transectos.

Además, habría que considerar que durante la época seca Apacheta presenta las mejores condiciones de alimento disponible (especies deseables y poco deseables juntas) para ovinos y llamas, mientras que Churia lo hace durante la época húmeda. En el caso de las alpacas Churia presenta las mejores condiciones durante ambas épocas del año. Ambos casos podrían estar relacionados con un manejo ganadero comunal más adecuado y/o a mejores condiciones ambientales.

Todos los bofedales evaluados tienen valores altos de cobertura repetida de *Achiachne pulvinata*. Considerando que esta especie es referida como indicadora de sobrepastoreo y no se reporta usualmente en bofedales, es una llamada de alerta para el manejo ganadero y ecológico en las zonas evaluadas, porque podría estar indicando una tendencia a la degradación del bofedal. También podría ser empleada como indicadora de ambos tipos de manejo.

En cuanto a las especies amenazadas o endémicas, sólo se identificaron dos, *Perezia coerulescens* y “yareta” *Azorella diapensioides*. La primera se registró solamente en Apacheta, mientras que la segunda en los cuatro bofedales con una abundancia que tiende a aumentar durante la época húmeda.

El bofedal Apacheta se presenta como un lugar especial porque es uno de los más diversos y de mayor cobertura repetida total (en ambas épocas); con el mayor número de especies amenazadas registradas; y con la mayor abundancia de *Distichia muscoides* (en ambas épocas), especie no sólo deseable para el ganado, sino que además, por ser una planta acuática obligada, da información sobre la disponibilidad de agua en el lugar durante el año.

Por las características previamente mencionadas, *Distichia muscoides* se presenta como una especie que podría ser empleada como indicadora tanto del manejo ganadero y ecológico en los bofedales, como de las variaciones de disponibilidad de agua en los mismos ya sea por ciclos naturales o por el cambio climático.

Al hacer el análisis de componentes principales para las abundancias de las especies en ambas épocas, se observan agrupamientos por zona evaluada. Es probable que a este nivel el manejo comunal ganadero y los factores ambientales propios de cada sitio estén ejerciendo la mayor influencia. En contraste, cuando se hace el análisis con todos los parámetros estudiados se observa fuertemente el efecto de la estacionalidad.

Cabe mencionar que al comparar los diferentes resultados obtenidos en ambas épocas no parece haber una relación directa de la abundancia de especies indicadoras asociadas al pastoreo con alguno de los demás parámetros evaluados (cobertura repetida total, diversidad, número de especies, riqueza, equidad, índice de Simpson).

## 8. Recomendaciones

Para fines de monitoreo de los parámetros evaluados, se recomienda tener transectos fijos y continuar con las evaluaciones dos veces por año (época seca y húmeda), para determinar la tendencia de estas comunidades vegetales y tomar las medidas de interés para un manejo adaptativo ganadero y/o ecológico en el momento pertinente.

Realizar estudios de la disponibilidad de agua en cada bofedal, para monitorear este recurso clave para el ecosistema y la ganadería, así como para tener una mejor comprensión del comportamiento vegetal.

Determinar la contribución de *D. muscoides* al almacenamiento del agua en estos ecosistemas, para promover su manejo adecuado. Sobre todo considerando la aparente tendencia de *A. pulvinata* a reemplazar a esta especie, con consecuencias aun no conocidas en relación al almacenamiento y regulación del flujo de agua en bofedales.

Determinar la capacidad de carga, así como la carga animal a la que es sometido cada uno de los bofedales y monitorearla en cada época del año para correlacionar esta información con el comportamiento de la vegetación y hacer los ajustes necesarios al

manejo ganadero, tanto para que los ecosistemas se mantengan y sigan brindando sus servicios ambientales (manejo ecológico), como para que se obtenga el mayor provecho posible para el ganado, beneficiando a la población local.

Cuidar la presión de pastoreo sobre todo en los bofedales de Apacheta y Licapa, para facilitar la recuperación de las especies vegetales de importancia ganadera y cambiar así la tendencia a su disminución.



## 9. Bibliografía

ALZERRECA Humberto, Demetrio LUNA, Guillermo PRIETO, Armando CARDOSO y Jorge CÉSPEDES

2001 Estudio de la capacidad de carga en bofedales para la cría de alpacas en el sistema T.D.P.S. – Bolivia. Informe Final. La Paz.

ANTEZANA, Camilo

1972 “Especies forrajeras de primer orden para alpacas”. En TAPIA Mario y Jorge, FLORES. *Pastoreo y Pastizales de los Andes del Sur del Perú*. 1984. Lima. pp 297- 298.

AREVALO Roberto y Jorge RECHARTE

2003 “Los pastizales de puna, jalca y páramo: diversos: transformados y amenazados”. En RECHARTE, Jorge, Roberto AREVALO y Manuel GLAVE. *Islas en el Cielo Conservación de ecosistemas, afirmación de la cultura y prosperidad en las montañas del Perú*. THE MOUNTAIN INSTITUTE. Huaraz. pp 21-32.

BIRDLIFE INTERNATIONAL

2003 Birdlife EBA Factsheet: Peruvian High Andes. BirdLife's online World Bird Database: the site for bird conservation. Version 2.0. Cambridge, UK: BirdLife International. Consulta: 22 de marzo de 2009. <http://www.birdlife.org/datazone/ebas/index.html?action=EbaHTMDetails.asp&sid=52&m=0>

BRYANT Fred y Ramiro FARFAN

1984 “Dry Season Forage Selection by Alpaca (*Lama pacos*) in Southern Perú”. *Journal of Range Management*. 1984. Número 37 (4). pp 330-333.

BUSTINZA, Víctor

2001 La Alpaca Crianza, Manejo y Mejoramiento. Una. Puno.

CAMINO, Lupe y Nancy LINARES

2005 Calendarios y Migraciones Estacionales. INS. Ministerio de Salud. Centro de Producción Editorial e Imprenta de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima..

CANALES, César y Mario TAPIA

1987 Producción y Manejo de Forrajes en los Andes del Perú. Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga. Proyecto Investigación de los Sistemas Agropecuarios Andinos, PISA (INIPA, CIID, ACDI). Lima.

CANO, Asunción, María I. LA TORRE, Susy CASTILLO, Hector APONTE, Marybel MORALES, Wilfredo MENDOZA, Blanca LEON, José ROQUE, Irayda SALINAS Christian MONSALVE y Hamilton BELTRAN

2006 Las Plantas Comunes del Callejón de Conchucos (Ancash, Perú) Guía de Campo. UNMSM – Museo de Historia Natural Serie de divulgación N° 13. Antamina. Lima.

CDC-UNALM

2005 Elaboración de un plan de monitoreo para la salud de la biodiversidad en la Provincia de Oxapampa - Pasco. Centro de Datos para la Conservación – Universidad Nacional Agraria La Molina / ProNaturaleza / The Nature Conservancy / USAID. Lima, Perú. 104 pp. + anexos

CESEL Ingenieros

2008 “Producción Ganadera y Pastos”. *En Estudio de Plan de Manejo Ambiental de las Operaciones de Embalse y Desembalse del Lago Chinchaycocha* – Levantamiento de Observaciones CSL-056300-IT-11-04. 33 pp. Consulta: 19 de Abril de 2009 <

[http://www.minem.gob.pe/archivos/dgaae/publicaciones/resumen/Obser\\_elec/Anexo9.pdf](http://www.minem.gob.pe/archivos/dgaae/publicaciones/resumen/Obser_elec/Anexo9.pdf)>

CERRATE, Emma

1979 Vegetación del Valle de Chiquian (Provincia de Bolognesi) (Departamento de Ancash). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.

CONAM

2005 Indicadores Ambientales Ayacucho. Serie Indicadores Ambientales N° 5. Lima.

CONAM

2001 Perú: Estrategia Nacional sobre la Diversidad Biológica. Lima. 138pp.

COP

2005 Estrategia Regional de Conservación y Uso Sostenible de los Humedales Altoandinos. 9ª Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971). DOC 26. Kampala. 34 pp. Consulta: 14 de noviembre de 2008 <[http://www.ramsar.org/cop9/cop9\\_doc26\\_s.pdf](http://www.ramsar.org/cop9/cop9_doc26_s.pdf)>

CUSTRED, Glynn

1977 "Las punas de los Andes Centrales". En FLORES (compilador). *Pastores de puna. Instituto de Estudios Peruanos*. Lima. 55-85 pp.

DIRECCION REGIONAL AGRARIA (DRA) HUANCVELICA

2006 Compendio Estadístico Agrario 1996 -2005. Dirección de Información Agraria. Gobierno Regional de Huancavelica. Huancavelica. 20 pp. Consulta: 25 de marzo de 2009.

<[http://www.agrohuancavelica.gob.pe/documentos/publicaciones/items/COMPENDIO\\_ESTADISTICO\\_AGRARIO\\_2005\\_4.pdf](http://www.agrohuancavelica.gob.pe/documentos/publicaciones/items/COMPENDIO_ESTADISTICO_AGRARIO_2005_4.pdf)>

EMAN Ecological Monitoring and Assessment Network – Canada

- 2000 Ecological Management. Report of the Biodiversity Working Group. CANADIAN BIODIVERSITY STRATEGY - Canada's Response to the Convention on Biological Diversity. Consulta: 24 de mayo de 2009  
[http://www.eman-rese.ca/eman/reports/publications/rt\\_biostrat/cbs19.htm](http://www.eman-rese.ca/eman/reports/publications/rt_biostrat/cbs19.htm)

ERM (Environmental Resources Management)

- 2008 Informe Final Monitoreo Biológico de los Sectores Costa y Sierra del Sistema de Transporte de Ductos de GN y LGN Camisea-Lima, Perú. Lima.

FIGUEROA, Miguel et ál. (comité de redacción, revisión y corrección).

- 2006 Agenda Agraria Regional De Ayacucho. Comité Colegiado de la AGRA, FADA, CONVEAGRO, Coordinadora Rural, TADEPA, OXFAM, CEDAP. Ayacucho.

FERNANDEZ DE LARRINOA, Yon

- 2008 Análisis del Impacto de los eventos fríos (frijaje) del 2008 en la agricultura y ganadería altoandina en el Perú. FAO. Lima.

FLORES, Enrique

- 1993 Naturaleza y Uso de los Pastos Naturales. Boletín Técnico. Programa de Ovinos y Camélidos Sudamericanos (POCA) – Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima

FLORES, Enrique

- 1996a Tambos Alpaqueros y Pastizales I: Manejo y Conservación de Praderas Naturales.. Boletín Técnico. Laboratorio de Utilización de Pastizales- Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

FLORES, Enrique

- 1996b            Tambos Alpaqueros y Pastizales II: Mejoramiento de Praderas Naturales. Boletín Técnico. Laboratorio de Utilización de Pastizales- Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

FLORES, Jorge

- 1977            “Pastores de alpacas de los Andes” En FLORES (compilador). *Pastores de puna*. Instituto de Estudios Peruanos. Lima. 15-52 pp.

FLORES, Mercedes, José ALEGRIA y Arturo GRANDA

- 2005            Diversidad Florística Asociada a las lagunas andinas Pomacocha y Habascocha, Junín, Perú. Rev. Peru. biol. 12(1): 125-134. Facultad de Ciencias Biológicas - UNMSM.

FLOREZ, Arturo

- 1992            “Las Praderas Nativas del Perú” En Florez, Malpartida y San Martín *Manual de Forrajes para Zonas Áridas y Semiaridas Andinas*. Lima. Red de Rumiantes Menores. pp 55-124.

FLOREZ, Arturo

- 2005            Manual de Pastos y Forrajes Altoandinos. ITDG AL, OIKOS. Lima.

FLOREZ, Arturo y Efraín MALPARTIDA

- 1987            Manejo de praderas nativas y pasturas en la región altoandina del Perú, tomo I. Lima: Banco Agrario, Fondo del Libro.

## GTCI

2005a Caracterización Con Fines De Ordenamiento Territorial Del Departamento De Huancavelica. GTCI, MINEM, IADB, Gobierno Regional de Huancavelica. Huancavelica.

## GTCI

2005b Caracterización Del Departamento De Ayacucho Con Fines De Ordenamiento Territorial. GTCI, MINEM, IADB, Gobierno Regional de Ayacucho. Ayacucho.

## GALVAN, Ana y Elías CONDORI

2003 “Condición vegetal y capacidad de carga en tres bofedales del Departamento de Puno”. En *Actas de Evento del Primer Congreso Internacional de Científicos Peruanos*. Sociedad Peruana de Computación. Red de Científicos Peruanos. Lima. Consulta: 21 de marzo de 2009. <<http://socios.spc.org.pe/ecuadros/papers/ICICP.pdf>>

## GARCIA, Emilia y Stephan BECK

2006 Puna. En M. Moraes, B Ollgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius y H. Balslev (editores). *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Nacional Mayor de San Andrés. La Paz. pp 51-76.

## GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO

2007. Diagnostico Plan y Programa de Descontaminación y Remediación Ambiental de la Cuenca del Río Mantaro en Sector de Ayacucho – 2007. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente.

## GOOGLE EARTH

2009. versión de Google Earth 4.3 – Abril de 2008. Image 2009 TerraMetrics, 2009 Europa Technologies, Image 2009 DigitalGlobe. Consulta: 25 de marzo de 2009.

HAMMER, Oyvind, D. A. T. HARPER y P. D. Ryan

2009 PAST - Palaeontological STatistics, ver. 1.89.

INCAGRO

2008 Sub Proyecto Recuperación y conservación de los ecosistemas con bofedales con fines de aprovechamiento en la producción de camélidos andinos en la Cuenca Hidrográfica del Titicaca - Puno Consulta: 10 de noviembre de 2008. <<http://www.incagro.gob.pe/ci-proyectos-fase-ii.shtml?x=17507>>

INEI

2008 Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda. Recurso Electrónico

INRENA

1996 Estrategia Nacional para la Conservación de los Humedales en el Perú. Programa De Conservación Y Desarrollo Sostenido De Humedales, INRENA, UNALM, PRONATURALEZA, WWF. Lima.

INRENA

2002 Mapa Forestal En *Mapas del Perú Ambiental*. MINAG.

INRENA

2008a Cuadro de Áreas Naturales Protegidas Consulta: 9 de Septiembre de 2008.<[http://www.inrena.gob.pe/ianp/mapas/sinanpe/cuadro\\_areas\\_prot egidas.pdf](http://www.inrena.gob.pe/ianp/mapas/sinanpe/cuadro_areas_prot egidas.pdf)>

INRENA

2008b Dispositivos Legales del SINANPE – Planes Maestros. Consulta: 22 de Octubre de 2008.  
<[http://www.inrena.gob.pe/ianp/ianp\\_bl\\_disp\\_05.htm](http://www.inrena.gob.pe/ianp/ianp_bl_disp_05.htm)>

KREBS, Charles

1989 Ecological Methodology. Harper-Collins Publishers. University of British Columbia. New York.

LEON, Blanca y Kenneth YOUNG

1996 "Aquatic plants of Perú: Diversity, distribution and conservation". En Biodiversity and Conservation 5. pp 1169-1190.

LEON, Blanca. et al. (editora)

2006 El Libro Rojo De Las Plantas Endémicas Del Perú. En *Revista Peruana de Biología* Vol. 13, Nº 2, especial, 2006. Facultad de Ciencias Biológicas – UNMSM.

LEON, Úrsula y Rufino PAREJA

2005 Sistematización De La Experiencia De Trabajo En Manejo Y Gestión De RRNN – Agua Pasto - En Apurimac 2001-2005. Antabamba - Andahuaylas – AYMARAES. PROYECTO PROALPACA.

LEYVA, Manuel

2008 "Seguridad Alimentaria y Cambio Climático: Retos del Sector Agrario". Ponencia presentada en la IV Jornada sobre Cambio Climático: Las Instituciones nacionales frente al Cambio Climático. PUCP. Lima.

MAGURRAN, Anne

1991 Diversidad ecológica y su medición. Ed. Vedral. Barcelona. 199 páginas.

MAMANI, Godofredo

- 2001 Zonificación ecológica para la aplicación de estrategias de mejoramiento en praderas naturales de la microcuenca Río Negro – Ancash. Tesis Mag Sc. Escuela de Post-Grado. Especialidad en Producción Animal. UNALM. Lima.

MARGALEF, Ramón

- 1980 La Biosfera entre la termodinámica y el juego. Ediciones Omega. Barcelona. 235 páginas.

MATHIAS, Mildred y Lincoln CONSTANCE

- 1962 Flora of Perú. Volume XIII, part V-A, N°1. Botanical Series. Field Museum of Natural History – Chicago. 97 pp.

MATEUCCI, Silvia y Aída COLMA

- 1982 Metodología para el Estudio de la Vegetación. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Secretaria General de la OEA-Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington.

MINAG

- 2004 Decreto Supremo N° 034-2004-AG. Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Fauna Silvestre. 22 de septiembre.

MINAG

- 2006 Decreto Supremo N° 043-2006-AG. Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre. 13 de Julio.

MINCOSLT SRL

- 2006 Estudio De Línea Base De Flora Y Fauna Del Proyecto Conga Informe De Trabajos De Campo (Época De Estiaje- Septiembre 2006).

MINISTERIO DE SALUD – CUSCO, GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO y  
DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION

- 2005 “Aprendiendo a conservar el agua y proteger nuestra microcuenca”  
Manual de capacitación a JASS (Nº 12). SANBASUR – IMA. Agencia  
Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) - Ayuda  
Humanitaria. Cusco.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN

- 2009 Tropicos.org. Consulta: 12 de Marzo de 2009  
<<http://www.tropicos.org>>

MOYA, Enrique (editor)

- 1994 Cosmovisión y conocimiento de los alpaqueros aymaras. INIAA. Lima.

NOSS, Reed

- 1990 “Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach”. En  
Conservation Biology. Volume 4, Nº 4. 355-364 pp.

ONERN

- 1984 Inventario y Evaluación de los recursos naturales de la Zona Altoandina  
del Perú (reconocimiento) Departamento de Huancavelica. Volumen I.  
Lima.

PALACIOS, Félix

- 1977 “Pastizales de regadío para alpacas” En FLORES (compilador).  
*Pastores de puna*. Instituto de Estudios Peruanos. Lima. 155-170 pp.

## PCM

2004 Decreto Supremo N° 087-2004-PCM. Aprueban el Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE). 23 de Diciembre.

## PETT

1998 Directorio de Comunidades Campesinas del Perú. Lima.

## PINEDO, Daniel

2000 Manejo comunal de pastos, equidad y sostenibilidad en una comunidad de la Cordillera Huayhuash. Perú: El problema agrario en debate - SEPIA VIII. pp 277- 326.

## PIZARRO, Ramón (editor)

1999 Camelidotecnia. CONCYTEC. Lima.

## PROALPACA

2003 Plan Operativo Anual 2002 Informe Final de Ejecución. Cierre de Operaciones al 25.02.2003. Convenio Específico MINAG/DCE 2002. Lima.

## PROALPACA

2004 Plan Operativo Anual 2003 Informe Final de Ejecución - Volumen II. Ejecución del Plan Operativo por Ámbito y Comunidad Beneficiaria. Cierre de Operaciones al 30.04.2004. MINAG, CONACS, CE Lima.

## PROALPACA

2005a Plan Operativo Anual 2004 Informe de Ejecución. Cierre de operaciones al 31.03.2005. ... Lima.

## PROALPACA

2005b Relación de Comunidades y/o Anexos beneficiarios por ámbito - 2005.  
Lima.

## RAMSAR

2008 The List of Wetlands of International Importance. 31 October 2008.  
<http://www.ramsar.org/sitelist.pdf>

## RAMSAR

1999 Definición de "humedales" y Sistema de Clasificación de Tipos de  
Humedales de la Convención de Ramsar. Consulata: 11 de Noviembre  
de 2008 [http://www.ramsar.org/ris/key\\_ris\\_types\\_s.htm](http://www.ramsar.org/ris/key_ris_types_s.htm)

## RODRIGUEZ, Lili (editor)

1996 Diversidad Biológica del Perú – Zonas Prioritarias Para su  
Conservación. FANPE. Lima.

## RODRIGUEZ, Ruben (editor)

1987 Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre. WWF.

## RUBINA, Alberto y José BARREDA

2000 Atlas del Departamento de Huancavelica. DESCO. Compañía de  
Minas Buenaventura. Lima.

## RUIZ, César y Mario TAPIA

1987 Producción y Manejo de Forrajes en los Andes del Perú. Universidad  
Nacional San Cristobal de Huamanga, Ayacucho – PISA. Lima.

SALVADOR, Flor de María y Asunción CANO

- 2002 "Lagunas y oconales: los humedales del trópico andino". *Cuadernos de biodiversidad*. Universidad de Alicante. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad. N° 11 pp. 4-9. Consulta: 19 de marzo de 2009. <[http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1127/1/cuadbiod11\\_1.pdf](http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1127/1/cuadbiod11_1.pdf)>

SALVADOR, Martín

- 2002 Manual de Pastos Nativos del Parque Nacional Huascarán. INRENA. Huaraz.

SANCHEZ, Edgar

- 1996 Diversidad, Estabilidad, Organización. En Ecología General Apuntes de Clase y Lecturas. UNALM - Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. .pp 1-6.

SANCHEZ, Edgar

- 1997 Variabilidad Espacial y Temporal de una Población de Vicuñas y Modelos para su Gestión. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Biológicas – Departamento Interuniversitario de Ecología.

SAN MARTIN, Felipe. et ál.

- 1989 "Comportamiento alimenticio al pastoreo de llamas, alpacas y ovinos en los andes del Perú". En San Martín, Felipe y Fred Bryant (ed.) Investigaciones sobre Pastos y Forrajes de Texas Tech University en el Perú. Volúmen V. pp 97-109.

SOLORIO, Fortunata y César MENDOZA

- 2006 Experiencias compartidas: desafíos hacia la sostenibilidad del mundo altoandino. Ayacucho – Huancavelica – Apurímac. Versión preliminar. Sistematización de cinco años de experiencia del proyecto PROALPACA 2001-2006. PASA. MINAG. CONACS.

STEEL, Robert y James TORRIE

1990            Bioestadística: Principios y Procedimientos. McGraw Hill. México.

SQUEO Francisco, Barry WARNER, Ramón ARAVENA y Diana ESPINOZA

2006            Bofedales: turberas de alta montaña de los Andes centrales. En  
Revista Chilena de Historia Natural 79. pp 245-255.

TAPIA, Mario

1971            Pastos Naturales del Altiplano de Perú y Bolivia. IICA. Quito.

TAPIA, Mario

1997            “Desarrollo rural en el Perú: Los diferentes caminos hacia la  
sostenibilidad”. En *Perú: El problema agrario en debate - SEPIA VI*. pp  
425-464.

TAPIA, Mario y Lucrecia AGUIRRE

1984            “Las especies nativas de los pastizales. Clasificación por grado de  
aceptación y nombres regionales”. En TAPIA Mario y Jorge, FLORES.  
*Pastoreo y Pastizales de los Andes del Sur del Perú*. 1984. Lima. pp  
285- 297.

TORRES, Juan

2001a            Estrategia Y Plan De Acción De La Biodiversidad Para El Departamento  
De Ayacucho Como Base De Su Desarrollo Sostenible -Estudio  
Nacional. Comunidad Andina. Banco Interamericano de Desarrollo.  
Lima.

TORRES, Juan

2001b            Estrategia Y Plan De Acción De La Biodiversidad Para El Departamento  
De Huancavelica Como Base De Su Desarrollo Sostenible -Estudio

Nacional. Comunidad Andina. Banco Interamericano de Desarrollo.  
Lima.

TOVAR, Oscar

1973 "Comunidades Vegetales de la Reserva Nacional de Vicuñas de Pampa Galeras, Ayacucho, Perú". Publicaciones del Museo de Historia Natural "Javier Prado". Botánica Serie B N° 27. Lima.

TOVAR, Oscar y RIVAS-MARTINEZ S.

1982 "Vegetatio Andinae I. Datos sobre las comunidades vegetales altoandinas de los Andes Centrales del Perú". En *Lazaroa*, 4: 167-187 (1982).

TOVAR, Oscar

1993 Las Gramíneas (Poaceae) del Perú. RUIZIA. Tomo 13. Monografías del Real Jardín Botánico. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

TOVAR, Oscar

2001 Plantas medicinales del valle del Mantaro. CONCYTEC. Lima.

TUPPIA, Pilar

1991 Evaluación de los índices de vegetación u capacidad de carga de las praderas nativas de Pampa Galeras. Tesis para optar por el título de Ing. Zootecnista. UNALM. Lima. 86 pp + anexos.

VARGAS, L., Enrique FLORES y Luis OSCANOVA

1994 Resúmenes de la XVII reunión de la Asociación Peruana de Producción Animal. Estructura y dinámica estacional de la vegetación en bofedal tolar y pajonal "iru ichu" en el ecosistema de puna seca. UNALM. Lug. Publi.: Lima. p. 6-7

WALSH PERU S.A.

2001 “Línea Base Social Zona Sierra” en Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto Sistemas de Transporte de Gas Natural y Transporte de los Líquidos de Gas de Camisea- Lima. Lima.

WALSH PERU S.A.

2005a Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto de Transporte de Gas Natural por Ducto de Ayacucho a la Planta de Licuefacción VOLUMEN II C. Línea Base Social. Lima.

WALSH PERU S.A.

2005b Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto de Transporte de Gas Natural por Ducto de Ayacucho a la Planta de Licuefacción VOLUMEN I Introducción y Descripción del Proyecto. Lima.

WEBERBAUER, Augusto

1945 El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos. Ministerio de Agricultura, Lima.

## 10. Anexos

### Anexo 1. Metodología

Foto N° 1 Evaluación de Cobertura Repetida – Bofedal Apacheta



## Anexo 2. Fotos de las Zonas de Evaluación

### Foto N° 2 Bofedal Licapa

Época Seca



Época Húmeda



### Foto N° 3 Bofedal Apacheta

Época Seca



Época Húmeda



Foto N° 4 Bofedal Churia

Época Seca



Época Húmeda



Foto N° 5 Bofedal Occollo

Época Seca



Época Húmeda



## Anexo 3. Especies Identificadas

Nº	Familia	Especies	Nombre Común
1	Apiaceae	<i>Azorella diapensioides</i> A. Gray	yareta
2	Apiaceae	<i>Lilaeopsis macloviana</i> (Gand.) A.W. Hill	
3	Apiaceae	<i>Lilaeopsis</i> sp.	
4	Apiaceae	<i>Oreomyrrhis andicola</i> (Kunth) Endl. ex Hook. f.	
5	Asteraceae	<i>Asteraceae</i> sp1.	
6	Asteraceae	<i>Cotula</i> cf. <i>australis</i> (Sieber ex Spreng.) Hook. f.	
7	Asteraceae	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Meyen & Walp.) Benth. & Hook. f.	chicoria, pilli-pilli
8	Asteraceae	<i>Lucilia conoidea</i> Wedd. vel aff.	
9	Asteraceae	<i>Lucilia kunthiana</i> (DC.) Zardini	
10	Asteraceae	<i>Novenia acaulis</i> (Benth. & Hook. f. ex B.D. Jacks.) S.E. Freire & F.H. Hellw.	
11	Asteraceae	<i>Oritrophium</i> cf. <i>limnophilum</i> (Sch. Bip.) Cuatrec.	
12	Asteraceae	<i>Perezia coerulescens</i> Wedd. vel aff.	
13	Asteraceae	<i>Werneria dactylophylla</i> Sch. Bip.	botoncillo, cuncush
14	Asteraceae	<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.	
15	Boraginaceae	<i>Plagiobothrys congestus</i> (Wedd.) I.M. Johnst. vel aff.	
16	Brassicaceae	<i>Brassicaceae</i> sp1.	
17	Brassicaceae	<i>Brayopsis calycina</i> (Desv.) Gilg & Muschl.	
18	Campanulaceae	<i>Hypsela reniformis</i> (Kunth) C. Presl vel aff.	
19	Caryophyllaceae	<i>Cerastium</i> sp.	
20	Caryophyllaceae	<i>Pycnophyllum</i> sp.	
21	Cyperaceae	<i>Carex</i> sp1.	
22	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i> sp.	
23	Cyperaceae	<i>Trichophorum rigidum</i> (Boeck.) Goetgh., Muasya & D.A. Simpson	cuchi pelo, totora silvestre
24	Fabaceae	<i>Astragalus</i> sp1.	
25	Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i> H.B.K.	penccacuy
26	Gentianaceae	<i>Gentianella</i> sp.	
27	Isoetaceae	<i>Isoetes</i> sp.	
28	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	
29	Juncaceae	<i>Luzula racemosa</i> Desv.	incapa cucán
30	Ledocarpaceae (antes en Geraniaceae)	<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav.	ojotilla
31	Malvaceae	<i>Nototriche</i> sp.	turpa
32	Onagraceae	<i>Oenothera multicaulis</i> Ruiz & Pav. vel aff.	
33	Orchidaceae	<i>Myrosmodes</i> sp.	orquídea
34	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp1.	
35	Plantaginaceae	<i>Plantago rigida</i> H.B.K	champa estrella
36	Plantaginaceae	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.	
37	Poaceae	<i>Aciachne acicularis</i> Lægaard	paco paco
38	Poaceae	<i>Aciachne pulvinata</i> Benth.	paco paco
39	Poaceae	<i>Calamagrostis chrysantha</i> (J. Presl) Steud.	

Nº	Familia	Especies	Nombre Común
40	Poaceae	<i>Calamagrostis jamesonii</i> Steud.	
41	Poaceae	<i>Calamagrostis preslii</i> (Kunth) Hitchc.	
42	Poaceae	<i>Calamagrostis rigescens</i> (J. Presl) Scribn.	tullu-tullu
43	Poaceae	<i>Calamagrostis</i> sp.	
44	Poaceae	<i>Calamagrostis vicunarum</i> (Weddell) Pilger	crepillo
45	Poaceae	<i>Dissanthelium macusaniense</i> (E.H.L. Krause) R.C. Foster & L.B. Sm.	
46	Poaceae	<i>Festuca rigescens</i> (J. Presl) Kunth	chillhua
47	Poaceae	<i>Hordeum muticum</i> J. Presl	cola de ratón
48	Poaceae	<i>Muhlenbergia fastigiata</i> Presl	
49	Poaceae	<i>Muhlenbergia ligularis</i> (Hackel) Hitch.	grama blanca
50	Poaceae	<i>Poa</i> sp.	
51	Poaceae	<i>Poacea</i> sp 1.	
52	Poaceae	<i>Poacea</i> sp 2.	
53	Poaceae	<i>Poacea</i> sp 3.	
54	Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i> cf. <i>flagelliformis</i> Sm.	
55	Rosaceae	<i>Lachemilla diplophylla</i> (Diels) Rothmaler	
56	Rosaceae	<i>Lachemilla pinnata</i> (Ruiz & Pav.) Rothm	sillu-sillu, sora
57	Urticaceae	<i>Urtica</i> cf. <i>flabellata</i> Kunth	hitana, mula- huañuchi
58	Valerianaceae	<i>Belonanthus spathulatus</i> (Ruiz & Pav.) Schmale vel aff.	ancu- casha, pilpish
59	Valerianaceae	<i>Valeriana</i> sp.	
60		sp nn1.	
61		sp nn2.	

Fuente: ERM, 2008.  
Elaboración propia.

## Anexo 4. Cobertura Repetida

### Anexo 4.1. Licapa

N°	Especies	Época Seca (c/p)		Época Húmeda (c/p)	
		T1	T2	T1	T2
1	<i>Aciachne pulvinata</i> Benth.	15,29	13,93	27,06	19,00
2	<i>Azorella diapensioides</i> A. Gray	6,00	2,00	8,00	0,00
3	<i>Calamagrostis jamesonii</i> Steud.	0,00	8,00	0,00	6,26
4	<i>Calamagrostis vicunarum</i> (Weddell) Pilger	5,70	0,00	6,87	7,33
5	<i>Carex</i> sp1.	1,67	2,50	1,67	1,00
6	<i>Cotula</i> cf. <i>australis</i> (Sieber ex Spreng.) Hook. f.	0,00	0,00	0,00	1,00
7	<i>Festuca rigescens</i> (J. Presl) Kunth	0,00	3,00	2,50	3,00
8	<i>Gentiana sedifolia</i> H.B.K.	4,00	0,00	3,00	0,00
9	<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav.	0,00	0,00	4,75	0,00
10	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Meyen & Walp.) Benth. & Hook. f.	0,00	0,00	2,75	0,00
11	<i>Hypsela reniformis</i> (Kunth) C. Presl vel aff.	0,00	3,00	1,00	2,00
12	<i>Lachemilla diplophylla</i> (Diels) Rothmaler	0,00	4,50	3,00	4,00
13	<i>Lachemilla pinnata</i> (Ruiz & Pav.) Rothm	2,94	2,00	7,35	0,00
14	<i>Lucilia conoidea</i> Wedd. vel aff.	0,00	3,50	0,00	6,00
15	<i>Luzula racemosa</i> Desv.	0,00	0,00	3,00	0,00
16	<i>Muhlenbergia fastigiata</i> Presl	8,67	0,00	0,00	0,00
17	<i>Myrosmodes</i> sp.	0,00	0,00	1,67	0,00
18	<i>Oreomyrrhis andicola</i> (Kunth) Endl. ex Hook. f.	0,00	2,00	0,00	0,00
19	<i>Oxalis</i> sp1.	0,00	0,00	2,00	0,00
20	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.	0,00	0,00	2,00	0,00
21	sp nn1.	0,00	0,00	3,00	0,00
	<b>Total</b>	44,26	44,43	79,61	49,60
	<b>Número de especies</b>	7	10	16	9

Fuente: ERM, 2008.  
Elaboración propia

## Anexo 4.2. Apacheta

N°	Especies	Época Seca (c/p)		Época Húmeda (c/p)	
		T1	T2	T1	T2
1	<i>Aciachne pulvinata</i> Benth.	10,75	9,60	31,33	15,00
2	<i>Astragalus sp1.</i>	0,00	0,00	0,00	5,00
3	<i>Azorella diapensioides</i> A. Gray	6,20	7,38	9,00	8,00
4	<i>Brayopsis calycina</i> (Desv.) Gilg & Muschl.	0,00	0,00	1,00	0,00
5	<i>Calamagrostis chrysantha</i> (J. Presl) Steud.	0,00	5,50	0,00	2,00
6	<i>Calamagrostis rigescens</i> (J. Presl) Scribn.	3,00	8,33	0,00	0,00
7	<i>Calamagrostis sp.</i>	4,00	0,00	30,00	0,00
8	<i>Calamagrostis vicunarum</i> (Weddell) Pilger	0,00	6,50	9,10	4,00
9	<i>Carex sp1.</i>	1,67	1,92	2,00	3,20
10	<i>Cerastium sp.</i>	0,00	0,00	0,00	3,00
11	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	21,17	25,00	25,27	26,00
12	<i>Festuca rigescens</i> (J. Presl) Kunth	0,00	0,00	3,44	6,57
13	<i>Gentiana sedifolia</i> H.B.K.	0,00	2,00	4,00	2,50
14	<i>Gentianella sp.</i>	0,00	0,00	0,00	4,00
15	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Meyen & Walp.) Benth. & Hook. f.	0,00	3,00	0,00	0,00
16	<i>Isoetes sp.</i>	0,00	0,00	5,00	0,00
17	<i>Lachemilla diplophylla</i> (Diels) Rothmaler	0,00	2,81	1,67	2,89
18	<i>Lachemilla pinnata</i> (Ruiz & Pav.) Rothm	1,00	1,50	5,00	5,23
19	<i>Lilaeopsis sp.</i>	0,00	0,00	0,00	4,00
20	<i>Lucilia kunthiana</i> (DC.) Zardini	6,00	6,00	0,00	4,00
21	<i>Luzula racemosa</i> Desv.	0,00	0,00	0,00	2,00
22	<i>Perezia coerulescens</i> Wedd. vel aff.	0,00	0,00	0,00	1,00
23	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.	0,00	0,00	0,00	1,67
24	<i>Poa sp.</i>	1,00	0,00	0,00	2,00
25	<i>Poacea sp1.</i>	4,00	0,00	2,33	0,00
26	<i>Pycnophyllum sp.</i>	0,00	0,00	14,50	0,00
27	<i>Asteracea sp1.</i>	6,67	0,00	0,00	0,00
28	<i>sp nn1.</i>	0,00	0,00	5,78	0,00
29	<i>sp nn2.</i>	0,00	0,00	0,00	1,00
	<b>Total</b>	65,45	79,54	149,43	103,06
	<b>Número de especies</b>	11	12	15	20

Fuente: ERM, 2008.

Elaboración propia

## Anexo 4.3. Churia

N°	Especies	Época Seca (c/p)		Época Húmeda (c/p)	
		T1	T2	T1	T2
1	<i>Aciachne pulvinata</i> Benth.	14,89	21,88	24,43	27,00
2	<i>Azorella diapensioides</i> A. Gray	4,93	0,00	0,00	0,00
3	<i>Calamagrostis preslii</i> (Kunth) Hitchc.	0,00	0,00	4,00	3,67
4	<i>Calamagrostis vicunarum</i> (Weddell) Pilger	10,00	3,67	11,00	8,33
5	<i>Carex</i> sp1.	0,00	0,00	0,00	3,50
6	<i>Cotula</i> cf. <i>australis</i> (Sieber ex Spreng.) Hook. f.	0,00	0,00	3,00	3,67
7	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	16,77	0,00	21,71	17,55
8	<i>Eleocharis</i> sp.	0,00	0,00	4,56	15,00
9	<i>Gentiana sedifolia</i> H.B.K.	0,00	4,17	0,00	3,50
10	<i>Hordeum muticum</i> J. Presl	0,00	0,00	0,00	6,17
11	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Meyen & Walp.) Benth. & Hook. f.	0,00	0,00	0,00	5,00
12	<i>Hypsela reniformis</i> (Kunth) C. Presl vel aff.	2,63	8,00	2,69	2,94
13	<i>Lachemilla diplophylla</i> (Diels) Rothmaler	2,63	0,00	1,25	3,71
14	<i>Lachemilla pinnata</i> (Ruiz & Pav.) Rothm	0,00	3,00	0,00	6,67
15	<i>Lilaeopsis macloviana</i> (Gand.) A.W. Hill	0,00	0,00	5,67	3,25
16	<i>Plantago rigida</i> H.B.K	20,00	17,40	0,00	19,00
17	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.	0,00	0,00	3,80	3,78
18	<i>Poacea</i> sp2.	0,00	0,00	3,75	0,00
19	<i>Poacea</i> sp3.	0,00	0,00	6,00	0,00
20	<i>Ranunculus</i> cf. <i>flagelliformis</i> Sm.	0,00	0,00	0,00	1,00
	<b>Total</b>	71,84	58,11	91,85	133,73
	<b>Número de especies</b>	7	6	8	13

Fuente: ERM, 2008.

Elaboración propia

## Anexo 4.4. Ocollo

N°	Especies	Época Seca (c/p)		Época Húmeda (c/p)	
		T1	T2	T1	T2
1	<i>Aciachne pulvinata</i> Benth.	11,95	17,67	21,63	8,71
2	<i>Azorella diapensioides</i> A. Gray	6,83	4,67	3,00	0,00
3	<i>Belonanthus spathulatus</i> (Ruiz & Pav.) Schmale vel aff.	0,00	0,00	4,00	0,00
4	<i>Brasicacea sp1.</i>	0,00	0,00	5,00	0,00
5	<i>Calamagrostis vicunarum</i> (Weddell) Pilger	0,00	3,25	4,33	6,29
6	<i>Carex sp1.</i>	0,00	2,40	2,33	1,00
7	<i>Cotula cf. australis</i> (Sieber ex Spreng.) Hook. f.	0,00	0,00	3,00	4,00
8	<i>Dissanthelium macusaniense</i> (E.H.L. Krause) R.C. Foster & L.B. Sm.	0,00	0,00	3,50	2,67
9	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	0,00	0,00	0,00	12,67
10	<i>Festuca rigescens</i> (J. Presl) Kunth	6,33	0,00	0,00	0,00
11	<i>Gentiana sedifolia</i> H.B.K.	0,00	0,00	2,71	5,00
12	<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav.	0,00	0,00	0,00	7,00
13	<i>Hordeum muticum</i> J. Presl	0,00	0,00	3,00	0,00
14	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Meyen & Walp.) Benth. & Hook. f.	4,17	2,00	3,00	0,00
15	<i>Hypsela reniformis</i> (Kunth) C. Presl vel aff.	0,00	1,00	2,67	2,50
16	<i>Lachemilla diplophylla</i> (Diels) Rothmaler	0,00	0,00	0,00	3,50
17	<i>Lachemilla pinnata</i> (Ruiz & Pav.) Rothm	3,00	2,25	3,33	5,25
18	<i>Lilaeopsis macloviana</i> (Gand.) A.W. Hill	0,00	0,00	0,00	6,00
19	<i>Lucilia kunthiana</i> (DC.) Zardini	1,00	4,00	2,50	3,00
20	<i>Luzula racemosa</i> Desv.	0,00	0,00	3,00	0,00
21	<i>Muhlenbergia fastigiata</i> Presl	0,00	5,00	0,00	0,00
22	<i>Myrosmodes sp.</i>	0,00	0,00	0,00	2,00
23	<i>Oenothera multicaulis</i> Ruiz & Pav. vel aff.	0,00	2,00	0,00	0,00
24	<i>Plantago rigida</i> H.B.K	9,58	11,33	12,40	7,33
25	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.	0,00	0,00	3,80	6,52
26	<i>Poacea sp1.</i>	0,00	0,00	0,00	3,50
27	<i>Trichophorum rigidum</i> (Boeck.) Goetgh., Muasya & D.A. Simpson	0,00	0,00	0,00	3,50
28	<i>Urtica cf. flabellata</i> Kunth	0,00	0,00	7,00	0,00
29	<i>Valeriana sp.</i>	0,00	0,00	0,00	4,00
30	<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.	0,00	3,00	0,00	0,00
	<b>Total</b>	42,87	58,57	90,21	94,43
	<b>Número de especies</b>	7	12	18	19

Fuente: ERM, 2008.

Elaboración propia

**Anexo 5. Coeficiente de Correlación de Spearman**

r/p(uncorr)	AT1h	AT2h	AT1s	AT2s	CT1h	CT2h	CT1s	CT2s	LT1h	LT2h	LT1s	LT2s	OT1h	OT2h	OT1s	OT2s
AT1h		0,3356	0,73844	0,98242	0,31248	0,4177	7,19E-01	7,30E-01	0,83405	0,24582	6,03E-01	0,082331	0,048125	0,41763	5,96E-01	0,25493
AT2h	0,098092		0,2398	2,22E-01	0,21404	0,44031	4,24E-01	7,29E-01	0,7507	5,53E-01	3,53E-01	7,62E-01	0,062552	0,44783	2,96E-01	0,75265
AT1s	0,082046	0,10679		0,40503	0,14755	1,49E-01	1	0,071127	0,11804	0,017034	0,33445	0,038262	8,97E-03	2,61E-01	0,486	0,38844
AT2s	0,0054236	0,27102	0,22365		0,77253	0,85854	4,45E-01	2,58E-01	0,92036	0,36385	0,69287	0,06539	6,42E-02	6,47E-01	6,02E-01	0,6204
CT1h	-0,22029	-0,24709	-0,32729	-0,06538		0,47429	0,98726	0,46991	0,068502	0,34127	0,3113	0,052699	1,02E-01	6,16E-01	0,040013	0,043119
CT2h	-0,16959	-0,14905	-0,30351	-0,041412	0,17475		0,092799	0,23958	4,62E-01	3,54E-01	6,82E-01	0,093509	9,37E-01	1,88E-01	4,86E-02	0,71062
CT1s	0,094172	0,17945	0	0,22231	0,004705	0,408		0,58091	0,8613	4,92E-01	0,57387	0,188	0,76697	1,32E-01	0,70569	0,54853
CT2s	-0,090449	-0,078411	-0,47858	-0,32407	-0,20218	0,3015	0,21368		7,58E-01	0,80702	0,67765	0,4439	2,18E-01	1,59E-01	0,7807	6,97E-01
LT1h	0,047411	0,065462	-0,3351	-0,023891	-0,38649	-0,15745	0,044346	0,080898		0,51014	0,13384	0,45913	0,41987	6,67E-01	5,18E-01	0,58693
LT2h	-0,27989	-0,12745	-0,55408	-0,22754	-0,25462	-0,21869	-0,21987	-0,079073	-0,16104		0,5293	5,37E-01	1,33E-01	1,61E-01	0,25039	0,195
LT1s	0,136	0,2134	-0,27879	-0,12137	-0,26116	-0,10047	-0,19093	-0,16172	0,37873	-0,1922		0,16783	6,68E-01	6,42E-01	0,82361	0,1413
LT2s	-0,40869	-0,06526	-0,50593	-0,45664	-0,43918	-0,3664	-0,38976	-0,23286	-0,18069	0,56863	-0,40673		1,35E-02	2,42E-02	0,38741	0,080988
OT1h	-0,38378	-0,35019	-0,52143	-0,40128	-0,33423	0,017161	0,070735	0,29605	-0,17263	-0,33044	-0,10532	-0,50716		6,23E-01	6,87E-01	3,51E-01
OT2h	-0,16602	-0,14397	-0,23885	-0,10085	0,11031	0,27829	0,34844	0,33671	-0,090508	-0,2894	-0,10774	-0,45846	-0,10115		6,71E-01	4,05E-01
OT1s	-0,13416	0,23322	-0,20318	-0,15272	-0,4878	0,73314	0,12888	0,10128	0,16308	-0,32922	-0,07619	-0,26189	0,087935	0,091049		0,23061
OT2s	-0,25353	-0,064933	-0,21639	-0,12948	-0,44523	0,083858	0,17545	0,11963	-0,12578	-0,33057	0,43116	-0,43498	-0,105	-0,19907	0,35737	

A: Apacheta; C: Churia; L: Licapa; O: Occollo; s: época seca; h: época húmeda

Diferencias significativas a  $p < 0,05$

Diferencias altamente significativas a  $p < 0,01$

Elaboración propia.

r/p(uncorr)	AT1h	AT2h	AT1s	AT2s	CT1h	CT2h	CT1s	CT2s	LT1h	LT2h	LT1s	LT2s	OT1h	OT2h	OT1s	OT2s
<b>AT1h</b>		+ns	+ns	-ns	-ns	-ns	+ns	-ns	+ns	-ns	+ns	-ns	-*	-ns	-ns	-ns
<b>AT2h</b>	0,098092		+ns	+ns	-ns	-ns	+ns	-ns	+ns	-ns	+ns	-ns	-ns	-ns	ns	-ns
<b>AT1s</b>	0,082046	0,10679		+ns	-ns	-ns	+ns	-ns	-ns	-*	-ns	-*	-**	-ns	-ns	-ns
<b>AT2s</b>	-0,0054236	0,27102	0,22365		-ns	-ns	+ns	-ns	-ns	-ns	-ns	-ns	-ns	-ns	-ns	-ns
<b>CT1h</b>	-0,22029	-0,24709	-0,32729	-0,06538		+ns	+ns	-ns	-ns	-ns	-ns	-ns	-ns	+ns	-*	-*
<b>CT2h</b>	-0,16959	-0,14905	-0,30351	-0,041412	0,17475		+ns	+ns	-ns	-ns	-ns	-ns	+ns	+ns	+*	-ns
<b>CT1s</b>	0,094172	0,17945	0	0,22231	0,004705	0,408		+ns	-ns	-ns	-ns	-ns	+ns	+ns	+ns	+ns
<b>CT2s</b>	-0,090449	-0,078411	-0,47858	-0,32407	-0,20218	0,3015	0,21368		+ns	-ns	-ns	-ns	+ns	+ns	+ns	+ns
<b>LT1h</b>	0,047411	0,065462	-0,3351	-0,023891	-0,38649	-0,15745	-0,04435	0,080898		-ns	+ns	-ns	-ns	-ns	+ns	-ns
<b>LT2h</b>	-0,27989	-0,12745	-0,55408	-0,22754	-0,25462	-0,21869	-0,21987	-0,079073	-0,16104		-ns	ns	-ns	-ns	-ns	-ns
<b>LT1s</b>	0,136	0,2134	-0,27879	-0,12137	-0,26116	-0,10047	-0,19093	-0,16172	0,37873	-0,1922		-ns	-ns	-ns	-ns	+ns
<b>LT2s</b>	-0,40869	-0,06526	-0,50593	-0,45664	-0,43918	-0,3664	-0,38976	-0,23286	-0,18069	0,56863	-0,40673		-*	-*	-ns	-ns
<b>OT1h</b>	-0,38378	-0,35019	-0,52143	-0,40128	-0,33423	0,017161	0,070735	0,29605	-0,17263	-0,33044	-0,10532	0,50716		-ns	+ns	-ns
<b>OT2h</b>	-0,16602	-0,14397	-0,23885	-0,10085	0,11031	0,27829	0,34844	0,33671	0,090508	-0,2894	-0,10774	0,45846	-0,10115		-ns	-ns
<b>OT1s</b>	-0,13416	0,23322	-0,20318	-0,15272	-0,4878	0,73314	0,12888	0,10128	0,16308	-0,32922	-0,07619	0,26189	0,087935	0,091049		+ns
<b>OT2s</b>	-0,25353	-0,064933	-0,21639	-0,12948	-0,44523	0,083858	0,17545	0,11963	-0,12578	-0,33057	0,43116	0,43498	-0,105	-0,19907	0,35737	

A: Apacheta; C: Churia; L: Licapa; O: Occollo; s: época seca; h: época húmeda

Diferencias significativas: \*

Diferencias altamente significativas: \*\*

ns: no significativo

- diferentes; +: similares

Elaboración propia.

## Anexo 6. Índices

Zona de Evaluación	Índice	Época Seca		Época Húmeda	
		T1	T2	T1	T2
Licapa	H	2,2692	2,9934	3,4052	2,6085
	H <sub>max</sub>	2,8074	3,3219	4,0000	3,1699
	D	0,2067	0,1656	0,1553	0,2118
	1-D	0,7933	0,8344	0,8447	0,7882
	Nº sp	7	10	16	9
	d	1,2802	1,8270	2,5337	1,5980
	e	0,8083	0,9011	0,8513	0,8229
Apacheta	H	2,9451	3,1638	3,2504	3,7488
	H <sub>max</sub>	3,4594	3,5850	3,9069	4,3219
	D	0,1700	0,1543	0,1352	0,1106
	1-D	0,8300	0,8457	0,8648	0,8894
	Nº sp	11	12	15	20
	d	1,8235	1,9007	2,0766	2,9907
	e	0,8513	0,8825	0,8320	0,8674
Churia	H	2,5006	2,1825	3,0956	3,6593
	H <sub>max</sub>	2,8074	2,5850	3,5850	4,0875
	D	0,2017	0,2621	0,1589	0,1062
	1-D	0,7983	0,7379	0,8411	0,8938
	Nº sp	7	6	12	17
	d	1,1351	1,0238	1,8401	2,4068
	e	0,8907	0,8443	0,8635	0,8953
Occollo	H	2,5830	3,2376	3,8411	4,1407
	H <sub>max</sub>	2,8074	3,5850	4,1699	4,2479
	D	0,1898	0,1582	0,1104	0,0679
	1-D	0,8102	0,8418	0,8896	0,9321
	Nº sp	7	12	18	19
	d	1,2911	2,0436	2,7713	2,8958
	e	0,9201	0,9031	0,9211	0,9748

H: Índice de Shannon, H<sub>max</sub>: diversidad máxima; D: dominancia; 1-D: Índice de Simpson; Nº sp: número de especies; d: riqueza; e: equidad.

Elaboración propia

**Anexo 7. Prueba t**

t / p (same)	AT1h	AT2h	AT1s	AT2s	CT1h	CT2h	CT1s	CT2s	LT1h	LT2h	LT1s	LT2s	OT1h	OT2h	OT1s	OT2s
AT1h		0,0064082	0,041806	0,40359	0,22893	0,0017896	1,39E-08	5,56E-10	0,65015	0,00065994	1,50E-06	0,051699	0,00016891	5,5164e-15	1,21E-07	0,24434
AT2h	-2,8		4,68E-05	0,0011327	0,0003507	0,76173	4,77E-13	3,26E-14	0,073179	6,22E-07	9,34E-11	9,69E-05	0,58835	0,0011947	4,42E-12	0,0012491
AT1s	2,06	4,1952		0,20425	0,35242	9,26E-06	0,012333	0,00015464	0,038868	0,11052	0,025635	0,9973	9,64E-07	5,76E-12	0,02378	0,50177
AT2s	0,84	-3,3101	-1,2762		0,73495	0,0002627	1,69E-05	1,50E-07	0,27786	0,0065499	0,0001598	0,23605	2,59E-05	3,45E-12	6,07E-05	0,65771
CT1h	1,21	3,6417	-0,93318	0,33914		5,19E-05	6,80E-05	5,54E-07	0,16985	0,013254	0,0005023	0,36945	4,88E-06	1,05E-13	0,0002249	0,87679
CT2h	-3,15	0,30369	-4,6605	-3,7421	-4,1556		8,03E-19	2,60E-16	0,071459	2,03E-07	7,36E-13	3,29E-05	0,29392	2,92E-08	3,19E-16	0,000606
CT1s	5,92	7,874	2,5465	4,4632	-4,0974	10,002		0,036228	4,25E-06	0,77885	0,9354	0,017812	2,24E-18	2,77E-17	0,74832	0,0019685
CT2s	6,74	8,4386	3,9088	5,575	5,2743	-9,8048	2,1232		3,74E-08	0,081681	0,049379	0,00028679	2,93E-17	9,53E-19	0,020344	2,30E-05
LT1h	-0,45	1,8037	-2,0855	-1,0894	-1,3796	1,8192	4,8286	-5,8488		0,00092917	0,0000237	0,044872	0,015363	2,43E-06	1,20E-05	0,17573
LT2h	3,54	5,3205	1,6102	2,7839	2,5266	5,7613	-0,28188	-1,7601	3,4028		0,83463	0,12054	2,49E-08	1,52E-11	0,93509	0,033591
LT1s	5,09	7,0575	2,2642	3,9128	3,5824	8,4122	0,081293	-1,9902	4,4054	0,20944		0,032758	8,64E-14	2,37E-14	0,84563	0,0048576
LT2s	1,97	4,0556	0,0033932	1,1929	0,90196	4,4479	-2,4274	-3,7732	2,029	1,5673	-2,174		3,97E-06	9,04E-10	0,032032	0,51243
OT1h	-3,83	-0,5422	-5,1667	-4,3391	-4,7223	-1,0526	-9,9821	-9,9845	2,4562	-6,1816	-8,6468	-4,9563		6,53E-04	1,71E-16	8,10E-05
OT2h	-10,2	-3,3876	-9,2428	-9,4501	-10,084	-7,4468	-24,499	-16,384	-5,2379	-9,2923	-16,329	-8,6023	-3,7077		1,30E-12	3,68E-09
OT1s	5,57	7,5777	2,2965	4,1642	3,7993	9,5725	-0,32175	-2,3611	4,5873	0,081728	-0,19536	2,1896	-9,6066	23,187		0,0040705
OT2s	1,17	3,3009	-0,6738	0,44427	0,15539	3,5569	-3,1893	-4,4241	1,3615	-2,1545	-2,884	-0,65748	4,1081	-7,4001	-2,9523	

A: Apacheta; C: Churía; L: Licapa; O: Occollo; s: época seca; h: época húmeda

Diferencias significativas a  $p < 0.05$

Diferencias altamente significativas a  $p < 0,01$

Elaboración propia.

t / p (same)	AT1h	AT2h	AT1s	AT2s	CT1h	CT2h	CT1s	CT2s	LT1h	LT2h	LT1s	LT2s	OT1h	OT2h	OT1s	OT2s
<b>AT1h</b>		**	**	ns	ns	**	**	**	ns	**	**	ns	**	**	**	ns
<b>AT2h</b>	-2,8		**	**	**	ns	**	**	ns	**	**	**	ns	**	**	**
<b>AT1s</b>	2,06	4,1952		ns	ns	**	*	**	*	ns	*	ns	**	**	*	ns
<b>AT2s</b>	0,84	-3,3101	-1,2762		ns	**	**	**	ns	**	**	ns	**	**	**	ns
<b>CT1h</b>	1,21	3,6417	-0,93318	0,33914		**	**	**	ns	*	**	ns	**	**	**	ns
<b>CT2h</b>	-3,15	0,30369	-4,6605	-3,7421	-4,1556		**	**	ns	**	**	**	ns	**	**	**
<b>CT1s</b>	5,92	7,874	2,5465	4,4632	-4,0974	10,002		*	**	ns	ns	*	**	**	ns	**
<b>CT2s</b>	6,74	8,4386	3,9088	5,575	5,2743	9,8048	2,1232		**	ns	*	**	**	**	*	**
<b>LT1h</b>	-0,45	1,8037	-2,0855	-1,0894	-1,3796	1,8192	4,8286	5,8488		**	**	*	*	**	**	ns
<b>LT2h</b>	3,54	5,3205	1,6102	2,7839	2,5266	5,7613	-0,28188	1,7601	3,4028		ns	ns	**	**	ns	*
<b>LT1s</b>	5,09	7,0575	2,2642	3,9128	3,5824	8,4122	0,081293	1,9902	4,4054	0,20944		*	**	**	ns	**
<b>LT2s</b>	1,97	4,0556	0,0033932	1,1929	0,90196	4,4479	-2,4274	3,7732	2,029	1,5673	-2,174		**	**	*	ns
<b>OT1h</b>	-3,83	-0,5422	-5,1667	-4,3391	-4,7223	1,0526	-9,9821	9,9845	2,4562	-6,1816	-8,6468	-4,9563		**	**	**
<b>OT2h</b>	-10,2	-3,3876	-9,2428	-9,4501	-10,084	7,4468	-24,499	16,384	5,2379	-9,2923	-16,329	-8,6023	3,7077		**	**
<b>OT1s</b>	5,57	7,5777	2,2965	4,1642	3,7993	9,5725	-0,32175	2,3611	4,5873	0,081728	0,19536	2,1896	9,6066	23,187		**
<b>OT2s</b>	1,17	3,3009	-0,6738	0,44427	0,15539	3,5569	-3,1893	4,4241	1,3615	-2,1545	-2,884	0,65748	4,1081	7,4001	2,9523	

A: Apacheta; C: Churia; L: Licapa; O: Occollo; s: época seca; h: época húmeda

Diferencias significativas: \*

Diferencias altamente significativas: \*\*

ns: no significativo

Elaboración propia.

**Anexo 8. Índice de Morisita**

	AT1h	AT2h	AT1s	AT2s	CT1h	CT2h	CT1s	CT2s	LT1h	LT2h	LT1s	LT2s	OT1h	OT2h	OT1s	OT2s
<b>AT1h</b>	1	0,6896	0,7137	0,6290	0,7018	0,5911	0,5696	0,4351	0,6165	0,5297	0,5475	0,4881	0,4832	0,4972	0,4541	0,4994
<b>AT2h</b>	0,6896	1	0,8428	0,8666	0,7721	0,6467	0,6455	0,3305	0,5344	0,4233	0,4572	0,4367	0,4224	0,6460	0,4448	0,4324
<b>AT1s</b>	0,7137	0,8428	1	0,8811	0,7305	0,5577	0,6243	0,2898	0,4136	0,3323	0,3799	0,3450	0,3390	0,5449	0,3562	0,3960
<b>AT2s</b>	0,6290	0,8666	0,8811	1	0,7450	0,5782	0,6596	0,2564	0,4084	0,3368	0,3836	0,2989	0,3214	0,5857	0,3207	0,3615
<b>CT1h</b>	0,7018	0,7721	0,7305	0,7450	1	0,7811	0,7129	0,5308	0,6535	0,6611	0,5871	0,5348	0,5589	0,6495	0,4253	0,5512
<b>CT2h</b>	0,5911	0,6467	0,5577	0,5782	0,7811	1	0,7958	0,7056	0,6383	0,5708	0,5397	0,5248	0,7620	0,7132	0,6430	0,7298
<b>CT1s</b>	0,5696	0,6455	0,6243	0,6596	0,7129	0,7958	1	0,7555	0,5109	0,5050	0,4840	0,4044	0,6431	0,6204	0,6689	0,7235
<b>CT2s</b>	0,4351	0,3305	0,2898	0,2564	0,5308	0,7056	0,7555	1	0,6833	0,6715	0,6318	0,6063	0,7808	0,4392	0,7767	0,8533
<b>LT1h</b>	0,6165	0,5344	0,4136	0,4084	0,6535	0,6383	0,5109	0,6833	1	0,8109	0,8425	0,7680	0,7576	0,4728	0,7258	0,7727
<b>LT2h</b>	0,5297	0,4233	0,3323	0,3368	0,6611	0,5708	0,5050	0,6715	0,8109	1	0,7271	0,8930	0,6436	0,3596	0,5764	0,6772
<b>LT1s</b>	0,5475	0,4572	0,3799	0,3836	0,5871	0,5397	0,4840	0,6318	0,8425	0,7271	1	0,6422	0,6434	0,3592	0,6183	0,7838
<b>LT2s</b>	0,4881	0,4367	0,3450	0,2989	0,5348	0,5248	0,4044	0,6063	0,7680	0,8930	0,6422	1	0,6088	0,3217	0,6062	0,6385
<b>OT1h</b>	0,4832	0,4224	0,3390	0,3214	0,5589	0,7620	0,6431	0,7808	0,7576	0,6436	0,6434	0,6088	1	0,5492	0,7465	0,8437
<b>OT2h</b>	0,4972	0,6460	0,5449	0,5857	0,6495	0,7132	0,6204	0,4392	0,4728	0,3596	0,3592	0,3217	0,5492	1	0,3701	0,4574
<b>OT1s</b>	0,4541	0,4448	0,3562	0,3207	0,4253	0,6430	0,6689	0,7767	0,7258	0,5764	0,6183	0,6062	0,7465	0,3701	1	0,8485
<b>OT2s</b>	0,4994	0,4324	0,3960	0,3615	0,5512	0,7298	0,7235	0,8533	0,7727	0,6772	0,7838	0,6385	0,8437	0,4574	0,8485	1

A: Apacheta; C: Churia; L: Licapa; O: Occollo; s: época seca; h: época húmeda

Elaboración propia.

### Anexo 9. Clasificación de las especies de acuerdo a su deseabilidad

Nº	Familia	Especies	Deseabilidad		
			Alpaca	Ovino	Llama
1	Apiaceae	<i>Azorella diapensioides</i> A. Gray	I <sup>1,2</sup>	I	I
2	Apiaceae	<i>Lilaeopsis macloviana</i> (Gand.) A.W. Hill	D <sup>3</sup>	D <sup>3</sup>	PD <sup>3</sup>
3	Apiaceae	<i>Lilaeopsis</i> sp.	D	D	PD
4	Apiaceae	<i>Oreomyrrhis andicola</i> (Kunth) Endl. ex Hook. f.	PD <sup>2</sup>		
5	Asteraceae	<i>Asteraceae</i> sp1.			
6	Asteraceae	<i>Cotula</i> cf. <i>australis</i> (Sieber ex Spreng.) Hook. f.			
7	Asteraceae	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Meyen & Walp.) Benth. & Hook. f.	D <sup>1,3,4,5,6,7,8</sup>	D <sup>3,5,6,9</sup>	PD <sup>3</sup>
8	Asteraceae	<i>Lucilia conoidea</i> Wedd. vel aff.			
9	Asteraceae	<i>Lucilia kunthiana</i> (DC.) Zardini		I <sup>10</sup>	
10	Asteraceae	<i>Novenia acaulis</i> (Benth. & Hook. f. ex B.D. Jacks.) S.E. Freire & F.H. Hellw.			
11	Asteraceae	<i>Oritrophium</i> cf. <i>limnophilum</i> (Sch. Bip.) Cuatrec.		I <sup>10</sup>	
12	Asteraceae	<i>Perezia coeruleascens</i> Wedd. vel aff.	PD <sup>1,8</sup>		
13	Asteraceae	<i>Werneria dactylophylla</i> Sch. Bip.			
14	Asteraceae	<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.	PD <sup>8</sup>	PD <sup>10</sup>	
15	Boraginaceae	<i>Plagiobothrys congestus</i> (Wedd.) I.M. Johnst. vel aff.			
16	Brassicaceae	<i>Brassicaceae</i> sp1.			
17	Brassicaceae	<i>Brayopsis calycina</i> (Desv.) Gilg & Muschl.			
18	Campanulaceae	<i>Hypsela reniformis</i> (Kunth) C. Presl vel aff.	D <sup>4</sup>		
19	Caryophyllaceae	<i>Cerastium</i> sp.			
20	Caryophyllaceae	<i>Pycnophyllum</i> sp.	I <sup>11</sup>	I	I
21	Cyperaceae	<i>Carex</i> sp1.	D	D <sup>6</sup>	D
22	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i> sp.	D	D	D
23	Cyperaceae	<i>Trichophorum rigidum</i> (Boeck.) Goetgh., Muasya & D.A. Simpson	D <sup>1,5,7,9,12</sup>	D <sup>5,6,9,12</sup>	
24	Fabaceae	<i>Astragalus</i> sp1.	I <sup>11</sup>	I	I
25	Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i> H.B.K.	D <sup>4,13</sup>	PD <sup>10,13</sup>	D <sup>13</sup>
26	Gentianaceae	<i>Gentianella</i> sp.			
27	Isoetaceae	<i>Isoetes</i> sp.			
28	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	D <sup>3,5,7,12</sup>	D <sup>3,12</sup>	D <sup>13</sup>
29	Juncaceae	<i>Luzula racemosa</i> Desv.	D <sup>3,5</sup>	D <sup>3,5</sup>	PD <sup>3</sup>
30	Ledocarpaceae (antes en Geraniaceae)	<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav.	PD <sup>3</sup>	PD <sup>3,10</sup>	PD <sup>3</sup>
31	Malvaceae	<i>Nototriche</i> sp.			
32	Onagraceae	<i>Oenothera multicaulis</i> Ruiz & Pav. vel aff.	I <sup>2</sup>	I <sup>10</sup>	I
33	Orchidaceae	<i>Myrosmodes</i> sp.			
34	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp1.			
35	Plantaginaceae	<i>Plantago rigida</i> H.B.K	PD <sup>8</sup>	I <sup>23</sup>	PD
36	Plantaginaceae	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.	PD <sup>14</sup>	PD <sup>10</sup>	PD
37	Poaceae	<i>Aciachne acicularis</i> Lægaard	I	I	I
38	Poaceae	<i>Aciachne pulvinata</i> Benth.	I <sup>9</sup>	I <sup>9</sup>	I
39	Poaceae	<i>Calamagrostis chrysantha</i> (J. Presl) Steud.	PD <sup>8</sup>		

Nº	Familia	Especies	Deseabilidad		
			Alpaca	Ovino	Llama
40	Poaceae	<i>Calamagrostis jamesonii</i> Steud.	PD <sup>8</sup>		
41	Poaceae	<i>Calamagrostis preslii</i> (Kunth) Hitchc.	PD <sup>8</sup>		
42	Poaceae	<i>Calamagrostis rigescens</i> (J. Presl) Scribn.	PD <sup>3,1,8,12</sup>	PD <sup>3,12</sup>	PD <sup>3</sup>
43	Poaceae	<i>Calamagrostis sp.</i>			
44	Poaceae	<i>Calamagrostis vicunarum</i> (Weddell) Pilger	PD <sup>3,8,12</sup>	PD <sup>3,12</sup>	D <sup>3</sup>
45	Poaceae	<i>Dissanthelium macusaniense</i> (E.H.L. Krause) R.C. Foster & L.B. Sm.	PD <sup>8</sup>	PD <sup>12</sup>	D <sup>13</sup>
46	Poaceae	<i>Festuca rigescens</i> (J. Presl) Kunth	PD <sup>13,8</sup>	PD <sup>13,10</sup>	D <sup>13</sup>
47	Poaceae	<i>Hordeum muticum</i> J. Presl	D <sup>3,5,7,8,9,12</sup>	D <sup>3,5,9,12</sup>	D <sup>3</sup>
48	Poaceae	<i>Muhlenbergia fastigiata</i> Presl	D <sup>5,7</sup>	D <sup>5</sup>	
49	Poaceae	<i>Muhlenbergia ligularis</i> (Hackel) Hitch.	D <sup>3,5,7</sup>	D <sup>3,5,12</sup>	PD <sup>3</sup>
50	Poaceae	<i>Poa sp.</i>			
51	Poaceae	<i>Poacea sp 1.</i>			
52	Poaceae	<i>Poacea sp 2.</i>			
53	Poaceae	<i>Poacea sp 3.</i>			
54	Ranunculaceae	<i>Ranunculus cf. flagelliformis</i> Sm.		PD <sup>10</sup>	
55	Rosaceae	<i>Lachemilla diplophylla</i> (Diels) Rothmaler	D <sup>1,3,13</sup>	D <sup>3,13</sup>	D <sup>13</sup>
56	Rosaceae	<i>Lachemilla pinnata</i> (Ruiz & Pav.) Rothm	D <sup>1,3,5,6,7,8,9,12,13</sup>	D <sup>3,5,6,9,12,13</sup>	D <sup>3,13</sup>
57	Urticaceae	<i>Urtica cf. flabellata</i> Kunth	I <sup>2,8</sup>	I <sup>10</sup>	I
58	Valerianaceae	<i>Belonanthus spathulatus</i> (Ruiz & Pav.) Schmale vel aff.			
59	Valerianaceae	<i>Valeriana sp.</i>			
60		<i>sp nn1.</i>			
61		<i>sp nn2.</i>			

D: deseable; PD: poco deseable; I: indeseable

Fuentes: 1 Flores, 1993; 2 Tapia y Aguirre L en Tapia y Flores, 1984; 3 Florez, 2005; 4 Antezana C., 1972 en Tapia y Flores, 1984; 5 Flores A. y Malpartida, 1987; 6 Canales y Tapia, 1987; 7 Bustinza, 2001; 8 ONERN, 1984; 9 Mamani, 2001; 10 CESEL Ingenieros, 2008; 11 Flores, 1996a; 12 Salvador, 2002; 13 Flores, 1996b; ERM, 2008. Elaboración propia.

## Anexo 10. Ganado en las zonas de evaluación

### Foto N° 6 Ganado durante la época seca

Ovinos - bofedal Apacheta



Alpacas – bofedal Churia



### Foto N° 7 Ganado durante la época húmeda

Alpacas - bofedal Licapa



Alpacas – bofedal Occollo



**Anexo 11. Abundancia de especies de acuerdo a su deseabilidad para alpacas**

Zona de Evaluación	Transecto	Deseabilidad	Época Seca		Época Húmeda	
			Cob. Rep.	%	Cob. Rep.	%
Licapa	T1	D	17,27	39,02	21,77	27,34
		PD	5,70	12,88	16,12	20,25
		I	21,29	48,11	35,06	44,04
		O	0,00	0,00	6,67	8,37
	T2	D	12,00	27,01	7,00	14,11
		PD	13,00	29,26	16,60	33,46
		I	15,93	35,86	19,00	38,31
		O	3,50	7,88	7,00	14,11
Apacheta	T1	D	23,83	36,41	37,94	25,39
		PD	3,00	4,58	12,54	8,39
		I	16,95	25,90	54,83	36,70
		O	21,67	33,10	44,11	29,52
	T2	D	36,23	45,55	45,83	44,46
		PD	20,33	25,56	15,24	14,79
		I	16,98	21,34	28,00	27,17
		O	6,00	7,54	14,00	13,58
Churia	T1	D	22,02	30,65	35,87	39,06
		PD	30,00	41,76	18,80	20,47
		I	19,82	27,59	24,43	26,60
		O	0,00	0,00	12,75	13,88
	T2	D	15,17	26,10	67,29	50,32
		PD	21,07	36,25	34,78	26,01
		I	21,88	37,65	27,00	20,19
		O	0,00	0,00	4,67	3,49
Occollo	T1	D	7,17	16,72	20,05	22,22
		PD	15,92	37,13	24,03	26,64
		I	18,79	43,82	31,63	35,06
		O	1,00	2,33	14,50	16,07
	T2	D	12,65	21,60	39,42	41,74
		PD	17,58	30,02	29,80	31,56
		I	24,33	41,55	8,71	9,23
		O	4,00	6,83	16,50	17,47

D: deseable, PD: poco deseable, I: indeseable; O: otras especies; Cob. Rep.: cobertura repetida (c/p)

Elaboración propia.

## Anexo 12. Abundancia de especies de acuerdo a su deseabilidad para ovinos

Zona de Evaluación	Transecto	Deseabilidad	Época Seca		Época Húmeda	
			Cob. Rep.	%	Cob. Rep.	%
Licapa	T1	D	13,27	29,98	17,77	22,32
		PD	9,70	21,91	19,12	24,01
		I	21,29	48,11	35,06	44,04
		O	0,00	0,00	7,67	9,63
	T2	D	9,00	20,26	5,00	10,08
		PD	3,00	6,75	10,33	20,83
		I	15,93	35,86	19,00	38,31
		O	16,50	37,14	15,26	30,77
Apacheta	T1	D	23,83	36,41	33,94	22,71
		PD	3,00	4,58	16,54	11,07
		I	22,95	35,06	54,83	36,70
		O	15,67	23,94	44,11	29,52
	T2	D	34,23	43,04	43,33	42,04
		PD	16,83	21,16	14,74	14,30
		I	22,98	28,89	32,00	31,05
		O	5,50	6,91	13,00	12,61
Churia	T1	D	19,39	27,00	33,19	36,13
		PD	10,00	13,92	14,80	16,11
		I	39,82	55,43	24,43	26,60
		O	2,63	3,65	19,44	21,16
	T2	D	3,00	5,16	60,85	45,50
		PD	7,83	13,48	16,61	12,42
		I	39,28	67,59	46,00	34,40
		O	8,00	13,77	10,27	7,68
Occollo	T1	D	7,17	16,72	14,67	16,26
		PD	6,33	14,77	14,35	15,90
		I	28,37	66,18	44,03	48,81
		O	1,00	2,33	17,17	19,03
	T2	D	11,65	19,89	31,92	33,80
		PD	6,25	10,67	27,47	29,09
		I	35,67	60,90	16,05	16,99
		O	5,00	8,54	19,00	20,12

D: deseable, PD: poco deseable, I: indeseable; O: otras especies; Cob. Rep.: cobertura repetida (c/p)

Elaboración propia.

**Anexo 13. Abundancia de especies de acuerdo a su deseabilidad para llamas**

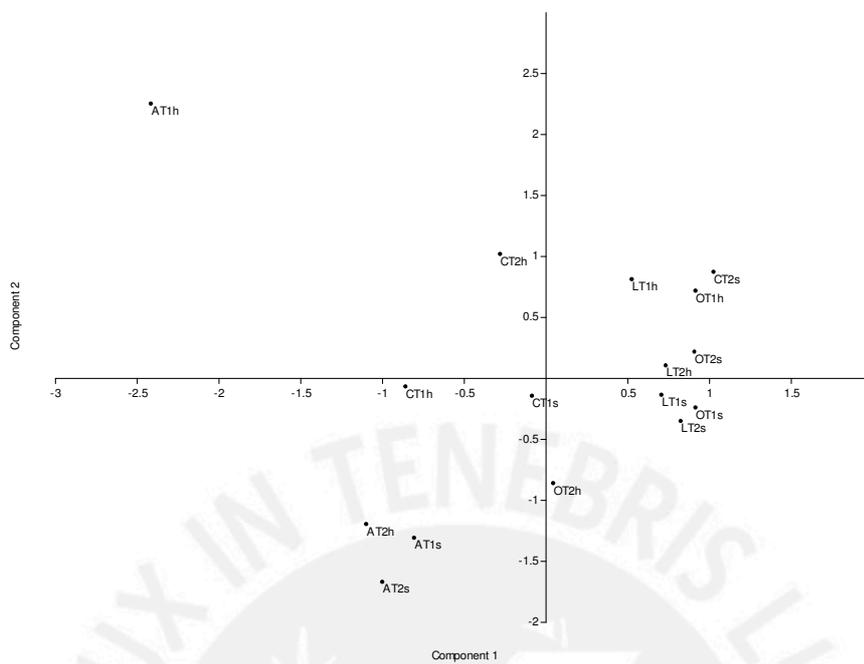
Zona de Evaluación	Transecto	Deseabilidad	Época Seca		Época Húmeda	
			Cob. Rep.	%	Cob. Rep.	%
Licapa	T1	D	14,30	32,31	24,38	30,63
		PD	0,00	0,00	12,50	15,70
		I	21,29	48,11	35,06	44,04
		O	8,67	19,58	7,67	9,63
	T2	D	12,00	27,01	15,33	30,92
		PD	0,00	0,00	0,00	0,00
		I	15,93	35,86	19,00	38,31
		O	16,50	37,14	15,26	30,77
Apacheta	T1	D	23,83	36,41	50,48	33,78
		PD	3,00	4,58	0,00	0,00
		I	16,95	25,90	54,83	36,70
		O	21,67	33,10	44,11	29,52
	T2	D	39,73	49,95	50,40	48,90
		PD	11,33	14,25	7,67	7,44
		I	16,98	21,34	28,00	27,17
		O	11,50	14,46	17,00	16,49
Churia	T1	D	29,39	40,92	38,52	41,94
		PD	20,00	27,84	9,47	10,31
		I	19,82	27,59	24,43	26,60
		O	2,63	3,65	19,44	21,16
	T2	D	10,83	18,64	64,43	48,18
		PD	17,40	29,94	31,03	23,20
		I	21,88	37,65	27,00	20,19
		O	8,00	13,77	11,27	8,43
Occollo	T1	D	9,33	21,77	19,21	21,30
		PD	13,75	32,07	22,20	24,61
		I	18,79	43,82	31,63	35,06
		O	1,00	2,33	17,17	19,03
	T2	D	7,90	13,49	36,37	38,51
		PD	13,33	22,77	26,85	28,43
		I	24,33	41,55	8,71	9,23
		O	13,00	22,20	22,50	23,83

D: deseable, PD: poco deseable, I: indeseable; O: otras especies; Cob. Rep.: cobertura repetida (c/p)

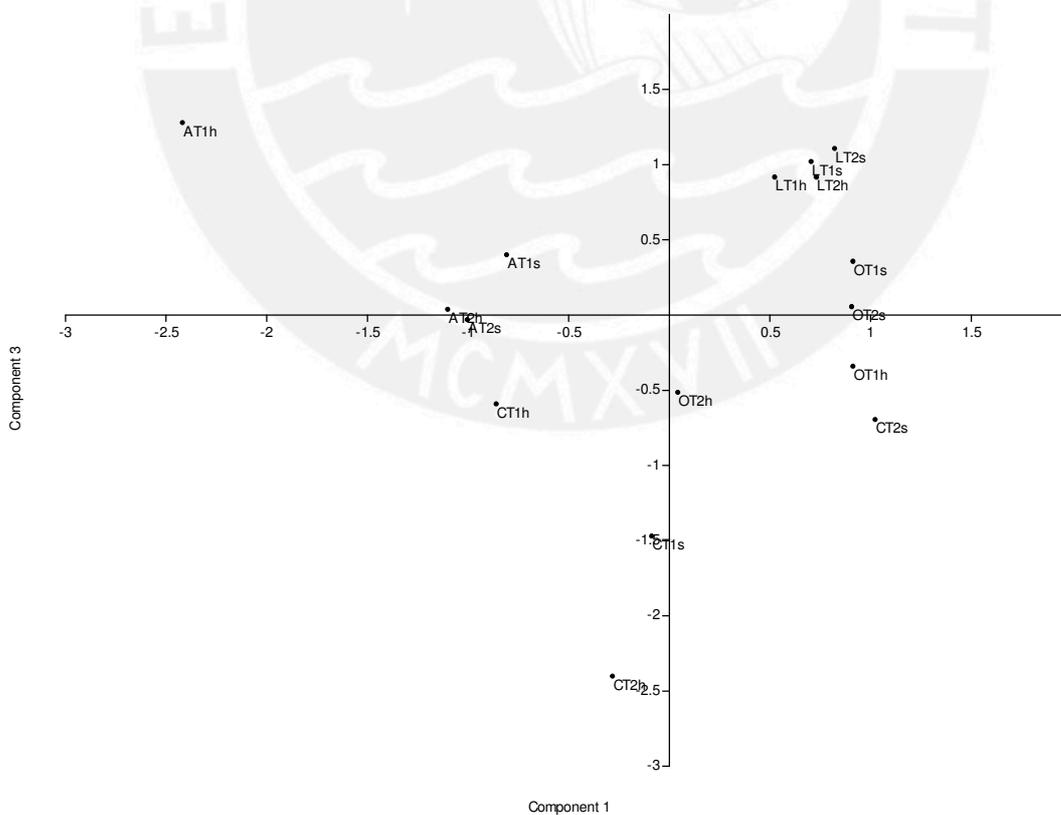
Elaboración propia.

### Anexo 14. Análisis de Componentes Principales (ACP)

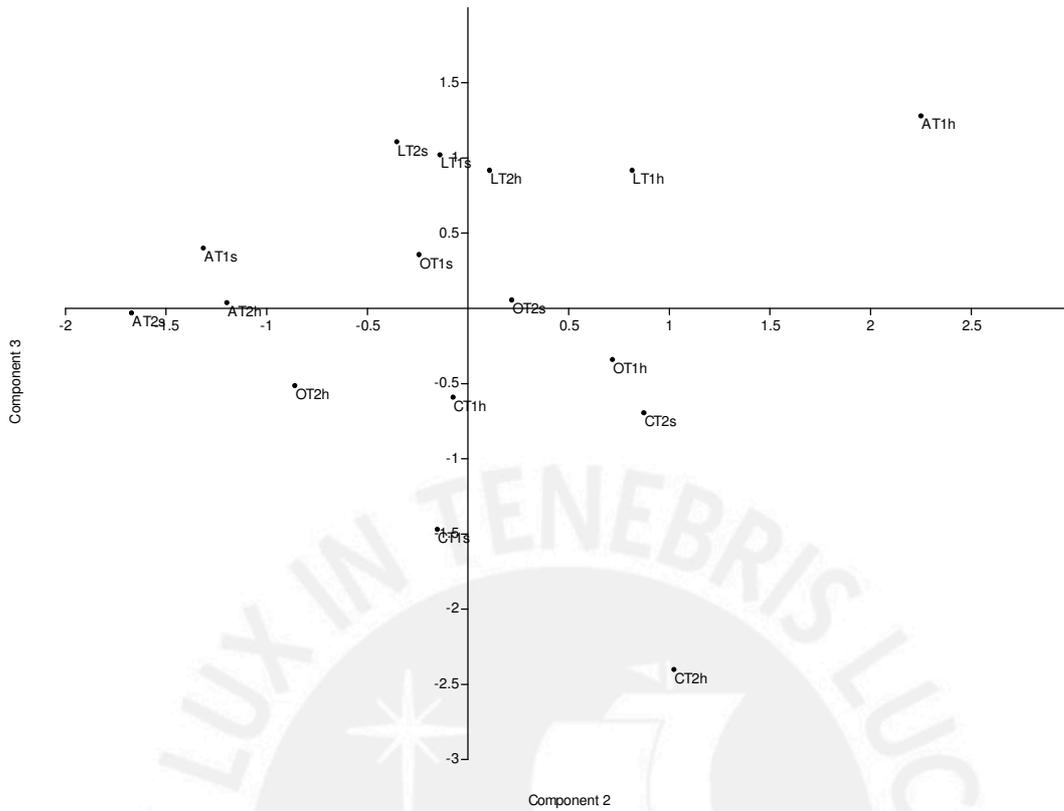
#### ACP – Abundancias de las Especies - Componentes 1 y 2



#### ACP – Abundancias de las Especies - Componentes 1 y 3



ACP – Abundancias de las Especies - Componentes 2 y 3



ACP – Principales Parámetros - Componentes 1 y 2

