

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**"EFECTOS DE LA EXTRACCIÓN DE
TURBA EN LA COMPOSICIÓN Y
ESTRUCTURA FLORÍSTICA DEL BOFEDAL
DE MILLOC, CARAMPOMA, HUAROCHIRÍ,
LIMA"**

Presentado por:

Nataly Valencia Vento

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL

Lima - Perú
2019

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. NATALY VALENCIA VENTO, titulado “ EFECTOS DE LA EXTRACCIÓN DE TURBA EN LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA DEL BOFEDAL DE MILLOC, CARAMPOMA, HUAROCHIRÍ, LIMA ””.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 18 de Setiembre de 2018

.....
PhD. Carlos Reynel Rodríguez
Presidente

.....
Mg. Sc. Pedro Vásquez Ruesta
Miembro

.....
Ing. Fernando Bulnes Soriano
Miembro

.....
Mg. Sc. Carlos Alberto Llerena Pinto
Asesor

DEDICATORIA

*A mi madre Lily Vento Tazza por todo su apoyo incondicional
y a mis abuelos que están en el cielo Enma Tazza y Horacio Vento.*

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor, ex decano de la Facultad de Ciencias Forestales y amigo, Carlos Alberto Llerena Pinto quien en vida me motivó para realizar esta investigación y posibilitó el financiamiento del MINEDU.

A Mónica Maldonado Fonkén que fue mi co-asesora desde el inicio y compartió amablemente sus conocimientos sobre los bofedales.

A Christian Florencio por haberme acompañado en mis salidas de campo y promover la conservación de los recursos naturales en Carampoma.

A la profesora Roxana Guillen quien me orientó en los temas estadísticos y en la redacción de la tesis.

A Fiorella Eduardo Palomino quien desinteresadamente me apoyo en el análisis de mis datos.

A Marvin Moises quien me apoyo en interpretar el análisis de suelo.

A Jorge Salinas por facilitarme la información del laboratorio de pastizales.

Y al Grupo de Alumnos Voluntarios GAV-UNIR/UNALM por hacerme conocer que se puede lograr muchas cosas trabajando en equipo.

RESUMEN

En el bofedal Milloc de la cuenca alta del río Santa Eulalia, en Carampoma, Huarochirí, se realizó un estudio para medir el nivel del impacto de la extracción de turba en la vegetación, comparando su composición y estructura florística en zonas impactadas, en zonas con aparente recuperación y en zonas de control. Se realizaron 15 transectos con el método de cobertura repetida, 5 en cada zona. Esta evaluación se realizó en época seca y en época húmeda. Se evaluó también la cobertura de suelo clasificando en 6 categorías: vegetación, materia orgánica, suelo rojizo, musgo, agua y mantillo. Se registraron en total 26 especies en la zona control, 28 especies en la zona de recuperación y 13 en el área impactada. Se determinó las especies con mayor índice de valor de importancia siendo en la zona control y zona de recuperación la *Distichia muscoides* y en la zona impactada *Juncus stipulatus*. La zona con mayor diversidad de especies según el índice de Shannon es la zona de recuperación, y la mayor dominancia de Simpson se encontró en la zona impactada. No se encontraron diferencias significativas entre la época húmeda y seca, pero sí una diferencia altamente significativa en la cobertura vegetal de las tres zonas. En cuanto a la composición florística se encontró semejanza entre la zona control y de recuperación, pero una diferencia altamente significativa con la zona impactada. Así también se registró un pH del suelo que varió desde 3,28 hasta 5,29 siendo más ácido y más pobre en nutrientes en zonas con mayor extracción de turba.

ÍNDICE GENERAL

Página

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
1.	DIVERSIDAD	5
1.1.	<i>Escala geográfica</i>	<i>6</i>
1.1.1.	Diversidad alfa	6
1.1.2.	Diversidad beta.....	6
1.1.3.	Diversidad gamma	6
1.2.	<i>Niveles de la diversidad biológica.....</i>	<i>6</i>
1.2.1.	Diversidad genética	6
1.2.2.	Diversidad de especies	6
1.2.3.	Diversidad de ecosistemas	7
1.3.	<i>Índices de diversidad.....</i>	<i>7</i>
1.3.1.	Riqueza específica	7
1.3.2.	Índice de Simpson.....	7
1.3.3.	Índice de Shannon-Wiener.....	8
1.3.4.	Índice de equidad de Pielou	9
2.	HUMEDALES.....	9
3.	TURBERAS.....	10
3.1.	<i>Difinición de Turba y turberas</i>	<i>10</i>
3.2.	<i>Tipos de turberas según el origen del agua</i>	<i>10</i>
3.2.1.	Geogénicas.....	10
3.2.2.	Ombrogénicas.....	10
3.3.	<i>Tipos de turberas según su disposición en el terreno</i>	<i>11</i>
3.3.1.	Fen	11
3.3.2.	Bog	11
3.3.3.	Blanquet bog.....	11
4.	EXTRACCIÓN DE TURBA	12
5.	RESTAURACIÓN Y MANEJO DE TURBERAS SOMETIDAS A EXTRACCIÓN DE TURBA	14
6.	BOFEDALES	15
6.1.	<i>Servicios ecosistémicos de los bofedales.....</i>	<i>16</i>
6.2.	<i>Comunidades vegetales en bofedales</i>	<i>17</i>
6.2.1.	Turberas de Distichia	17
6.2.2.	Turberas con musgo y arbustos	17
6.2.3.	Prados turbosos.....	17
6.2.4.	Césped de arroyo.....	17
6.2.5.	Comunidades mixtas	18
6.3.	<i>Clases de Bofedales.....</i>	<i>18</i>
6.3.1.	Clases de bofedales según su altitud	18
6.3.2.	Bofedales según su recurso climático e hídrico.....	18
6.4.	<i>Características de las familias taxonómicas de los bofedales</i>	<i>18</i>
6.4.1.	Asteraceae	18
6.4.2.	Poaceae.....	19
6.4.3.	Juncaceae.....	19
6.4.4.	Cyperaceae	20
6.4.5.	Gentianaceae.....	20
6.4.6.	Plantaginaceae	20
6.4.7.	Rosaceae	21
6.4.8.	Campanulaceae	21
6.4.9.	Caryophyllaceae	21
6.4.10.	Orobanchaceae	22
7.	LA COMUNIDAD CAMPESINA SANTIAGO DE CARAMPOMA	22

7.1.	<i>Historia</i>	22
7.2.	<i>Organización</i>	23
7.3.	<i>Actividades económicas</i>	23
7.4.	<i>Problemas identificados en el bofedal Milloc</i>	24
8.	EVALUACIÓN DEL ESTADO DE VEGETACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE COBERTURA REPETIDA	25
9.	ÍNDICE DE DESNUDEZ DEL SUELO (IDS).....	25
10.	MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD ALFA	26
10.1.	<i>Riqueza específica</i>	26
10.2.	<i>Abundancia relativa</i>	26
10.2.1.	Índice de Dominancia	26
10.2.2.	Índice de Equidad	26
11.	MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD BETA	27
12.	DIVERSIDAD GAMMA	27
13.	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA	28
13.1.	<i>Frecuencia de cada especie (Fi)</i>	28
13.2.	<i>Frecuencia relativa (Fr)</i>	28
13.3.	<i>Cobertura</i>	28
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	31
1.	ÁREA DE ESTUDIO.....	31
2.	TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN	31
3.	RELIEVE Y SUELOS	32
4.	FAUNA	34
5.	MATERIALES	35
5.1.	<i>De Campo</i>	35
5.2.	<i>De Gabinete</i>	35
6.	MÉTODOLÓGÍA.....	36
6.1.	<i>Identificación a las áreas a evaluar</i>	36
6.1.1.	Zona control.....	36
6.1.2.	Zona de recuperación.....	37
6.1.3.	Zona impactada	37
6.2.	<i>Ubicación de los transectos</i>	38
6.3.	<i>Levantamiento de transectos y colección de muestras</i>	39
6.3.1.	Levantamiento de transectos	39
6.3.2.	Colección de las muestras	40
6.4.	<i>Secado de las muestras en gabinete</i>	41
6.5.	<i>Montado de muestras botánicas</i>	42
6.6.	<i>Identificación de especies botánicas</i>	43
6.7.	<i>Uso de las muestras botánicas</i>	43
6.8.	<i>Análisis de la vegetación</i>	44
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
1.	COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA COBERTURA DE LAS ESPECIES EN LA ZONA CONTROL, RECUPERACIÓN E IMPACTADA	50
2.	COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA COBERTURA ENTRE TRANSECTOS POR ZONA	51
3.	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO DE LA ZONA CONTROL, RECUPERACIÓN E IMPACTADA	52
4.	IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES	54
5.	COMPARACIÓN DE LA RIQUEZA DE ESPECIES EN LA ZONA CONTROL, RECUPERACIÓN E IMPACTADA.....	58
6.	RIQUEZA DE ESPECIES POR TRANSECTOS EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA	60
6.1.	<i>Zona control</i>	60
6.2.	<i>Zona de recuperación</i>	61
6.3.	<i>Zona impactada</i>	62
7.	COMPARACIÓN DE LA FRECUENCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES ENTRE LA ZONA CONTROL, RECUPERACIÓN E IMPACTADA EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA.	66
7.1.	<i>Zona control</i>	66

7.2.	<i>Zona de recuperación</i>	68
7.3.	<i>Zona impactada</i>	69
8.	COMPARACIÓN DE LA COBERTURA ENTRE LA ZONA CONTROL, RECUPERACIÓN E IMPACTADA EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA	71
8.1.	<i>Cobertura de Zona Control</i>	71
8.2.	<i>Cobertura de Zona de Recuperación</i>	72
8.3.	<i>Cobertura de Zona Impactada</i>	73
9.	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)	76
10.	TIPOS DE COBERTURA DE SUELO	84
10.1.	<i>Zona control</i>	86
10.2.	<i>Zona de recuperación</i>	87
10.3.	<i>Zona impactada</i>	88
11.	COMPARACIÓN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD ENTRE LA ZONA CONTROL, RECUPERACIÓN E IMPACTADA EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA. 90	
11.1.	<i>Índice de Shannon</i>	90
11.2.	<i>Índice de Simpson</i>	91
11.3.	<i>Equidad de Pielou (J)</i>	92
V.	CONCLUSIONES	97
VI.	RECOMENDACIONES	99
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
VIII.	ANEXOS	105

Índice de tablas

	Página
Tabla 1:	Servicios ecosistémicos de los bofedales 16
Tabla 2:	Índice de condición de suelo (D-R-P) de suelo desnudo, roca o pavimento de erosión..... 25
Tabla 3:	Coordenadas y altitud de los transectos evaluados 47
Tabla 4:	Coefficiente de variación de la cobertura por especies en las tres zonas..... 50
Tabla 5:	Coefficiente de variación de la cobertura entre transectos por zonas 51
Tabla 6:	Caracterización de análisis de suelo en las tres zonas..... 53
Tabla 7:	Número de familias, géneros y especies identificadas..... 54
Tabla 8:	Riqueza de familias, géneros y especies en la zona control, recuperación e impactada..... 58
Tabla 9:	Riqueza de especies en época húmeda y seca en la zona de control, recuperación e impactada..... 59
Tabla 10:	Número de especies por familia de la zona control, recuperación e impactada... 59
Tabla 11:	Análisis de varianza del número de especies por número de especies y época ... 64
Tabla 12:	Prueba estadística de análisis de varianza de la cobertura total en las tres zonas en las dos épocas 74
Tabla 13:	Índice de valor de importancia de la zona control..... 77
Tabla 14:	Índice de valor de importancia de la zona de recuperación 78
Tabla 15:	Índice de valor de importancia de la zona impactada 80
Tabla 16:	Clasificación de las especies de acuerdo a su deseabilidad 81

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Tipos de turberas	11
Figura 2: Mapa de ubicación del bofedal Millo	31
Figura 3: Climatograma del bofedal Milloc	31
Figura 4: Ubicación de los relieves A y B de la laguna Milloc	32
Figura 5: Relieve de la zona noroeste de la laguna (relieve A)	33
Figura 6: Relieve de la zona suroeste de la laguna (relieve B).....	33
Figura 7: Perfil perpendicular del río Macachaca	34
Figura 8: Zona control del bofedal de Milloc.....	36
Figura 9: Zona de recuperación del bofedal de Milloc	37
Figura 10: Zona de recuperación del bofedal de Milloc	38
Figura 11: Ejemplo del método de cobertura repetida.....	39
Figura 12: Tipos de cobertura de suelo	40
Figura 13: Colectando las muestras botánicas y colocándolas en bolsas ziploc	41
Figura 14: Colocando la muestra botánica con papel toalla para que seque	41
Figura 15: Muestras botánicas en proceso de secado.....	42
Figura 16: Muestras montadas en file.....	43
Figura 17: Uso del file de muestras botánicas.....	44
Figura 18: Evaluación por puntos de intercepción en transectos.....	48
Figura 19: Transectos evaluados en el bofedal Milloc.....	48
Figura 20: Vistas panorámicas del bofedal Milloc	49
Figura 21: Número de especies por familia.....	54
Figura 22: Número de especies por género	55
Figura 23: Especies de plantas identificadas en el bofedal Milloc	56
Figura 24: Especies de plantas identificadas en el bofedal Milloc (continuación)	57
Figura 25: Riqueza de especies por transectos en época seca	63
Figura 26: Riqueza de especies por transecto en época húmeda	63
Figura 27: Prueba de Tukey de la composición florística en la zona control, recuperación e impactada.....	65
Figura 28: Prueba de Tukey de la composición florística en época húmeda y seca	66
Figura 29: Frecuencia relativa porcentual de la zona control	67

Figura 30:	Frecuencia relativa en porcentaje de la zona de recuperación	68
Figura 31:	Frecuencia relativa porcentual de la zona impactada.....	70
Figura 32:	Cobertura vegetal total de la zona control	71
Figura 33:	Cobertura porcentual de la zona de recuperación	72
Figura 34:	Cobertura vegetal total porcentual de la zona impactada.....	73
Figura 35:	Prueba Tukey de la cobertura vegetal en la zona control, recuperación e impactada.....	75
Figura 36:	Prueba de Tukey de la cobertura vegetal en la época seca y húmeda	76
Figura 37:	Camélidos pastando en el bofedal Milloc.....	82
Figura 38:	Ovinos pastando en el bofedal Milloc	83
Figura 39:	Cerdos buscando alimento en el bofedal Milloc	83
Figura 40:	Coberturas de suelo	85
Figura 41:	Cobertura de suelo en zona control.....	86
Figura 42:	Cobertura de suelo en zona de recuperación.	87
Figura 43:	Cobertura de suelo en zona impactada	88
Figura 44:	Calificación de acuerdo al índice de desnudez.....	89
Figura 45:	Índice de Shannon – Wiener	91
Figura 46:	Índice de Simpson	92
Figura 47:	Índice de equidad de Pielou	93

Índice de anexos

	Página
Anexo 1 Lista de especies identificadas.....	105
Anexo 2 A. Transecto 5 de la zona control, con vegetación predominante de <i>Distichia muscoides</i> . B. Transecto 3 de la zona control, con vegetación mixta.	106
Anexo 3 A. Transecto 1 de la zona de recuperación. B. Transecto 5 de la zona de recuperación	107
Anexo 4 A. Transecto 1 de la zona impactada y canal que lo cruza. B. Transecto 5 de la zona impactada.	108
Anexo 5 Métodos seguidos para el análisis de suelo.....	109
Anexo 6 Parámetros para el análisis de suelo	110
Anexo 7 Ecología y origen de las especies	111
Anexo 8 Índices de equidad de Pielou, diversidad de Shannon, y dominancia de Simpson ..	113
Anexo 9 Formato de cobertura y de índices de desnudez del suelo en época húmeda y seca.....	114
Anexo 10 Formato de la composición florística en época húmeda y seca	115
Anexo 11 Cobertura por transecto en época seca	116
Anexo 12 Cobertura por transecto en época húmeda	117
Anexo 13 Fauna del bofedal Milloc.....	119

I. INTRODUCCIÓN

Los bofedales son humedales que se ubican mayormente sobre los 3 800 m.s.n.m. por lo cual también son llamados humedales altoandinos. De acuerdo a la clasificación de tipos de humedales de la convención RAMSAR (2006), se encuentran dentro de la categoría de humedales continentales y turberas no arboladas ocupando en el Perú una superficie de 549, 360 ha que representa el 0,4% del área total nacional según el MINAM (2012).

Los bofedales cumplen diversos servicios ambientales, siendo uno de los más importantes la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono. En ellos, el agua de escorrentía superficial, subsuperficial, y subterránea ingresan lentamente y se almacenan en el sustrato orgánico para luego escurrir lentamente hacia las porciones inferiores del terreno. De esta manera, constituyen verdaderos filtros naturales que mejoran la calidad del agua. Otro servicio ecosistémico que brinda, es el de prevenir la erosión de los suelos, que pueden producir las intensas lluvias y las aguas de escorrentía que bajan con fuerza de las laderas. Los bofedales también capturan carbono a través de la producción y acumulación lenta de materia orgánica en forma de turba, que es otra de sus funciones ecosistémicas importantes. La turba de los bofedales se puede utilizar además como combustible, en medicina, como cicatrizantes, en la agricultura para fabricar sustratos, y para acondicionar y mejorar los suelos (Guerrero y Polo 1990).

El bofedal Milloc se encuentra en la microcuenca del río Santa Eulalia, la cual aporta el 50% de agua a Lima metropolitana y el 70% de la energía hidroeléctrica a los 10 millones de habitantes de la ciudad capital (GWP Sudamérica 2014), siendo ésta, la segunda ciudad más grande del mundo ubicada en un desierto.

Sin embargo, estas áreas vienen siendo amenazadas en varios lugares en los cuales se realizan excavaciones ya sea por la minería, construcción de carreteras o extracción de champa. De esta manera, según lo que menciona Coronel (2011), las excavaciones en los bofedales podrían convertirse en sumideros del nivel freático con la posible amenaza de causar sequía por efecto de la disminución del nivel freático del agua. Así también, Margalef (1993) menciona que una inadecuada extracción de la vegetación podría traer consigo problemas

relacionados a la reducción de la madurez y el freno de la sucesión en los ecosistemas, lo cual llevaría a una reducción de la diversidad biológica, la simplificación de la estructura del suelo y a la aparición de una mayor cantidad de plantas no palatables para el ganado (Caro 2014).

Debido a la importancia de la microcuenca del río Santa Eulalia, tanto por el aporte del recurso hídrico como el energético, así como por su importancia ecológica, diversas organizaciones vienen desarrollando acciones, tal es así, que desde el 2011, la Oficina de Voluntariado de la UNALM; y el Grupo de Alumnos Voluntarios GAV-UNIR/UNALM han venido colaborando con la Comunidad Campesina Santiago de Carampoma en la valoración y conservación de sus recursos naturales desarrollando el proyecto Japaní, con el fin de conservar los bofedales y el bosque de queñuales mediante el ecoturismo y manejo forestal.

Recientemente el GAV-UNIR/UNALM con YPARD (Young Professionals for Agricultural Development) ha ganado el concurso “Jóvenes Agentes por el desarrollo Rural” con el proyecto “Raíces Nativas” que busca recuperar el cultivo de semillas de papa nativa, fortaleciendo capacidades técnicas agropecuarias, habilidades comerciales, saberes ancestrales, para lo cual también cuenta con el apoyo de la ONG holandesa SHI.

También desde el 2013, la GWP Sudamérica, con el Programa Agua, Clima y Desarrollo (PACyD) ha convocado a especialistas e instituciones, conformado por un equipo asesor y técnico que tiene como uno de sus objetivos mejorar la gobernanza en relación al recurso hídrico, así también otras organizaciones como Aquafondo y Sedapal han identificado la importancia de implementar proyectos de infraestructura verde para incrementar la disponibilidad del recurso hídrico para la ciudad de Lima y Callao.

Se han sustentado hasta el momento cinco tesis en Carampoma, tres en la Universidad Nacional Agraria La Molina, y dos en la Pontificia Universidad Católica del Perú y otras dos más están en curso. Estas tesis refuerzan la importancia ecológica tanto de los bofedales como de los bosques para conservarlos y promueven la iniciativa de la creación de un Área de Conservación Privada (ACP) que sea manejada por la misma comunidad.

El bofedal Milloc se encuentra en la Comunidad Campesina Santiago de Carampoma donde existe el problema de extracción de la turba (compuesta principalmente por *Distichia muscoides*), la cual es comercializada por personas ajenas a la comunidad en la ciudad de Lima como sustrato para el cultivo de plantas. Este problema ha dejado huella en el bofedal, donde se puede observar la destrucción del paisaje al cambiar la cobertura florística de

vegetación a suelos desnudos causando una probable alteración en la vegetación, así como en los otros factores bióticos y abióticos. Estas perturbaciones en el bofedal aceleran la descomposición de la materia orgánica provocando la emisión de gases de efecto invernadero que producen el cambio climático.

Por ende, el objetivo general de este trabajo es contribuir al conocimiento básico necesario para iniciar la recuperación y el manejo de los bofedales altoandinos de la Comunidad Campesina Santiago de Carampoma y otros bofedales en general; para lo cual se determinarán los efectos de la extracción de turba en la composición y estructura florística en el bofedal de Milloc; de esta manera se conocerá más de cerca el estado del bofedal, en especial de la vegetación y su variación en una zona impactada por extracción de turba.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. DIVERSIDAD

Diversidad según la Real Academia de la Lengua Española tiene por significado variedad, desemejanza, diferencia y en su otra acepción significa abundancia, gran cantidad de cosas distintas. Similar al anterior concepto, Halffter y Ezcurra (1992), mencionan que diversidad es la propiedad de un conjunto de objetos de ser diferentes y no idénticos, por lo que cada uno de ellos difiere de los demás en una o más características.

Por otro lado, el Convenio sobre Diversidad Biológica de 1992, define biodiversidad como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros sistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; así como la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Más específicamente la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2010) define la biodiversidad como la variación que existe no sólo entre las especies de plantas, animales, microorganismos y otras formas de vida del planeta, sino también dentro de una misma especie, como diversidad genética, y a nivel de los ecosistemas, donde las especies interactúan entre ellas y con el medio físico.

La Diversidad Biológica se despliega en la naturaleza en dos planos principales, Geográfico y orgánico (Reynel 2013).

1.1. ESCALA GEOGRÁFICA

1.1.1. DIVERSIDAD ALFA

Muestra la riqueza de las poblaciones dentro de comunidades. Se dividen en 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).

1.1.2. DIVERSIDAD BETA

La diversidad Beta es el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales. Es una dimensión que está basada en proporciones o diferencias, las cuales pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, y de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida con número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad Beta propiamente dichos (Magurran 1991).

1.1.3. DIVERSIDAD GAMMA

Whittaker (1972) define la diversidad Gamma como la riqueza en especies de un grupo de hábitats (un paisaje, un área geográfica, una isla) que resulta como consecuencia de la diversidad Alfa de las comunidades individuales y del grado de diferencia entre ellas (diversidad Beta).

1.2. NIVELES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

La diversidad biológica comprende tres niveles: diversidad genética, diversidad de especies y diversidad de ecosistemas (Brack y Mendiola 2010).

1.2.1. DIVERSIDAD GENÉTICA

Representa la variación hereditaria dentro y entre poblaciones de organismos, cuya base está en los cromosomas.

1.2.2. DIVERSIDAD DE ESPECIES

Se refiere al número de especies presentes en un ecosistema y es sinónimo de “riqueza de especies”.

1.2.3. DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS

Se refiere a la distribución espacial de los diversos ecosistemas (bosques, lagos, ríos, desiertos, etc.) y que albergan las especies y las poblaciones en forma de hábitat y comunidades vegetales y marinas.

1.3. ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Los índices de diversidad aparecen como indicadores del buen funcionamiento de los ecosistemas (Magurran 1991). Existen varios índices para medir la diversidad de los cuales presentamos algunos de ellos a continuación:

1.3.1. RIQUEZA ESPECÍFICA

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). La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de describir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno 2001).

1.3.2. ÍNDICE DE SIMPSON

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad (Moreno 2001).

El índice de dominancia de Simpson mide la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de la misma comunidad pertenezcan a la misma especie.

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{n} \right)^2$$

Donde:

n_i : Abundancia de la especie i

n : Abundancia de todas las especies

Sin embargo, este índice también se utiliza para determinar la probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean diferentes, a esto también se le llama riqueza de Gini-Simpson o diversidad de Simpson y se determina de la siguiente forma:

$$1 - D = 1 - \sum \left(\frac{n_i}{n}\right)^2$$

1.3.3. ÍNDICE DE SHANNON-WIENER

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra.

El índice de Shannon-Wiener mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran 1991). Además, es sensible a los cambios en la proporción de especies raras (Gurevith *et al.* 2006).

Normalmente toma valores entre 1 y 4.5 y valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos".

$$H = - \sum \frac{n_i}{n} \log_2 \frac{n_i}{n}$$

n_i : Abundancia de la especie i

n : Abundancia de todas las especies

1.3.4. ÍNDICE DE EQUIDAD DE PIELOU

El índice de equidad de Pielou evalúa el grado de uniformidad en la distribución de la abundancia entre las especies. Su valor va de 0 a 1 de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno 2001).

$$J = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Donde:

H': Índice de Shannon

S: Número de especies

2. HUMEDALES

La convención sobre los humedales conocida como la convención RAMSAR define a los humedales como 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.

El mapa de humedales del Perú muestra que 6,91 por ciento del total de humedales del país son bofedales u oconales (Flores *et al.* 2014). En Sudamérica los países que poseen humedales altoandinos además de Perú son Argentina, Bolivia, Chile, Colombia y Ecuador (Convención de Ramsar y Grupo de Contacto EHAA 2008).

3. TURBERAS

3.1. DIFINICIÓN DE TURBA Y TURBERAS

La turba es materia orgánica muerta que según CKPP (2008), podría constar de 90 por ciento de agua y 10 por ciento de restos de plantas (briófitos, líquenes, herbáceas de medios húmedos, entre otros). Así también, menciona que se forma bajo condiciones que permiten que el material vegetal se conserve por miles de años con grosores variables, debido a una combinación de saturación permanente de agua, bajos niveles de oxígeno y altos niveles de acidez.

Las turberas son humedales formados por la acumulación de turba que poseen una vegetación actual formadora de turba (Martínez *et al.* 2009). Cubren un área estimada de 400 millones de hectáreas en todo el mundo o equivalen al 3 por ciento de la cobertura terrestre, además representan la mitad de todos los humedales del mundo (CKPP 2008).

3.2. TIPOS DE TURBERAS SEGÚN EL ORIGEN DEL AGUA

3.2.1. GEOGÉNICAS

Reciben aportes de agua que han tenido contacto con el subsuelo mineral, lo que determina más diversidad florística, acidez moderada (pH aproximadamente 6), nivel freático muy cerca de la superficie y estable. Cuando la precipitación no compensa el balance hídrico el aporte de aguas subterráneas es un requisito para el desarrollo de turberas (Glasser 1997). Las turberas geogénicas son también conocido como minerotróficas (Iturraspe 2010).

3.2.2. OMBROGÉNICAS

Sólo reciben agua de precipitación, por estar elevadas sobre el terreno circundante y no reciben aportes del subsuelo. Son pobres en nutrientes y ácidas (pH aproximadamente 4), típicas de los valles de cordillera, conocidas también como ombrotróficas (Iturraspe 2010). La diferencia en la disponibilidad de nutrientes en las turberas geogénicas y ombrogénicas son detectables por sus valores de conductividad. Grootjans *et al.* (2009) mencionan que mediciones en la tierra de fuego, Argentina, varían de menos de 15 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en ombrogénicas a más de 600 $\mu\text{S cm}^{-1}$ en turberas geogénicas.

3.3. TIPOS DE TURBERAS SEGÚN SU DISPOSICIÓN EN EL TERRENO

3.3.1. FEN

Se caracteriza por tener superficie cóncava, turbera plana, con aportes subterráneos y superficiales. Es una turbera geogénica rica en nutrientes, de acidez moderada, dominada por ciperáceas (Iturraspe 2010).

3.3.2. BOG

Se caracteriza por tener una superficie convexa, turbera elevada, sin aportes subterráneos, solo precipitación. Es una turbera ombrogénica, pobre en nutrientes y muy ácida, dominada por *Sphagnum magellanicum* (Iturraspe 2010).

3.3.3. BLANQUET BOG

Su fuente de agua es por precipitación, con condiciones ombrogénicas. Es una turbera mixta, dominada por ciperáceas, *Sphagnum* y otras (Iturraspe 2010).

A continuación, se puede apreciar en la figura 1 los tipos de turberas, fen, bog y blanquet bog en el orden mencionado.

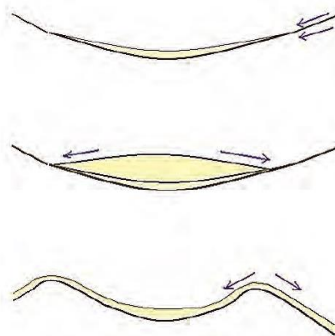


Figura 1: Tipos de turberas

FUENTE: Iturraspe 2010

4. EXTRACCIÓN DE TURBA

El CKPP (2008) menciona que el ser humano ha destruido el 25 por ciento de las turberas en el mundo. Parish *et al.* (2008) añaden que de esa destrucción el 50 por ciento es por agricultura, 30 por ciento por plantaciones forestales, 10 por ciento por extracción de turba, y 10 por ciento por el desarrollo de infraestructura.

La extracción de turba es causada por la creciente presión demográfica, así como el desarrollo inducido por fuera, las comunidades locales no pueden encontrar otra solución que sobreexplotar lo que es dado del recurso natural base, como lo menciona Parish *et al.* (2008).

Esto provoca la disminución de la cobertura vegetal, dejando al estrato rocoso expuesto a la erosión del agua y de los vientos, por lo que, según estas condiciones, la regeneración natural sería lenta y difícil debido a las bajas temperaturas (Flores *et al.* 2005). Así mismo, cuando la turba es quemada o usada como mejorador de suelos estará transfiriendo CO₂ a la atmósfera y contribuyendo con el calentamiento global, además los efectos del drenaje y la cosecha de la turba incrementan la profundidad del nivel del agua aumentando la descomposición aeróbica de CO₂ (Rydin y Jeglum 2013).

En el Reino Unido, debido a la extracción masiva de turba como materia orgánica, su comité nacional, mediante Peatland Programme, se ha trazado como meta terminar con el uso de turba por parte del sector hortícola en el 2030 (Lindsay *et al.* 2014), lo cual es una medida a seguir para tomar como ejemplo.

En el Perú, la extracción de turba o comúnmente llamado por la población local como “champeo” se viene realizando desde hace varios años. Desde el año 1996 se ha observado la depredación de *Distichia*, en 2000 hectáreas de las 4000 hectáreas que existen en las cumbres andinas de la cuenca del río Rímac (Flores *et al.* 2005). Además, Necochea (1998), señala que esta especie se reproduce en un período de 80 a 100 años, por lo que su depredación causaría daños irreversibles. Así también Flores *et al.* (2005), comentan que en la región central de nuestro país la extracción de las turberas se realiza principalmente en lugares con fáciles vías de acceso a la ciudad capital; es por esto que los sitios que se pueden ver más afectados son los bofedales de la sierra de Lima como es el caso del bofedal Milloc. Sin embargo, como menciona Flores *et al.* (2005), la sobreexplotación ha motivado la búsqueda de nuevos sitios de extracción en otras partes, por lo que los bofedales impactados por extracción de turba irán en aumento si no se toman medidas.

En el departamento de Junín, en el complejo de turberas de Marcapomacocha a una altitud de 4436 m.s.n.m., Arévalo (2005), indica que la turba es usada permanentemente como fuente que provee de energía (combustible) a la población local, además son explotadas comercialmente por algunos grupos para el abastecimiento de turba para los viveros en la capital; siendo ambos usos no sostenibles. Menciona que no todo el sistema ha sido afectado, pero sí existen extensas áreas que no se podrán recuperar y que la extracción de turba con fines energéticos está muy relacionada a aquellas familias de bajos ingresos o muy tradicionales, que no viven en el centro poblado o están muy alejadas y sólo disponen de este único recurso para cocinar y calentarse, para el caso de la extracción de turba con fines comerciales, señala que los principales extractores son personas de bajos ingresos económicos o sin empleo.

En la Reserva Nacional de Junín, Caro (2014), menciona que las “champas” (turba) en la Reserva Nacional de Junín se extraen durante la época seca, utilizando un azadón y tienen una dimensión aproximada de 70 x 35 cm con profundidades medias que van desde los 2,5 cm hasta los 8 cm correspondiendo las mayores profundidades a los bofedales. Así también, indica que la constante extracción de biomasa por “champeo” tiene un gran impacto, afectándose no sólo la belleza natural del paisaje, sino también reduciendo la cantidad de pastos disponibles para el ganado y la capacidad de recuperación de la vegetación luego de la extracción.

5. RESTAURACIÓN Y MANEJO DE TURBERAS SOMETIDAS A EXTRACCIÓN DE TURBA

Rydin y Jeglum (2013) quienes mencionan que la restauración es el proceso de retornar ecosistemas o hábitats a sus estructuras originales, composición de especies, funciones y procesos; sostienen que los indicadores críticos que se deben conocer para la restauración de turberas son: el estado hidrológico, la estructura y composición de la vegetación, la turba y los procesos de la turba. Además, comentan que la determinación del pH y el estado de nutrientes es crítica porque estará determinando que clase de ecosistema seleccionar, por ejemplo, fen rico, fen intermedio o fen pobre o bog ombrotópico; el régimen del nivel del agua también es crítico porque podría coincidir con el régimen del nivel del agua para un ecosistema siendo este favorecido. Así también, mencionan que para realizar una restauración se debe tener la presencia suficiente de especies residuales para el ecosistema, o en caso sea necesario, se debe adicionar semillas, partes vegetativas, plantones sobre el sitio para propagar es por esto que la estrategia de restauración o recuperación depende de la cantidad de vegetación de la superficie viva original que queda (Rydin y Jeglum 2013).

Existen experiencias exitosas de restauración de bofedales con la construcción de diques, los cuales según como menciona Howie *et al.* (2009), sirven para retardar el movimiento del agua de los bogs y lentamente elevar el nivel del agua. Otra solución que mencionan Rydin y Jeglum (2013) es la construcción de zanjas en los contornos y rellenarlas con el material usado para hacerlas para mantener el nivel de agua.

6. BOFEDALES

Según Gil (2015), el bofedal es un humedal altoandino localmente conocido como “oqhonal” o “chiwar”, constituye un área de terreno importante saturado de humedad debido a que el suelo es rico en materia orgánica, de escaso drenaje y densamente cubierto de vegetación cespitosa.

Se alimentan del agua proveniente del deshielo de los glaciares, del afloramiento de agua subterránea (puquial) y de la precipitación pluvial (MINAM 2012). Su ubicación es en la región puna desde los 3 800 m.s.n.m. hasta los pies de glaciares, en terrenos planos saturados de humedad, encontrándose a lo largo de riachuelos lentos, al borde de las lagunas, pantanos o sobre acuíferos subterráneos (Gil 2015). Sólo pueden desarrollarse en aquellos lugares en donde el aprovisionamiento de agua pueda ser garantizado todo el año (Ruthsatz 2012).

Tienen suelos hidromorfos y poco drenados (Gil 2015), así también Hernández (2010) menciona que los suelos de estos humedales se encuentran saturados de agua lo cual trae como consecuencia poca o nula presencia de oxígeno, formándose un ambiente anaeróbico en el cual las tasas de descomposición son bajas y favorecen, de esta manera, a la acumulación de grandes cantidades de carbono.

En la puna muchísimas especies de diversas familias exhiben la particularidad de elevarse apenas sobre la superficie del suelo (Weberbauer 1945). La vegetación que crece en las zonas altoandinas ha tenido que adaptarse a las condiciones de frío intenso para lo cual ha desarrollado ciertas adaptaciones. Entre estas adaptaciones se encuentran modificaciones de estructura, como enanismo, formas arrosietadas, macollas o clones densos, densa pubescencia, xeromorfismo, raíces principales profundas pero flexibles, especificidad en micro sitios, entre otras (Maldonado 2010).

La composición y diversidad botánica de los bofedales exhiben considerable variación con la ubicación, altitud, topografía, humedad, exposición, latitud e influencia de ganado; y la mayoría son compuestos de diferentes comunidades vegetales (Ruthsatz 2012).

Ruthsatz (2012) menciona que en los andes tropicales los géneros dominantes que conforman los bofedales son tres y pertenecen a la familia de las juncáceas: *Distichia*, *Oxychloe* y *Patosia*, en parte con varias especies.

6.1. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS BOFEDALES

Los servicios ecosistémicos que brindan los bofedales constituyen un patrimonio de la nación, los cuales pueden clasificarse en servicios de provisión, de regulación, de apoyo y culturales (Havsted *et al.* 2007). Sotil y Flores (2014) mencionan que los bofedales proveen de agua dulce y forraje para el ganado, evitan la erosión del suelo, regulan el sistema hídrico evitando las inundaciones, mejorando la calidad del agua y su almacenamiento. Así también, brindan apoyo como refugio a la fauna silvestre, cobertura y hábitat para las especies migratorias, además es un patrimonio cultural que brinda belleza escénica y paisajística que puede ser empleada para recreación y turismo.

También, según el MINAM (2012) captura gran cantidad de carbono debido a que la poca disponibilidad de oxígeno por el drenaje pobre, favorece la acumulación de un grueso colchón orgánico proveniente de las raíces muertas de las plantas. 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 (Maldonado 2010). A continuación, se muestra en la tabla 1, los servicios ecosistémicos de los bofedales.

Tabla 1: Servicios ecosistémicos de los bofedales

Tipología	Servicio Ecosistémico del bofedal
Provisión	Agua dulce Forraje
Regulación	Captura de carbono Control de erosión de suelo Regulación de inundaciones
	Calidad y cantidad de agua Purificación de agua Sedimentación y carga nutrientes
	Almacenamiento de agua Regulación del clima local
	Refugio de fauna silvestre Cobertura y hábitat para la reproducción Migración de animales silvestres
Apoyo	Funcionamiento del ciclo hidrológico Mantenimiento de los ciclos de vida
	Belleza escénica y paisajística Patrimonio cultural Recreación y turismo

FUENTE: Sotil y Flores (2014)

6.2. COMUNIDADES VEGETALES EN BOFEDALES

Existen varios tipos de clasificación de bofedales, según su vegetación, altitud, condiciones climáticas, hidrología, entre otros.

Maldonado (2014) describe los tipos de vegetación de bofedales según sus comunidades de plantas hidrofíticas los cuales son:

6.2.1. TURBERAS DE DISTICHIA

Esta comunidad de plantas de puna se caracteriza por formar colchones duros principalmente del género de *Distichia*, la ausencia de arbustos, la baja frecuencia de musgos y gramíneas y generalmente la ausencia de *Spagnum*.

6.2.2. TURBERAS CON MUSGO Y ARBUSTOS

Este tipo de bofedal es caracterizado por la abundancia de musgo especialmente del género *Spagnum* y arbustos ericáceos dispersos. Esta comunidad no es muy común en Perú.

6.2.3. PRADOS TURBOSOS

Esta comunidad se caracteriza por la presencia de ciertas especies de la familia poaceae y la ausencia de *Spagnum*. Las plantas vasculares dominantes son típicamente de la familia cyperaceae (*Carex*, *Eleocharis*, *Phylloscirpus* y *Scirpus*), juncaceae (*Juncus* y *Luzula*) o gramíneas altas, generalmente las especies del género *Festuca* y *Calamagrostis*.

6.2.4. CÉSPED DE ARROYO

El césped de arroyo es caracterizado por la presencia de muchas plantas de bajo crecimiento que forman una especie de alfombra. Esto se ubica usualmente en las orillas de los ríos (Weberbauer 1945) y alrededor de otras fuentes de agua o en áreas con alta humedad. Así como en el prado turboso, el césped de arroyo no presenta *Spagnum* y se desarrolla en paisajes interandinos y cuevas occidentales andinas en todo el país. *Plantago tubulosa* y *Werneria pygmaea* son características, junto con otras especies de asteráceas, cyperáceas y juncáceas.

6.2.5. COMUNIDADES MIXTAS

Ruthsatz (2012), menciona que la mayoría de bofedales son complejos compuestos por diferentes comunidades vegetales (comunidades mixtas). Así también, tanto Tovar (1973) como Maldonado Fonkén (2014) han reportado la presencia de turberas mixtas de *Plantago rigida* y *Distichia muscoides* en Ayacucho.

6.3. CLASES DE BOFEDALES

Alzérreca (2011), clasifica a su vez a los bofedales según su altitud, recurso climático e hídrico y el grado de pH.

6.3.1. CLASES DE BOFEDALES SEGÚN SU ALTITUD

Bofedales de tipo altiplánico: Con altitudes que van de 3 809 m.s.n.m. hasta los 4 099 m.s.n.m.

Bofedales de tipo altoandino: Con altitudes de 4 100 m.s.n.m. a más niveles de altitud, por lo general 4 500 m.s.n.m.

6.3.2. BOFEDALES SEGÚN SU RECURSO CLIMÁTICO E HÍDRICO

Hidromórficos: Los que se encuentran en la ecorregión puna húmeda.

Mésicos: Por lo general se encuentran en la ecorregión puna seca.

6.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS FAMILIAS TAXONÓMICAS DE LOS BOFEDALES

Las familias más representativas de los bofedales son las siguientes:

6.4.1. ASTERACEAE

La familia de las asteráceas se distribuye en una gran variedad de hábitats, incluyendo la puna, las vertientes occidentales y orientales de los andes, los valles interandinos, las lomas, los desiertos y la ceja de montaña; con pocas especies presentes en los bosques lluviosos tropicales y subtropicales (McBride *et al.* 1936).

Es la familia más numerosa de las plantas con flores, con unos 1100 géneros y 20 000 especies. Se caracterizan por ser plantas herbáceas anuales o perennes, más raramente arbustos o árboles, presentan flores agrupadas en capítulos, inflorescencia que funcionalmente se comporta como una flor. Tienen hojas sin estípulas, generalmente alternas, en ocasiones en roseta basal; pueden presentar espinas. El receptáculo puede ser plano, cóncavo o convexo y

tener escamas o pelos entre las flores. Su corola está formada por 5 pétalos soldados; puede ser tubulosa, con forma de tubo o de lengüeta con 3 o 5 dientes (lígulas o flores liguladas) (Peralta y Royuela 2015).

Algunas especies de asteráceas que se encuentran en bofedales: *Cotula mexicana* (DC.) Cabrera, *Cuatrecasasiella isernii* (Cuatrec.) H. Rob., *Hypochaeris taraxacoides* (Walp.) Ball, *Mniodes kunthiana* (DC.) S. E. Freire, *Oritrophium limnophilum* (Sch. Bip.) Cuatrec., *Senecio macrorrhizus* Wedd., *Werneria heteroloba* Wedd., *Werneria pygmaea* Gillies ex Hook. & Arn., *Werneria nubigena* Kunth, *Werneria solivifolia* Sch. Bip., entre otras.

6.4.2. POACEAE

La mayoría son plantas herbáceas con excepción de los bambúes, carrizo y caña brava. Al tallo se le conoce con el nombre de “caña o culmo” que puede ser sólido o hueco y presenta unos abultamientos llamados nudos. Las hojas de las gramíneas poseen tres partes. La vaina es la parte que rodea a la caña en la porción inferior; la lámina es la parte laminar que puede ser plana, enrollada (convoluta e involuta) y plegada; y la lígula es la parte que se ubica en la unión de la vaina y la lámina y que generalmente es laminar y membranacea (Tovar y Oscanoa 2002).

Algunas especies de esta familia que se pueden encontrar en bofedales son las siguientes: *Aciachne pulvinata* Benth., *Agrostis breviculmis* Hitchc. vel aff., *Calamagrostis chrysantha* (J. Presl) Steud., *Calamagrostis rigescens* (J. Presl) Scribn., *Calamagrostis rigida* (Kunth) Trin. ex Steud., *Calamagrostis spicigera* (J. Presl) Steud., entre otras.

6.4.3. JUNCACEAE

Son plantas herbáceas con hojas mayormente basales, lineales o filiformes semejantes a las hojas de las gramíneas; con inflorescencia en panículas o en cabezuelas, flores hermafroditas generalmente; perianto glumáceo o bracteado, no diferenciado en cáliz o corola; de 3 a 6 estambres. Posee ovario súpero unilocular y fruto capsular (Tovar y Oscanoa 2002).

Algunas especies que se encuentran en bofedal son: *Juncus stipulatus* Nees & Meyen, *Distichia muscoides* Nees & Meyen, *Luzula racemosa* Desv., entre otras.

6.4.4. CYPERACEAE

Son plantas herbáceas, con frecuencia perennes que desarrollan rizomas o estolones. Tienen tallos macizos, trígonos o cilíndricos; hojas estrechas, normalmente con la vaina cerrada (en ocasiones reducidas a ésta) y situadas en la base de los tallos. Sus flores son hermafroditas o unisexuales agrupadas en espiguillas; en el eje de cada espiguilla se disponen brácteas o glumas de manera dística, y en su axila las flores. Las espiguillas se agrupan a su vez en diversos tipos de inflorescencia y su fruto es un aquenio. Por su aspecto pueden confundirse con las gramíneas de las que se distinguen por el tallo macizo y sin nudos (Peralta y Royuela 2015).

Algunas de las especies de esta familia son: *Phylloscirpus deserticola* (Phil.) Dhooge & Goetgh. vel aff., *Zameioscirpus muticus* Dhooge & Goetgh., entre otras.

6.4.5. GENTIANACEAE

Son usualmente hierbas, a veces arbustos o pequeños árboles con hojas usualmente opuestas, simples con margen entero. Con coláteres presentes en las axilas de las hojas y en la base adaxial del cáliz. Sus flores son de corola gamopétala, comúnmente con aestivación contorta, con estambres insertos en la corola y ovario súpero. Sus frutos son usualmente cápsulas (UDELAR 2017).

En los bofedales podemos encontrar a *Gentianella sandiense* (Gilg) J.S. Pringle vel aff., *Gentiana sedifolia* Kunth, entre otras especies de la familia gentianaceae.

6.4.6. PLANTAGINACEAE

Presenta una distribución geográfica casi cosmopolita, pero es más diversa en áreas templadas. Son hierbas o menos comúnmente arbustos, a veces acuáticas, autotróficas, sin haustorios. Sus hojas son alternas, en espiral u opuestas, ocasionalmente verticiladas, simples; tienen margen entero o variadamente dentado, venación pinnada, pero más o menos paralela en el género *Plantago*. Sus flores son usualmente zigomorfas y bisexuales, pero más o menos actinomorfas en *Plantago* y sus frutos son usualmente cápsulas (UDELAR 2017).

Las especies que se pueden observar en bofedales son: *Plantago tubulosa* Decne., *Ourisia muscosa* Wedd., entre otras.

6.4.7. ROSACEAE

El área primaria de diversidad de la familia son las regiones templadas a subtropicales del hemisferio norte. Algunos géneros como *Acaena* y *Polylepis* están centrados en el hemisferio Sur. Pueden ser hierbas, árboles, arbusto con hojas simples o compuestas (pinnadas o palmadas) usualmente alternas, y raramente opuestas. Tiene estipulas usualmente presentes, flores con hipanto y disco nectarífero usualmente presente. Posee usualmente 5 sépalos y 5 pétalos (UDELAR 2017).

Se encuentran en bofedales *Alchemilla diplophylla* Diels, *Alchemilla pinnata* Ruiz & Pav., entre otras.

6.4.8. CAMPANULACEAE

Están representadas en todos los continentes salvo la Antártica. Se distribuyen en regiones templadas y subtropicales, y en hábitats montanos de regiones tropicales. Son hierbas, arbustos, árboles, o lianas, se caracterizan por presentar látex lechoso. Sus hojas son usualmente alternas, simples y sus flores son zigomorfas, frecuentemente vistosas; su corola es frecuentemente tubular; posee 5 estambres fusionados en una columna; y presenta pelos o escamas frecuentemente presentes en el ápice de las anteras inferiores (UDELAR 2017).

Se ha observado a la especie *Lobelia oligophylla* (Wedd.) Lammers presente en bofedal.

6.4.9. CARYOPHYLLACEAE

Esta familia es ampliamente distribuida, especialmente en regiones templadas y cálidas del hemisferio norte. Pueden ser hierbas o arbustos y se caracterizan por poseer hojas usualmente opuestas, a veces en roseta basal, verticiladas o raramente alternas, además tienen flores actinomorfas con ovario súpero y placentación libre central o basal. Mayormente se encuentra en ambientes abiertos o sitios perturbados (UDELAR 2017).

La especie *Arenaria digyna* Willd. ex Schldl. fue observada en el bofedal Milloc.

6.4.10. OROBANCHACEAE

Presenta una distribución geográfica casi cosmopolita, ocupando variedad de hábitats. Algunas especies se encuentran en hábitats montañosos, mientras otras ocupan tierras bajas en sabanas, llanos, catingas, y otros hábitats abiertos. Pueden ser hierbas, hemiparásitas a holoparásitas. Tienen hojas simples, alternas y en espiral u opuestas. Sus flores son zigomorfas y bisexuales con placentación axilar a parietal y sus frutos son cápsulas (UDELAR 2017).

La especie *Bartsia pedicularoides* Benth. fue observada en el bofedal Milloc.

7. LA COMUNIDAD CAMPESINA SANTIAGO DE CARAMPOMA

7.1. HISTORIA

La comunidad campesina Santiago de Carampoma está ubicada políticamente en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima. En este lugar se desarrolló el ayllu llamado Japaní, el cual presenta dos periodos, que van desde el Intermedio Tardío (1100-1440 d.C.) al Horizonte Tardío (1440-1532 d. C) (Ponciano s.f.). Japaní corresponde a uno de los más importantes sitios arqueológicos del valle del río Santa Eulalia debido a la integración cultural y natural de la zona (Ponciano 2006).

En 1576 la ordenanza del Virrey Francisco de Toledo, dispuso que el ayllu de Japaní se trasladara al lugar de Carampoma, con el fin de constituir la reducción del pueblo de Carampoma y adoctrinarse en la religión católica, esto significó el fin del ayllu de Japaní.

Carampoma, fue creado en la época de la independencia por el libertador Don Simón Bolívar mediante Decreto el 21 de julio de 1825, ratificada por Don Ramón Castilla. Desde entonces su capital fue el pueblo de Carampoma y sus anexos Laraos, Iris y Huanza (Municipalidad de Carampoma s.f) que actualmente son distritos. Luego el 11 de diciembre de 1985 por la resolución directoral N° 680-85-AG-DR.VI.L. fue inscrita como “Comunidad Campesina Santiago de Carampoma”.

7.2. ORGANIZACIÓN

La comunidad campesina Santiago de Carampoma tiene un total de 84 comuneros de los cuales 64 se encuentran activos y 20 inactivos. Cuenta con unos 300 pobladores, con un promedio de 3 a 4 hijos por familia (Sembrero y Valencia 2015). Tiene un total de 30 000 ha, y un título que lo reconoce como propietario de sus tierras, y sus límites ya están determinados.

La comunidad tiene a sus propias autoridades administrativas las cuales están lideradas por el presidente de la comunidad y su junta directiva la cual está constituida por: el vicepresidente, fiscal, secretario, tesorero y dos vocales. Así también, existen responsables para el uso y cuidado del agua los cuales en orden de jerarquía son: regidor, alcalde campo, juez de campo, y campo. Ellos están encargados también de la fiesta tradicional de la “champería” que se realiza en el mes de abril y que consiste en la limpieza de canales de riego.

A su vez también tienen autoridades políticas que son: el gobernador, y sus ayudantes que son los alguaciles. Todas estas autoridades son elegidas democráticamente por votación de los comuneros inscritos.

7.3. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Los principales ingresos económicos están predominados por la ganadería con más del 50% de familias dependientes de esta actividad y en menor porcentaje se encuentra la agricultura familiar, donde su principal cultivo es la papa. Actualmente, se encuentra creciendo el porcentaje de hombres que trabajan como obreros en construcción debido a la presencia de hidroeléctricas y mineras de la zona. (Sembrero y Valencia 2015).

En el bofedal de Milloc, los comuneros pastan a sus animales como: vacas, ovejas, llamas, además también hay crianza de cerdos.

7.4. PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN EL BOFEDAL MILLOC

En el bofedal de Milloc se encontraron perturbaciones, como la extracción de la turba (compuesta principalmente por *Distichia muscoides*) que se comercializa en la ciudad de Lima como sustrato para el cultivo de plantas ornamentales y frutales; seguido de la remoción de la vegetación por la actividad minera y el sobrepastoreo. Estas perturbaciones aceleran la descomposición de la materia orgánica, provocan el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero, alteran el equilibrio hídrico, destruyen el paisaje y hábitat de la fauna silvestre.

La extracción de turba se realiza por personas ajenas a la comunidad quienes, en busca de materia orgánica y abonos para su comercialización, extraen la turba de los bofedales dañando a la vegetación. La extracción no sólo se realiza en Milloc sino también en zonas cercanas a la carretera como en la laguna de Huachuar y Canchis que se encuentran en la microcuenca del río Suncha, afluente del río Santa Eulalia.

La extracción de turba del bofedal de Milloc tiene lugar en profundidades que varían entre los 20 y 50 cm. Además, el vertedero de las mineras cercanas podría alterar la química del bofedal. Así mismo, en Milloc se observa un canal que atraviesa el bofedal lo cual también puede haber alterado su equilibrio hídrico, causando alteraciones en la vegetación.

8. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE VEGETACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO DE COBERTURA REPETIDA

El método consiste en registrar la presencia y ausencia de cada especie en cada punto y se basa en el hecho que en cada unidad puntual existen dos alternativas; que la especie esté presente o ausente (Mateucci y Colma 1982). Por lo cual la proporción de puntos en que la especie está presente se obtiene de la división de presencia o ausencia por puntos en un transecto (m_i), entre el número de puntos totales en el mismo transecto (M_i), y multiplicada por 100 la división, se obtiene la cobertura repetida (Ramírez 2011).

$$X_i: (m_i/M_i) \times 100$$

m_i : presencia o ausencia de especies en un punto

M_i : número de puntos en un transecto

Este es un método apropiado para evaluar pastizales y vegetación baja, usado con frecuencia como índice de vigor, y además proporciona información de la contribución de cada especie.

9. ÍNDICE DE DESNUDEZ DEL SUELO (IDS)

Su cálculo se obtiene sumando los puntos obtenidos en suelo desnudo, más roca, más pavimento de erosión. Este índice constituye un indicador indirecto de la cobertura del suelo y de su grado de erosión. En este caso se ha considerado suelo desnudo a las siguientes categorías: agua, mantillo, musgo, suelo rojizo, y materia orgánica.

Tabla 2: Índice de condición de suelo (D-R-P) de suelo desnudo, roca o pavimento de erosión

<i>% Índice de D-R-P</i>	<i>Puntaje</i>	<i>Calificación</i>
0 – 10	0 – 2	Excelente
11 – 30	2 – 6	Bueno
31 – 50	6 – 10	Regular
51 – 60	10 – 12	Pobre
61 o más	13 o más	Muy Pobre

FUENTE: Flores, 2005 y Flores y Malpartida, 1988.

10. MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD ALFA

La diversidad se puede medir como diversidad alfa, diversidad beta y diversidad gamma. La diversidad alfa muestra la riqueza de las poblaciones dentro de comunidades. Se dividen en 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).

10.1. RIQUEZA ESPECÍFICA

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). La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de describir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno 2001).

10.2. ABUNDANCIA RELATIVA

Mide la estructura de la comunidad. Los métodos basados en su estructura pueden a su vez clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad (Moreno 2001).

10.2.1. ÍNDICE DE DOMINANCIA

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad (Moreno 2001).

El índice de dominancia de Simpson mide la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de la misma comunidad pertenezcan a la misma especie.

Sin embargo, este índice también se utiliza para determinar la probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean diferentes, a esto también se le llama riqueza de Gini-simpson o diversidad de Simpson.

10.2.2. ÍNDICE DE EQUIDAD

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra.

El índice de Shannon-Wiener mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran 1991). Además, es sensible a los cambios en la proporción de especies raras (Gurevith *et al.* 2006).

Normalmente toma valores entre 1 y 4.5 y valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos".

El índice de equidad de Pielou evalúa el grado de uniformidad en la distribución de la abundancia entre las especies. Su valor va de 0 a 1 de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno 2001).

11. MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD BETA

La diversidad Beta es el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales. Es una dimensión que está basada en proporciones o diferencias las cuales pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, y de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida con número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad Beta propiamente dichos (Magurran 1991).

12. DIVERSIDAD GAMMA

Whittaker (1972) define la diversidad Gamma como la riqueza en especies de un grupo de hábitats (un paisaje, un área geográfica, una isla) que resulta como consecuencia de la diversidad Alfa de las comunidades individuales y del grado de diferencia entre ellas (diversidad Beta).

13. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA

El índice de valor de importancia define cuales de las especies presentes contribuyen con mayor valor especial en la estructura de un ecosistema (Cottam y Curtis 1956). Este valor se obtiene en este caso de la suma de la frecuencia relativa, y la cobertura repetida que viene a ser la abundancia.

13.1. FRECUENCIA DE CADA ESPECIE (FI)

Se calcula como el número de transectos en los que está presente la especie i, entre el número total de transectos por 100.

Fi: (No de transectos conteniendo la especie i/ No transectos totales) x 100

13.2. FRECUENCIA RELATIVA (FR)

Se calcula dividiendo la frecuencia de cada especie entre la suma de las frecuencias de todas las especies y multiplicándolo por 100. De esta manera se tiene el porcentaje que le corresponde a cada especie.

Fr: $(F_i / \sum F_i) \times 100$

13.3. COBERTURA

La cobertura de una especie, es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada. Se expresa como porcentaje de la superficie total. La cobertura ha sido utilizada con mucha frecuencia como medida de la abundancia de los atributos de la comunidad, especialmente cuando la estimación de la densidad resulta difícil por la ausencia de límites netos visibles entre los individuos, como ocurre con los pastizales, en el caso de plantas macollantes cespitosas o de cojín. Esta variable es factible de evaluación subjetiva (Mateucci y Colma 1982).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. ÁREA DE ESTUDIO

El bofedal Milloc se encuentra en territorio de la comunidad campesina Santiago de Carampoma, en la parte alta de la cuenca del río Macachaca, que, a su vez, es parte de la cabecera de la cuenca del río Santa Eulalia, políticamente se ubica en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima (figura 2). El distrito de Carampoma limita al norte con el distrito de Huanza y el departamento de Junín, al oeste con el distrito San Pedro de Laraos, al sur con los distritos San Juan de Iris, Matucana y San Mateo y al este con el distrito de Chicla. Sus coordenadas van desde 11°34'11,60" a 11°35'9,96" latitud sur y de 76°21'3,36" a 76°22'14,92" longitud oeste.

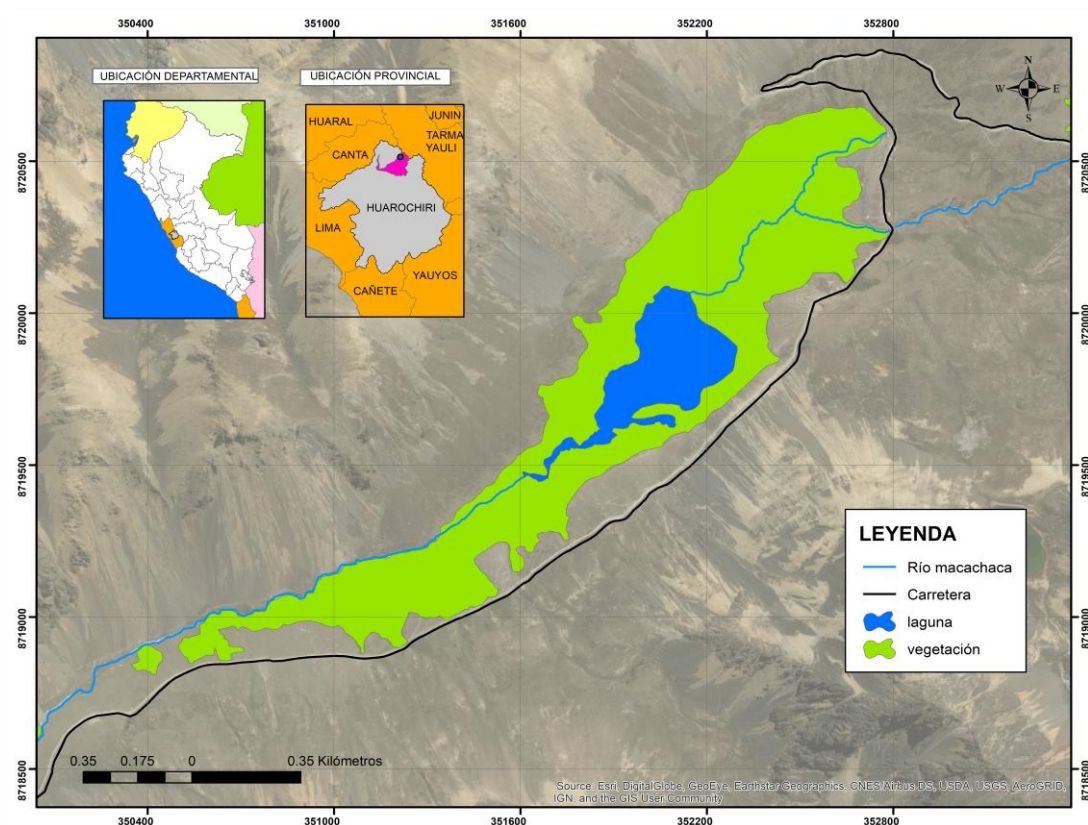


Figura 2: Mapa de ubicación del bofedal Millo

FUENTE: Elaboración propia

El bofedal Milloc tiene una altitud que va desde los 4 335 m.s.n.m. hasta los 4 356 m.s.n.m. y el área específica de trabajo tiene 75,53 ha de vegetación de bofedal la cual está a los alrededores de la laguna Milloc.

Esta zona se eligió por ser uno de los lugares más afectados por la actividad del champeo y por ser importante para la comunidad por fines económicos, culturales, además de ser parte del recorrido que realizan los observadores de aves a nivel mundial y tener libre acceso al lugar.

Según el mapa de zonas de vida de la Oficina Nacional de Recursos Naturales (INRENA 1994), el bofedal Milloc pertenece a la zona de vida Páramo muy húmedo - Subalpino Tropical (pmh-SaT).

En la zona de vida Paramo muy húmedo Subalpino tropical (pmh-SaT), la biotemperatura media anual varía entre los 3° C y 6°C y el promedio de precipitación total por año es variable entre 500 y 1000mm. El promedio de la relación de evapotranspiración potencial total por año varía entre 0,5 y uno lo que ubica a esta zona de vida en la provincia de humedad: húmedo (INRENA 1994).

Según la clasificación que hace Alzérreca (2011), de los bofedales, el bofedal Milloc sería según su altitud un bofedales de tipo altoandino ya que tiene una altitud mayor a 4100 que va por lo general de 4335 m.s.n.m. a 4356 m.s.n.m. Según su recurso climático e hídrico sería un bofedal hidromórficos, por tener una precipitación mayor a 400 mm (aprox.800 mm anual) y encontrarse en la ecorregión de puna húmeda.

De acuerdo con la clasificación de bofedales de Maldonado (2014), en el bofedal de Milloc se han encontrado tres comunidades vegetales: turbera de *Distichia*, prados turbosos y césped de arroyo, los cuales se presentan en el bofedal en diversas áreas dándole una forma mixta.

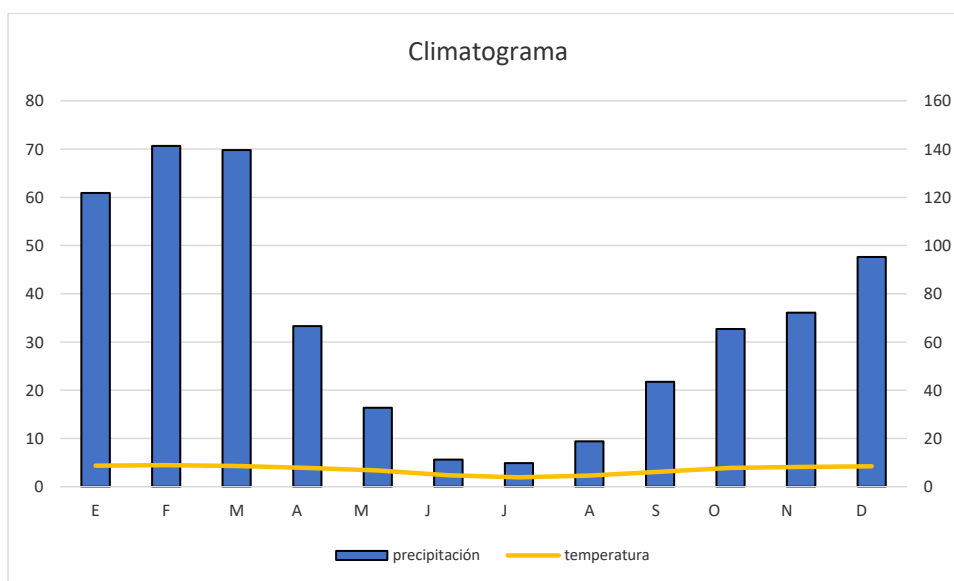
Ruthsatz (2012) menciona que en los andes tropicales los géneros dominantes que conforman los bofedales pertenecen a la familia de las juncáceas: *Distichia*, *Oxychloe* y *Patosia*, en parte con varias especies. En el bofedal de Milloc se presenta de forma más abundante la *Distichia muscoides*, en cambio los géneros *Oxychloe* y *Patosia* no han sido observados en los transectos.

La extracción de turba que ha sufrido el bofedal se ha realizado aproximadamente desde hace 37 años, desde 1980 según varios de los pobladores, sin embargo, ya se ha dejado de extraer hace aproximadamente 5 años debido a que la vegetación que produce más turba que es la *Distichia* ya la extrajeron casi en su totalidad, y sólo queda la vegetación más alejada de la carretera.

2. TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN

Con los datos del programa LocClim de la FAO se estimó la temperatura promedio mensual, la precipitación y la evapotranspiración potencial del bofedal Milloc. Esto se realizó utilizando como dato la latitud $-11,32^\circ$, longitud $-76,21^\circ$, y altitud de 4341 m, y 10 estaciones meteorológicas cercanas.

Como se puede ver en la figura 3, la temperatura promedio mensual estimada resulto de $2,75^\circ\text{C}$, siendo el mes de menor temperatura julio con $0,93^\circ\text{C}$, y el mes con mayor temperatura febrero con $4,14^\circ\text{C}$ en promedio.



FUENTE: Elaboración propia con datos de LocClim

Figura 3: Climatograma del bofedal Milloc

La precipitación mensual promedio estimada con LocClim es menor en el mes de julio con 9,62 mm/mes y mayor en el mes de febrero con 139,3mm/mes. La evapotranspiración potencial es mayor en el mes de diciembre con 72,88 mm/mes y menor en junio con 49,14

mm/mes. Según el gráfico se puede observar que la época seca empieza a fines de abril y termina a fines de noviembre empezando la época húmeda hasta fines de abril nuevamente.

La temperatura promedio mensual obtenida con el programa LocClim es un poco menor de la esperada según la zona de vida mencionada, en cambio la precipitación promedio anual resultado 818,27 mm/año la cual si esta entre los parámetros de la zona de vida pmh-SaT, esto podría deberse a que el área de estudio se encuentra en una zona de transición con Tundra pluvial-Alpino Tropical (tp-AT).

3. RELIEVE Y SUELOS

En el caso del bofedal Milloc, el relieve es plano y ligeramente ondulado por la presencia de plantas en forma almohadillada. En la parte superior de la laguna (relieve A) la pendiente promedio varía de 5,2 por ciento y -0,3 por ciento, con una tendencia a aumentar la pendiente al terminar el bofedal y empezar la zona de pastizales; en la zona terminando la laguna (relieve B) tiene una pendiente promedio de 1,8 por ciento y de -2,2 por ciento la cual es más colinosa y ondulado.

En la figura 4 se observa la ubicación del relieve A en la zona noreste de la laguna y el relieve B en la zona suroeste de la laguna.

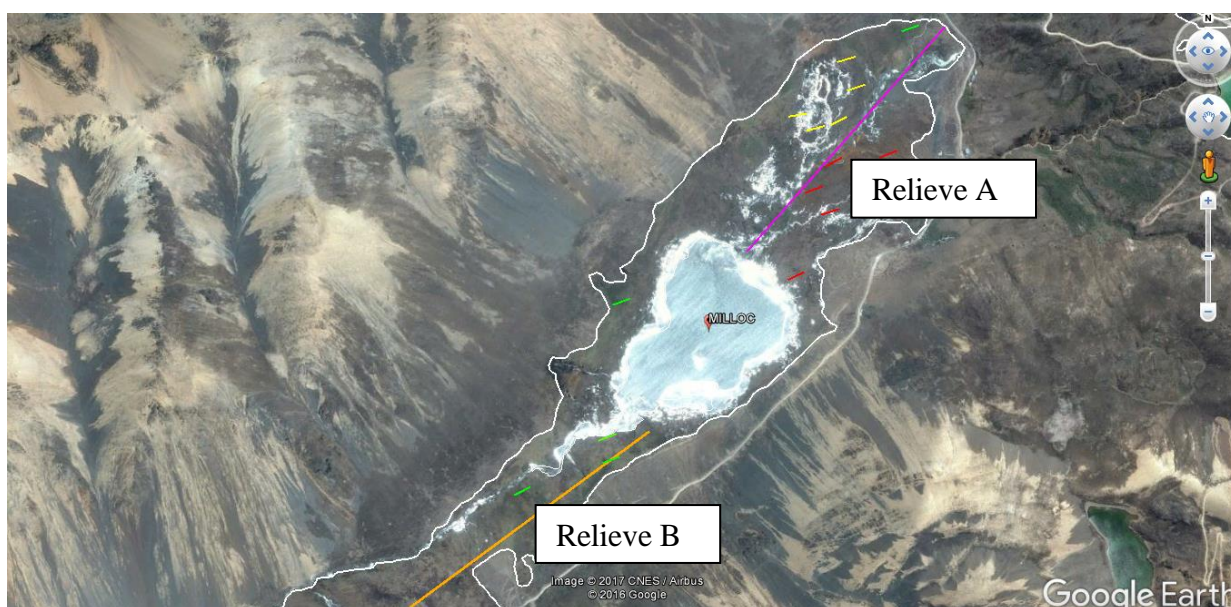


Figura 4: Ubicación de los relieves A y B de la laguna Milloc

FUENTE: Elaboración propia con imagen de Google Earth Pro

El eje de corte de la zona noroeste de la laguna (relieve A), que se puede observar en la figura 5, tiene una longitud de 815 m y una altitud que varía de 4335 m.s.n.m. a 4367 m.s.n.m. donde menor es la altitud al acercarse a la laguna y mayor al alejarse de esta al noroeste.

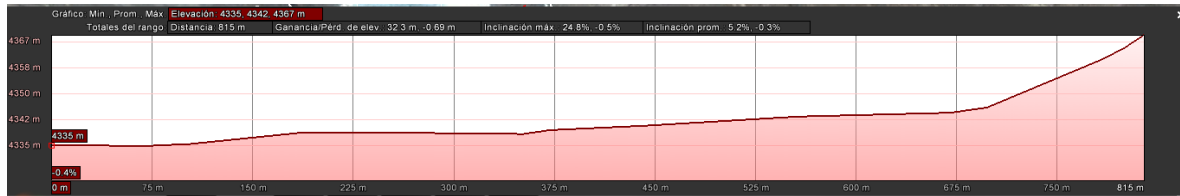


Figura 5: Relieve de la zona noroeste de la laguna (relieve A)

FUENTE: Elaboración propia

El eje de corte de la zona suroeste de la laguna (relieve B) que se puede observar en la figura 6, tiene una longitud de 785m y una altitud mínima de 4330 m.s.n.m. a los 400 m a 500 m del eje y una altura máxima de 4335 m.s.n.m. que va desde los 216m a 266m del eje.

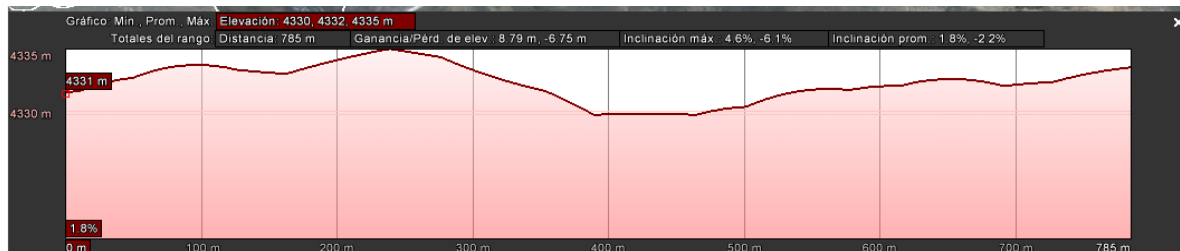


Figura 6: Relieve de la zona suroeste de la laguna (relieve B)

FUENTE: Elaboración propia

En el perfil perpendicular al río que se encuentra en la figura 7, se puede ver que el bofedal se encuentra en la parte baja de montañas, lo cual muestra la forma de un valle glacial formando una hoyada, gracias a esta forma es que se almacena el agua de las partes altas formando los bofedales.

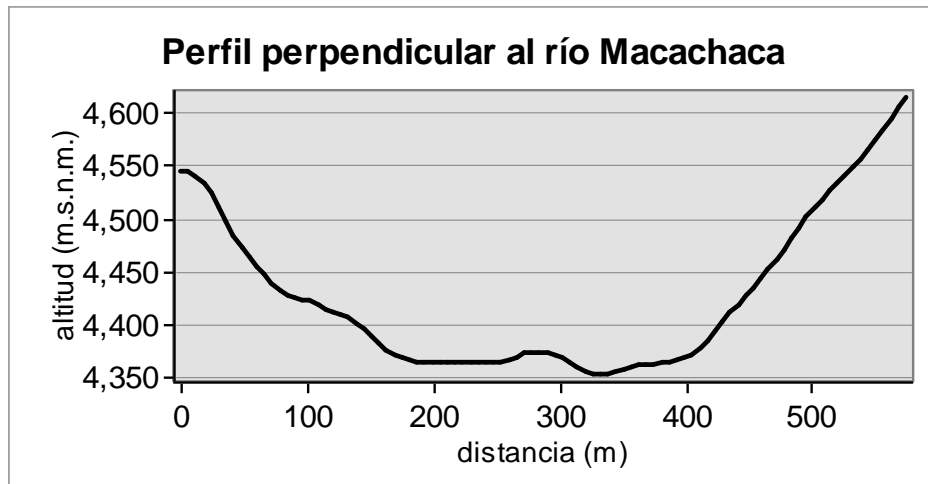


Figura 7: Perfil perpendicular del río Macachaca

FUENTE: Elaboración propia

4. FAUNA

Los bofedales de la subcuenca del río Santa Eulalia albergan una importante diversidad, algunas endémicas, como *Cinclodes palliatus* (churrete de vientre blanco), especie en estado crítico de conservación (UICN 2016a), y *Phegornis mitchelli* (chorlito cordillerano) que se encuentra casi amenazada (UICN 2016b), los cuales son buscados por los birdwaching y representan una oportunidad para el desarrollo del aviturismo en la zona el cual se viene desarrollando pero sin involucrar a las poblaciones locales (Valencia *et al.* 2017).

El *Thinocorus rumicivorus* conocido como puco puco de altura, también ha sido registrado por Tello y Calle (2015) en el bofedal Milloc, así como el *Cinclodes palliatus* y el *Phegornis mitchelli*. Se ha podido registrar también un anfibio de la especie *Rhinella spinulosa*, así como también de un arácnido de la familia Lycosidae.

Es necesario investigar más a detalle los otros componentes de la fauna como los anfibios, insectos, entre otros, para conocer más su diversidad.

5. MATERIALES

5.1. DE CAMPO

- Vegetación de bofedal
- Varillas de metal
- Cámara fotográfica digital
- GPS Garmin 64s
- Libreta de campo
- Navaja
- Bolsas ziploc
- Bolsas plásticas
- Barreno para muestreo de suelo
- Plumón indeleble
- Papel toalla
- Papel periódico

5.2. DE GABINETE

- Software PAST, ArcGis 10.3 , Primer 6, R studio y LocClim
- Imágenes Áster de Google Earth Pro

6. MÉTODOLOGÍA

Se realizaron evaluaciones en campo donde se recolectó muestras vegetales en los alrededores de la laguna Milloc en época húmeda y seca durante el año 2016. Además, se recopiló y revisó información de investigaciones relacionadas a la temática de la presente tesis.

6.1. IDENTIFICACIÓN A LAS ÁREAS A EVALUAR

La determinación de cada zona se realizó en función a la cobertura y a las evidencias de extracción de turba las cuales se pueden identificar fácilmente por las formas cuadradas descubiertas de vegetación con profundidades variables que dejan los extractores. A continuación, se describe cada zona:

6.1.1. ZONA CONTROL

La zona control se caracterizó por presentar una alta cobertura vegetal, pues esta zona no presenta extracción de turba. Por lo que se considera que sería una referencia para las otras zonas. Se puede observar en la figura 8 una imagen de la zona control.



Figura 8: Zona control del bofedal de Milloc

FUENTE: Elaboración propia

6.1.2. ZONA DE RECUPERACIÓN

Esta zona se caracteriza por presentar cobertura vegetal menos densa que la zona control, además de presentar evidencias de extracción de turba que dejan los extractores y mayor cantidad de área inundada donde se observa la presencia de individuos vegetales en crecimiento. Se puede observar en la figura 9 la zona de recuperación.



Figura 9: Zona de recuperación del bofedal de Milloc

FUENTE: Elaboración propia

6.1.3. ZONA IMPACTADA

Esta zona se caracteriza por presentar una cobertura vegetal mínima, mucho menor que la zona de recuperación, además de presentar evidencias de extracción de turba que los extractores dejan con la pala con mayores profundidades. Además, se caracteriza por tener una cobertura predominante de suelo desnudo, mantillo, y de coloración rojiza. Se puede observar en la siguiente figura 10.

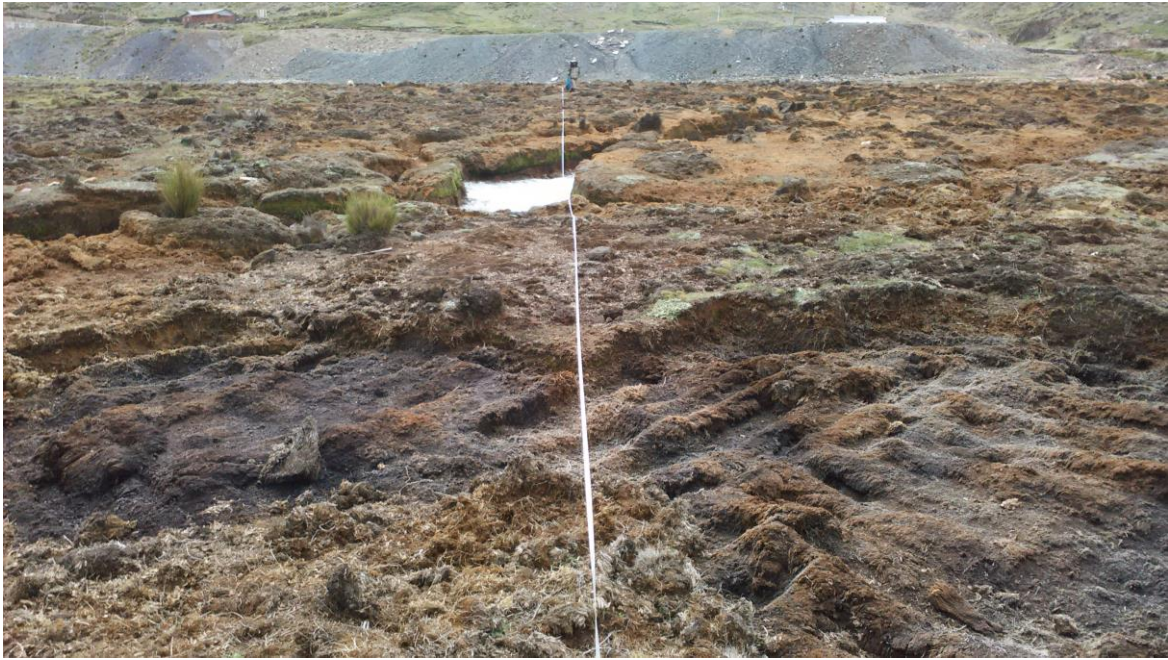


Figura 10: Zona de recuperación del bofedal de Milloc

FUENTE: Elaboración propia

6.2. UBICACIÓN DE LOS TRANSECTOS

Se realizó un muestreo aleatorio estratificado diferenciando las áreas de control, impacto y recuperación, y dentro de cada grupo se realizó un muestreo aleatorio simple.

Se empleó el método de muestreo por puntos de intercepción en transectos y para la obtención de la composición y estructura se utilizó el método de cobertura repetida utilizada por Maldonado (2010), y por Ramírez (2011).

Se realizaron 5 transectos de 50 m en la zona impactada, en la zona de recuperación y en la zona control. Los transectos se distribuyeron de forma aleatoria con una distancia de separación mínima de 50m y una orientación de 70° NE, paralela al río, de tal forma que se puedan muestrear correctamente cada zona. El número de transectos se determinó teniendo como limitante el área de recuperación que era la más pequeña y la distancia del transecto se tomó siguiendo la metodología de Maldonado (2010).

En cada transecto se evaluó y tomó datos cada metro, teniendo en consideración la cobertura del suelo y la vegetación presente. Además, se tomó datos de las coordenadas y altitud siguiendo la misma orientación.

Adicionalmente se determinó la cobertura de suelo cuando no tenía vegetación clasificándolo como: agua, materia orgánica, mantillo, musgo y suelo rojizo.

6.3. LEVANTAMIENTO DE TRANSECTOS Y COLECCIÓN DE MUESTRAS

6.3.1. LEVANTAMIENTO DE TRANSECTOS

Para el levantamiento de información de los transectos se empleó el método de cobertura repetida, que observa la presencia o ausencia de las especies en cada punto de evaluación la cual para este estudio fue en cada metro. La varilla se colocó en todos los casos al lado izquierdo junto a la cinta métrica y se anotaron todas las especies que tocaron la varilla ya sea en los lados o en la parte inferior como se observa en la figura 11.

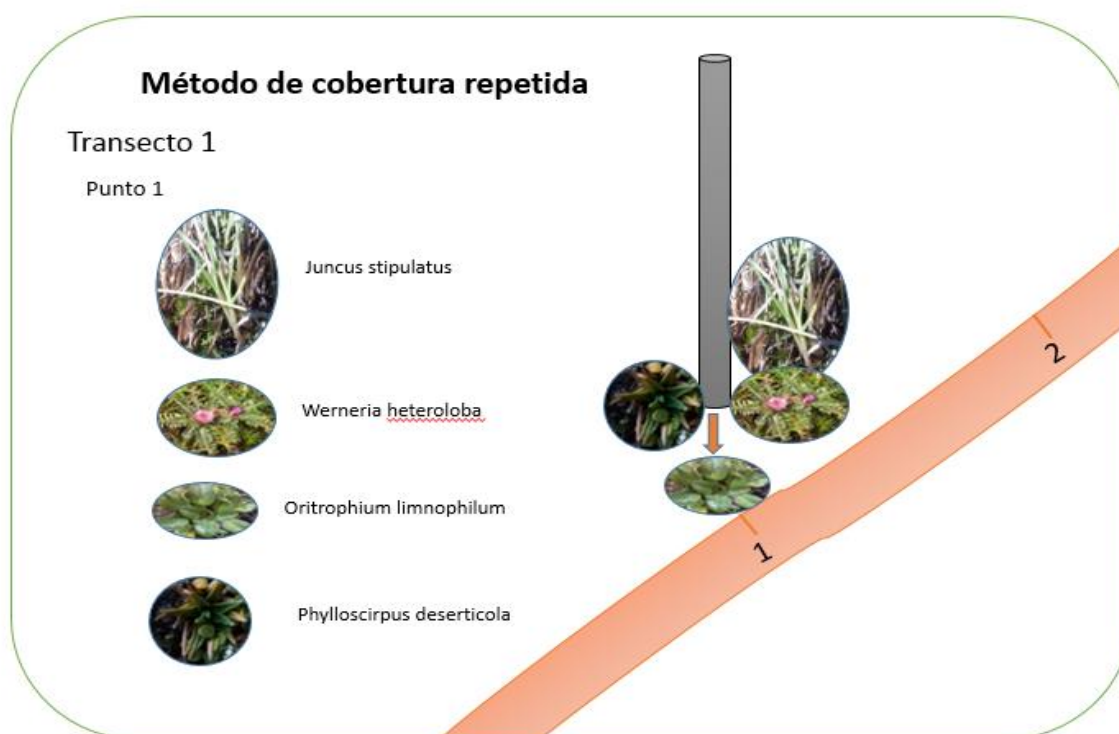


Figura 11: Ejemplo del método de cobertura repetida

FUENTE: Elaboración propia

En cada punto de evaluación también se evaluó la cobertura del suelo o cobertura basal la cual toma en cuenta sólo la parte de la base de la varilla donde se observó si eran los siguientes tipos: musgo mantillo, materia orgánica, vegetación, suelo rojizo y agua, los cuales se pueden ver en la figura 12.

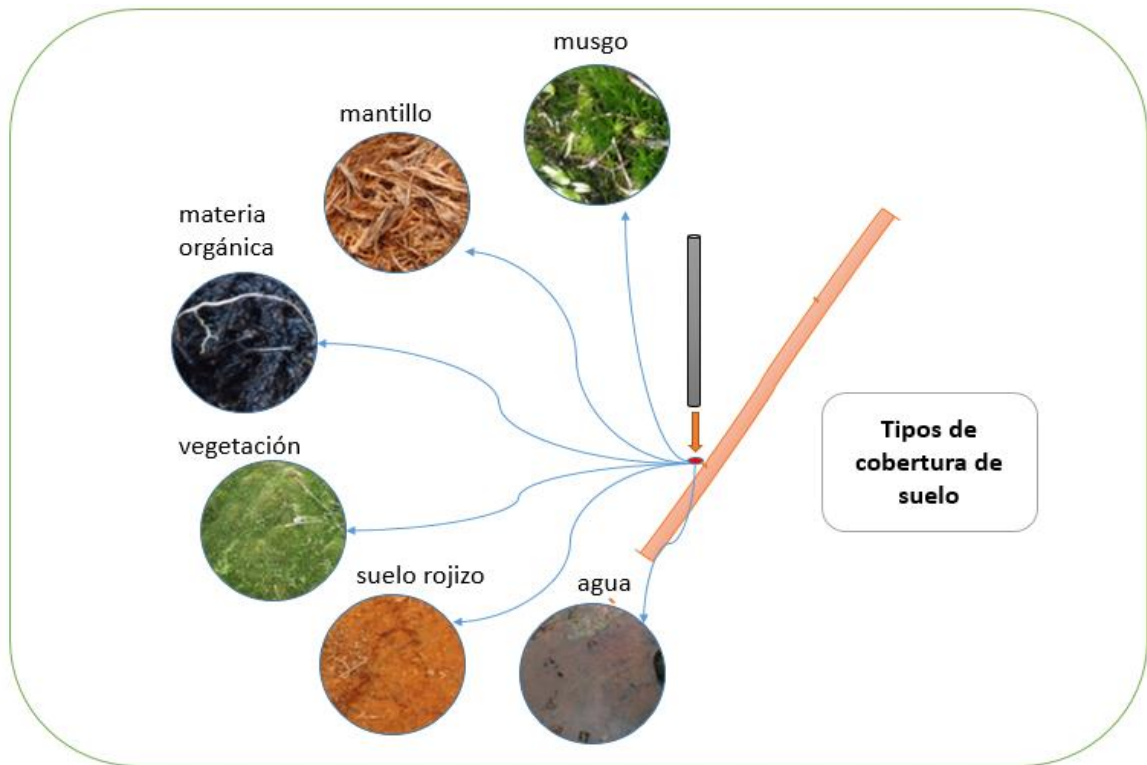


Figura 12: Tipos de cobertura de suelo

FUENTE: Elaboración propia

6.3.2. COLECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Se colectaron de tres a cuatro muestras botánicas de cada especie con ayuda de una pala manual y una cuchilla y de manera concordada se tomaron fotos. Las muestras colectadas se colocaron en bolsas ziploc donde se identificaron provisionalmente con un código el cual fue escrito con plumón indeleble en estas bolsas. Luego las bolsas ziploc con las muestras codificadas se colocaron en una bolsa de rafia para ser transportadas con mayor facilidad en campo como se puede ver en la figura 13.



Figura 13: Colectando las muestras botánicas y colocándolas en bolsas ziploc

FUENTE: Elaboración propia

6.4. SECADO DE LAS MUESTRAS EN GABINETE

En gabinete se procedió a secar las muestras primeramente con el papel toalla hasta escurrir toda el agua, luego, se limpió las muestras de tierra para posteriormente acomodarlas de forma que se puedan apreciar mejor sus características. Las muestras limpias fueron colocadas entre hojas de papel toalla y papel periódico como se puede ver en la figura 14.



Figura 14: Colocando la muestra botánica con papel toalla para que seque

FUENTE: Elaboración propia

Las muestras colocadas entre papel periódico y papel toalla fueron apiladas y colocadas en un lugar ventilado, cerca de la ventana para que puedan recibir rayos de sol y puedan secar más rápido. Encima de la pila de muestras se colocó un libro grueso para que ejerza peso y evite que estas se arruguen como se muestra en la figura 15.



Figura 15: Muestras botánicas en proceso de secado

FUENTE: Elaboración propia

Los primeros días de colocado las muestras se cambio de forma diaria el papel toalla y el papel periódico, luego de una semana se procedió a cambiar el papel toalla cada 5 días, hasta que luego de un mes las muestras estuvieron secas.

6.5. MONTADO DE MUESTRAS BOTÁNICAS

Después de secadas las muestras, estas fueron montadas y colocadas en dos files con los datos de fecha, lugar de colección y código como se muestra en la figura 16, para luego ser llevadas a identificar.



Figura 16: Muestras montadas en file

FUENTE: Elaboración propia

6.6. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES BOTÁNICAS

Para la identificación de plantas se contrataron los servicios del Bachiller en Ciencias biológicas, Juan José Alegría Olivera, con 24 años de experiencia trabajando en el herbario Augusto Weberbauer del departamento de ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

6.7. USO DE LAS MUESTRAS BOTÁNICAS

Además de servir el file para la identificación de plantas botánicas, el file fue utilizado para un mejor reconocimiento de las especies al momento de la evaluación en campo de los transectos de la siguiente época (época seca), como se muestra en la figura 17.



Figura 17: Uso del file de muestras botánicas

FUENTE: Elaboración propia

6.8. ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN

Para la evaluación de la vegetación se emplearon las siguientes variables las cuales fueron comparadas en la zona control, recuperación e impactada:

- Riqueza taxonómica (S)
- Frecuencia de cada especie (F_i)
- Frecuencia relativa (Fr)
- Cobertura total ($X_i\%$)
- Cobertura de suelo
- Cobertura de vegetación basal (CB)
- Índice de desnudez del suelo (IDS)

- Índice de Valor de Importancia (IVI)
- Índice de Shannon-Wiener
- Dominancia de Simpson
- Equidad de Pielou

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las evaluaciones fueron realizadas en el mes de abril (final de la época húmeda) y en octubre e inicios de noviembre (final de época seca) de 1 año 2017.

A continuación, se presenta en la tabla 3, la ubicación de los 15 transectos evaluados, 5 en cada zona, cada uno con su respectiva altitud.

Los transectos fueron direccionados con una brújula con un azimut de 70° NE.

Tabla 3: Coordenadas y altitud de los transectos evaluados

ZONA	TRANSECTOS	INICIO		FIN		ALTITUD
		S	E	S	E	
CONTROL	Tr1	8719540	351790	8719560	351839	4339
	Tr2	8719481	351800	8719498	351847	4342
	Tr3	8719394	351563	8719416	351605	4335
	Tr4	8720645	352607	8720664	352653	4356
	Tr5	8719905	351826	8719923	351873	4344
RECUPERACIÓN	Tr1	8720560	352433	8720577	352482	4344
	Tr2	8720483	352461	8720503	352508	4341
	Tr3	8720393	352416	8720415	352460	4340
	Tr4	8720377	352349	8720391	352400	4339
	Tr5	8720423	352351	8720282	352302	4340
IMPACTADA	Tr1	8720306	352549	8720326	352596	4344
	Tr2	8720281	352401	8720304	352446	4339
	Tr3	8720209	352346	8719923	351873	4339
	Tr4	8720151	352391	8720167	352440	4337
	Tr5	8719976	352302	8719998	352346	4335

FUENTE: Elaboración propia

En la figura 18, se puede ver como se utilizaron la varilla y la cinta métrica para la evaluación con la metodología de cobertura repetida en los transectos.



Figura 18: Evaluación por puntos de intercepción en transectos

FUENTE: Elaboración propia

En la figura 19 se puede observar una imagen de google earth pro con los 15 transectos levantados en el bofedal Milloc, así también en la figura 20 se puede apreciar fotos del bofedal en dos diferentes vistas panorámicas.

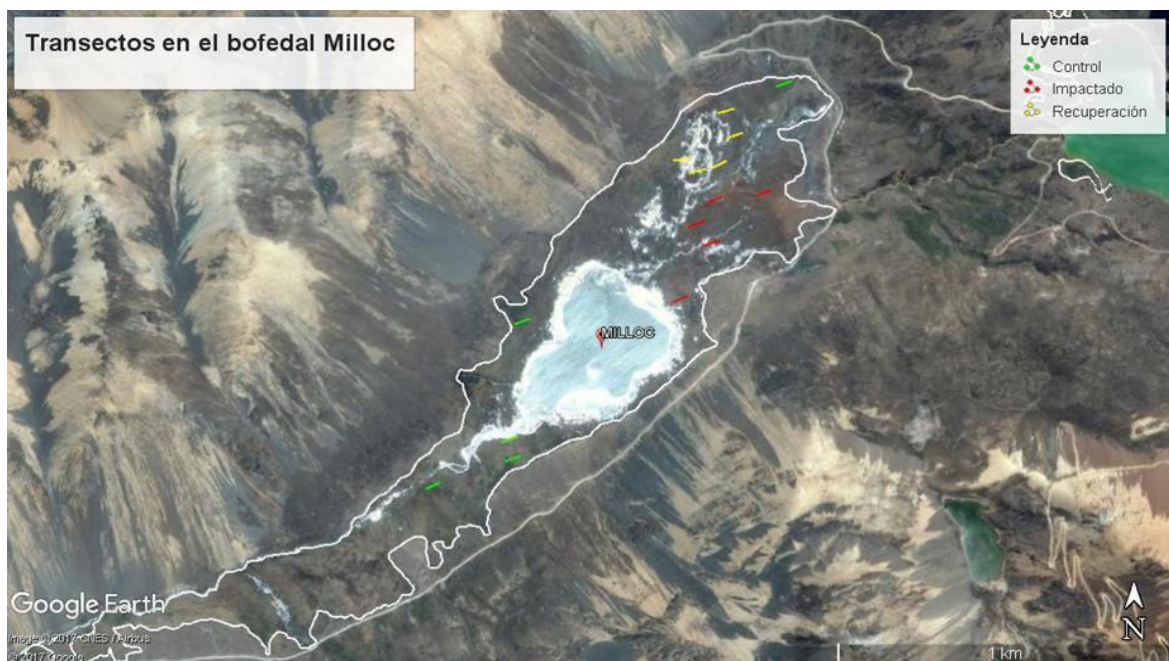


Figura 19: Transectos evaluados en el bofedal Milloc

Fuente: Elaboración propia con imagen de google earth



A. Vista superior de la laguna Milloc, B. Vista lateral de la laguna Milloc

Figura 20: Vistas panorámicas del bofedal Milloc

FUENTE: Elaboración propia

1. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA COBERTURA DE LAS ESPECIES EN LA ZONA CONTROL, RECUPERACIÓN E IMPACTADA

Para conocer la variabilidad de la cobertura de las especies en la zona control, recuperación e impactada se determinó el coeficiente de variabilidad de estas zonas en época húmeda y seca (Tabla 4).

Tabla 4: Coeficiente de variación de la cobertura por especies en las tres zonas

	<i>Época seca</i>	<i>Época húmeda</i>
Control	83.09	91.36
Recuperación	77.79	75.60
Impacto	40.10	54.82

FUENTE: Elaboración propia

Los coeficientes de variación fueron en general altos, siendo mayor la variabilidad de la cobertura por especie en la zona control tanto en época húmeda como en seca, y menor en la zona impactada también en ambas épocas. Lo cual demuestra que en la zona control presenta mucha mayor cobertura de unas especies frente a otras, en cambio la zona de recuperación y mucho más en la zona de impacto, es más uniforme la variabilidad de cobertura de las especies. Esto se debe a que especies más especializadas dominan grandes áreas del bofedal naturalmente, y que existen también la presencia de muchas otras que se encuentran presentes, pero con menor cobertura. Las especies en cambio en la zona de impacto se muestran con menor variabilidad, ya que el número de especies es menor y es un poco más uniforme su distribución.

2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA COBERTURA ENTRE TRANSECTOS POR ZONA

En la tabla 5 se observa un menor coeficiente de variación entre los transectos de la zona control, en cambio en la zona impactada el coeficiente de variación es mucho mayor en especial en época seca, esto se debe a que, en algunos transectos de la época seca, la falta de lluvia ha afectado mucho dejando casi sin vegetación algunas áreas, por lo que la variabilidad de cobertura en estos transectos es mayor.

La zona control en general, tanto en época húmeda como en seca, es la que presentó menor variabilidad de cobertura entre transectos y por época, a pesar de que registró el mayor coeficiente de variabilidad de las especies. Esto podría ser conveniente, pues tener mayor variabilidad de especies ayuda a resistir más los cambios en el clima por tener más opciones de adaptabilidad.

Tabla 5: Coeficiente de variación de la cobertura entre transectos por zonas

	<i>Época seca</i>	<i>Época húmeda</i>
Control	7.77	22.51
Recuperación	13.75	26.83
Impacto	65.72	24.32

FUENTE: Elaboración propia

3. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO DE LA ZONA CONTROL, RECUPERACIÓN E IMPACTADA

Según la caracterización del análisis de suelo en la zona control, de recuperación e impactada los resultados fueron los siguientes (Tabla 6):

El pH del suelo es fuertemente ácido en los tres casos, siendo más ácido en la zona impactada; en la zona control el suelo es “muy ligeramente salino”; en la zona de recuperación e impactada es “ligeramente salino”. Con respecto a la materia orgánica en los tres casos es alta, siendo mayor en la zona control. La cantidad de fósforo disponible, el cual ayuda al enraizamiento de las plantas, es “alta” en la zona control, “media” en la zona de recuperación y “baja” en la zona impactada. La cantidad de potasio, el cual fomenta el flujo de la sabia y ayuda al crecimiento es alta en la zona control, y media en la zona de recuperación e impactada. Debido a esto, tener menor cantidad de fósforo y potasio disponible en la zona impactada hace más difícil la recuperación, mostrándose una menor diversidad y abundancia de especies en esta zona.

La capacidad de intercambio catiónico potencial¹ es mayor en la zona control y menor en la zona impactada, lo mismo sucede con la capacidad de intercambio catiónico efectivo² o suma de cationes, que se tomaría en cuenta en este caso por tratarse de suelos ácidos en las tres zonas. Según lo comentado anteriormente en la zona impactada será mucho más difícil retener los nutrientes, además de tener alta cantidad de $Al^{+3} + H^{+}$ el cual puede intoxicar a las plantas dificultando su desarrollo.

¹ Capacidad de intercambio catiónico potencial: Refleja la cantidad de cationes que pueden ser retenidos por los suelos, medida a una condición estándar de pH (pH 7 u 8,2).

² Capacidad de intercambio catiónico efectivo: es la capacidad de retener cationes que real y efectivamente “está funcionando” en el suelo tal cual se lo encuentra en el terreno.

Tabla 6: Caracterización de análisis de suelo en las tres zonas

	<i>Control</i>	<i>Recuperación</i>	<i>Impactado</i>
pH (1:1)	5,29	4,23	3,28
C.E.(1:1) Ds /m	1,99	3,47	3,8
MO%	65	64,29	37,06
CaCO ₃	0	0	0
P ppm	22,1	11,8	5,7
K ppm	393	212	121
Clase Textural	Material orgánico	Material orgánico	Material orgánico
CIC potencial	70	71,2	45,2
Ca ⁺²	30,75	13,05	2,03
Mg ⁺²	1,58	0,88	0,21
K ⁺	0,58	0,24	0,12
Na ⁺	0,7	0,33	0,13
Al ⁺³ + H ⁺	1,3	2,8	19,7
CIC efectiva(Suma de Cationes)	34,91	17,29	22,18
Suma de Bases	33,61	14,49	2,48
% Sat. De bases	48	20	5

FUENTE: Adaptado de Laboratorio de agua, suelo y medio ambiente, UNALM 2016.

4. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

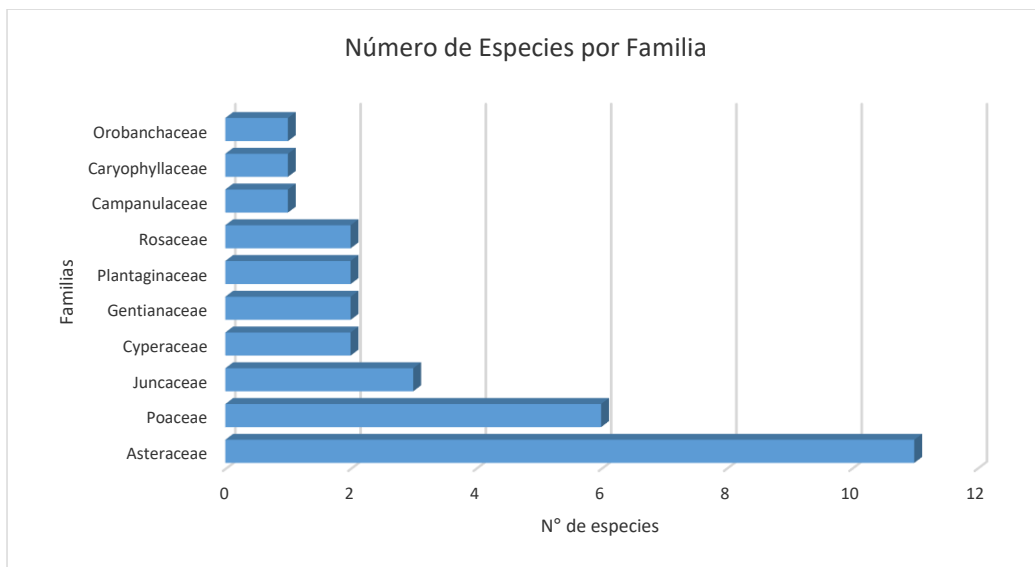
Se identificaron 10 familias (tabla 7) entre las cuales predominan las asteráceas con 11 especies, seguidas de las poáceas con 6 especies (figura 21). Se registraron 23 géneros siendo los de mayor número de especies *Werneria* y *Calamagrostis* de la familia de las asteráceas y poáceas respectivamente con cuatro especies cada una (figura 22).

Las familias asteráceas y poáceas son reportadas como las de mayor riqueza en otras investigaciones, por ejemplo en los humedales altoandinos de Conococha, Ancash, Ramírez (2011), encontró a las poáceas como la familia con mayor número de especies (17), seguida por las Asteráceas (13). Asimismo, Flores *et al.* (2005), menciona que la familia de las Poáceas tuvo mayor diversidad (25 por ciento), seguida por Asteráceas (24 por ciento) y Gencianáceas (6 por ciento) en las lagunas andinas de Pomacocha y Habascocha, Junín, Perú.

Tabla 7: Número de familias, géneros y especies identificadas

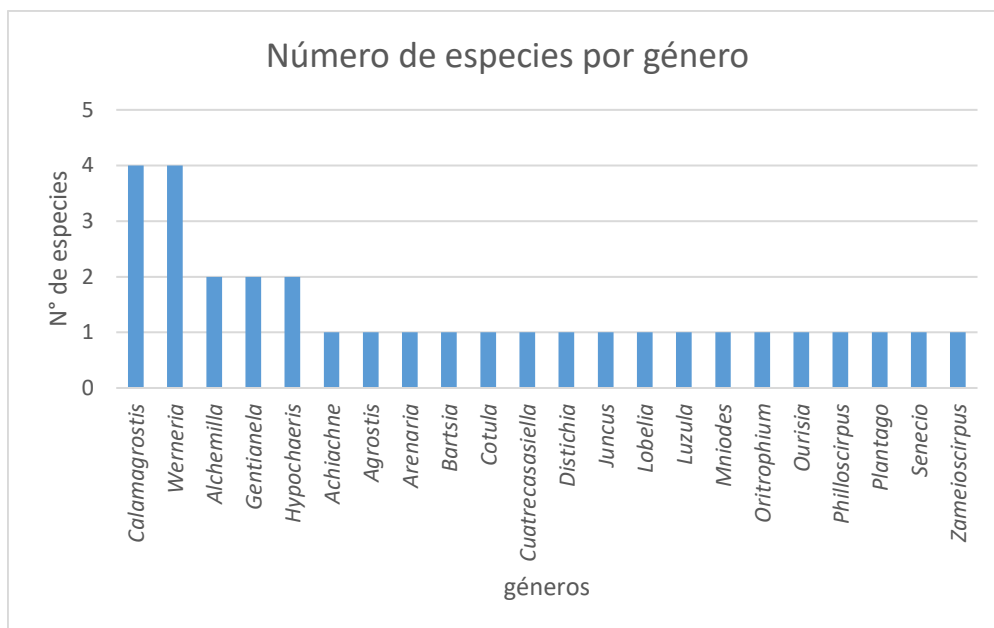
<i>Familias</i>	<i>Géneros</i>	<i>Especies</i>
10	23	31

FUENTE: *Elaboración propia*



FUENTE: *Elaboración propia*

Figura 21: Número de especies por familia



FUENTE: Elaboración propia

Figura 22: Número de especies por género

De las 31 especies identificadas todas son de hábito herbáceo, y pertenecen a la región andina, que pueden crecer arriba de los 3500 m.s.n.m. Además, se encontró a la especie *Senecio macrorrhizus* Wedd. la cual es endémica según el libro rojo de las plantas endémicas del Perú de León *et al.* (2006).

A continuación, las figuras 23 y 24, muestran las fotos de 24 de las 31 especies identificadas y encontradas en el bofedal Milloc.



A. *Ourisia muscosa* B. *Mniodes kunthiana* C. *Oritrophium limnophilum* D. *Senecio macrorrhizus*
 E. *Werneria pygmaea* F. *Plantago tubulosa* G. *Distichia muscoides* H. *Zameioscirpus muticus* I.
Aciachne pulvinata J. *Calamagrostis chrysantha* K. *Cotula mexicana* L. *Gentiana sedifolia*.

Figura 23: Especies de plantas identificadas en el bofedal Milloc

FUENTE: Elaboración propia



M. *Werneria heteroloba* N. *Werneria nubigena* Ñ. *Alchemilla pinnata* O. *Bartsia pedicularoides* P. *Phylloscirpus deserticola* Q. *Juncus stipulatus* R. *Calamagrostis rigescens* S. *Calamagrostis rigida* T. *Luzula racemosa* U. *Cuatrecasasiella isernii* V. *Alchemilla diplophylla* W. *Hypochaeris sessiliflora*

Figura 24: Especies de plantas identificadas en el bofedal Milloc (continuación)

FUENTE: *Elaboración propia*

5. COMPARACIÓN DE LA RIQUEZA DE ESPECIES EN LA ZONA CONTROL, RECUPERACIÓN E IMPACTADA

La riqueza de especies fue ligeramente mayor en la zona de recuperación, en cambio en la zona impactada la riqueza de especies es casi la mitad que la zona control como se puede apreciar en la tabla 8. Estos valores se mantienen constantes tanto en época húmeda y en seca, para la zona de recuperación y control, en cambio, en la zona impactada es ligeramente mayor el número de especies en la época seca como se muestra en la tabla 9.

Tabla 8: Riqueza de familias, géneros y especies en la zona control, recuperación e impactada

	<i>FAMILIAS</i>	<i>GÉNEROS</i>	<i>ESPECIES</i>
CONTROL	9	21	26
RECUPERACIÓN	10	22	28
IMPACTO	5	11	13

FUENTE: Elaboración propia

Asimismo, el número de familias y géneros en la zona de recuperación fue mayor por una unidad que la zona control como se puede ver en la tabla 10. La zona de impacto en cambio presentó un número reducido tanto de familias, géneros y especies en comparación de las otras dos zonas.

Esto sucede debido a que cuando sucedió la perturbación las áreas donde antes había vegetación densa, se vuelve rala y los espacios libres ayudan para que se desarrollen nuevas especies, es así que las especies cercanas al liberar sus semillas encuentran en estos espacios una oportunidad para crecer. En cambio, en la zona de mayor impacto, la vegetación es tan escasa que es mucho más lento el proceso de colonización en los nuevos espacios, además, la escasa vegetación pudo acelerar los cambios en la estructura del suelo llegando a que las semillas no encuentren ahora condiciones apropiadas para su desarrollo y no prosperen.

Tabla 9: Riqueza de especies en época húmeda y seca en la zona de control, recuperación e impactada

	CONTROL	RECUPERACIÓN	IMPACTO
ÉPOCA HÚMEDA	23	24	11
ÉPOCA SECA	23	24	13

FUENTE: Elaboración propia

El número de especies no varió mucho en ambas épocas lo cual coincide con los resultados de Maldonado (2010), quien, en sus conclusiones, menciona que no encontró diferencias significativas en la composición botánica entre épocas en cuatro bofedales de Ayacucho y Huancavelica que fueron influenciados también por actividades antrópicas.

Tabla 10: Número de especies por familia de la zona control, recuperación e impactada

Familias	Control	Recuperación	Impacto
Asteraceae	9	10	4
Campanulaceae	1	1	0
Caryophyllaceae	1	1	0
Cyperaceae	2	2	1
Gentianaceae	1	3	0
Juncaceae	3	3	3
Plantaginaceae	2	2	1
Poaceae	5	5	4
Rosaceae	2	1	0

FUENTE: Elaboración propia

En la zona de recuperación la familia de las asteráceas presenta la mayor cantidad de especies al igual que en la zona control, habiendo en la zona control 9 especies y en la zona de recuperación 10 especies de asteráceas.

En cambio, en la zona de mayor impacto la familia de las asteráceas tiene menor cantidad de especies, pero a pesar de eso sigue siendo en esta zona la familia con mayor riqueza de especies junto a las poáceas.

Por otra parte, las poáceas se encuentran en la zona control y recuperación con igual número de especies y en la zona de impacto las poáceas sólo disminuyeron en una especie a comparación de las asteráceas que disminuyeron de 9 a 5 especies en la zona control y de 10 a 5 especies en la zona de recuperación. Esto sugiere que las poáceas son más resistentes a los impactos y son capaces de desarrollarse en suelos con pocos nutrientes, con un pH fuertemente ácido y menor disponibilidad de agua.

Esto puede deberse a que existen diferencias en la distribución de las raíces en relación de la humedad, característica útil, en lo que se refiere a la resistencia a la sequía por lo que la mejor alternativa para la sequía es la mayor profundidad de la longitud axial de la raíz total (Aedo 1996), esto les ayuda a captar mayor cantidad de agua del subsuelo, cuando no existe disponibilidad de agua en la superficie.

6. RIQUEZA DE ESPECIES POR TRANSECTOS EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA

6.1. ZONA CONTROL

En época seca el número de especies por transecto varía de 9 a 14 en la zona control, siendo menor en el transecto 1, 2, y 5. El transecto 1 se encontró más cercano a la ribera del río por lo que se observó una vegetación típica de césped de arroyo, caracterizándose por ser más seco y con mayor presencia de gramíneas. Tanto en el transecto 1 y 2, se puede deducir que se encontraban con sobrepastoreo, por presentarse más compactado y con abundante presencia de estiércol de ganado. Estos dos transectos al encontrarse regularmente cercanos a la carretera son frecuentemente utilizados por los comuneros para pastar sus animales, en cambio, en el transecto 5, que se encuentra al otro lado del bofedal y mucho más alejado de la carretera, el área se encuentra densamente cubierta predominantemente por la especie *Distichia muscoides* en forma de almohadilla, por lo que la presencia de otras especies es más reducida.

En época húmeda el número de especies por transecto varía de 8 a 18 especies en la zona control, donde el menor número de especies se encuentra en el transecto 1, siguiéndole el transecto 2 con 9 especies, cifras similares a la época seca. El transecto 5 en cambio aumento el número de especies de 9 a 13 viéndose más favorecido por las lluvias.

Estos resultados en la zona de control nos muestran primero que los transectos que están más cerca de la ribera del río posiblemente tengan ,menor cantidad de nutrientes o posiblemente

sus suelos sean más secos por escurrir el agua subterránea más rápidamente hacia la corriente del río. El sobrepastoreo es un problema que también se observa en la zona control y que afecta también la diversidad de especies haciendo que esta sea menor, en comparación de los transectos donde es menor la presencia de animales que pastean. Las lluvias favorecen más a la diversidad en los transectos sin sobrepastoreo pues las especies no tienen impedimento para desarrollarse.

6.2. ZONA DE RECUPERACIÓN

En la zona de recuperación, en época seca varía de 9 a 16 las especies por transecto, habiendo más especies en los transectos 3 y 5, los cuales se caracterizan por presentar mayor presencia de zonas inundadas, el transecto 3 se encuentra con menor cantidad de áreas extraídas por lo que presenta mayor diversidad. Por otro lado, el transecto 5 es el que presenta mayor cantidad de zonas inundadas y vegetación de *Distichia muscoides* creciendo en pequeñas formas almohadilladas. En época húmeda el número de especies varía de 6 a 16 especies, manteniéndose el transecto 3 con la mayor cantidad de especies.

Estos resultados muestran que las áreas cercanas a las zonas inundadas son las que presentan mayor diversidad, lo que podría entenderse como mejores condiciones para el desarrollo de la vegetación característica de bofedal especialmente para la especie de *Distichia muscoide*. En las zonas inundadas el número de especies se mantiene similar debido a que en ambas épocas el recurso hídrico está asegurado.

6.3. ZONA IMPACTADA

En la zona impactada, en la época seca el número de especies por transecto varía de 1 a 7, teniendo la menor cantidad de especies los transectos 1, 2, y 3. En estos transectos se encontraron la presencia de chanchos que se encontraban de forma libre removiendo constantemente el suelo, lo que imposibilita cualquier forma de crecimiento de las especies, además de encontrarse más cerca de flujos de agua de zonas de relave minero. En el transecto 4 y 5 se encuentran mayor cantidad de especies con respecto a los otros transectos de esta zona, esto se puede deber a que tanto el transecto 4 y 5 tienen mayor disponibilidad de agua, encontrándose más cercanos a la laguna, más alejados de la zona de chanchos y de la zona de relave minero. En la época húmeda en cambio el número de especies varía de 2 a 8 por transecto, manteniéndose la menor cantidad de especies en el transecto 2, y la mayor cantidad de especies en el transecto 4 y 5.

Esto muestra también que en zonas con gran perturbación en presencia de zonas inundadas podría aparecer la vegetación, salvo que actúen otros factores como la presencia de los chanchos que se alimentan de semillas o la presencia flujos de agua de relaves mineros que cambian las características del suelo.

Los resultados obtenidos en las tres zonas coinciden que la vegetación de los bofedales requieren de estar cerca de áreas inundadas para su recuperación y mejor desarrollo, no de estar cerca a zonas con agua corriente pues el agua subsuperficial se pierde al unirse con las aguas corrientes que forman los ríos. Se podría decir que es posible la recuperación de zonas impactadas por extracción de turba con la presencia de áreas inundadas naturalmente pero que no están siendo alteradas por otros factores como animales que se comen las semillas y relaves mineros.

A continuación, en la figura 25 y 26 se puede apreciar las variaciones del número de especies por transecto en las dos épocas.

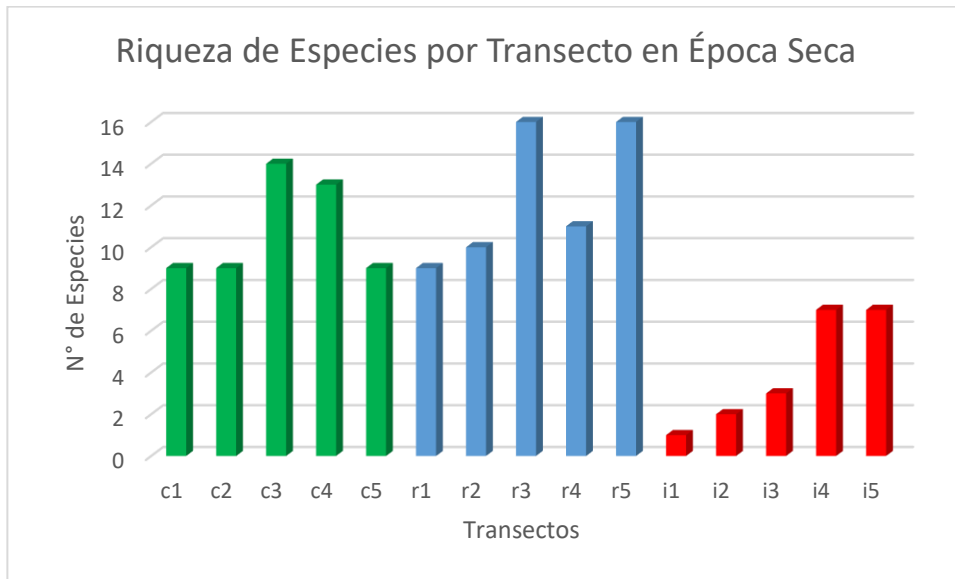


Figura 25: Riqueza de especies por transectos en época seca

FUENTE: Elaboración propia

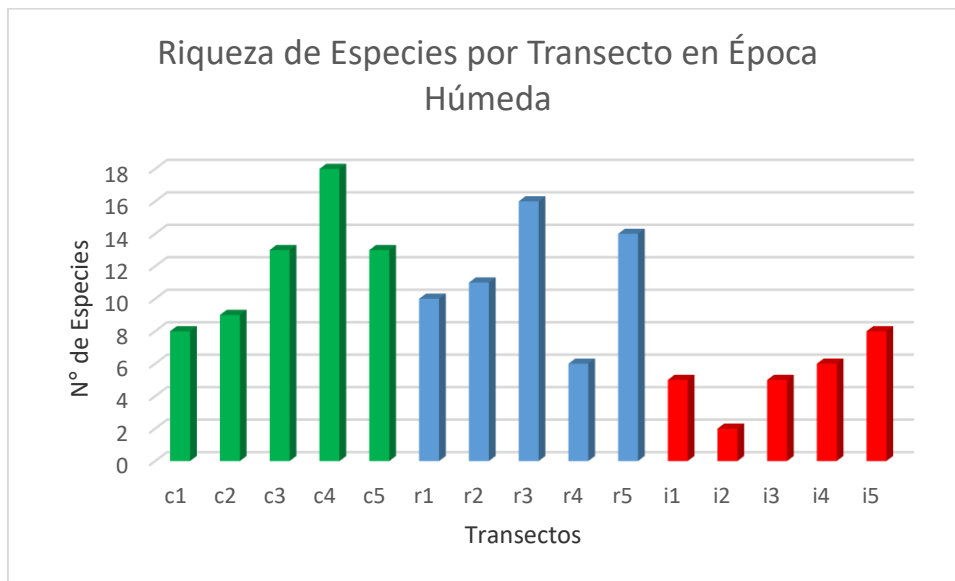


Figura 26: Riqueza de especies por transecto en época húmeda

FUENTE: Elaboración propia

Haciendo una prueba estadística ANOVA por zonas y épocas con el software R, se obtuvo los siguientes resultados observados en la tabla 11.

Tabla 11: Análisis de varianza del número de especies por número de especies y época

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Media de cuadrados</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr(>F)</i>
Temporada	1	2,1	2,13	0,22	0,643
Zonas	2	336,9	168,43	17,40	1,6e-05***
Residuos	26	251,7	9,68		

FUENTE: Elaboración propia

Códigos de significancia: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

El valor p puede variar entre 0 y 1, donde 0 significa la imposibilidad de ocurrencia y 1 la certeza de que ocurra el fenómeno. En este caso la hipótesis nula fue que las tres zonas tienen similar riqueza específica, con lo cual se obtuvo un $p = (0,000016)$. Mediante el resultado obtenido se puede observar que es muy poco probable que haya ocurrido al azar el hecho que tengan diferente riqueza específica. La prueba se realizó con una significancia de $\alpha = 0.05$ lo que indica que el hecho puede ocurrir por azar no más de 5 veces en 100 ensayos.

Esto nos da la confianza de que los resultados no son producto del azar, y que realmente la zona control, la zona de recuperación y la zona impactada no tienen similitud en su riqueza específica. En cuanto a su temporada húmeda y seca no se encuentra diferencia estadística en la riqueza, por lo que el número de especies no cambia significativamente en ambas temporadas, lo que se podría comprobar con los datos numéricos mostrados anteriormente. Esto puede deberse a que las mismas especies se mantienen en su mayoría en ambas épocas.

Como las repeticiones fueron constantes en las tres zonas se pudo realizar la prueba Tukey la cual sirve para comparar promedios en los grupos. En esta prueba se obtuvo que la zona control y recuperación son similares en cuanto a la riqueza de especies, en cambio la zona de impacto tiene gran diferencia en comparación a las dos anteriores como se puede ver en la figura 27.

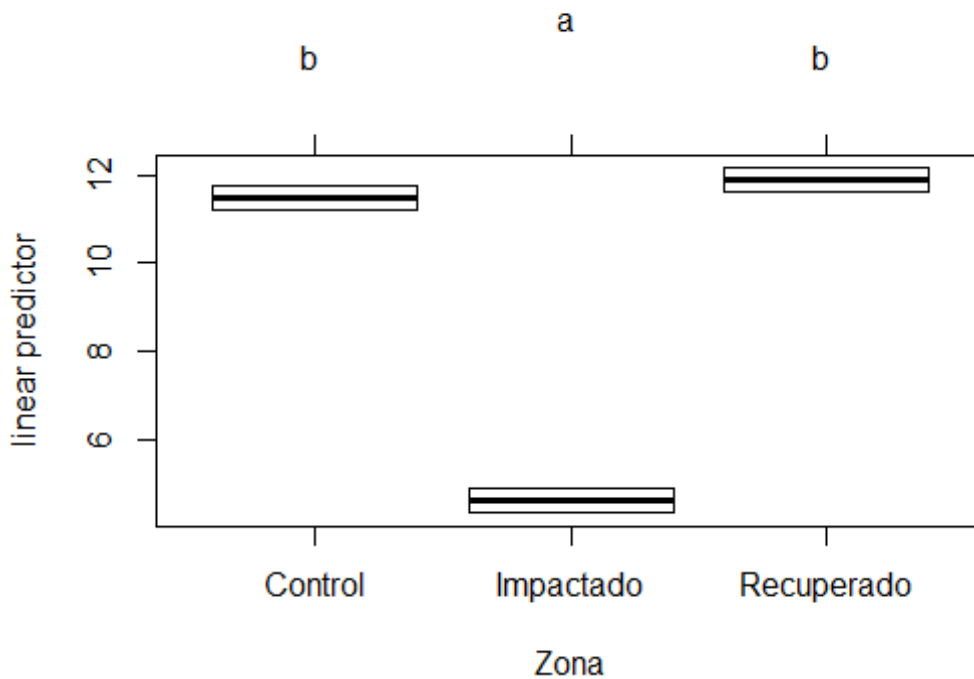


Figura 27: Prueba de Tukey de la composición florística en la zona control, recuperación e impactada

FUENTE: Elaboración propia

Esto se puede interpretar que a pesar de que el número de especies es ligeramente mayor en la zona de recuperación no llega a tener diferencia significativa con la zona control con respecto al número de especies, puesto que se podría decir que la riqueza específica resultó similar en la zona control y recuperación. Sin embargo, la riqueza específica de la zona impactada no mostro similitud con las otras dos zonas.

Esto muestra que la zona de recuperación ya se abría recuperado con respecto al número de especies ya que es similar a la zona control, en cambio la zona impactada no se ha recuperado y presenta una dificultad para recuperar el número de especies que debería tener en comparación a la zona control.

En la figura 28 se puede observar la similitud de la composición florística en época seca y húmeda con la prueba de Tukey realizada con el software R.

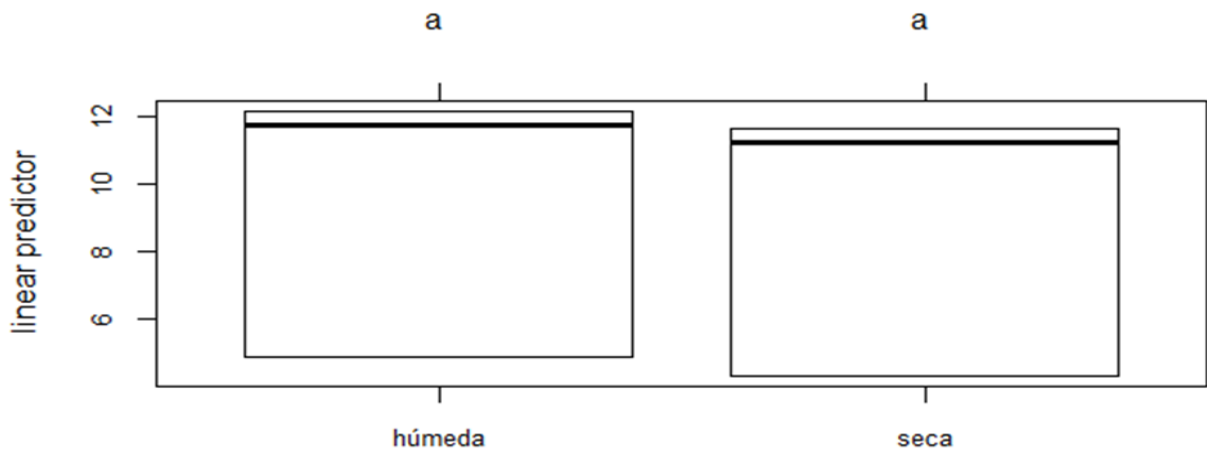


Figura 28: Prueba de Tukey de la composición florística en época húmeda y seca

FUENTE: Elaboración propia

7. COMPARACIÓN DE LA FRECUENCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES ENTRE LA ZONA CONTROL, RECUPERACIÓN E IMPACTADA EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA.

7.1. ZONA CONTROL

En época seca en la zona control, las especies con más frecuencia encontradas en los transectos fueron *Juncus stipulatus* y *Plantago tubulosa* las cuales estuvieron presentes en todos los transectos control. Las especies *Distichia muscoides*, *Aciachne pulvinata*, *Luzula racemosa*, *Phylloscirpus deserticola*, y *Oritrophium limnophilum* estuvieron presentes en 4 de los 5 transectos (figura 29).

En la época húmeda las especies con mayor frecuencia fueron *Juncus stipulatus*, *Calamagrostis spicigera*, y *Mniodes kunthiana* encontrándose presentes en los 5 transectos control. Luego le siguen en frecuencia encontrándose en 4 de 5 transectos las especies: *Plantago tubulosa*, *Distichia muscoides*, y *Luzula racemosa*.

Con estos resultados obtenidos en la zona control se podría decir que las especies: *Juncus stipulatus*, *Plantago tubulosa*, *Distichia Muscoides* son especies con mayor frecuencia relativa, o sea están presentes en la mayoría de los transectos ubicados al azar de la zona control mostrando de esta manera su amplia distribución en la zona control. Esto puede deberse a que estas plantas encuentran en esta zona las condiciones climáticas, hídricas y

edáficas necesarias que permiten a estas especies desarrollarse y reproducirse mejor que otras. Las tres especies también se muestran como dominantes o subdominantes o indicadoras en otros estudios como en el Proyecto de servicio de recuperación de bofedales de la quebrada Quicayhuanca, Ancash (UNALM 2014), Maldonado (2010), entre otras.

En el siguiente gráfico se muestra la frecuencia relativa en porcentaje de las especies en la zona control.

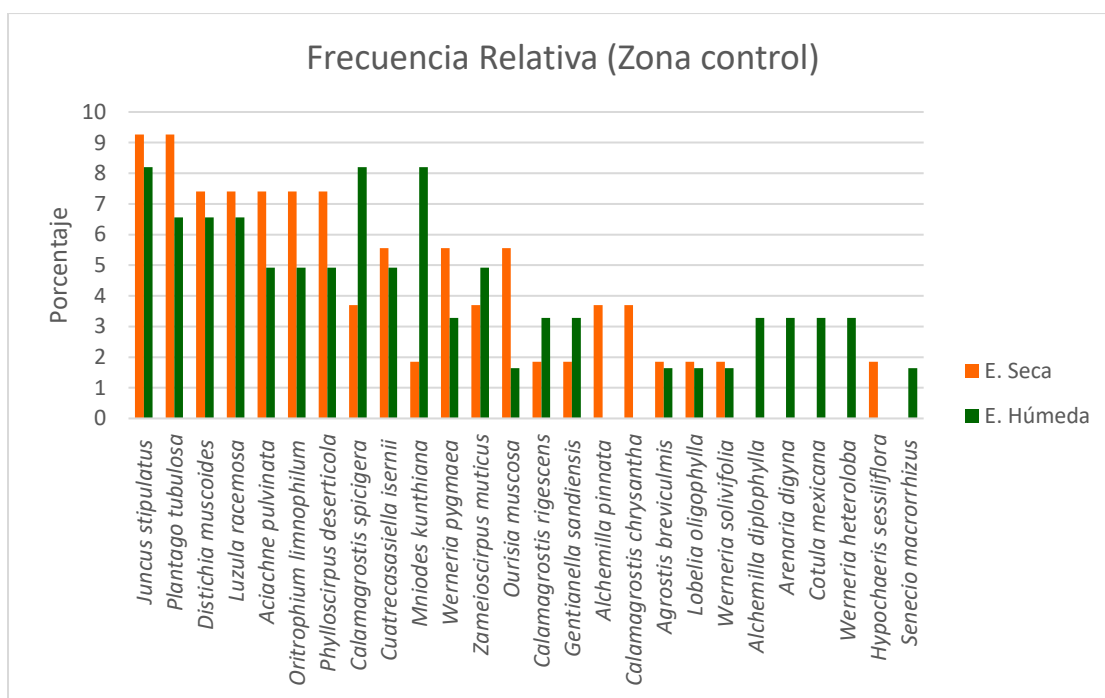


Figura 29: Frecuencia relativa porcentual de la zona control

FUENTE: Elaboración propia

7.2. ZONA DE RECUPERACIÓN

En la zona de recuperación, en la época seca tiene mayor frecuencia *Distichia muscoides*, *Werneria pygmaea*, y *Calamagrostis spicigera*, las cuales estuvieron presentes en todos los transectos (figura 30). Luego le siguen las especies *Juncus stipulatus*, *Plantago tubulosa*, *Luzula racemosa*, *Phylloscirpus deserticola*, *Calamagrostis chrysantha*, las cuales estuvieron presentes en 4 transectos. En época húmeda en la zona de recuperación, tuvo mayor frecuencia la especie *Juncus stipulatus*, *Mniodes kunthiana*, *Plantago tubulosa*, *Distichia muscoides*, *Phylloscirpus deserticola*.

Estos resultados nos muestran que al igual que en la zona control las especies con mayor frecuencia son la *Distichia muscoides* y *Juncus stipulatus*, esto podría significar que la distribución de las especies de la zona de recuperación es similar a la de control. Sin embargo, hay otras nuevas especies que aparecen como dominantes en la zona de recuperación de las cuales una de ellas es *Werneria pygmaea* la cual es considerada pionera ya que da inicio a una nueva sucesión según como menciona Caro (2010).

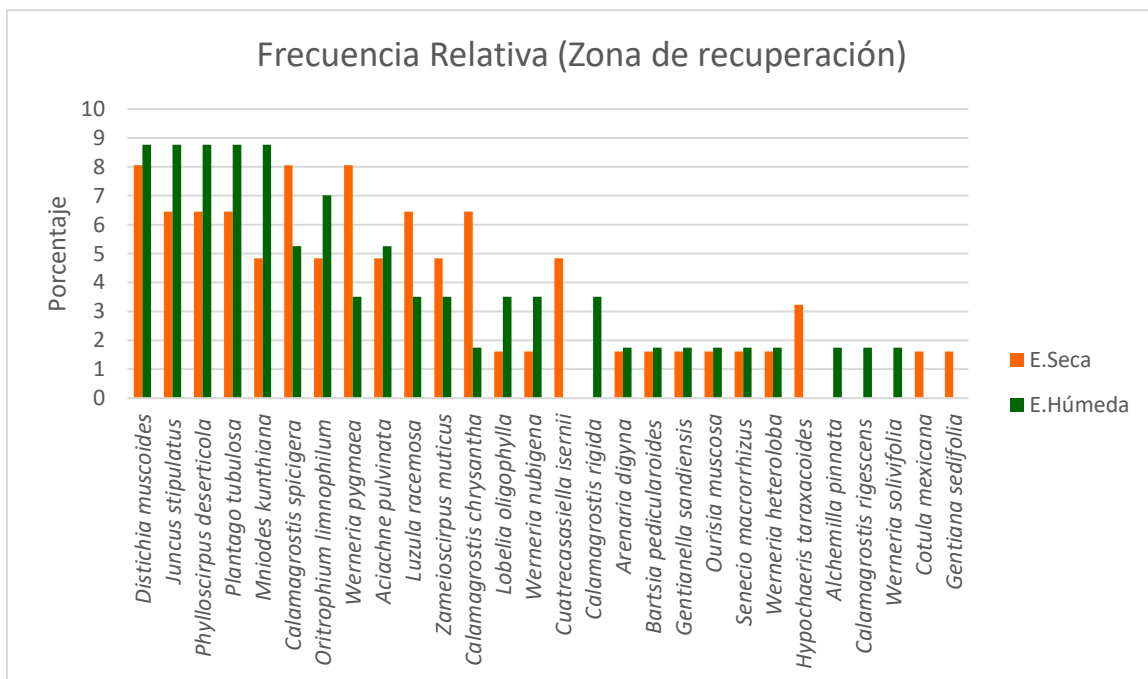


Figura 30: Frecuencia relativa en porcentaje de la zona de recuperación

FUENTE: Elaboración propia

7.3. ZONA IMPACTADA

En la zona impactada en época seca la frecuencia de especies es muy reducida, sin embargo, la especie *Senecio macrorrhizus*, la cual es endémica del Perú, estuvo presente en tres de cinco transectos. En época húmeda la especie de mayor frecuencia fue *Juncus stipulatus* estando presente en todos los transectos.

En estos resultados (figura 31), se puede observar que hay nuevas especies dominantes. Además, se puede observar que la especie *Distichia muscoides* ya no aparece como la de mayor frecuencia, ni aparece registrada en los transectos muestreados en esta zona. Se podría decir, que el impacto en esta zona cambio drásticamente la distribución de las especies afectando en mayor medida a la *Distichia muscoide*, la cual ya no estuvo presente en esta zona. Esta especie es conocida como indicadora de suelos muy húmedos o anegados (Maldonado 2010), lo que demostraría también que los suelos están tornándose más secos e impidiendo que especies como ésta, con requerimientos mayores de agua, prosperen y se desarrollen.

La especie *Juncus stipulatus* por otra parte, se encuentra bastante distribuida en la zona control, zona de recuperación y zona impactada, por lo que demuestra estar adaptada para desarrollarse con éxito en diversos tipos de perturbación. Esta especie podría ser utilizada para la revegetación en zonas altoandinas que hayan sufrido fuertes perturbaciones debido a su gran resistencia y adaptabilidad, sin embargo, se requerirían mayores estudios sobre el crecimiento de esta especie y su interacción con las demás especies.

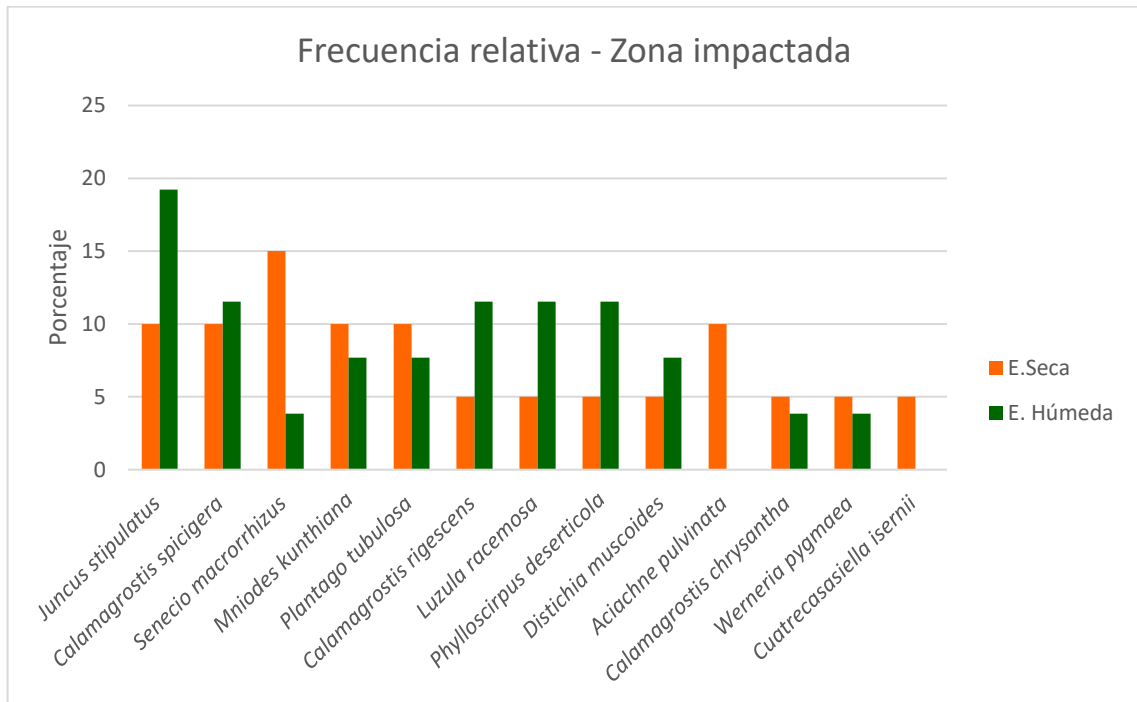


Figura 31: Frecuencia relativa porcentual de la zona impactada

FUENTE: Elaboración propia

8. COMPARACIÓN DE LA COBERTURA ENTRE LA ZONA CONTROL, RECUPERACIÓN E IMPACTADA EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA

Para comparar la cobertura entre las tres zonas, se promedió la cobertura obtenida de cada uno de los cinco transectos de cada zona. Dicho proceso se realizó en época húmeda y seca.

8.1. COBERTURA DE ZONA CONTROL

En época seca y húmeda la *Distichia muscoides* tiene mayor cobertura vegetal en la zona control, en cambio en otras especies si se observa la diferencia entre épocas. Este es el caso de *Calamagrostis spicigera* que es la segunda especie con más cobertura seguida de la *Distichia muscoides* en época seca, pero en época húmeda hay otras especies como *Juncus stipulatus*, *Plantago tubulosa* y *Werneria pygmaea* entre otras que tienen mayor cobertura. Así también, especies como *Werneria pygmaea* tienen mayor cobertura en época húmeda que en seca.

En la figura 29 se observa la cobertura total por especie en época seca y húmeda.

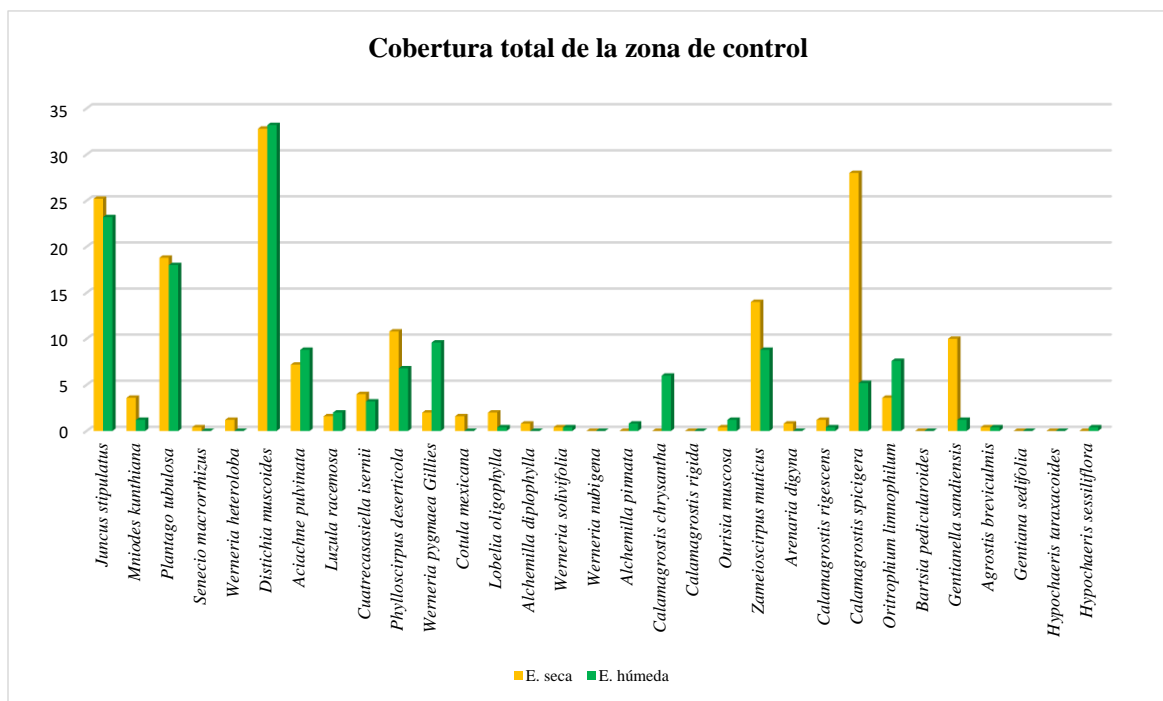


Figura 32: Cobertura vegetal total de la zona control

FUENTE: Elaboración propia

8.2. COBERTURA DE ZONA DE RECUPERACIÓN

En la zona de recuperación la *Distichia muscoides* no es la especie que tiene mayor cobertura a diferencia de la zona control, pero se mantiene casi constante su cobertura tanto en época húmeda como en seca, en cambio la especie *Juncus stipulatus* pasa a ser la especie de mayor cobertura en época húmeda y en época seca es la especie *Calamagrostis spicigera* la de mayor cobertura.

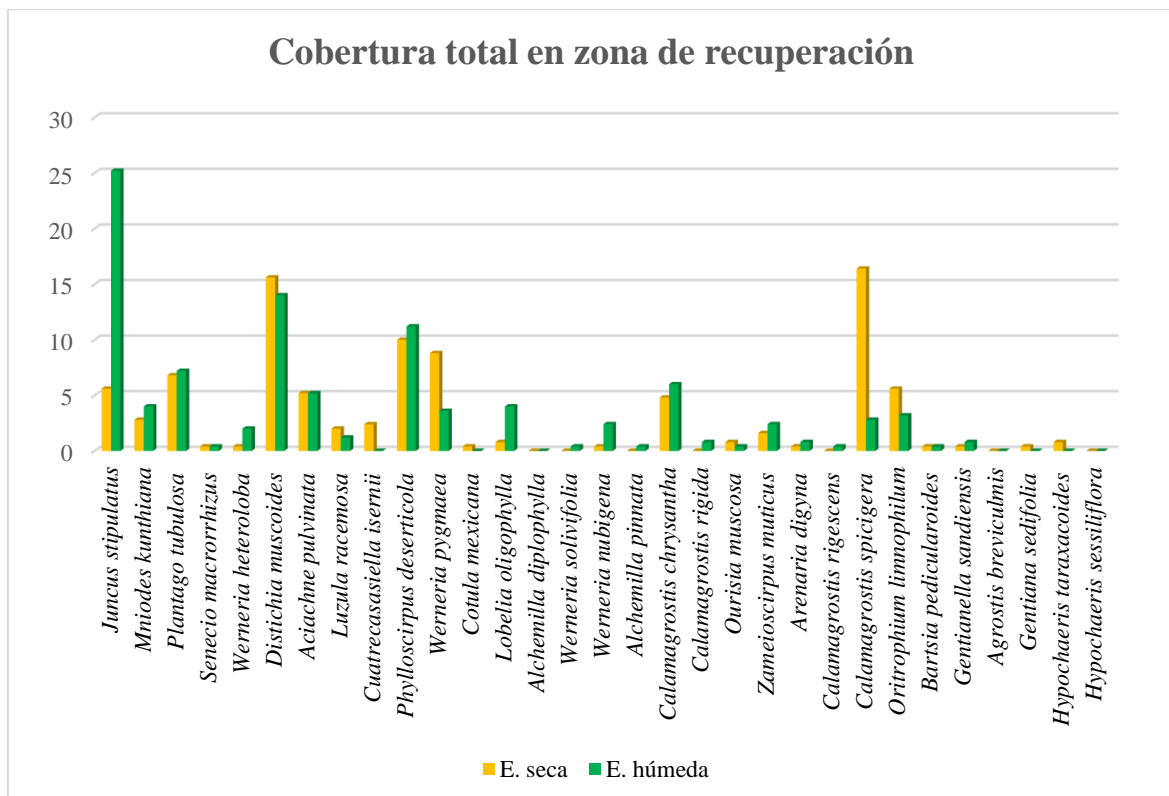


Figura 33: Cobertura porcentual de la zona de recuperación

FUENTE: Elaboración propia

8.3. COBERTURA DE ZONA IMPACTADA

En esta zona, en época húmeda la especie *Luzula racemosa* tiene mayor cobertura, pero su cobertura disminuye notablemente en época seca. En cambio, la cobertura de la especie *Juncus stipulatus* se mantiene constante en ambas épocas siendo segunda en cuanto a cobertura en época húmeda y primera en época seca. La especie *Senecio macrorrhizus* se encuentra segunda en época seca disminuyendo en época húmeda. La especie *Plantago tubulosa* se mantiene constante en ambas épocas, ocupando el tercer lugar en cuanto a cobertura en ambas épocas.

En la figura 34 se puede observar las coberturas de las especies en la zona impactada.

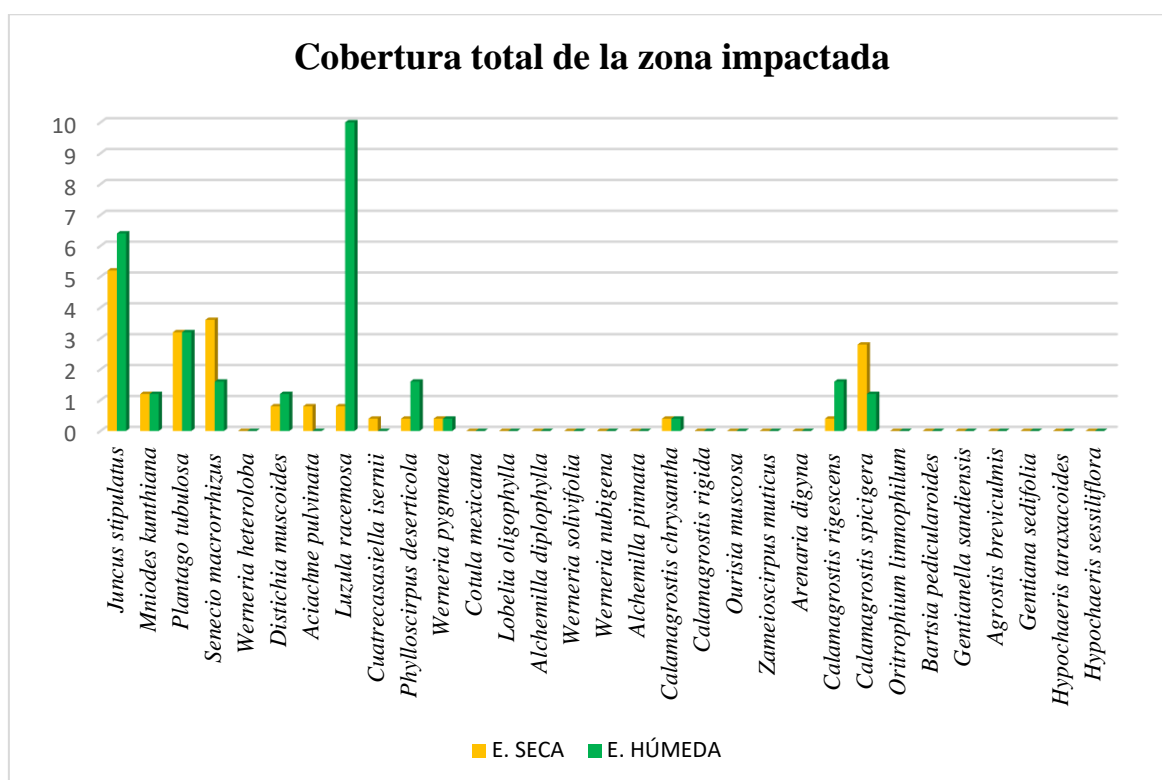


Figura 34: Cobertura vegetal total porcentual de la zona impactada

FUENTE: Elaboración propia

Comparando la cobertura vegetal en las tres zonas, se podría decir que la especie *Distichia muscoides* es la que posee mayor cobertura en todo el año en la zona control. Siendo esta una especie que requiere de estar en zonas con abundante agua, se podría decir que esta zona del bofedal cumple con los requerimientos de esta especie. También se podría considerar que la

cobertura del bofedal sería mayoritariamente de esta especie, formando turberas de *Distichia* en la mayoría de su extensión si no hubiera sido perturbada. En la zona de recuperación *Juncus stipulatus* se hace presente en las zonas medias inundadas con escasa cobertura vegetal, así también es una especie con mayor cobertura en la zona impactada. Esto podría entenderse también como la capacidad que tiene esta planta para sobrevivir en ambientes inundados y suelos más secos de bofedales dañados. Cabe resaltar que la cobertura en la zona impactada es mínima, puesto que los casos en que se encontraron especies fueron mínimos y solo se encontraron algunos individuos aislados. La especie *Luzula racemosa* muestra también que puede crecer en zonas perturbadas, pero requiere de las lluvias para crecer en estas zonas pues al estar más impactado, la retención de humedad es menor y la época seca hace más difícil su desarrollo. En cambio, se observó otras especies como el *Senecio macrorrhizus* que a pesar de encontrarse en época seca y en esta zona perturbada puede adaptarse. Esto nos indica que es una especie que se podría utilizar para revegetar lugares muy perturbados donde otras especies no sobrevivirían.

Analizando la cobertura con un análisis de varianza con el software R (tabla 12), se obtiene que no existe diferencia significativa ($p=0.164$) entre época húmeda y seca, pero si existe una diferencia fuertemente significativa ($p=0.00000000163$) entre la cobertura de la zona de control, recuperación e impactada.

Tabla 12: Prueba estadística de análisis de varianza de la cobertura total en las tres zonas en las dos épocas

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Media de cuadrados</i>	<i>Valor F</i>	<i>Pr(>F)</i>
Épocas	1	1794	1794	2,052	0,164
Zonas	2	85042	42521	48,635	1,63e-09***
Residuos	26	22731	874		

FUENTE: Elaboración propia

Códigos de significancia: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Se analizó con la prueba de Tukey la diferencia entre las tres zonas en cuanto a la cobertura y se obtuvo que si existen diferencias entre las tres zonas (ver figura 35), pudiendo observarse que la mayor cobertura se encuentra en la zona control y menor cobertura la zona impactada.

La cobertura nos muestra que la perturbación se puede observar mejor con este indicador, pues el número de especies no siempre nos va a mostrar el nivel de perturbación de un bofedal, y podría más bien ocultar lo observado en campo. Pues a pesar de que según los resultados anteriores estadísticamente la zona control y la de recuperación tenían riqueza específica similar, en el análisis de cobertura vegetal se muestran diferentes. Con esto se podría apreciar el nivel de extracción de turba que se ha realizado y de los cambios que podrían observarse en un futuro si se volviera a evaluar en estas mismas zonas, con el objetivo de verificar si existe una mayor recuperación o deterioro.

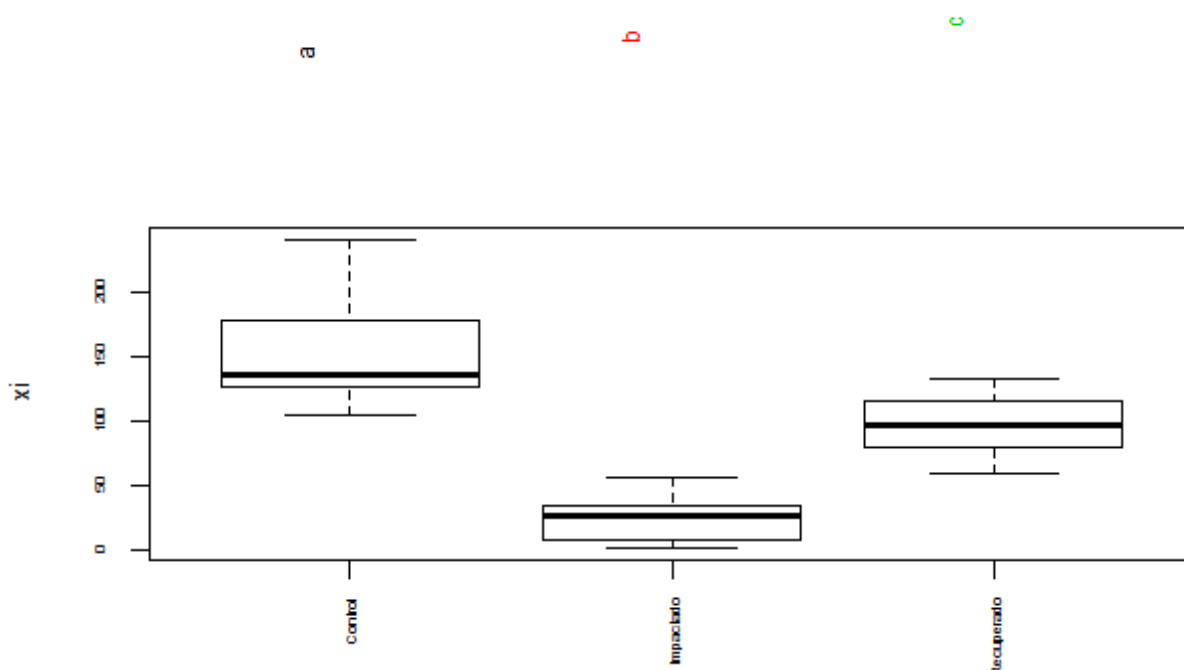


Figura 35: Prueba Tukey de la cobertura vegetal en la zona control, recuperación e impactada

FUENTE: Elaboración propia

En cuanto a la época seca y húmeda, utilizando la prueba de Tukey para comparar la cobertura vegetal de todo el bofedal se puede apreciar que no existe diferencia significativa de la cobertura vegetal entre ambas épocas (figura 36). A pesar de que se observa ligeramente mayor cobertura en época húmeda. Esto puede deberse a que no sólo el bofedal se nutre de agua de precipitación, sino el agua subterránea y subsuperficial cumplen una función muy importante en este bofedal, además de contar con la presencia de un riachuelo cercano que es permanente en todas las épocas del año.

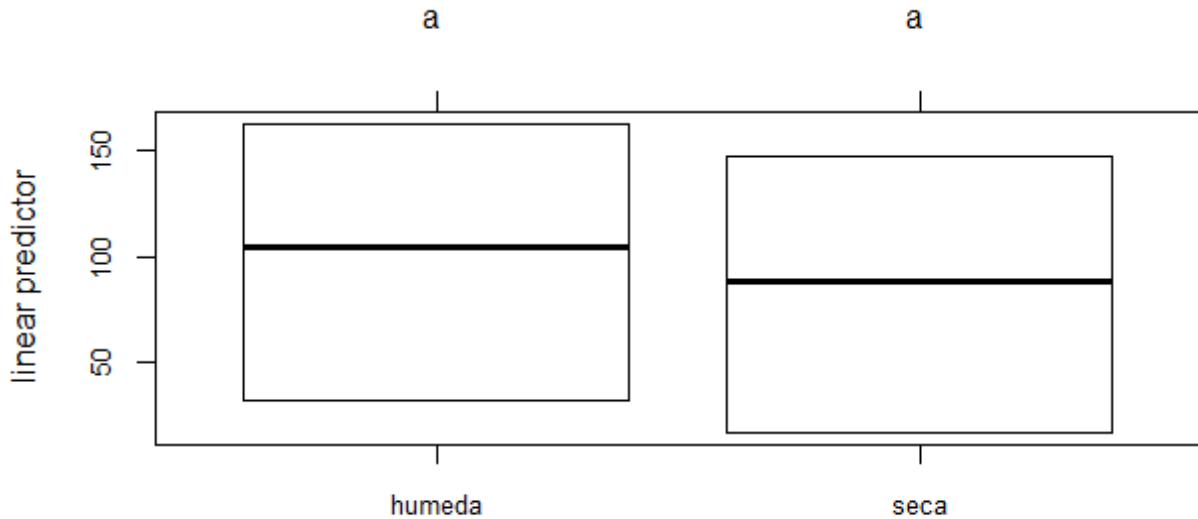


Figura 36: Prueba de Tukey de la cobertura vegetal en la época seca y húmeda

FUENTE: Elaboración propia

9. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)

Según la frecuencia relativa y la cobertura repetida calculada anteriormente se determinó un índice de valor de importancia para cada zona. Para la zona control las especies con mayor índice de valor de importancia ecológica resultaron la *Distichia muscoides*, *Juncus stipulatus*, *Plantago tubulosa*, *Calamagrostis spicigera*, y *Phylloscirpus desertícola* que hacen más de la mitad de cobertura vegetal en esta zona. La *Distichia muscoides* es característica de bofedales con alto requerimiento hídrico y sensible a perturbaciones, por ello que se encuentre con la más alta cobertura significa que esta zona de bofedal se encuentra en buenas condiciones. Además, es una especie con alta deseabilidad para alpacas y llamas, por lo que se recomendaría la crianza de estos animales en esta zona. Otra especie que resultó segunda en la zona control es *Juncus stipulatus*, que es útil para forraje (Paniagua y Yevara 2002). Por esta razón la presencia de animales pastando en la zona de Milloc es común ya que en esta zona encuentran alimento. A continuación, se encuentra la tabla 13 donde se muestra el IVI de todas las especies en la zona de control.

Tabla 13: Índice de valor de importancia de la zona control

ZONA CONTROL (HÚMEDA-SECA)				
N°	ESPECIES	F. RELATIVA (%)	COBERTURA T. (%)	IVI
1	<i>Distichia muscoides</i>	6,98	21,32	28,3
2	<i>Juncus stipulatus</i>	8,73	15,63	24,36
3	<i>Plantago tubulosa</i>	7,91	11,89	19,8
4	<i>Calamagrostis spicigera</i>	5,95	10,72	16,67
5	<i>Phylloscirpus deserticola</i>	6,16	5,68	11,84
6	<i>Zameioscirpus muticus</i>	4,31	7,36	11,67
7	<i>Aciachne pulvinata</i>	6,17	5,17	11,34
8	<i>Oritrophium limnophilum</i>	6,16	3,62	9,78
9	<i>Werneria pygmaea</i>	4,42	3,75	8,17
10	<i>Luzula racemosa</i>	6,98	1,16	8,14
11	<i>Cuatrecasasiella isernii</i>	5,24	2,33	7,57
12	<i>Mniodes kunthiana</i>	5,02	1,55	6,57
13	<i>Gentianella sandiensis</i>	2,56	3,62	6,18
14	<i>Ourisia muscosa</i>	3,6	0,52	4,12
15	<i>Calamagrostis chrysantha</i>	1,85	1,94	3,79
16	<i>Calamagrostis rigescens</i>	2,56	0,52	3,08
17	<i>Lobelia oligophylla</i>	1,75	0,78	2,53
18	<i>Cotula mexicana</i>	1,64	0,52	2,16
19	<i>Alchemilla pinnata</i>	1,85	0,26	2,11
20	<i>Werneria heteroloba</i>	1,64	0,39	2,03
21	<i>Agrostis breviculmis</i>	1,75	0,26	2,01
22	<i>Werneria solivifolia</i>	1,74	0,26	2
23	<i>Alchemilla diplophylla</i>	1,64	0,26	1,9
24	<i>Arenaria digyna</i>	1,64	0,26	1,9
25	<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	0,93	0,13	1,06
26	<i>Senecio macrorrhizus</i>	0,82	0,13	0,95
	SUMA	100	100	200

FUENTE: Elaboración propia

En la zona de recuperación también se encuentra presente *Distichia muscoides* como especie con mayor IVI, sin embargo, la especie que tiene mayor cobertura es *Juncus stipulatus*. Aun así, se mantienen estas dos especies forrajeras como más importantes, por lo que se tendría que tomar en consideración para evitar que los animales entren en busca de alimento a esta zona que se está recuperando y dañen la vegetación.

En la tabla 14 se encuentra el IVI de todas las especies de la zona de recuperación siendo las especies más representativas: *Distichia muscoides*, *Juncus stipulatus*, *Phylloscirpus deserticola*, *Calamagrostis spicigera* y *Plantago tubulosa*.

Tabla 14: Índice de valor de importancia de la zona de recuperación

ZONA DE RECUPERACIÓN (ÉPOCA SECA-HÚMEDA)				
N°	ESPECIES	F. RELATIVA (%)	COBERTURA T. (%)	IVI
1	<i>Distichia muscoides</i>	8.42	15.38	23.8
2	<i>Juncus stipulatus</i>	7.61	16.01	23.62
3	<i>Phylloscirpus deserticola</i>	7.61	11.02	18.63
4	<i>Calamagrostis spicigera</i>	6.66	9.98	16.64
5	<i>Plantago tubulosa</i>	7.61	7.28	14.89
6	<i>Werneria pygmaea</i>	5.79	6.44	12.23
7	<i>Oritrophium limnophilum</i>	5.93	4.57	10.5
8	<i>Aciachne pulvinata</i>	5.05	5.41	10.46
9	<i>Mniodes kunthiana</i>	6.81	3.53	10.34
10	<i>Calamagrostis chrysantha</i>	4.1	5.61	9.71
11	<i>Luzula racemosa</i>	4.98	1.66	6.64
12	<i>Zameioscirpus muticus</i>	4.17	2.08	6.25
13	<i>Lobelia oligophylla</i>	2.56	2.49	5.05
14	<i>Werneria nubigena</i>	2.56	1.46	4.02
15	<i>Cuatrecasasiella isernii</i>	2.42	1.25	3.67
16	<i>Werneria heteroloba</i>	1.68	1.25	2.93
17	<i>Arenaria digyna</i>	1.68	0.62	2.3
18	<i>Gentianella sandiense</i>	1.68	0.62	2.3
19	<i>Ourisia muscosa</i>	1.68	0.62	2.3
20	<i>Calamagrostis rigida</i>	1.75	0.42	2.17
21	<i>Bartsia pedicularoides</i>	1.68	0.42	2.1
22	<i>Senecio macrorrhizus</i>	1.68	0.42	2.1

Continúa...

ZONA DE RECUPERACIÓN (ÉPOCA SECA-HÚMEDA)				
N°	ESPECIES	F. RELATIVA (%)	COBERTURA T. (%)	IVI
23	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	1.61	0.42	2.03
24	<i>Alchemilla pinnata</i>	0.88	0.21	1.09
25	<i>Calamagrostis rigescens</i>	0.88	0.21	1.09
26	<i>Werneria solivifolia</i>	0.88	0.21	1.09
27	<i>Cotula mexicana</i>	0.81	0.21	1.02
28	<i>Gentiana sedifolia</i>	0.81	0.21	1.02
SUMA		100	100	200

FUENTE: Elaboración propia

En la zona impactada la especie *Distichia muscoides* no se encuentra presente en el IVI, sin embargo, la especie *Juncus stipulatus* se mantiene primera. Por otro lado, se hacen presentes especies que se encontraban con menor IVI en las otras zonas, pero que no son deseables para el ganado de alpacas como *Luzula racemosa*. Estas especies presentes en la zona impactada, aunque sea en forma de individuos aislados, han logrado adaptarse a mínimas cantidades de agua en comparación a otras especies del mismo bofedal, por lo que son más resistentes. Se tendría que hacer estudios para saber igualmente la capacidad de la especie *Juncus stipulatus* en formar turba, ya que si no es capaz de formar turba no almacenaría carbono que lo hacen otras especies como *Distichia muscoides* y *Plantago tubulosa* por lo que se podría decir que no estaría apoyando con el servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono.

La tabla 15 muestra el IVI de todas las especies de la zona de impacto las cuales son: *Juncus stipulatus*, *Luzula racemosa*, *Plantago tubulosa*, *Senecio macrorrhizus*, y *Calamagrostis spicigera*.

Tabla 15: Índice de valor de importancia de la zona impactada

ZONA IMPACTADA (ÉPOCA SECA-HÚMEDA)				
N°	ESPECIES	F. RELATIVA (%)	COBERTURA T. (%)	IVI
1	<i>Juncus stipulatus</i>	14.62	23.58	38.2
2	<i>Luzula racemosa</i>	8.27	21.95	30.22
3	<i>Plantago tubulosa</i>	8.85	13.01	21.86
4	<i>Senecio macrorrhizus</i>	9.42	10.57	19.99
5	<i>Calamagrostis spicigera</i>	10.77	8.13	18.9
6	<i>Mniodes kunthiana</i>	8.85	4.88	13.73
7	<i>Calamagrostis rigescens</i>	8.27	4.07	12.34
8	<i>Phylloscirpus deserticola</i>	8.27	4.07	12.34
9	<i>Distichia muscoides</i>	6.35	4.07	10.42
10	<i>Aciachne pulvinata</i>	5	1.63	6.63
11	<i>Calamagrostis chrysantha</i>	4.42	1.63	6.05
12	<i>Werneria pygmaea</i>	4.42	1.63	6.05
13	<i>Cuatrecasasiella isernii</i>	2.5	0.81	3.31
SUMA		100	100	200

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla 16 se encuentran todas las especies según su deseabilidad siendo I: indeseables, PD: poco deseables y D: deseables. Esta clasificación se ha realizado para cinco clases de animales: vacunos, ovinos, vicuñas, alpacas, y llamas según se encontró en bibliografía.

Tabla 16: Clasificación de las especies de acuerdo a su deseabilidad

N°	ESPECIES	Deseabilidad				
		vacunos	ovinos	vicuñas	alpacas	llama
1	<i>Juncus stipulatus</i>	-	-	-	-	-
2	<i>Mniodes kunthiana</i>		I ⁶			
3	<i>Plantago tubulosa</i>	I ¹	PD ¹		PD ¹	
4	<i>Senecio macrorrhizus</i>	-	-	-	-	-
5	<i>Werneria heteroloba</i>	-	-	-	-	-
6	<i>Distichia muscoides</i>	I ²	I ²		D ²	D ³
7	<i>Aciachne pulvinata</i>	I ¹	I ¹	PD ³	I ¹	I ³
8	<i>Luzula racemosa</i>	PD ²	D ²		PD ²	
9	<i>Cuatrecasasiella isernii</i>	-	-	-	-	-
10	<i>Phylloscirpus deserticola</i>	-	-	-	-	-
11	<i>Werneria pygmaea</i>		PD ⁶		PD ⁷	
12	<i>Cotula mexicana</i>	-	-	-	-	-
13	<i>Lobelia oligophylla</i>				D ⁸	
14	<i>Alchemilla diplophylla</i>	D ¹	PD ¹		D ¹	PD ³
15	<i>Werneria solivifolia</i>	-	-	-	D ⁸	-
16	<i>Werneria nubigena</i>	I ²	PD ²	I ⁴	PD ²	
17	<i>Alchemilla pinnata</i>	PD ¹	D ¹	D ⁴	D ¹	D ³
18	<i>Calamagrostis chrysantha</i>				PD ⁷	
19	<i>Calamagrostis rigida.</i>	PD ⁴	PD ⁴	D ⁴	PD ⁸	
20	<i>Ourisia muscosa</i>	-	-	-	-	-
21	<i>Zameioscirpus muticus</i>	-	-	-	-	-
22	<i>Arenaria digyna</i>	-	-	-	-	-
23	<i>Calamagrostis rigescens</i>	I ¹	PD ¹		D ¹	I ³
24	<i>Calamagrostis spicigera</i>	-	-	-	D ⁸	-
25	<i>Oritrophium limnophilum</i>		I ⁶			
26	<i>Bartsia pedicularoides</i>	-	-	-	-	-
27	<i>Gentianella sandiensis</i>	-	-	-	D ⁸	-
28	<i>Agrostis breviculmis</i>	PD ¹	D ¹	D ⁴	D ¹	PD ³
29	<i>Gentiana sedifolia</i>	PD ⁵	PD ⁵		PD ⁵	

FUENTE: 1 Comunidad de Oyón, departamento de Lima, Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales. 2 Comunidades de Alis, Tomas, Huancachi, y Santa Rosa de Tinco, departamento de Lima, Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales. 3 Cooperativa comunal Yurajhuanca, Pasco, Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales. 4 SAIS Pachacutec, Conocancho,

departamento de Junín, Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales. 5Ayaracra, departamento de Pasco. 6 CESEL, INGENIEROS, 2008, citado por Maldonado, M.S.20107. ONERN, 1984, citado por Maldonado, M.S.20107. 8 Tapia y Flores 1984, 9 Canales y Tapia 1987 citado por Maldonado, M.S.20107. Elaboración propia.

En la figura 37 se pueden observar varios camélidos sudamericanos pastando el bofedal Milloc, así también en la figura 38, se puede observar un rebaño de ovinos y en la figura 39 se puede observar cerdos buscando alimento (semillas, gusanos) y removiendo el suelo en la zona de impacto.



Figura 37: Camélidos pastando en el bofedal Milloc



Figura 38: Ovinos pastando en el bofedal Milloc



Figura 39: Cerdos buscando alimento en el bofedal Milloc

10. TIPOS DE COBERTURA DE SUELO

Según lo observado en campo se determinó seis tipos de cobertura del suelo: vegetación vascular, agua, musgo, materia orgánica, mantillo, y suelo rojizo. Estos tipos de cobertura fueron tomados en cada punto de evaluación donde la varilla tocaba el suelo.

La cobertura vascular es la que se analizó anteriormente mostrando las especies con mayor cobertura en cada zona, sin embargo, en esta parte se tomará en cuenta no las especies sino la cobertura general de todas las especies por zona, separando los musgos en otra categoría por ser especies que no se consideró para los anteriores análisis. La cobertura de agua se dio por la presencia de pequeños charcos de agua en el bofedal, la materia orgánica es la que se observa en suelos donde la vegetación es rala, el mantillo por otra parte muestra la vegetación seca y el suelo rojizo viene a ser los suelos descubiertos bajos en nutrientes donde el ph es muy ácido.

A continuación, se puede observar lo anteriormente descrito en la figura 40.



A. Vegetación. B. Materia orgánica. C. Suelo rojizo. D. Musgo. E. Agua. F. Mantillo

Figura 40: Coberturas de suelo

FUENTE: Elaboración propia

10.1. ZONA CONTROL

En la zona control la cobertura del suelo es mayoritariamente vegetación tanto en época húmeda como en seca, habiendo pequeña diferencia entre ambas, 83 por ciento en época seca y 78 por ciento en época húmeda (figura 41). Esta diferencia se da ya que en época húmeda parte de la vegetación está cubierta por agua, por lo que en la evaluación se contabilizó como agua en lugar de vegetación. El porcentaje restante está distribuido entre materia orgánica, mantillo, musgo además del agua.

Se observa también mayor cantidad de musgo y materia orgánica en época húmeda que en época seca. Por el contrario, el mantillo se muestra en mayor cantidad en época seca que en húmeda.

Estos resultados primeramente nos muestran que la vegetación no tiene mucha variación entre época húmeda y seca lo que atribuye en que se encuentra en equilibrio y el sistema ecológico funciona correctamente. Los otros tipos de cobertura no llegan ni al 10 por ciento, Por otra parte, el mantillo aparece mayor en la época seca pues de todas maneras hay especies que se secan al pasar la época húmeda. Se podría decir que esta sería la cobertura que oscilaría un bofedal en buenas condiciones.



Figura 41: Cobertura de suelo en zona control

FUENTE: Elaboración propia

10.2. ZONA DE RECUPERACIÓN

En la zona de recuperación el porcentaje de cobertura vegetal es menor que el de control tanto en época húmeda como en seca (figura 42). Sin embargo, hay diferencia entre ellas, en época húmeda la cobertura vegetal es mucho mayor (51 por ciento) que en época seca (27,6 por ciento). La materia orgánica se mantiene similar entre ambas épocas, pero lo mismo no sucede con el mantillo, el cual es mucho mayor en época seca. La cobertura de agua aumenta en época húmeda y eso ayuda a que el musgo también sea mayor que en época seca. La cobertura de suelo de coloración rojiza aparece en mínimas cantidades en época seca (1,2 por ciento).

En estos resultados podemos observar que en comparación con la zona control, las diferencias de cobertura vegetal en la época húmeda y seca se hicieron más grandes, esto podría deberse a que como la cobertura vegetal es menor, retiene menos cantidad de agua para la época seca lo que hace que sea más crítico para algunas especies sobrevivir a esta época y disminuya aún más su cobertura vegetal. Estas especies que no sobreviven a la época seca, mueren y se convierten en mantillo, es por esto que la cobertura de mantillo en la época seca aumenta notoriamente.

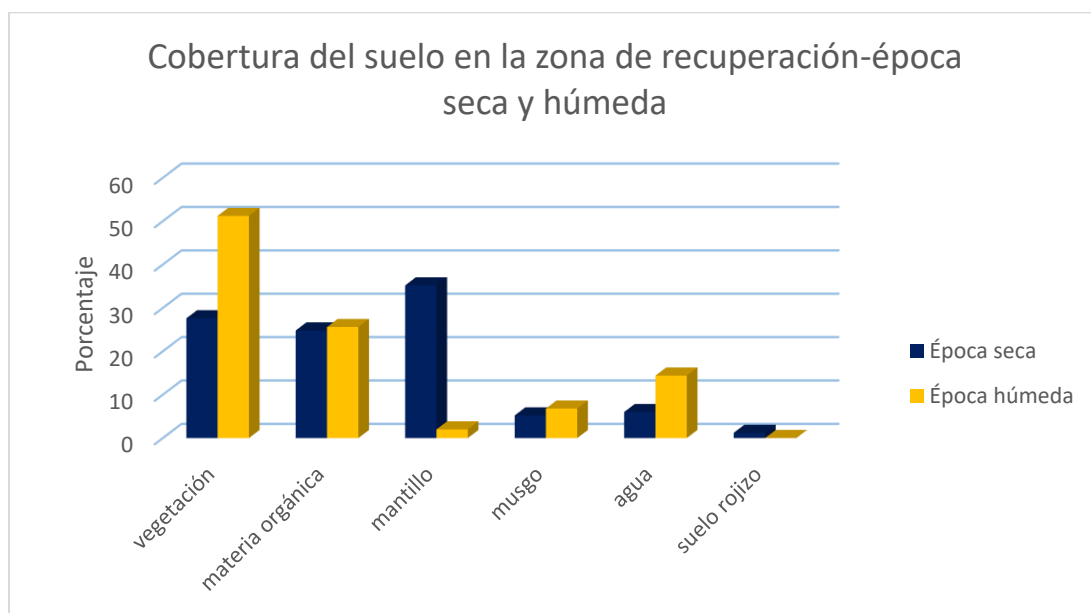


Figura 42: Cobertura de suelo en zona de recuperación.

FUENTE: Elaboración propia

10.3. ZONA IMPACTADA

La cobertura del suelo tiene menor porcentaje de cobertura vegetal en comparación a la zona control y de recuperación, tanto en época seca (7,6 por ciento) como en época húmeda (15,6 por ciento) como se puede ver en la figura 43. La cobertura de suelo que predomina es el mantillo en ambas épocas (época seca 70 por ciento, época húmeda 40 por ciento) el cual está conformado mayoritariamente por bloques de *Distichia muscoides* seca lo que indica que anteriormente ha sido una zona con predominancia de esta especie. Además, esta zona presenta mayor porcentaje de suelo de coloración rojiza en comparación de las otras zonas, el cual se caracteriza por tener menos nutrientes y ser más ácida, esto podría mostrar que además del problema de extracción de turba existe un problema de alteración del suelo.

Estos resultados de alta cobertura de mantillo nos muestran que anteriormente la cobertura vegetal fue predominante y que luego de haber sido extraída se secó y más aún los relaves que pasan cerca a esta zona la convirtieron en suelos rojizos. Se podría decir que fue esta la principal causa de que en esta zona la cobertura vegetal que fue extraída no pueda volver a desarrollarse. Pues la limitante del cambio de la estructura del suelo impidió que varias especies puedan volver a colonizar esta zona. Lo que se podría hacer para una recuperación del bofedal primero sería trabajar con mejorar el suelo, asegurar la presencia de agua a todo el año mediante zanjales y diques y luego finalmente realizar trasplantes de especies que resultaron con mayor índice de valor de importancia en la zona control.

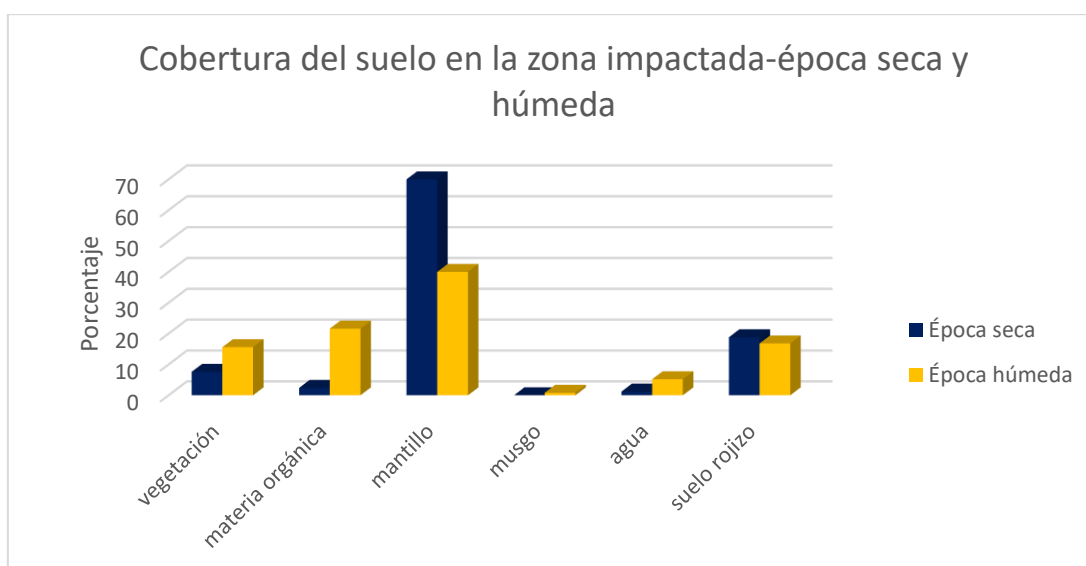


Figura 43: Cobertura de suelo en zona impactada

FUENTE: Elaboración propia

Como se puede observar en la figura 44, se observa la clasificación del bofedal según el índice de desnudez del suelo (Flores 2005, Flores y Malpartida 1988). La menor desnudez del suelo va a tener una mejor calificación, de esta manera tenemos zonas excelentes hasta regulares en la zona control, entre regulares y muy pobres en la zona de recuperación y en la zona impactada todos los transectos tienen por calificación muy pobre.

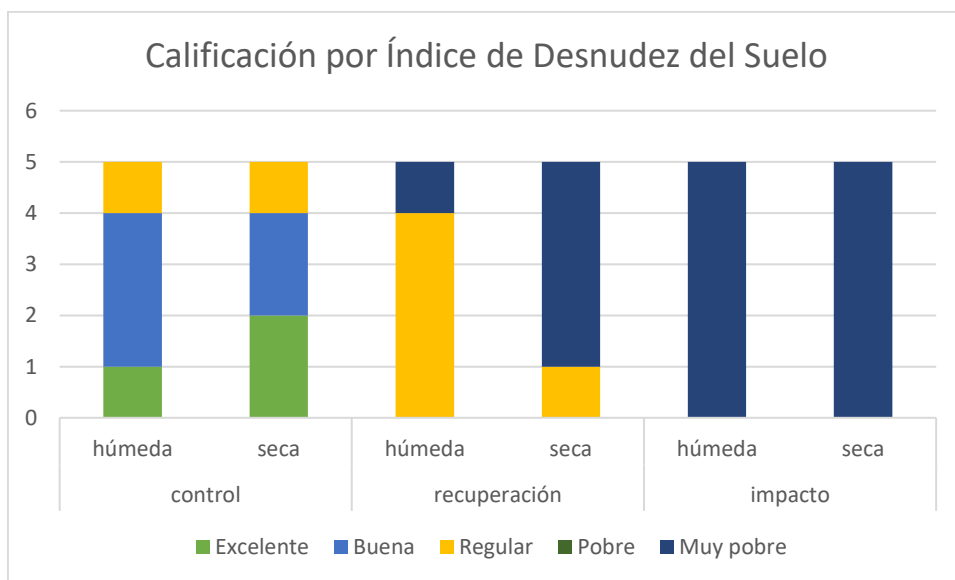


Figura 44: Calificación de acuerdo al índice de desnudez

FUENTE: Elaboración propia

11. COMPARACIÓN DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD ENTRE LA ZONA CONTROL, RECUPERACIÓN E IMPACTADA EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA.

11.1. ÍNDICE DE SHANNON

La diversidad de Shannon- Wiener que nos muestra la uniformidad de la distribución del número de especies con el número de individuos nos indica que la zona de recuperación tiene mayor distribución de especies.

En la investigación de Caro (2010), en el bofedal de la Reserva Nacional de Junín, el índice de Shannon fue mayor en el bofedal y pastizal con impacto de extracción de champa luego de un proceso de sucesión. En el bofedal Milloc sucede lo mismo, en la zona de recuperación se observa también que se encuentra en proceso de sucesión y que posee mayor índice de Shannon.

Esto nos indica que este índice en zonas donde existe extracción de champa puede ser mayor que el del control ya que en la zona de recuperación se presentan nuevas especies colonizadoras que anteriormente no se pudieron desarrollar por falta de oportunidad o mucha competencia. En la zona de recuperación al ver mayor número de especies, pero con menor cobertura que la zona de control hace mayor la probabilidad de escoger una especie diferente, siendo este el principio de la diversidad de Shannon, se obtiene por esta razón mayor índice en esta zona.

Por otro lado, en la zona de impacto del bofedal Milloc, la diversidad de Shannon es mucho menor, esto puede deberse a que como menciona Caro (2010), la sucesión en el bofedal es más dependiente a las condiciones ambientales. Esto puede deberse a que, al haber menos cobertura en esa zona, las especies están más expuestas a las condiciones ambientales. Por ejemplo, una fuerte llovizna podría erosionar el suelo y producir pérdida de nutrientes, o un intenso calor podría secar más rápidamente el suelo que se encuentra expuesto sin vegetación. En el primer caso la pérdida de nutrientes haría difícil el crecimiento de la especie y en el segundo caso el intenso calor produciría estrés hídrico a la especie lo cual podría causar en ambos casos la muerte de la especie. En este caso la zona de impacto por tener menor cobertura al parecer ha sufrido más las condiciones ambientales, además, estar cerca de un relave minero ha cambiado el nivel de ph, el cual es mucho más ácido a comparación de las otras zonas según los análisis que se ha realizado.

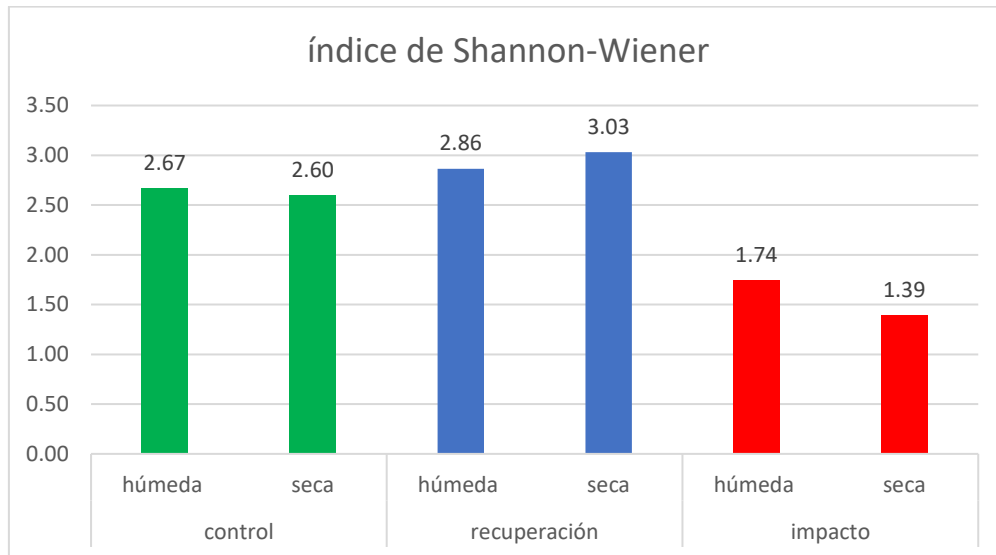


Figura 45: Índice de Shannon – Wiener

FUENTE: Elaboración propia

11.2. ÍNDICE DE SIMPSON

En el índice de Simpson la escala es de 0 a 1, donde la mayor dominancia se encuentra cuando está cercana a 1. Los valores encontrados son altos en la zona de impacto, por lo tanto, estos resultados indicarían que las especies no se distribuyen homogéneamente, pues las dominancias son altas. El tener dominancias altas podría indicar en la mayoría de los casos que el ecosistema no se encuentra estable, pues las comunidades más estables tienen un gran número de especies que se distribuyen de manera uniforme como es el caso de la zona control y recuperación.

En el estudio de Maldonado (2010) los índices de dominancia de Simpson variaron desde 0,07 hasta 0,26. La zona control y recuperación se encuentran dentro de estos rangos. Sin embargo, en la zona de impacto se tienen valores mucho mayores. Así también, Ramírez (2011), obtuvo 0,24 de dominancia en el bofedal Conococha, de Ancash, el cual es similar a la zona control del bofedal Milloc.

En ambos casos el índice de dominancia de Simpson es menor que la zona impactada la cual llega a los 0.49 (figura 46). Esto muestra que la perturbación que se dio en el bofedal impactado por extracción de champa y relaves mineros tiene mayor dominancia, por lo que se entendería como una menor diversidad.

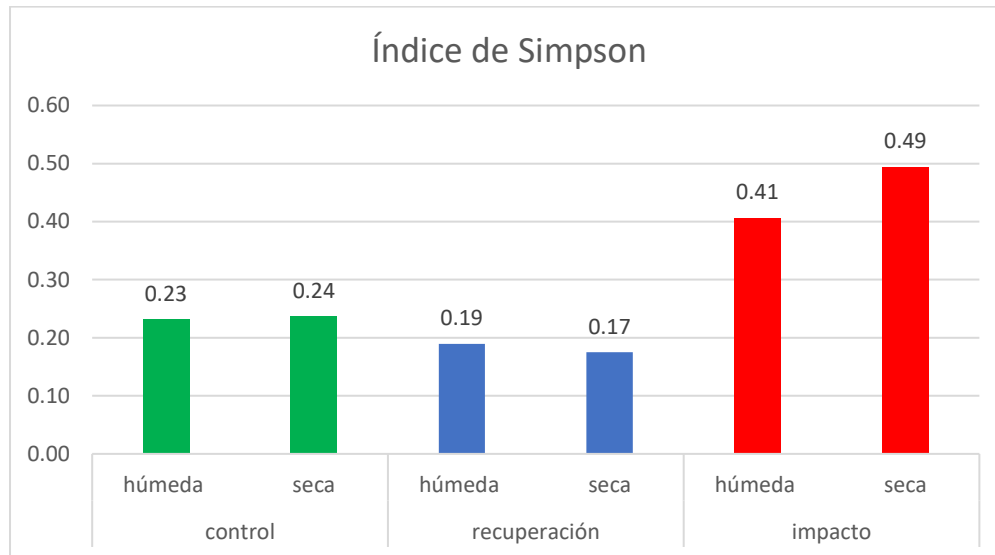


Figura 46: Índice de Simpson

FUENTE: Elaboración propia

11.3. EQUIDAD DE PIELOU (J)

El índice de equidad de Pielou va de 0 a 1, donde 1 muestra que todas las especies son igualmente abundantes.

Los valores de equidad se pueden observar que son mayores en la época seca que en la época húmeda (figura 47). En general los valores son altos, ya que son mayores de 0.5 por lo que se diría que muestran una tendencia a la distribución homogénea de la abundancia de especies. En los resultados que muestra Maldonado (2010), van de 0.80 a 0.97, en cambio en el bofedal Milloc, los valores obtenidos llegan a ser un poco menores en la zona control, sin embargo, son más similares a la zona de recuperación. Cabe señalar que los bofedales estudiados por Maldonado (2010) han sido influenciados por actividades antrópicas como la ganadería y la construcción del ducto de Camisea, por lo que por esa razón podría ser su similitud.

Ramírez (2011), muestra para el bofedal de Conococha, Ancash una equidad de 0.75, la cual es similar al de la zona control de Milloc. Por lo que se podría ser una referencia del índice de Pielou en una zona control.

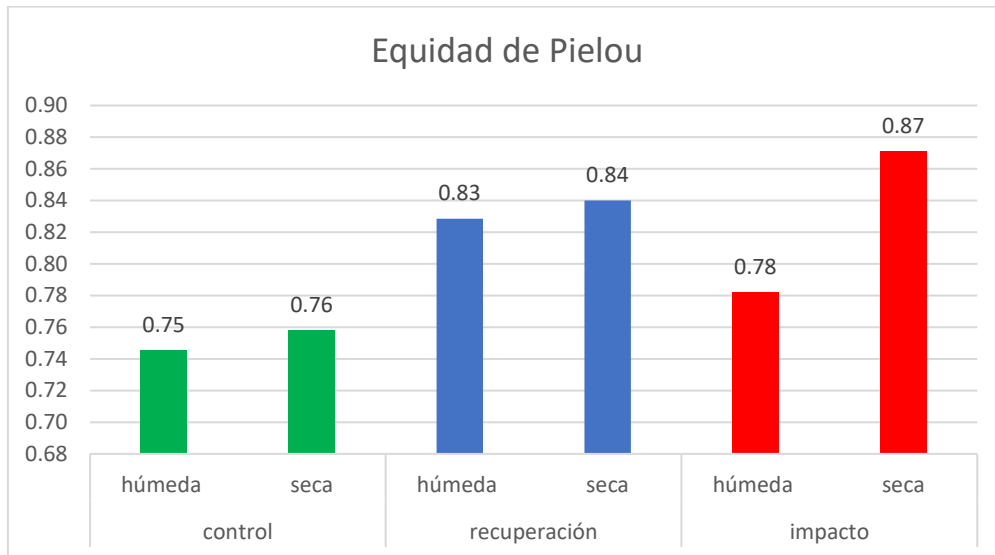


Figura 47: Índice de equidad de Pielou

FUENTE: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

- 1) La composición florística de la zona control y de la zona de recuperación resultaron similares estadísticamente, sin embargo, la zona de impacto resultó con diferencia significativa con respecto a las otras zonas.
- 2) La época húmeda y seca no tuvieron diferencia significativa en las evaluaciones de cobertura ni de composición florística, pero si se observa que la zona más afectada en época seca fue la zona de impacto.
- 3) La mayor diversidad con el índice de Shannon se encuentra en la zona de recuperación, seguido por la zona de control y en menor medida la zona impactada, lo cual mostraría un intenso proceso de colonización en la zona de recuperación.
- 4) La mayor dominancia de Simpson se encontró en la zona de impacto, así como también una mayor equidad de Pielou en la época seca, lo cual podría deberse a su reducido número de especies que pueden adaptarse a las condiciones de esta zona con pH muy ácido.
- 5) La zona de impacto no se está recuperando, esto indica que además de la extracción de la cobertura vegetal con su sustrato (champa), esta zona posiblemente tenga otro tipo de impacto, porque ha recibido más de cerca los flujos de agua provenientes de zonas con relave de la minería que se encuentra aguas arriba.
- 6) Según la cobertura del suelo se tendría en general la siguiente clasificación según los porcentajes de (Flores 2005, Flores y Malpartida 1988): en la zona de control suelos de excelentes a regulares, en la zona de recuperación de regulares a muy pobres y en la zona de impacto sólo suelos muy pobres.
- 7) En la zona control donde la cobertura vegetal es alta, el nivel de pH resultó menos ácido que la zona de recuperación e impactada que tienen niveles muy ácidos, por lo que se podría asumir a priori que la cobertura vegetal estaría controlando los niveles de pH del suelo y posiblemente también los del agua.

8) El mayor índice de valor de importancia teniendo en consideración la cobertura y la frecuencia, la tiene la especie *Distichia muscoides* en la zona control y recuperación y en la zona impactada *Juncus stipulatus*, ambas especies son deseables especialmente para camélidos sudafricanos.

9) La extracción de turba en grandes cantidades afecta la composición y estructura florística de los bofedales, sin embargo, esta se puede recuperar si encuentra condiciones hídricas, y edáficas propicias para su desarrollo.

VI. RECOMENDACIONES

- Tener medidas de sanción legales para evitar la extracción de la turba en los bofedales, además de contar con puestos de control y teléfonos satelitales, para una detección de extracción de turba oportuna.
- Crear una zona de conservación privada (ACP) en Carampoma, manejada por la comunidad para conservar sus servicios ecosistémicos y biodiversidad.
- Se debe continuar con la evaluación en los próximos años para ver la dinámica de la vegetación del bofedal.
- Utilizar un dron para conocer en detalle la topografía del bofedal, lo cual serviría en la elaboración de planes de recuperación.
- Evaluar con imágenes satelitales desde que año se ha realizado la extracción de turba en la laguna Milloc.
- Llevar a cabo un análisis de agua para ver su calidad y poder conocer si existe algún posible contaminante en las zonas de mayor impacto.
- No se debe perder de vista el valor del bofedal como un ecosistema singular altoandino que es hábitat de especies de fauna y flora que puede tener un valor ecoturístico para las poblaciones locales.
- Garantizar el agua en el bofedal especialmente en las zonas de recuperación e impactadas con la construcción de diques que mantengan el suelo saturado todo el año.
- Evitar que los flujos de agua de los relaves minero provenientes de aguas arriba lleguen al bofedal Milloc sin ser tratados.
- Realizar planes de recuperación del bofedal Milloc, que incluya trabajo con la comunidad, cercamiento del área impactada y en recuperación, además del trasplante de parches de

Distichia muscoides en zonas inundadas, ya que es la especie de mayor valor de importancia en el bofedal.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aedo, N. 1996. Morfología de una gramínea y leguminosa típicas. In Praderas para Chile. Santiago, Chile, INIA. p. 27-39.
- Alzérreca, H. 2001. Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano. Proyecto Conservación de la Biodiversidad en la Cuenca del Lago Titicaca-Desahuadero – Poopo- Salar de Coipasa. Universidad Nacional del Altiplano-Puno. Tesis Mag. Universidad Nacional Agraria La Molina. 141 p.
- Arévalo, R. 2005. Complejo Marcapomacocha. En: Izurieta X. (Ed.). 2005. Turberas Altoandinas. Espacios Frágiles de Vida y Cultura. Proyecto Peatlands in the Tropical Andes. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/ECOPAR/GRUPO PARAMO. Quito.
- Brack, A; Mendiola, C. 2010. Ecología del Perú. Editorial Bruño, Lima. 496 p.
- Caro, C. 2010. Extracción de pastos por actividad de “champeo” en la Reserva Nacional de Junín durante el año 2004-2005. Una perspectiva desde la teoría de la sucesión: Estudio de caso en la comunidad Villa Junín. Tesis Mg. Sc. Lima, PE, UNALM. 168 p.
- Caro, C; Sánchez, E; Quinteros, Z; Castañeda, L.2014. Respuesta de los pastizales altoandinos a la perturbación generada por extracción mediante la actividad de “champeo” en los terrenos de la Comunidad Campesina Villa de Junín, Perú.
- CKPP. 2008. Questions & Answers: Facts about peatland degradation in Southeast Asia in a global perspective. Central Kalimantan Peatland Project (CKPP). Wageningen, Wetlands Internation.
- Convención de Ramsar y grupo de contacto EHAA. 2008. Estrategia Regional para la Conservación y Uso Sostenible de Humedales Altoandinos. Gobiernos de Ecuador y Chile, CONDESAN y TNC-Chile.

- Coronel J; De la Barra, N; Aguilera, X. 2011. Bofedales altoandinos de Bolivia: Vegetación acuática y servicios ambientales. *Rev. Boliviana de ecología y conservación ambiental*.26:23-34.Bolivia. Consultado el 22 de feb.2015. Disponible en: <http://www.cedsip.org/PDFs/26/CORONEL.pdf>.
- Cottam, G; Curtis, JT. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37:451- 460.
- Flores, A; Malpartida, E. 1988. Manejo de praderas nativas y pasturas en la región altoandina del Perú.
- Flores, E; Tacuna, R; Calvo, V. 2014. Marco conceptual y metodológico para estimar el estado de salud de los bofedales. Nota técnica 9. UNALM.16 p.
- Flores, M; Alegría, J; Granda, A. 2005.Diversidad florística asociada a las lagunas andinas Pomacocha y Habascocha, Junín, Perú. *Rev. peru. biol.* 12(1): 125-134.
- Florez, A. 2005. Manual de pastos y forrajes altoandinos. Lima, ITDG AL, OIKOS. 53 p.
- Guerrero, F; Polo, A. 1990. Usos, aplicaciones y evaluación de turba. *Rev. Ecología* (4):3-13.
- Gil, J. 2015. Bofedal: Humedal altoandino de importancia para el desarrollo de la región Cuzco (en línea). Cuzco, Perú. Consultado el 27 de feb.2015. Disponible en: http://www.cebem.org/cmsfiles/articulos/Humedales_conservacion.pdf.
- Glaser, P; Siegel, D; Romanovicz, E; Ping, S. 1997. Regional linkage between raised bogs and the climate, groundwater and landscape of north-western Minnessota. *J. of Ecology* 85: 3-16.
- Grootjans, A; Iturraspe, R; Lanting, A; Fritz, C; Joosten, H. 2010. Ecohydrological features of some contrasting mires in Tierra del Fuego, Argentina. *Mires & Peat* 6: 01- 15.
- Gurevitch, J; Scheiner, S; Fox, F. 2006. *The ecology of plants*. Sunderland: Sinauer. 574p.
- GWP Sudamérica. 2014. Programa agua, clima y desarrollo en Sudamérica. Consultado el 7 de ago. 2017. Disponible en: <http://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America/EN-ACCION/programas/PACyD-Sudamerica1/subcuenca-santa-eulalia/>.
- Halfpter, G; Ezcurra, E. 1992. ¿Qué es la biodiversidad? La diversidad biológica de Iberoamérica. Volumen 1, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. p. 3-24.

- Havsted, K; Debra, P; Rhonda, K; Brown, J; Bestelmeyer, B; Fredrickson, E; Herrik, J. 2007. Ecological services to and from rangelands. *Ecological economics* 64:261-268.
- Hernández M. 2010. Suelos de humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano. *Terra Latinoamérica*, vol 28, núm 2, abril-junio, p. 139-147.
- Howie, S. A., Whitfield, P. D., Hebda, R. J., Dakin, R. A., and Jeglum, J. K. (2009a). Can analysis of historic lagg forms be of use in the restoration of highly altered raised bogs? Examples from Burns Bog, British Columbia. *Canadian Water Resources Journal*, 34.p. 427–40.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). 1994. Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa. Lima, Perú.
- Iturraspe, R. 2010. Las turberas de tierra del fuego y el cambio climático global. Fundación humedales/Wetlands International. Buenos Aires, AR.
- León, B; Beltrán, H; Granda, A; Segástegui, A; Sanchez, I; Zapata, M. 2006. El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. *Rev. Perú. Biol. Número especial* 13(2):64s-164s. Facultad de ciencias biológicas, UNMSM.
- Leyva, M. 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.
- Lindsay, R; Birnie, R; Clough, C. 2014. Commercial peat extraction. IUCN UK Committee Peatland Programme Briefing Note No. 6. Consultado el 13 de mayo 2017. Disponible en: <http://www.iucn-uk-peatlandprogramme.org/sites/www.iucn-uk-peatlandprogramme.org/files/6%20Commercial%20peat%20extraction%20-%205th%20November%202014.pdf>.
- Magurran, A. 1991. *Diversidad Ecológica y su Medición*. Ediciones Vedra. Barcelona, España. 179p.
- Maldonado, MS. 2010. Comportamiento de la vegetación de bofedales influenciados por actividades antrópicas. Tesis Mg. Sc. Lima, PE, PUCP. 119p.

- Maldonado, MS; Maldonado, LD. 2010. Los bofedales: “Un oasis en la puna”. Ancash, anuario cultural. Asociación Ancash.
- Maldonado, MS. 2014. An introduction to the bofedales of the Peruvian High Andes. Mires and Peat. Vol.15. Art. 05, 1-13. Lima, Perú. Consultado el 19 de feb.2015. Disponible en: http://mires-and-peat.net/media/map15/map_15_05.pdf.
- Margalef, R. 1993. Teoría de los Sistemas Ecológicos. Universidad de Barcelona 2da Edición. España. 290 p.
- Martínez, A; Pontevedra, X; Nóvoa, JC; Rodríguez, R; López-Sáez, JA. 2009. Turberas ácidas de esfagnos. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 64 p.
- Matteucci, S; Colma A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D.C. 168p.
- McBride et al. 1936. Flora of Peru. Botanical Series. Chicago: Field Museum of Natural History.
- MINAM.2012. Memoria Descriptiva del Mapa de Cobertura Vegetal del Perú. Ministerio del Ambiente (MINAM), Lima. 76 p.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA. Vol.1. Zaragoza. 84 p.
- Municipalidad de Carampoma. s.f. Historia. Consultado el 13 de mayo 2017. Disponible en: <http://municarampoma.gob.pe/portal/index.php/distrito/historia>
- Necochea, C. 1998. Daño en la cumbre. Diario El Comercio, Sec. Ecología, pp. D1. Lima, Perú.
- Paniagua, N; Yevara, M. 2002. Caracterización de las pasturas y el pastoreo en las comunidades de Tojo (cuenca del río San Juan del Oro) y Juntas (Cuenca del río Camacho), Tarija, Bolivia.
- Parish, F; Sirin, A, Charman, D; Joosten, H; Minayeva, T; Silvius, M; Stringer, L. (Eds.). 2008. Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.

- Peralta, J; Royuela, M. 2015. Herbario de la Universidad Pública de Navarra España (en línea, sitio web). Consultado 13 may. 2017. Disponible en: <http://www.unavarra.es/herbario/htm/Compositae.htm>.
- Ponciano, A. 2006. Japoní. Boletín de arqueología Tukuy rikuy N°3. p. 39-49.
- Primack, R; Ros, J. 2002. Introducción a la Biología de la Conservación. Ed. Ariel Ciencia, Barcelona. 375 p.
- Ramírez, DW. 2011. Flora vascular y vegetación de los humedales de Conococha, Ancash, Perú. Tesis Lic. Biol. Lima, Perú, UNMSM.
- RAMSAR. 2006. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971). Secretaría de la Convención de Ramsar. 4 ed. Suiza. 121p.
- Reynel, C; Pennington, R.T; Särkinen, T. 2013 ¿Cómo se formó la diversidad ecológica del Perú? Lima, PE. 412 p.
- Ruthsatz, B. 2012. Vegetación y ecología de los bofedales altoandinos de Bolivia. Phytocoenología 42: 133-179. Stuttgart.
- Rydin, H; Jeglum, J. 2013. The biology of peatlands. Second edition. Oxford University Press.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010. Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica. Montreal. 94 p.
- Sotil, J; Flores, ER. 2014. Lineamientos para el desarrollo de proyectos de inversión pública en recuperación de bofedales. Informe Técnico del Proyecto de Recuperación de Bofedales. Convenio Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales y Ministerio del Ambiente.
- Sembrero, MP; Valencia, N. 2016. Expediente técnico preliminar-Área de Conservación Privada “Japoní”. De próxima publicación.
- Tovar, O. 1973. Comunidades Vegetales de la Reserva Nacional de Vicuñas de Pampa Galeras, Ayacucho, Perú (Plant Communities of the National Reserve for Vicuñas Pampa Galeras, Ayacucho). En Publicaciones del Museo de Historia Natural “Javier Prado”, Botánica Serie B N° 27, Lima. 32 p.

- Tovar, O; Oscanoa, L. 2002. Guías para la identificación de pastos naturales altoandinos de mayor importancia ganadera. Instituto de montaña. Proyecto FOCAL Obc. Primera edición. Huaraz.
- UDELAR (Universidad de la República, Uruguay). 2017. Laboratorio de sistemática de plantas vasculares (online, sitio web). Consultado 13 may. 2017. Disponible en: http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/familias_pv/gentianaceae.html.
- UNALM. 2014. Producto 1.3 Piloto de Recuperación de Bofedales de la Quebrada Quillcayhuanca – Ancash. Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales. Consultado el: 24 de jun. 2017. Disponible en: http://siar.minam.gob.pe/ancash/sites/default/files/archivos/public/docs/1.3_informe_area_piloto_quillcayhuanca.pdf.
- BirdLife International. 2016a. *Cinclodes palliatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016:e.T22702117A93860843. Consultado 25 jun. 2018. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22702117A93860843.en>.
- BirdLife International. 2016b. *Phegornis mitchellii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22693931A93430667. Consultado 25 jun. 2018. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22693931A93430667.en>.
- Valencia, N; Florencio C; Flores, M. 2017. Situación actual de los bofedales en la subcuenca del río Santa Eulalia, Huarochirí, Lima (póster). In Congreso peruano de humedales (1, 2017, Lima, Perú). Lima, Perú, GAV-UNIR/UNALM.
- Weberbauer, A. 1945. El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos (The Plant World of the Peruvian Andes). Ministerio de Agricultura (Ministry of Agriculture), Lima, Peru, 776p.
- Whittaker, RH. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. 21 (2/3): 213-251.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

LISTA DE ESPECIES IDENTIFICADAS

Familias	Géneros	Especies
Asteraceae	Cotula	<i>Cotula mexicana</i> (DC.) Cabrera
	Cuatrecasasiella	<i>Cuatrecasasiella isernii</i> (Cuatrec.) H.Rob.
	Hypochaeris	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Walp.) Ball
		<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth vel aff.
	Mniodes	<i>Mniodes kunthiana</i> (DC.) S. E. Freire
	Oritrophium	<i>Oritrophium limnophilum</i> (Sch. Bip.) Cuatrec.
	Senecio	<i>Senecio macrorrhizus</i> Wedd.
	Werneria	<i>Werneria heteroloba</i> Wedd.
<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.		
<i>Werneria nubigena</i> Kunth		
<i>Werneria solivifolia</i> Sch. Bip.		
Campanulaceae	<i>Lobelia</i>	<i>Lobelia oligophylla</i> (Wedd.) Lammers
Caryophyllaceae	<i>Arenaria</i>	<i>Arenaria digyna</i> Willd. ex Schldt.
Cyperaceae	<i>Phylloscirpus</i>	<i>Phylloscirpus deserticola</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh. vel aff.
	<i>Zameioscirpus</i>	<i>Zameioscirpus muticus</i> Dhooge & Goetgh.
Gentianaceae	<i>Gentianella</i>	<i>Gentianella sandiensis</i> (Gilg) J.S. Pringle vel aff.
	<i>Gentiana</i>	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth
Juncaceae	<i>Juncus</i>	<i>Juncus stipulatus</i> Nees & Meyen
	<i>Distichia</i>	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen
	<i>Luzula</i>	<i>Luzula racemosa</i> Desv.
Orobanchaceae	<i>Bartsia</i>	<i>Bartsia pedicularoides</i> Benth.
Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.
	<i>Ourisia</i>	<i>Ourisia muscosa</i> Wedd.
Poaceae	<i>Aciachne</i>	<i>Aciachne pulvinata</i> Benth.
	<i>Agrostis</i>	<i>Agrostis breviculmis</i> Hitchc. vel aff.
	<i>Calamagrostis</i>	<i>Calamagrostis chrysantha</i> (J. Presl) Steud.
		<i>Calamagrostis rigescens</i> (J. Presl) Scribn.
		<i>Calamagrostis rigida</i> (Kunth) Trin. ex Steud.
<i>Calamagrostis spicigera</i> (J. Presl) Steud.		
Rosaceae	<i>Alchemilla</i>	<i>Alchemilla diplophylla</i> Diels
		<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.

ANEXO 2

A. TRANSECTO 5 DE LA ZONA CONTROL, CON VEGETACIÓN PREDOMINANTE DE DISTICHIA MUSCOIDES. B. TRANSECTO 3 DE LA ZONA CONTROL, CON VEGETACIÓN MIXTA.



ANEXO 3

A. TRANSECTO 1 DE LA ZONA DE RECUPERACIÓN. B. TRANSECTO 5 DE LA ZONA DE RECUPERACIÓN



ANEXO 4

A. TRANSECTO 1 DE LA ZONA IMPACTADA Y CANAL QUE LO CRUZA. B. TRANSECTO 5 DE LA ZONA IMPACTADA.



ANEXO 5

MÉTODOS SEGUIDOS PARA EL ANÁLISIS DE SUELO

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, 1:2,5.
4. Calcáreo total (CaCO_3): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. % M.O. = % C x 1, 724.
6. Nitrógeno total: método del micro:-Kjeldahl.
7. Fosforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con $\text{NaHCO}_3=$ 0,5 M, Ph 7.0
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio ($\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$) N, pH 7.0.
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio; ($\text{CH}_3\text{-COONH}_4$)N; ph7.0
10. Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{-COONH}_4$)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.
11. $\text{Al}^{+3} + \text{H}^+$: método de Yuan. Extracción con KCl, N
12. Iones solubles:
 - a) Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
 - b) Cl, $\text{CO}_3=$ $\text{HCO}_3=$ NO_3 solubles: volumetría y calorimetría, SO_4 turbidimetría con cloruro de bario.
 - c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
 - d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

ANEXO 6

PARÁMETROS PARA EL ANÁLISIS DE SUELO

Salinidad

Clasificación del suelo	CE(es)
*muy ligeramente salino	<2
*ligeramente salino	2-4
*moderadamente salino	4-8
*fuertemente salino	>8

	Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible
CLASIFICACIÓN	%	ppm P	ppm K
*bajo	<2.0	<7.0	<100
*medio	2-4	7.0-14.0	100-240
*alto	>4.0	>14.0	>240

Reacción o pH

Clasificación del Suelo	pH
*fuertemente ácido	<5.5
*moderadamente ácido	5.6-6.0
*ligeramente ácido	6.1-6-5
*neutro	6.6-7.0
*ligeramente alcalino	7.1-7.8
*moderadamente alcalino	7.9-8.4
*fuertemente alcalino	>8.5

Relaciones Catiónicas

Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
*Normal	0.2-0.3	5-9
*defc. Mg	>0.5	
*defc. K	<0.2	
*defc. Mg		>10

Distribución de Cationes %

Ca^{+2}	=	60-75
Mg^{+2}	=	15-20
K^{+}	=	3-7
Na^{+}	=	<15

ANEXO 7

ECOLOGÍA Y ORIGEN DE LAS ESPECIES

N°	ESPECIES	REGION	ECOLOGÍA	ORIGEN
1	<i>Juncus stipulatus</i> Nees & Meyen	Andina II-III	Orilla de ríos, arroyos, o lagos	Nativa
2	<i>Mniodes kunthiana</i> (DC.) S. E. Freire	Andina II-III	Pastizales, matorrales	Nativa
3	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.	Andina II-III	Zonas acuáticas abiertas, pastizales, pendientes rocosas	Nativa
4	<i>Senecio macrorrhizus</i> Wedd.	Andina III	-	Endémica
5	<i>Werneria heteroloba</i> Wedd.	Andina III	-	Endémica
6	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	Andina III	Pastizales	Nativa
7	<i>Aciachne pulvinata</i> Benth.	Andina III	Zonas acuáticas abiertas, pastizales, pendientes rocosas	Nativa
8	<i>Luzula racemosa</i> Desv.	Andina III	pastizales, pendientes rocosas	Nativa
9	<i>Cuatrecasasiella isernii</i> (Cuatrec.) H. Rob.	Andina III		Nativa
10	<i>Phylloscirpus deserticola</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh. vel aff.			
11	<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.	Andina III	-	Nativa
12	<i>Cotula mexicana</i> (DC.) Cabrera	Andina II-III	zonas alteradas	Nativa
13	<i>Lobelia oligophylla</i> (Wedd.) Lammers	Andina III		Nativa
14	<i>Alchemilla diplophylla</i> Diels	Andina III	Zonas acuáticas abiertas	Nativa
15	<i>Werneria solivaefolia</i> Sch. Bip.	Andina III	Matorrales	Endémica
16	<i>Werneria nubigena</i> Kunth	Andina II-III		Nativa
17	<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.	Andina II-III	Bosque de neblina, zonas alteradas, pastizales , matorrales	Nativa
18	<i>Calamagrostis chrysantha</i> (J. Presl) Steud.	Andina III	Zonas acuáticas abiertas, pastizales, pendientes rocosas	Nativa
19	<i>Calamagrostis rigida</i> (Kunth) Trin. ex Steud.	Andina III	Pastizales	Nativa
20	<i>Ourisia muscosa</i> Wedd.			
21	<i>Zameioscirpus muticus</i> Dhooge & Goetgh.			
22	<i>Arenaria digyna</i> Willd. ex Schltld.	Andina III		Nativa
23	<i>Calamagrostis rigescens</i> (J. Presl) Scribn.	Andina III	Pastizales, riberas, pantanos	Nativa
24	<i>Calamagrostis spicigera</i> (J. Presl) Steud.	Andina III	Pastizales	Endémica
25	<i>Oritrophium limnophilum</i> (Sch. Bip.) Cuatrec.	Andina III		Nativa
26	<i>Bartsia pedicularoides</i> Benth.			

Andina I=500-1500 AREAS DE MONTAÑAS BAJAS

Andina II=1500-3500 AREAS DE MONTAÑAS

Andina III=ARRIBA DE 3500 AREAS DE MONTAÑAS ALTAS

Continúa...

N°	ESPECIES	REGION	ECOLOGÍA	ORIGEN
27	<i>Gentianella sandiensis</i> (Gilg) J.S. <i>Pringle</i> vel <i>aff.</i>	Andina II-III	Pastizales	Nativa
28	<i>Agrostis breviculmis</i> Hitchc. vel <i>aff.</i>	Andina II-III	Zonas alteradas, pastizales	Nativa
29	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	Andina II-III	pastizales, pendientes rocosas	Nativa
30	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Walp.) <i>Ball</i>	Andina II-III	Zonas acuáticas abiertas, pastizales, pendientes rocosas, matorrales	Nativa
31	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth vel <i>aff.</i>	-	-	

Andina I=500-1500 AREAS DE MONTAÑAS BAJAS

Andina II=1500-3500 AREAS DE MONTAÑAS

Andina III=ARRIBA DE 3500 AREAS DE MONTAÑAS ALTAS

ANEXO 8

ÍNDICES DE EQUIDAD DE PIELOU, DIVERSIDAD DE SHANNON, Y DOMINANCIA DE SIMPSON

<i>Transecto</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>d</i>	<i>J'</i>	<i>H' (log2)</i>	<i>Simpson</i>
c1	8	130	1.43809973	0.60249548	1.80748643	0.38272189
c2	9	134	1.63337315	0.80034527	2.53703448	0.20383159
c3	13	240	2.18952574	0.82719656	3.060991	0.14638889
c4	18	214	3.16810958	0.82853725	3.45493821	0.12254345
c5	13	136	2.44267108	0.66860797	2.4741435	0.30233564
r1	10	100	1.95432517	0.84899704	2.82030713	0.1864
r2	11	92	2.21151428	0.76681354	2.65273899	0.22873346
r3	16	108	3.20366928	0.89165298	3.56661191	0.10768176
r4	6	80	1.14102456	0.77654948	2.00735127	0.29
r5	14	116	2.73477508	0.85881763	3.26982351	0.13376932
i1	5	20	1.3352328	0.76270691	1.77095059	0.4
i2	2	8	0.48089835	0.81127812	0.81127812	0.625
i3	5	26	1.22771071	0.81014342	1.88109476	0.34911243
i4	6	34	1.41789246	0.79549552	2.05632608	0.32871972
i5	8	56	1.73897849	0.72913918	2.18741755	0.32908163

ANEXO 9

FORMATO DE COBERTURA Y DE ÍNDICES DE DESNUDEZ DEL SUELO EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA

<i>N°</i>	<i>Tratamiento</i>	<i>Temporada</i>	<i>Repetición</i>	<i>CB</i>	<i>xi</i>	<i>IDS</i>	<i>Condición</i>
1	Control	húmeda	1	60	130	40	Regular
2	Control	húmeda	2	70	134	30	Buena
3	Control	húmeda	3	100	240	0	Excelente
4	Control	húmeda	4	86	214	14	Buena
5	Control	húmeda	5	74	136	26	Buena
6	Recuperado	húmeda	1	52	100	48	Regular
7	Recuperado	húmeda	2	54	92	46	Regular
8	Recuperado	húmeda	3	52	108	48	Regular
9	Recuperado	húmeda	4	36	80	64	Muy pobre
10	Recuperado	húmeda	5	62	116	38	Regular
11	Impactado	húmeda	1	10	20	90	Muy pobre
12	Impactado	húmeda	2	6	8	94	Muy pobre
13	Impactado	húmeda	3	18	26	82	Muy pobre
14	Impactado	húmeda	4	22	34	78	Muy pobre
15	Impactado	húmeda	5	22	56	78	Muy pobre
16	Control	seca	1	66	126	34	Regular
17	Control	seca	2	82	104	18	Buena
18	Control	seca	3	92	178	8	Excelente
19	Control	seca	4	80	162	20	Buena
20	Control	seca	5	96	124	4	Excelente
21	Recuperado	seca	1	20	60	80	Muy pobre
22	Recuperado	seca	2	26	86	74	Muy pobre
23	Recuperado	seca	3	20	120	80	Muy pobre
24	Recuperado	seca	4	20	68	80	Muy pobre
25	Recuperado	seca	5	52	132	48	Regular
26	Impactado	seca	1	2	2	98	Muy pobre
27	Impactado	seca	2	4	4	96	Muy pobre
28	Impactado	seca	3	16	28	84	Muy pobre
29	Impactado	seca	4	8	30	92	Muy pobre
30	Impactado	seca	5	14	38	86	Muy pobre

ANEXO 10

FORMATO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN ÉPOCA HÚMEDA Y SECA

<i>N°</i>	<i>Tratamiento</i>	<i>Temporada</i>	<i>Repetición</i>	<i>Composición</i>
1	Control	húmeda	1	8
2	Control	húmeda	2	9
3	Control	húmeda	3	13
4	Control	húmeda	4	18
5	Control	húmeda	5	13
6	Recuperado	húmeda	1	10
7	Recuperado	húmeda	2	11
8	Recuperado	húmeda	3	16
9	Recuperado	húmeda	4	6
10	Recuperado	húmeda	5	14
11	Impactado	húmeda	1	5
12	Impactado	húmeda	2	2
13	Impactado	húmeda	3	5
14	Impactado	húmeda	4	6
15	Impactado	húmeda	5	8
16	Control	seca	1	9
17	Control	seca	2	9
18	Control	seca	3	14
19	Control	seca	4	13
20	Control	seca	5	9
21	Recuperado	seca	1	9
22	Recuperado	seca	2	10
23	Recuperado	seca	3	16
24	Recuperado	seca	4	11
25	Recuperado	seca	5	16
26	Impactado	seca	1	1
27	Impactado	seca	2	2
28	Impactado	seca	3	3
29	Impactado	seca	4	7
30	Impactado	seca	5	7

ANEXO 11

COBERTURA POR TRANSECTO EN ÉPOCA SECA

N°	Especie	Época Seca														
		c1	c2	c3	c4	c5	r1	r2	r3	r4	r5	i1	i2	i3	i4	i5
1	<i>Juncus stipulatus</i> Nees & Meyen	44	16	16	32	8	0	12	8	2	6	0	0	0	16	10
2	<i>Mniodes kunthiana</i> (DC.) S. E. Freire	0	0	0	6	0	2	0	8	4	0	2	0	0	0	4
3	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.	20	2	42	14	12	6	0	8	4	16	0	0	14	0	2
4	<i>Senecio macrorrhizus</i> Wedd.	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	4	12
5	<i>Werneria heteroloba</i> Wedd.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
6	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	0	40	10	42	74	28	6	12	12	20	0	0	0	0	4
7	<i>Aciachne pulvinata</i> Benth.	2	36	4	2	0	2	12	12	0	0	0	2	2	0	0
8	<i>Luzula racemosa</i> Desv.	0	2	2	4	2	0	2	2	2	4	0	0	0	0	4
9	<i>Cuatrecasasiella isernii</i> (Cuatrec.) H. Rob.	0	0	6	2	8	0	0	4	2	6	0	0	0	2	0
10	<i>Phylloscirpus deserticola</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh. vel aff.	2	0	22	4	6	0	2	22	16	10	0	0	0	2	0
11	<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.	0	0	14	26	8	2	4	20	6	12	0	0	0	2	0
12	<i>Cotula mexicana</i> (DC.) Cabrera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
13	<i>Lobelia oligophylla</i> (Wedd.) Lammers	0	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
14	<i>Alchemilla diplophylla</i> Diels	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	<i>Werneria solivifolia</i> Sch. Bip.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	<i>Werneria nubigena</i> Kunth	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	<i>Calamagrostis chrysantha</i> (J. Presl) Steud.	24	0	6	0	0	0	4	2	2	16	0	0	0	0	2
19	<i>Calamagrostis rigida</i> (Kunth) Trin. ex Steud.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO 12

COBERTURA POR TRANSECTO EN ÉPOCA HÚMEDA

N°	Especie	Época Húmeda														
		c1	c2	c3	c4	c5	r1	r2	r3	r4	r5	i1	i2	i3	i4	i5
1	<i>Juncus stipulatus</i> Nees & Meyen	68	30	12	14	2	34	32	22	22	16	12	6	4	4	6
2	<i>Mniodes kunthiana</i> (DC.) S. E. Freire	2	8	2	4	2	6	4	2	4	4	2	0	0	0	4
3	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.	6	0	54	16	18	14	2	10	2	8	2	0	14	0	0
4	<i>Senecio macrorrhizus</i> Wedd.	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	8
5	<i>Werneria heteroloba</i> Wedd.	4	2	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
6	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	0	38	16	40	70	4	28	4	18	16	0	0	0	4	2
7	<i>Aciachne pulvinata</i> Benth.	0	30	4	2	0	18	4	4	0	0	0	0	0	0	0
8	<i>Luzula racemosa</i> Desv.	2	2	2	2	0	0	0	4	0	2	2	0	0	18	30
9	<i>Cuatrecasasiella isernii</i> (Cuatrec.) H.Rob.	0	0	6	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	<i>Phylloscirpus deserticola</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh. vel aff.	0	0	38	8	8	4	2	6	32	12	0	0	2	4	2
11	<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.	0	0	0	8	2	0	0	10	0	8	0	0	0	0	2
12	<i>Cotula mexicana</i> (DC.) Cabrera	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	<i>Lobelia oligophylla</i> (Wedd.) Lammers	0	0	0	10	0	0	0	18	0	2	0	0	0	0	0
14	<i>Alchemilla diplophylla</i> Diels	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	<i>Werneria solivifolia</i> Sch. Bip.	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
16	<i>Werneria nubigena</i> Kunth	0	0	0	0	0	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0
17	<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
18	<i>Calamagrostis chrysantha</i> (J. Presl) Steud.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	2	0	0	0	0
19	<i>Calamagrostis rigida</i> (Kunth) Trin. ex Steud.	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0

Continúa...

N°	Especie	Época Húmeda														
		c1	c2	c3	c4	c5	r1	r2	r3	r4	r5	i1	i2	i3	i4	i5
20	<i>Ourisia muscosa</i> Wedd.	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
21	<i>Zameioscirus muticus</i> Dhooge & Goetgh.	0	0	22	34	14	0	4	0	0	8	0	0	0	0	0
22	<i>Arenaria digyna</i> Willd. ex Schltdl.	0	2	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
23	<i>Calamagrostis rigescens</i> (J. Presl) Scribn.	0	4	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	4	2	2
24	<i>Calamagrostis spicigera</i> (J. Presl) Steud.	42	18	28	44	8	6	4	4	0	0	0	2	2	2	0
25	<i>Oritrophium limnophilum</i> (Sch. Bip.) Cuatrec.	4	0	6	8	0	4	6	4	0	2	0	0	0	0	0
26	<i>Bartsia pedicularoides</i> Benth.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
27	<i>Gentianella sandiensis</i> (Gilg) J.S. Pringle vel aff.	0	0	48	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
28	<i>Agrostis breviculmis</i> Hitchc. vel aff.	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Walp.) Ball	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth vel aff.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma		130	134	240	214	136	100	92	108	80	116	20	8	26	34	56
Promedio		16.3	14.9	18.5	11.9	10.5	10.0	8.4	6.8	13.3	8.3	4	4	5.2	5.7	7
desvest		14.1	10.1	14.8	11.7	12.9	7.2	7.5	5.4	7.4	6.8	2.2	1.1	2.7	3.4	5.6
coef.var.		86.5	68.1	80.2	98.8	123.4	71.7	89.1	80.2	55.6	81.4	55.4	28.1	51.4	59.7	79.6
N°especies		8	9	13	18	13	10	11	16	6	14	5	2	5	6	8

ANEXO 13

FAUNA DEL BOFEDAL MILLOC



Fuente: Alejandro Tello

Cinclodes palliatus “churrete de vientre blanco”



Fuente: Alejandro Tello

Phegornis mitchelli “chorlito cordillerano”



Fuente: Elaboración propia

Rhinella spinulosa “sapo espinoso andino”



Fuente: Elaboración propia

Arácnido de la familia *lycosidae*